Universiteit Leiden
The Netherlands

# De ordinaire kap : een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tusen 1300 en 1800

Orsel, E.D.

**Citation**
Orsel, E. D. (2020, March 3). *De ordinaire kap : een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tusen 1300 en 1800*. Retrieved from https://hdl.handle.net/1887/86020

| | |
|---|---|
| Version: | Publisher's Version |
| License: | Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden |
| Downloaded from: | https://hdl.handle.net/1887/86020 |

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page

Universiteit Leiden

Leiden University Repository

The handle http://hdl.handle.net/1887/86020 holds various files of this Leiden University dissertation.

**Author**: Orsel, E.D.
**Title**: De ordinaire kap : een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tusen 1300 en 1800
**Issue Date**: 2020-03-03

# De ordinaire kap
## Een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tussen 1300 en 1800.

**Edwin Orsel**

Band 1: tekst

Philibert De l'Orme, 1567:
Architectuur bestaat uit zeven elementen; metselwerk, deuren, stookplaatsen, vensters, vloeren, plafonds en kapconstructies.[1]

Omslag: Stille Rijn 9 uit 1618-1629 (d) (foto ELO, P.J. De Vos).

[1] De l'Orme 1567, inleiding, p. 2.

# De ordinaire kap

## Een bouwhistorische studie naar kapconstructies op Leidse huizen tussen 1300 en 1800

Band 1: tekst

PROEFSCHRIFT

Ter verkrijging van
de graad van Doctor aan de Universiteit Leiden,
op gezag van Rector Magnificus prof.mr. C.J.J.M. Stolker
volgens besluit van het College van Promoties
te verdedigen op dinsdag 3 maart 2020
klokke 15.00 uur

door

Edwin Dietrich Orsel
geboren te Tubbergen
op 20 juli 1969

Dit proefschrift is goedgekeurd door de promotoren:
Prof.dr.ing. D.J. de Vries
Prof.dr. G. van Tussenbroek (UVA)

Promotiecommissie:
Prof.dr. D. Fontijn
Dr. E den Hartog
Prof.dr. J.C.A. Kolen
Dr. R.M.R. van Oosten
Dr.ing. R. Stenvert
Prof.dr. F.C.W.J. Theuws

# Inhoud band 1

**INHOUDSOPGAVE** I

**WOORD VOORAF** 1

**1 INLEIDING EN VERANTWOORDING** 3
**1.1 Inleiding** 3
**1.2 Kappenonderzoek in Noordwest-Europa** 3
**Sporenkappen en gordingenkappen** 4
**Noordwest-Europa** 5
**Vlaams-Nederlandse groep** 8
**Nederland** 9
**1.3 Kennisstand** 11
**1.4 Vraagstelling en afbakening** 12
**1.5 Bronnenmateriaal** 13
**1.6 Theoretisch kader en methode** 17
**Dendrochronologisch onderzoek** 18
**1.7 Opzet studie** 20

**2 BOUWEN** 23
**2.1 Initiatief en conceptie** 24
**Idee** 24
**Bouwwereld** 25
**Bouwvoorbereiding** 26
**Tekeningen** 28
**Bestekken** 28
**Aanbesteden** 31
**2.2 Realisatie** 34
**Timmerlieden** 34
**Timmerliedengilde** 35
**Gildeproef** 40
**2.3 Samenvatting Bouwen** 44

**3 MATERIAAL** 47
**3.1 Hout** 47
**Houtsoorten** 47
***Constructiehout*** 48
***Uitkomsten dendrochronologisch onderzoek*** 50
***Krom hout*** 55
***Productiehout*** 58
***Houten nagels*** 59
***Houtkwaliteit*** 60
**Houtafmetingen** 62
**Houthandel** 69
***Houtvoorziening*** 69
***Houtmarkt*** 71
***Houtzaagmolenindustrie*** 72
***Houttransport*** 76
***Houtvlotten*** 77
***Handelsmerken*** 77
***Vlotgaten*** 81
**3.2 IJzer** 84
**3.3 Samenvatting materiaal** 89

**4 TIMMEREN** 91
**4.1 Gereedschappen en bewerking** 91
**4.2 Construeren** 99
**Termen** 101
**Werkplaats** 101
**Uitzetten** 102
**Verbindingen** 103
**Telmerken** 110
**4.3 Assemblage** 115
**Bouwplaats** 115
**Bouwvolgorde** 116
**4.4 Samenvatting timmeren** 122

**5 KAPPEN IN LEIDEN** 125
**5.1 De dakvorm** 125
**5.2 De dakhelling** 134
**5.3 De dakbedekking** 139
**Weke bedekking, riet, stro, hout en zoden** 139
**Dakleien** 142
**Daktegels** 144
**Harddaksubsidie** 146
**Dakpannen** 149
**Lood/koper** 154
**Nok en hoekkepers** 155
**Panlatten** 158
**5.4 De dakdrager** 159
**Daksporen** 160
**Dakbeschot** 165
**Haanhout of nokgording** 166
**Bevestiging** 169
**Maat en lengte** 171

**5.5 De ondersteuningsconstructie** **172**
**Constructieve opzet** **173**
***Ruimtelijk framewerk*** **173**
***Spantafstand*** **176**
***Stapelen*** **177**
***Borstwering*** **178**
***Strijkspanten*** **179**
**Langsondersteuning** **180**
***Muurplaat*** **181**
***Flieringen en gordingen*** **182**
***Nokgording*** **184**
***Langsschoring*** **185**
***Vlieringhangzoldering*** **188**
**Spantconstructie** **189**
***Oudste kappen*** **191**
***Stapelspant met driehoekspanten*** **197**
***Introductie nokgording*** **198**
***Houten nok-schetsplaat*** **200**
***Driehoekspanten*** **200**
***Dekbalk-driehoekspanten*** **202**
***Schaarspant*** **203**
**Constructieve variatie in de 17$^{de}$ en 18$^{de}$ eeuw** **203**
***Makelaar*** **203**
***Half- en hoekkeperspanten*** **206**
***Omlopend schilddak*** **206**
***Lessenaarsdak*** **209**
***Zadeldak met wolfeind*** **209**
***Leugenaar*** **210**
***Betoonde nok*** **210**
***Asymmetrische dakvorm*** **211**
***Timmermansbouwkunst*** **213**
***Theoretische ontwikkelingen*** **215**
**Kapconstructies in de 19$^{de}$ eeuw** **216**
**5.6 Samenvatting kappen in Leiden** **221**

**6 HET KAPPENLANDSCHAP** 229
**6.1 Lokaal** 229
**6.2 Regionaal** 236
**Haarlem** 237
**Gouda** 239
**Den Haag** 239
**Amsterdam** 240
**Utrecht** 241
**Delft** 243
**Noord-Holland** 243
**Zuid-Holland en Zeeland** 243
**Oostelijk Nederland** 244
**6.3 Origine** 245
**Vroege kappen in Leiden** 245
**Vroege kappen Vlaams-Nederlandse groep** 246
**Vroege kenmerken** 247
**Oudste huizen** 249
**Van stenen huis en houtskelethuis naar stenen huis met houtskelet** 254
**Oudste spantconstructie in stadshuizen** 256
**6.4 Samenvatting kappenlandschap** 260

**7 CONCLUSIE** 265
**7.1 Inleiding** 265
**7.2 De constructie van het Leidse dak** 265
**7.3 De kap als cultuurhistorisch fenomeen** 270

**SAMENVATTING** 273
**SUMMARY** 275

**LITERATUUR** 277

**AFBEELDINGVERWIJZING** 303

**CURRICULUM VITAE** 305

**WOORD VOORAF**

De kiem voor dit onderzoek is het advies van de HTS-studieadviseur in 1989 om bouwkunde-monumentenzorg te gaan studeren. Voor dit, op mij gerichte, advies ben ik hem nog zeer dankbaar. Dat geldt ook voor mijn ouders, die mij altijd onvoorwaardelijk zijn blijven steunen, ook bij de soms moeizame zoektocht naar een mij passende studierichting. Mijn technische opleiding gecombineerd met een interesse in geschiedenis zal de voedingsbodem zijn voor mijn fascinatie voor historische bouwconstructies. Tijdens mijn HTS-studie onderzocht ik bij een Erasmus-uitwisselingproject in Polen mijn eerste kapconstructies. Daar ontmoette ik ook Mirka, mijn latere vrouw, die mij vervolgens aanmoedigde tot verdere studie.

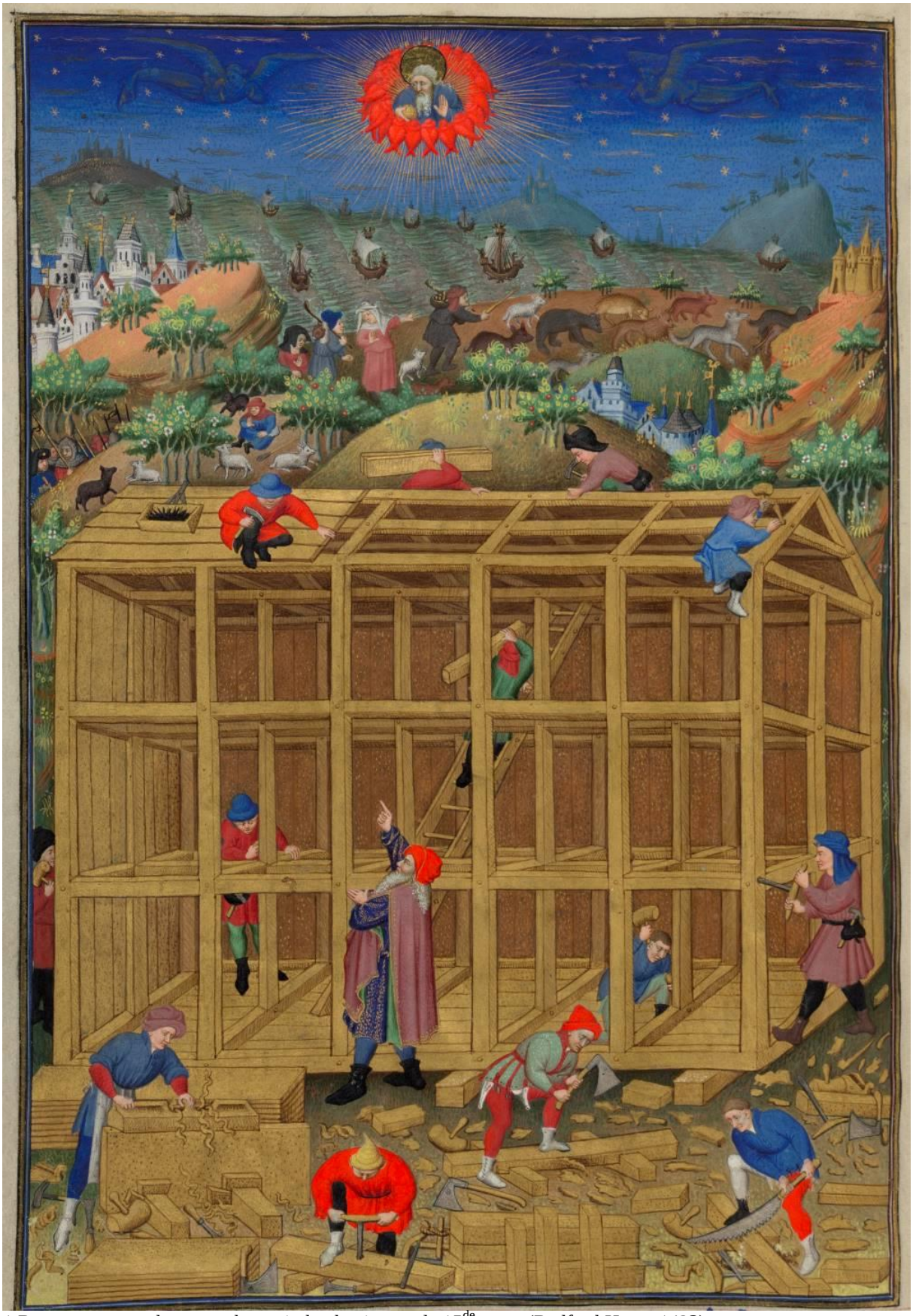
Bouwhistorisch onderzoek is vaak een ontdekkingstocht door onbekende gebouwen, waarbij op zolders, soms eeuwenoude kapconstructies te vinden zijn. Met deze constructies kom je dicht bij het bouwen en de timmerman uit het verleden. Waarneembaar zijn de fysieke sporen van zijn denken en handelen door bewerkingssporen, aftekenlijnen, telmerken, stelklosjes enzovoort. Daarmee is zeer tastbaar hoe deze timmerlieden in het verleden deze fascinerende staaltjes van ambachtskunst hebben gerealiseerd.

Door mijn werk als stadsbouwhistoricus in Leiden (her)ontdek ik, samen met collega's, vele onbekende historische kapconstructies. Leiden verkeert in de gelukkige omstandigheid dat een zeer omvangrijk en gevarieerd bestand aan historisch gebouwen bewaard is gebleven. De oorzaken hiervoor zijn ten eerste dat Leiden een grote middeleeuwse stadkern heeft met aanzienlijke stadsuitbreidingen en ten tweede is de stad gespaard van grootschalige verwoestingen door oorlogen, stadsbranden of anderzijds. Hierbij blijft het verbazingwekkend en fascinerend dat de constructies, soms over een periode van meer dan 700 of 750 jaar, tot in onze tijd behouden zijn gebleven. Het rijke gevarieerde en bouwhistorisch onderzochte bestand aan fascinerende kapconstructies is de aanleiding voor dit onderzoek, waar de eerste gedachten over werden gevormd in 2007.

Het onderzoek is verricht in eigen tijd, gebaseerd op de uitwerking van onderzoeksgegevens verzameld voor het bouwhistorisch onderzoek in Leiden, ten behoeve van de omgang met monumenten. De verrichting van het onderzoek in de spaarzame vrije uren is een verklaring voor de lange tijdsspanne. De afronding van het onderzoek kwam in een stroomversnelling toen bij mij een serieuze ziekte werd vastgesteld. De gedwongen rust en het overwinnen van de ziekte werkte louterend en leidde tot het besluit tot afronding. En voor de geboden mogelijkheid wil ik Mirka en mijn dochter Laura bedanken en ook voor hun niet aflatende steun in het proces.

Een woord van dank voor steun en vruchtbare discussie gaat uit naar mijn beide promotoren prof. dr. ing. Dirk Jan de Vries en prof. dr. Gabri van Tussenbroek. Dank geldt ook voor de opbouwende reacties van de leden van de promotiecommissie. Daarnaast hebben vele collega's en vrienden op hun eigen wijze bijgedragen aan de totstandkoming van dit proefschrift. Met name wil ik, in alfabetische volgorde, noemen Patrick Bosman, Reinoud Boter, Michel van Dam, Pieter-Jan De Vos, Jan Dröge, Maarten Enderman, Taco Hermans, Jan van der Hoeve, Hein Hundertmark, Jos van Rooden en Esther Starkenburg. Bovendien wil ik graag alle eigenaren en\of gebruikers van de onderzochte objecten heel hartelijk danken voor hun gastvrijheid. Tot slot ook Erfgoed Leiden en Omstreken (ELO) en de gemeente Leiden voor de geboden mogelijkheden voor dit onderzoek.

Delft, 1 januari 2020



1 Bouwen van een houten gebouw in het begin van de 15$^{de}$ eeuw (Bedford Hours 1423)

# 1 INLEIDING

## 1.1 Inleiding

Een dak boven je hoofd is één van de primaire levensbehoeften van de mens. Of het nu om een simpel afdak gaat of om een complex samengesteld dak; er is altijd een constructie nodig om het eigenlijke dak, bestaande uit de dakschilden met een drager, gedekt met riet, dakpannen, leien of andere materialen, te kunnen dragen. Die dragende constructie noemen we de kapconstructie. Zo'n kapconstructie bestaat uit een samenstel van dragende en stabiliserende elementen en laat zien welke kennis en mogelijkheden timmerlieden in het verleden tot hun beschikking hadden. De manier waarop dergelijke constructies werden vormgegeven, verschilde van plaats tot plaats. Een timmerman in Groningen had te maken met andere lokale omstandigheden dan zijn collega in Maastricht, en beiden kozen dan ook voor andere constructieve oplossingen dan hun vakgenoot uit Leiden dat deed.

Anders dan in veel andere Nederlandse binnensteden, is de historische binnenstad van Leiden in het verleden verschoond gebleven van grootschalige verwoestingen, zoals stadsbranden, oorlogsschade of stadsvernieuwing. Hierdoor is een naar verhouding groot aantal historische kapconstructies bewaard gebleven, verspreid over een bijzonder lange periode van de stadsgeschiedenis. In andere steden is het kappenlandschap vaak ernstig aangetast, zoals bijvoorbeeld in Delft dat in 1536 bijna geheel afbrandde of in Amsterdam waar in 1421 en 1452 branden woedden.[2]

Leiden is één van de weinige steden in Nederland waar tijdens verbouwingen en restauraties systematisch documentair bouwhistorisch onderzoek wordt verricht. Deze wetenschappelijke discipline richt zich op onderzoek naar de geschiedenis van gebouwen, de praktijk van het bouwen in het verleden, de ontwikkeling van constructies en het gebruik van materialen.[3] In Leiden is dit onderzoek ingebed in de omgang met het gebouwde cultuurhistorische erfgoed.[4] Voor Leiden heeft het structurele onderzoek van de afgelopen twee decennia duidelijk gemaakt dat in de goed gepreserveerde historische binnenstad talrijke historische gebouwen inclusief constructies en interieurs bewaard zijn gebleven. Dit leidde vaak tot onverwachte, soms sensationele historische vondsten, zoals constructies van eeuwen oud, unieke toepassingen van constructieve elementen of sporen van het bouwproces, waardoor het soms leek alsof men met de ambachtsman van eeuwen geleden over zijn schouder kon meekijken bij de bouw. De Leidse binnenstad is vooral rijk aan historische huizen, de zogenaamde ordinaire bouw, gerealiseerd in opdracht van particulieren.[5] Deze rijke bouwhistorische data biedt de mogelijkheid tot een onderzoek naar de ontwikkeling van de historische kapconstructie op huizen in Leiden in de periode 1300-1800 en dit te vergelijken met bestaande inzichten.

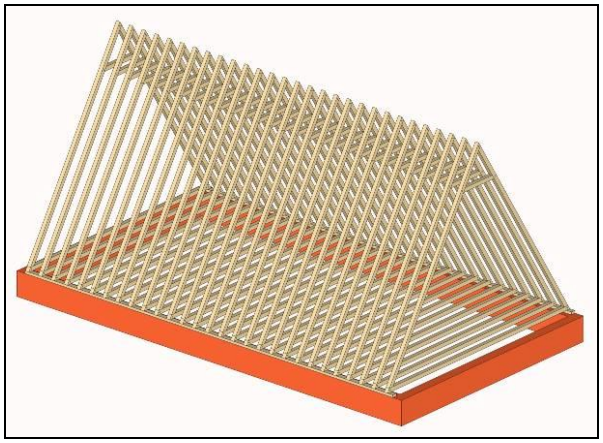
## 1.2 Kappenonderzoek in Noordwest-Europa

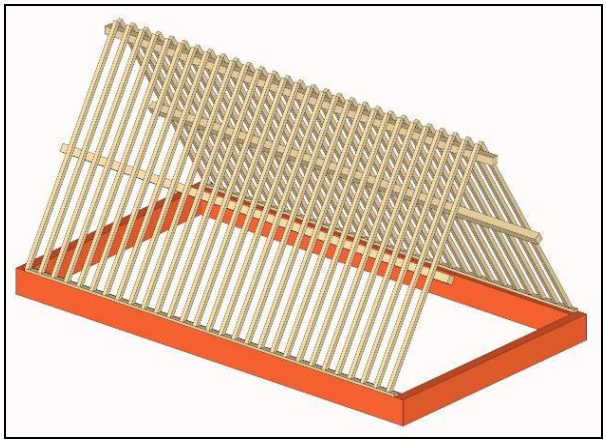
Het startpunt voor iedereen die onderzoek verricht naar Nederlandse kapconstructies is vrijwel altijd *Houten kappen in Nederland, 1000-1940* van Herman Janse.[6] Dit proefschrift uit 1989 is veruit de belangrijkste publicatie over Nederlandse kapconstructies.[7] Zijn onderzoek stoelde op oudere studies naar Europese kapconstructies, onder meer van Friedrich Ostendorf, Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc en Henri Deneux.[8] Janse bracht een schat aan gegevens over honderden kapconstructies verspreid over heel Nederland bijeen en ontwierp een typologie waarmee hij deze constructies zowel geografisch als in de tijd probeerde in te delen. Janse had relatief weinig aandacht voor ordinaire, woonhuiskappen. Bovendien ontbrak het in de jaren tachtig van de twintigste eeuw toen hij zijn onderzoek uitvoerde nog aan goede dateringsmogelijkheden, waardoor de typologische ontwikkeling van de kapconstructie zoals die door hem is geschetst op losse schroeven staat. Van de ontwikkeling van kapconstructies in Nederland en Europa en van de aspecten die invloed daarop hadden, kan op basis van het vele onderzoek dat al is verricht hier een algemeen beeld worden geschetst.

---

[2] Weve 2013, 223 en Van Tussenbroek 2012.
[3] Hendriks en Van der Hoeve 2009 en Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 8-15.
[4] Brandenburgh en Orsel 2013 en Orsel 2014.
[5] Kolman 1993, 157, 184-185 en 257-258; Meischke et al. 1997, 32; De Vries 2008, 225 en Hurx 2012, 65.
[6] Janse 1989.
[7] Van Drunen 2006, 4-5.
[8] Ostendorf 1908; Binding 1991, 7-8 en Hoffsummer 2009, 15-16.

**Sporenkappen en gordingenkappen**
Uit de bestaande literatuur blijkt dat houten kapconstructies in Europa teruggaan op twee basistypes; de sporenkap en de gordingenkap (afb. 2-3). Europese kapconstructies hebben zich ontwikkeld uit deze basisvormen tot vele verscheidene varianten en oplossingen.[9]


2 Sporenkap


3 Gordingenkap

De eenvoudigste sporenkap bestaat uit een reeks transversale (dwarsgeplaatste) identieke, constructief stijve driehoekige frames, elk opgebouwd uit gekoppelde, schuin tegen elkaar staande sporen en een voetbalk (afb. 2).[10] Bij grotere overspanningen kunnen bij deze zogenaamde sporenparen of gespannen één of meer hanebalken worden geplaatst om de daarmee gepaard gaande grotere daklast en grotere winddruk op te vangen, waarbij de bovenste hanebalk bovendien de nokverbinding verstijft. In het Duits heet de sporenkap een ‘Sparrendach’, in het Engels een ‘common rafter roof’ en in het Frans een ‘charpente à chevrons formant fermes’.[11] Een basale gordingenkap bestaat uit longitudinale (langsgerichte) dragers (gordingen en muurplaten) en daarop losse, onderling niet door een trekverbinding gekoppelde sporen, zogenaamde kepers (afb. 3).[12] Een gordingenkap is in de basis een dak van platen of gordingen opgelegd in twee dragende gevels, met voetplaten en (nok)gordingen, waarover ‘Rofen’ of ‘Rafen’ zijn gelegd. De gordingenkap heet in het Duits een ‘Pfettendach’, in het Engels een ‘purlin’- of ‘principal rafter roof’ en in het Frans een ‘charpente à fermes et pannes’.[13]

Hoewel sporen en kepers op elkaar lijken, wordt in de literatuur een constructief verschil gemaakt. Hierover is verschil van inzicht en opvatting, ook voor de daarmee samenhangende benaming.[14] Zo wordt in Engeland geen onderscheid gemaakt tussen sporen en kepers, terwijl in Frans- en Duitstalige gebieden dat wel zo is. In een sporenkap is het dakspoor een zelfdragend en integraal onderdeel van de constructie. Hierbij wordt het gewicht van de dakbedekking en de windbelasting via de sporen rechtstreeks afgevoerd naar de oplegpunten.

---

[9] Naast de al genoemde overzichtswerken van Ostendorf, Viollet-le-Duc en Deneux zijn voor België en Frankrijk de volgende publicaties van belang: Janse en Devliegher 1962; Nuytten 2005b; De Jonge et al. 2009; Hoffsummer 2002; Hoffsummer 2009 en Van Eenhooge et al. 2018. Voor Duitsland zijn dit: Bedal 1977; Bedal 1978; Mennemann 1980; Griep 1985; Großmann 1986; Binding 1991; Cramer en Eißing 1996; Zalewski 1996; King en Lohrum 2000; Schuller et al. 2004; Hanke 2005; Caston 2006; Eißing 2009; Eißing 2010b; Lohrum 2010; Eißing 2016; Zalewski 2009; Saemann 2014 en Schäfer 2014. En voor Engeland: Smith 1960; Bismanis 1987; Smith 1992a; Harris 1992; Harris 2013; Alcock 1992; Yeomans 1986; Smith 2004; Hanke 2005; Valeriani 2006b en Yeomans 2009. Belangrijke publicaties voor Nederland zijn Janse en Devliegher 1962; Zantkuijl 1975; Janse 1989; Janse 1990a; Boekwijt en Van Drunen 1996; De Vries 1998; De Vries 2003; Van Tussenbroek 2003, 133-142; De Vries 2008; De Roon 2009; Van Tussenbroek 2009; Derksen 2010; Van Tussenbroek 2012; Stenvert 2013a; Weve 2013, 222-227; Boer 2015; Dukers 2015 en Eggen 2016.
[10] Janse 1989, 23-24; Binding 1991, 16-19 en Hoffsummer 2009, 264.
[11] Binding 1991, 16-24; Alcock et al. 1989, 14 en 45; Hoffsummer 2002, 164 en Yeomans 2009, 153-154.
[12] Janse 1989, 23-24.
[13] Binding 1991, 15-16; Alcock et al. 1989, 14; Hoffsummer 2002, 226-227 en Yeomans 2009, 153-154.
[14] Janse 1989, 23-24; Binding, 1991, 15-24; Hanke 2005, 18-19; Caston 2006, 580 en Volmer en Zimmermann 2012, 22.

Bij de gordingenkap hangen de kepers – losse daksporen die geen constructief deel zijn van de kapconstructie – over longitudinale balken, die de constructieve dragers zijn. Een derde type kapconstructie dat in de literatuur wordt onderscheiden, is de stijlenkap. Dit kaptype wordt gekenmerkt door het gegeven dat de stijlen de dragende longitudinale balken ondersteunen. De stijlenkap moet echter worden gezien als een variant op de gordingenkap.[15] Ook worden de Engelse zogenaamde 'crucks' als apart type genoemd, maar zij zijn eveneens te beschouwen als een variant van een gordingenkap.[16]

**Noordwest-Europa**

In Europa is in het noordwesten een gebied te onderscheiden waar kapconstructies tot circa 1300 grote verwantschap vertonen, met als oudste middeleeuwse vorm sporenparen/gespannen zonder enig ondersteunend langsverband.[17] Nederland ligt midden in dit gebied dat zich globaal uitstrekt van Frankrijk tot in Scandinavië, inclusief Zuidoost-Engeland.[18] De inheemse Noordwest-Europese sporenkap wordt gezien als een natuurlijke ontwikkeling als gevolg van de beschikbare lokale materialen, de toenmalige economische context en de eenvoudige wijze van vervaardiging.[19] In tegenstelling tot de sporenkap, kwam de gordingenkap in de middeleeuwen voornamelijk voor in het zuiden; Zuid-Frankrijk, Zuid-Duitsland, Zwitserland, Oostenrijk en Italië en zal vermoedelijk terug gaan op de Romeinse en Griekse bouwkunst.[20] De constructievorm van sporen-/gespannenkap was onbekend in de zuidelijke streken (Italië) en werd dus niet met het christendom meegebracht naar Noordwest-Europa, zoals wel eens werd verondersteld.[21]

In Noordwest-Europa verscheen de gordingenkap in het algemeen pas aan het einde van de middeleeuwen, vermoedelijk vanuit de behoefte aan meer lengtestabiliteit.[22] Vroege gordingenkappen kwamen echter ook al voor in Noorwegen, Engeland, het gebied rondom Metz en Trier en in het noorden van Duitsland. Geconcludeerd kan worden dat er geen absolute grens kan worden getrokken.[23] Franse, 13de-eeuwse, gordingenkappen zijn zeldzaam en gaan mogelijk terug op klassieke 'Latijnse' voorbeelden, maar hun origine moet nog beter worden onderzocht.[24] Regionale verkenningen maken bovendien duidelijk dat allerlei lokale verschillen en hybride vormen zijn te onderscheiden.[25] De ontwikkeling van de Noord-Europese kapconstructie was geen progressieve evolutie, maar werd mede bepaald door regionale, culturele, sociaaleconomische, geografische, klimatologische, constructieve en materiaaltechnische aspecten, waardoor allerlei lokale verschillen konden ontstaan.[26]

---

[15] Janse en Devliegher 1962, 16-18; Binding 1991, 15-16 en Janse 1989, 23-24.
[16] Smith 1960, 138-146; Hanke 2005, 21 en Harris 2013, 8-9.
[17] Ostendorf 1908, 1-14, 69-70, 83 en 90-93; Smith 1960, 126-128, 136 en 144; Janse en Devliegher 1962, 16-19; Smith 1982, 379-380; De Vries 1983, 47-48; Janse 1989, 17 en 23-24; Binding 1991, 15-25; Hanke 2005, 15-17; Hoffsummer 2002, 264; De Vries 2003, 2098; Nuytten 2005b, 26-28; Volmer en Zimmermann 2012, 23-24 en Van Eenhooge et al. 2018, 18.
[18] Janse 1989, 17. Zie ook De Vries 2003, 2098.
[19] Hoffsummer 2009, 264.
[20] Ostendorf 1908, 1-2 en 69-70 en Binding 1991, 16.
[21] Smith 1982, 379 en De Vries 1983, 47-48.
[22] Binding 1991, 16 en Hoffsummer 2009, 339.
[23] Ostendorf 1908, 69-70, 73, 76, 91-92 en 104-107; Smith 1960, 128-146; Janse en Devliegher 1962, 46-51; Smith 1992a, 12; Hanke 2005, 13; De Jonge et al. 2009, 208 en Hoffsummer 2009, 272.
[24] Janse en Devliegher 1962, 46-51 en Hoffsummer 2009, 264 en 272. Janse en Devliegher verwijzen naar de Franse onderzoeker Deneux die meldt dat de nokgording in Noord-Frankrijk sinds het midden van de 13de eeuw voorkomt.
[25] Ostendorf 1908, 83 en 104-107; Smith 1960, 128-146; Janse 1989, 17-24, 125-133, 235-240; Alcock 1992, 190-195; Boekwijt en Van Drunen 1996; Hoffsummer 1998, 221; De Vries 2003, 2102; Dukers en Klück 2004, 212-213; Hanke 2005, 13-17 en 22; Hoffsummer 2009, 268; Yeomans 2009, 153 en Harris 2013, 7-11 en 61-81.
[26] Ostendorf 1908, 21 en 81; Smith 1960, 111-113 en 134-146; Janse 1990a, 52; Binding 1991, 19 en 23; Hanke 2005, 15-30; Caston 2006, 579-580 en Hoffsummer 2009, 265-269 en 339-340.

Door dit scala aan invloeden, van dakbedekkingsmateriaal en functioneel gebruik, tot regionaal en sociaal gebonden cultuurhistorische factoren, moesten de timmerlieden technische uitdagingen overwinnen, wat leidde tot geavanceerdere windschoring, stabilisering (door langs- en dwarsverbanden), verbindingen (onder andere de pen-en-gatverbinding), oprichtingsmethoden en het ontstaan van een houtbewerkingsspecialisme dat mogelijk werd gestimuleerd door de groei van steden en handel.[27]

Timmerlieden zochten naar constructieve verbeteringen om de kap te verstevigen, om belastingen van wind en massa geconcentreerd af te voeren en tegelijk te besparen op materiaal.[28] Het resultaat van de technische innovaties was regionaal verschillend (afb. 4-6).[29] Zo was in het Duitstalige gebied sprake van de ontwikkeling van een kapconstructie met één of meerdere (gestapelde) raamwerken als langsondersteuning (zogenaamde stehender of liegender Stuhl) onder sporenspanten afgewisseld met enkele sporenparen.[30] Deze constructies hadden een behoorlijk groot houtverbruik. Dankzij de omliggende bosrijke regio's was dit niet problematisch.[31] In Engeland kennen de drie hoofdtypen, sporenkappen, gordingenkappen en de 'crucks', een ontwikkeling met allerlei typen ondersteunende spanten en hybride vormen. Dit wordt in termen van verscheidene culturele patronen verklaard, in plaats van alle typen in een evolutionair model te passen.[32] Dit wijkt dus af van de inzichten in Frankrijk, België, Nederland en Duitsland.

Het gebied dat globaal Noord-Frankrijk, België, Nederland en Zuidoost-Engeland beslaat, kende vanaf het eind van de 12$^{de}$ eeuw een ontwikkeling naar een complexere modulaire (vakken)structuur van primaire spanten en secundaire sporenparen, met een verbeterde, geconcentreerde krachtenafdracht en verminderd houtgebruik.[33] Ook was er sprake van samenhang tussen het ontstaan van deze modulaire (vakken)kapstructuur en de houtconstructie van vroege gebouwen met balkvakken.[34] Vanwege de noodzakelijke of gewenste besparing op hout werden vanaf het midden van de 15$^{de}$ eeuw in het gebied Noord-Frankrijk tot in Nederland de kappen met sporenparen en ondersteunde spanten verdrongen door spantenkappen met nokgording en losse sporen.[35] In het algemeen waren deze constructieprincipes in de 15$^{de}$ eeuw uitontwikkeld en bleven ze tussen 1500 en 1800, ondanks veranderd houtgebruik, dwingende moderne architectonische principes en ambities van de opdrachtgevers vrijwel onveranderd toegepast.[36]

---

[27] Ostendorf 1908, 21 en 81; Smith 1960, 111-113 en 124; Meischke 1988, 216-219; Janse 1990a, 52; Binding 1991, 19 en 23; Harris 1992, 29-30; Meischke et al. 1993, 21-23; Meischke et al. 1997, 20-21; Hoffsummer 1998, 221 en 224; Meischke et al. 2000, 50-51; Hanke 2005, 15-20 en 22-23; De Jonge et al. 2009, 204-207 en Hoffsummer 2009, 265-269, 272 en 339-340.

[28] Janse en Devliegher 1962, 22-23; Smith 1960, 128-129; Smith 1982, 380; Binding 1991, 23-24; Hoffsummer 1998, 220; Nuytten 2005b, 28; Caston 2006, 579-580; De Jonge et al. 2009, 205; Hoffsummer 2009, 265-266 en 339 en Yeomans 2009, 153.

[29] Janse 1989, 18-19 en Hoffsummer 2009, 270. Hier zal voornamelijk op de voor Nederland belangrijkere groepen worden ingegaan.

[30] Binding 1991, 23-24; King en Lohrum 2000, 24; Schuller et al. 2004, 26-27 en Caston 2006, 580.

[31] Binding 1991, 183 en Hoffsummer 2009, 275.

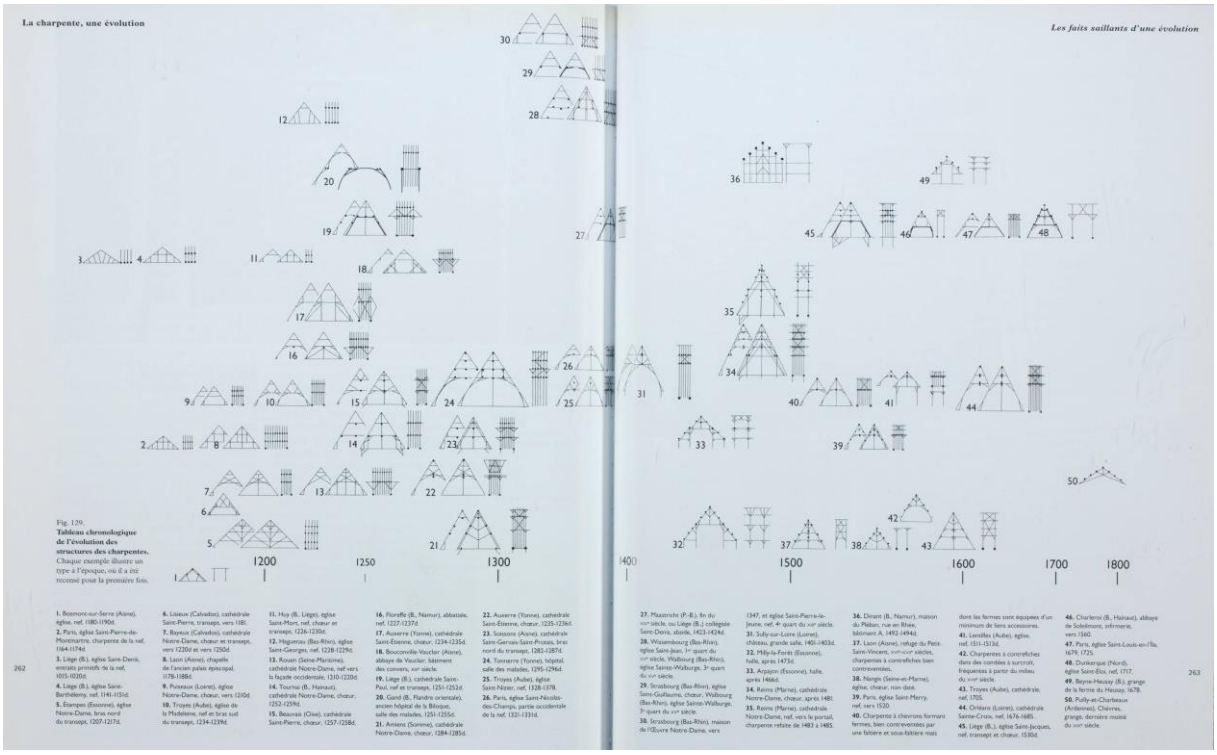
[32] Smith 1960, 144.

[33] Janse en Devliegher 1962, 51; Hoffsummer 1998, 221; Nuytten 2005b, 27-28; De Jonge et al. 2009, 208-209, Hoffsummer 2009, 265-266 en 339-340 en Van Eenhooge et al. 2018, 18.

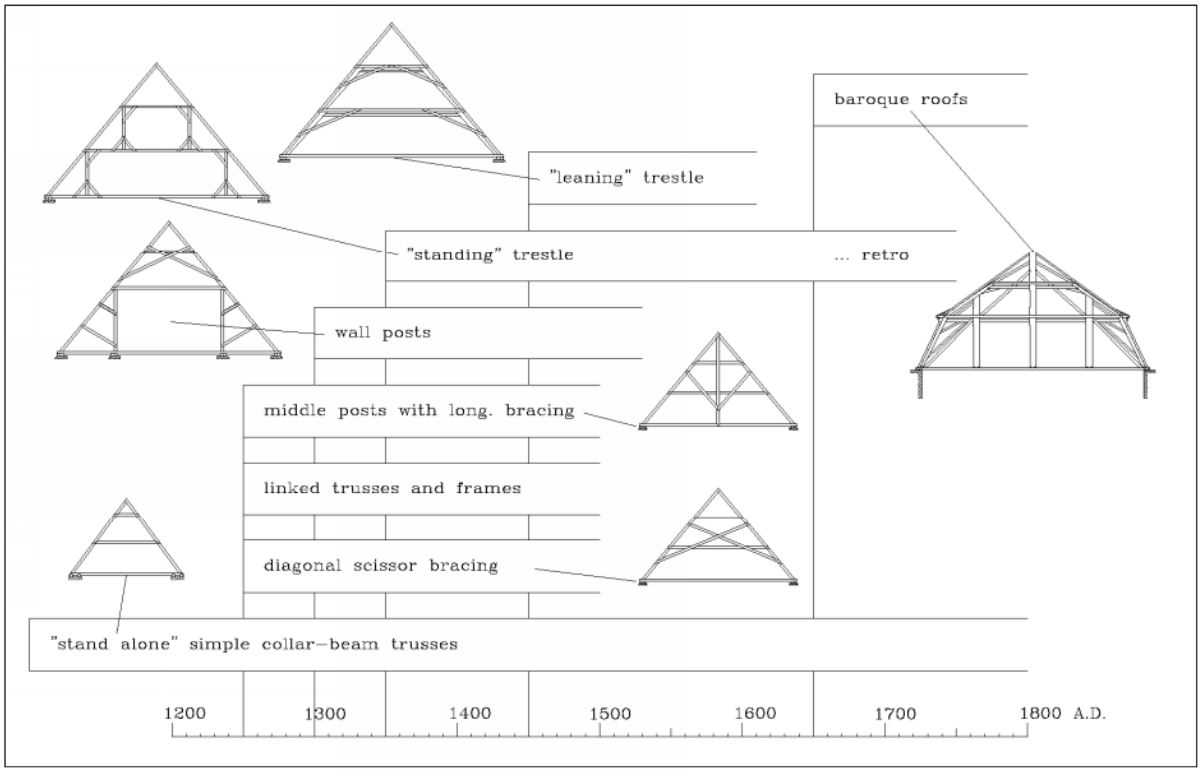
[34] Ostendorf 1908, 1-9; Smith 1960, 111 en 124; Janse 1978, 12-25; De Vries 1983, 50; Janse 1990a, 50-51 en 57; Harris 1992, 29-30; Zantkuijl 1993, 4-6; Meischke et al. 1997, 30 en 35; Hanke 2005, 22-23; De Vries 2003, 2103-2104 en Hoffsummer 2009, 266-268.

[35] Janse en Devliegher 1962, 72-76; Janse 1989, 134; Janse 1990a, 57-58; Hoffsummer 1998, 229; De Vries 2003, 2103; Hoffsummer 2009, 275-276 en 340 en Van Eenhooge et al. 2018, 19-20.

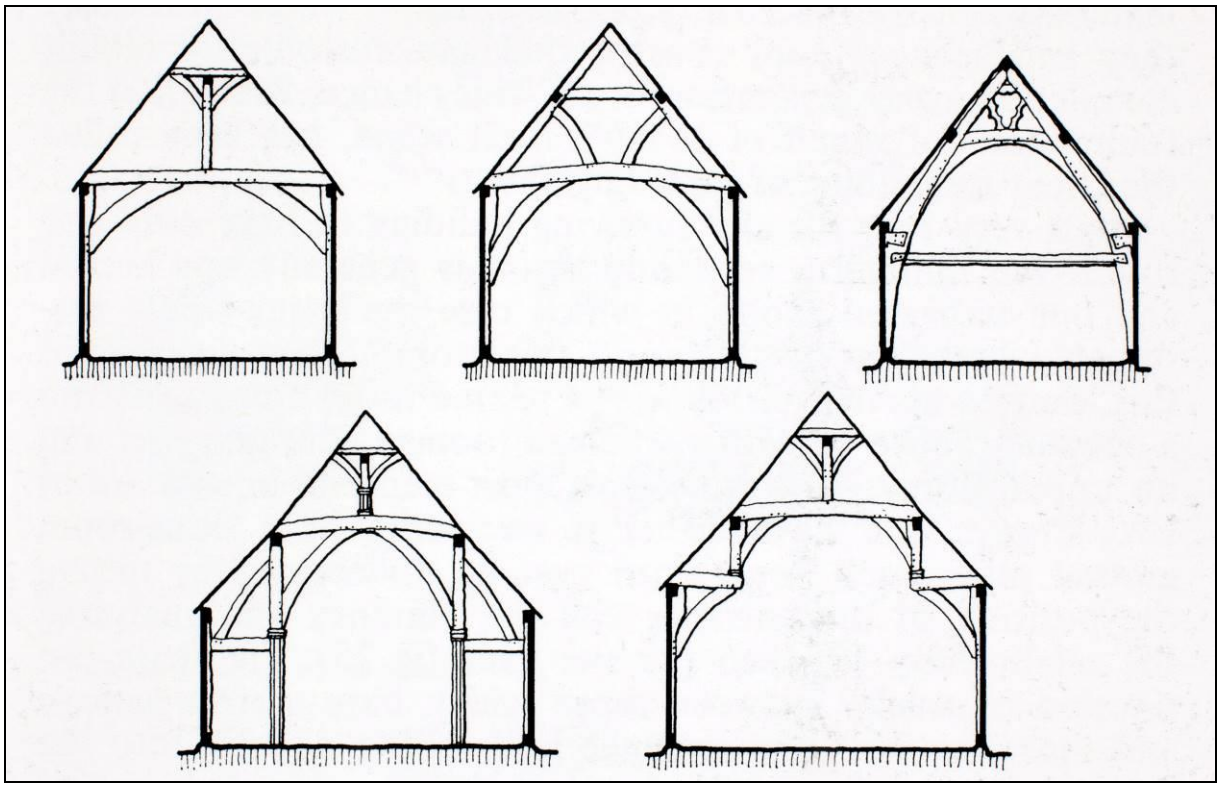
[36] Ostendorf 1908, 11; Mennemann 1980, 105; Janse 1989, 134-143, 249-254, 257 en 295; Janse 1990a, 62; Binding 1991, 191-212; Hoffsummer 1998, 229-231; Meischke en Zantkuijl 2005, 117-131; Nuytten 2005b, 28; Caston 2006, 579-580 en 595-596; De Vries 2008, 230-232; Hoffsummer 2009, 275-276 en 340; Van Tussenbroek 2009, 109-111; Yeomans 2009, 159; Zalewski 2009 en Stenvert 2013a, 19.




4 Typo-chronologisch schema van kapconstructies in België en Noord-Frankrijk (Hoffsummer 2002)




5 Typo-chronologisch schema van kapconstructies in Duitstalig Europa (Caston 2005)



6 Overzicht van verschillende kapconstructies in Engeland (Harris 2003)

**Vlaams-Nederlandse groep**

In de overzichtswerken over Noord-Europese kapconstructies wordt in Vlaanderen en Holland een specifieke groep van portaalachtige spanten met gekromde spantbenen onderkend.[37] De oudste, 13de-eeuwse, voorbeelden komen voor in Vlaanderen en vermoedelijk moet de herkomst dan ook daar worden gezocht.[38] In het onderzoek naar huizen wordt aangenomen dat de toepassing van spanten met gekromde spantbenen samenhing met de ontwikkeling van het 'verdiep', het plaatsen van de zoldervloer tussen borstweringen dat een beter bruikbare zolder opleverde.[39] Ostendorf en Janse wezen voor de gekromde spantbenen ook op een mogelijke beïnvloeding vanuit Engeland met zijn gebogen 'crucks'.[40] Binding stelde dat deze portaalachtige spanten een variant zijn op de (Duitse) sporenkappen met liegender Stuhl en pas uit het laatste kwart van de 15de eeuw en eerste kwart van de 16de eeuw dateerden.[41] Deze stelling werd door De Vries weerlegd en dit werd nog eens bevestigd door het onderzoek van Hoffsummer.[42] De Vlaams-Nederlandse groep met de portaalachtige spanten geldt als een variant van de Noord-Europese sporenkap.[43] Ostendorf en Binding hadden daarover andere inzichten en rekenden deze kapconstructie, vanuit statisch constructief oogpunt tot de gordingenkappen.[44] Als vroegst bekende voorbeeld van de Vlaams-Nederlandse groep geldt de dekbalk-kapconstructie met gekromde spantbenen op de middelste beuk van het St.-Janshospitaal in Brugge, gedateerd in 1234 ±6 jr (d).[45]

[37] Ostendorf 1908, 81-82; Smith 1982, 386 en Hoffsummer 2009, 270-272.
[38] De Vries 1983, 51 en De Vries 2003, 2101-2102.
[39] De Vries 1983, 58; Meischke 1988, 216-219; Janse 1990a, 52-55; Meischke et al. 1993, 21-23; Zantkuijl 1993, 31 en 34; Meischke et al. 1997, 19-21 en Meischke et al. 2000, 50-51.
[40] Ostendorf 1908, 158-160 en Janse 1989, 89-90.
[41] Binding 1991, 16 en 172-173. De voorbeelden die werden aangehaald zijn laat en Binding leek het bestaan van spanten uit de 13de, 14de en vroege 15de eeuw in Nederland niet te kennen.
[42] De Vries 1998, 244-245 en Hoffsummer 2009, 270-272.
[43] De Vries 1998, 244-245 en Hoffsummer 2009, 270-272.
[44] Ostendorf 1908, 81-82; Janse en Devliegher 1962, 54-61; Smith 1982, 386; Janse 1989, 23-24; Binding 1991, 15-24 en 183; De Vries 2003; Hanke 2005, 18-19; Nuytten 2005b en Hoffsummer 2009, 270-272.
[45] De Vries 2003, 2101; Hoffsummer 2009, 192-193 en Van Eenhooge et al. 2018, 18.

Er lijkt geen architectonische of stilistische reden om daar dit kapconstructietype toe te passen, maar eerder een technische (de grote overspanning).[46] Een ander bekend vroeg voorbeeld van de kenmerkende opzet met portaalachtige spanten met gekromde spantbenen, maar zonder trekbalk, is de ziekenzaal van het Bijlokehospitaal in Gent, gedateerd tussen 1251-1255 (d).[47] De hoofdopzet hiervan is vergelijkbaar met de (gereconstrueerde) trekbalkloze kap van de ridderzaal van het Binnenhof in Den Haag (1288 ±6 jr d) (afb. 413).[48] Vaak wordt de gebintconstructie met schaarspant en sporenparen van de schuur van de abdij Ter Doest in Lissewege aangehaald als een 13de-eeuws voorbeeld, maar dendrochronologisch onderzoek heeft aangetoond dat de veldatum van het hout van deze constructie tussen 1365 en 1370 ligt.[49] Tot de Vlaamse-Nederlandse groep met portaalachtige spanten met gekromde spantbenen behoort ook een groep gebouwen rond Maastricht en Luik met rechte spantbenen. Vroege voorbeelden zijn de kap op het schip van de Heilige Kruiskerk in Luik (1283-1284 d), die op het koor van de Dominikanenkerk (1277 d) in Maastricht en die op het koor van de Franciskanenkerk (1305 ±6 jr d) in dezelfde stad.[50] De oudste Nederlandse huizen met spanten en gekromde spantbenen staan in ’s-Hertogenbosch, ‘De Moriaan’, Markt 79-85 uit 1277 (d) en in Utrecht, huis ‘Leeuwenbergh’, Oudegracht 307 uit 1319-1325 (d).[51]

De kenmerkende Vlaams-Nederlandse spantenkap, vooral met de gestapelde spanten, werd opgebouwd uit relatief korte stukken hout. De kap kende een optimale toepassing van constructiehout en een gering verbruik van lange lengtes eiken constructiehout met een omvangrijke doorsnede.[52] Deze (gestapelde) spanten die (op meerdere niveaus) flieringen (en/of gordingen) dragen, waren de meest algemene, typisch Vlaams-Nederlandse spantconstructie in de 14de tot in de 19de eeuw.[53]

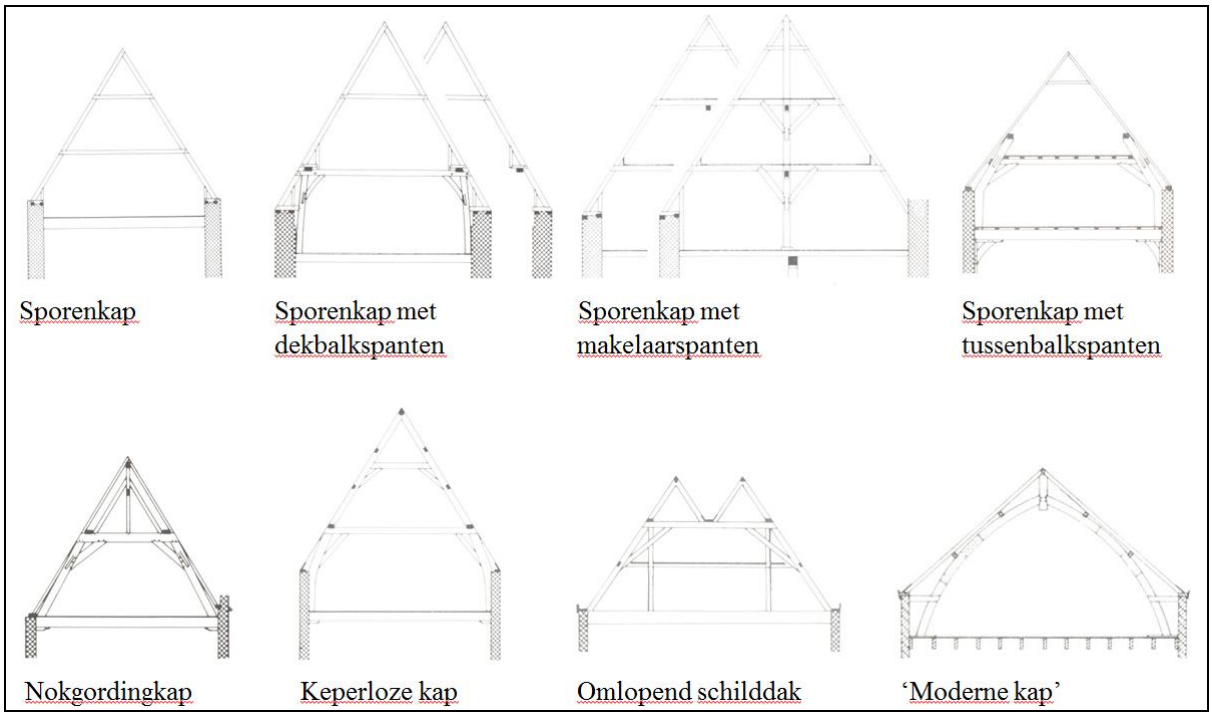
**Nederland** (afb. 7)

Het onderzoek van Janse en De Vries heeft duidelijk gemaakt dat de Nederlandse kapconstructie past binnen de Noord-Europese sporenkap en dat deze evolueerde, beïnvloed vanuit het zuiden, tot de Vlaams-Nederlandse spantenkap.[54] Janse heeft bij de vroege kapontwikkeling verschillende types onderkend en constateerde dat deze gedeeltelijk in bepaalde gebieden voorkwamen.[55] Bij de verdere ontwikkeling zijn de spantconstructies vooral chronologisch en typologisch benaderd en zijn regionale verschillen nauwelijks behandeld.[56] Het ‘dekbalkspant’ lijkt één van de oudste spanttypes en is het meest algemeen en typisch Nederlandse spant vanaf het begin van de 14de eeuw.[57] In Oost-Nederland ontwikkelden zich aanvankelijk, vermoedelijk in de 13de en in de 14de eeuw, de zogenaamde ‘makelaarspanten’, mogelijk beïnvloed door Duitse langsondersteuningsconstructies.[58] Deze werden echter al snel gecombineerd met of vervangen door dwarsgeplaatste spanten, zoals te zien in Deventer, Zwolle, Zutphen, Arnhem en ’s-Hertogenbosch.[59]

---

[46] De Vries 2003, 2101-2102. De iets jongere maar smallere noord- en zuidbeuk hebben nog sporenkappen.
[47] De Vries 2003, 2101 en Hoffsummer 2009, 192-193 en 270-272.
[48] Janse en Devliegher 1962, 63 en De Vries 2003, 2101.
[49] Janse 1989, 87-88; De Vries 2003, 2101; Nuytten 2005a en Van Eenhooge et al. 2018, 111-114.
[50] Hoffsummer 1998, 226; Hoffsummer 2009, 270-272 en 339 en De Vries 1998, 238-239.
[51] Moriaan: Enderman 2016a, 75 en Enderman 2016b, 48-49 en 63. Leeuwenbergh: Dolfin et al. 1989, 433; Janse 1989, 93; Klück 1999, 136 en De Vries 2003, 2102.
[52] Janse 1989, 87-94; Janse 1990a, 52-54; Binding 1991, 16 en 172-183; Hoffsummer 1998, 229-231; Nuytten 2005b, 28; De Jonge et al. 2009, 208 en Hoffsummer 2009, 275-276 en 340.
[53] Janse 1989, 87-94; Janse 1990a, 52-54; Hoffsummer 1998, 229-231en Hoffsummer 2009, 245, 275-276 en 340. Deze spantvorm vond sinds het midden van de 15de eeuw ook in het aangrenzende Duitstalige gebied toepassing. Zie ook Ostendorf 1908, 81; Mennemann 1980, 140-141 en Binding 1991, 172-183.
[54] Janse en Devliegher 1962; Janse 1989, 17-20; Janse 1990a, 62; Meischke et al. 2000, 8; De Vries 2003; Nuytten 2005b; De Jonge et al. 2009, 204-206 en Hoffsummer 2009, 265-269.
[55] Janse 1989, 17-18, 23-25, 81-87, 121-124 en 235 en Janse 1990a, 52-57.
[56] Janse 1989, 87-115, 121-146 en 251-263.
[57] Janse 1989, 87-94 en Janse 1990a, 52-54. Janse gebruikte ook de term schaarspant voor het dekbalkspant. Volgens de hier gevolgde terminologie van Berends uit 1996 zijn het twee verschillende spantvormen. Het dekbalkspant vond sinds het midden van de 15de eeuw ook in het aangrenzende Duitstalige gebied toepassing. Zie ook Ostendorf 1908, 81.
[58] Janse 1989, 241-246; Janse 1990a, 51-52 en 62; De Vries 1983, 48-49 en De Vries 2003, 2102.
[59] Janse 1990a, 52; Meischke et al. 2000, 51-52; De Vries 1983, 48; De Vries 1993, 65-66 en De Vries 2003, 2102. De mogelijk 13de-eeuwse, maar nog niet dendrochronologisch gedateerde, kap in het Deventer stadhuis

In de regio 's-Hertogenbosch en Nijmegen kwamen vanaf de late 15de tot in de 17de eeuw 'tussenbalkspanten' voor.[60] Dit was eveneens een zelfstandige ontwikkeling vanuit het langsverband en niet ontstaan vanuit dwarsgeplaatste gebintconstructies zoals wel verondersteld.[61] In Zuid-Limburg en het aangrenzende gebied van Eifel, Ardennen en Lotharingen kwam vanaf de 15de eeuw de 'stijlenkap' voor, een type met een relatie met de vakwerkbouw en mogelijk ontwikkeld vanuit een kap met gordingen.[62]



7 Kapconstructies op huizen in Nederland (Janse 1989)

Volgens Janse zijn verschillen en/of overeenkomsten in constructies en invloeden mogelijk verklaarbaar door de in een bepaald gebied gesproken taal.[63] Dit wordt globaal bevestigd door de constructies in Zuidoost-Nederland die een samenhang vertonen met die in het aangrenzende Duitstalige gebied. De kapconstructies met dekbalkspanten in het westen van Nederland zijn kenmerkend voor het Nederlandse taalgebied langs de kust, van Duinkerken tot Friesland.[64]
Vanaf de late 14de eeuw vond geleidelijk vanuit het zuiden de gording, een langsgerichte ondersteuningsbalk in het vlak van de dak, inclusief de nokgording steeds meer toepassing in de al bekende dekbalk- en tussenbalkspanten.[65]

met flieringen afgeschoord op gekromde stijlen, maar nog zonder balk tussen de stijlen, is een overgangsvorm van langsverband naar dwarsgeplaatste spanten; De Vries 1983, 49 en Janse 1989, 87.
[60] Janse 1989, 121-124 en 260-263; Janse 1990a, 55-57 en Boekwijt en Van Drunen 1996, 22-23. Boekwijt en Van Drunen noemden in hun onderzoek naar de tussenbalkspanten ook een voorbeeld in Leiden. Bij navraag bij de auteurs blijkt dit echter een mondelinge suggestie op hun collegiale vraag naar voorbeelden en is dit nooit bevestigd. Bij onderzoek in Leiden is tot nog toe geen tussenbalkspant aangetroffen.
[61] Janse 1989, 121-124 en 260-263; Janse 1990a, 55-57 en Boekwijt en Van Drunen 1996, 20-23 en 27-28.
[62] Janse 1989, 17-18, 23-25, 235-240 en 289-292. De stijlenkap vormt een zeer klein onderdeel van het gehele kappenoverzichtswerk. De stijlenkap staat ook bekend als Maaslandse kap; Dukers en Klück 2004, 212-213. Overigens maakte Janse niet duidelijk wat het verschil is tussen de wormen van de stijlenkap en de gordingen van de gordingenkappen. Er lijkt ook geen wezenlijk verschil en dat lijkt door de Duitse indeling van de stijlenkap als variant van de gordingenkap (Pfettendach) te worden bevestigd.
[63] Janse 1989, 19-20 en Janse 1990a, 62. Zie ook Volmer en Zimmermann 2012, 23-24.
[64] Stenvert 2013a, 17.
[65] Janse 1989, 17 en 125-133; Janse 1990a, 57-58 en De Vries 2003, 2103. Janse stelde dat dit al in de 13de eeuw plaatsvindt, maar het latere onderzoek van Hoffsummer en De Vries heeft deze datering bijgesteld naar het einde van de 14de eeuw; Hoffsummer 1998, 226 en 229; Hoffsummer 2009, 272 en De Vries 1998, 238-239.

Hierdoor werd de constructievorm met zelfdragende sporenparen met haanhout(en) vervangen door één met losse sporen die over gordingen hangen, de zogenaamde kepers.[66] In de 17de eeuw werd noodgedwongen, als gevolg van eikenhoutschaarste door oorlog, overgeschakeld op grenenhout, maar dit had geen gevolgen voor de vorm van de kapconstructie.[67] Tot in de 19de eeuw was de algemeen gangbare Nederlandse kapconstructie een stapelspant van dekbalkspanten met daarop een nokstijl of driehoekspant met nokgording, in allerlei varianten.[68] De kapconstructies werden toen nog volgens traditionele bouwwijzen vervaardigd, zoals die van generatie op generatie timmerlieden werden overgedragen binnen het gilde.[69] Ontwikkelingen gingen hierdoor zeer langzaam en geleidelijk. Voorbeelden hiervan zijn de 17de-eeuwse keperloze beschoten gordingenkap voor een betere vochtwering, de toepassing van het lage omlopende zadeldak vanaf de late 17de eeuw, als gevolg van dwingende architectonische principes, en het gebruik van de kreupele stijl vanaf de late 18de eeuw om spatkrachten van driehoekspanten op huizen met een borstwering op te vangen.[70] De laatste twee voorbeelden illustreren respectievelijk de invloed van een esthetisch en een technisch uitgangspunt. In het algemeen wordt aangenomen dat door het opheffen van de gilden in 1798, als gevolg van politieke en maatschappelijke veranderingen, ruimte kwam voor nieuwe technische ontwikkelingen met andere materialen en constructies met internationale invloeden en dat dit het einde inluidde van de toepassing van het traditionele, ambachtelijk vervaardigde (oud-)Hollandse kapspant.[71]

### 1.3 Kennisstand

Op basis van onderzoek elders is het onwaarschijnlijk dat de herkomst en ontwikkeling van de Leidse kapconstructie op zichzelf zou staan. Ten behoeve van het onderzoek naar kapconstructies op Leidse huizen zal hierna een beeld van de stand van kennis over de vorm en ontwikkeling van kapconstructies in Nederland en aangrenzende gebieden worden geschetst. Daarin wordt ook ingegaan op bestaande hypotheses en discussiepunten, alsmede de invloedrijke aspecten. Een beperkende factor is dat bestaande onderzoeken focussen op de grote constructies en dat weinig tot geen aandacht is besteed aan de ordinaire huizen. Bovendien zijn, in vergelijking met Leiden, kapconstructies op huizen in andere steden in de regio nauwelijks systematisch en methodologisch onderzocht.

Uit het bestaande onderzoek komt naar voren dat Leiden in een constructieve regio ligt langs de Noordzeekust, van Duinkerken tot Friesland, waar de kapconstructies worden gerekend tot de zogenaamde Vlaams-Nederlandse groep. Volgens Janse zijn regio's waar dezelfde taal werd gesproken, met een overeenkomstige bouwkundig terminologie, de reden voor een constructieve regio. Kenmerkend voor de Vlaams-Nederlandse, constructieve groep is een vrij steile sporenkap met ondersteunende dwarsgeplaatste portaalachtige spanten. Er is discussie of deze constructievorm is ontstaan uit de Noord-Europese sporenkap of uit de gordingenkap, het andere basistype.[72] Er bestaat verschil van inzicht of er sprake is van een 'lineair-chronologisch' progressieve evolutie, zoals ook voor Nederland geschetst door Janse of dat er sprake is van verschillende culturele patronen. Bovendien is het daarbij de vraag of Janse zijn hypothetische ontwikkeling, met een ontstaan vanuit de sporenkap en een overgang naar het principe van de gordingkap, juist is.

Om een antwoord te vinden welke factoren van belang zijn geweest voor de ontwikkeling van de Vlaams-Nederlandse spantenkap, zijn in het verleden verschillende argumenten naar voren gebracht: regionale geografische, topografische, culturele economische en (materiaal-) technische aspecten. Al deze factoren staan met elkaar in verband en kunnen daarom tegelijkertijd van invloed zijn geweest. Staat het gebouw in een gebied met een winderig en nat klimaat, dan is een dak met steile dakschilden gebruikelijk, als daar geschikte constructiematerialen en dakbedekkingsmaterialen en bouwkundige kennis en vaardigheden aanwezig zijn.

---

[66] Janse 1989, 134-143; Janse 1990a, 57-58 en Berends 1996, 35.
[67] Janse 1989, 249 en 255; Janse 1990a, 62 en Stenvert 2013a, 19.
[68] Janse 1989, 134-143, 249-254 en 295.
[69] Janse 1989, 295-296 en De Vries 2008, 224-225.
[70] Janse 1989, 260 en 281; Janse 1990a, 58; De Vries 2008, 225-228 en Van Tussenbroek 2009, 108-110.
[71] Janse 1989, 296-320 en 324; Lintsen et al. 1993, 198; De Vries 2006b, 3 en Stenvert 2013a, 68-71.
[72] Janse en Devliegher 1962; Janse 1989; Janse 1990a; De Vries 2003 en Hoffsummer 2009.

Daarnaast kunnen bijvoorbeeld de wensen en de mogelijkheden van een opdrachtgever voor een architectonisch ontwerp, brandveiligheidsregelgeving met eisen voor 'harde' onbrandbare dakbedekking door de stedelijke overheid of de organisatie van de lokale bouwmarkt een rol spelen. Zwaardere dakbedekkingen in plaats van riet of stro zouden de aanleiding zijn geweest voor de toepassing van ondersteunende spanten of constructieve verbeteringen. Daarbij wordt gewezen op het gebrek aan bouwmateriaal in het kustgebied en de noodzaak voor timmerlieden om een materiaalsparende constructie te ontwikkelen, met relatief korte stukken hout. Ook wordt de toepassing van spanten met gekromde spantbenen wel in verband gebracht met de opkomst van het zolder'verdiep'. Het algemene beeld is dat in de onderzoeksperiode ontwikkelingen van de constructie beperkt zijn. Aanpassingen zouden vooral het gevolg zijn van constructieve verbeteringen, gericht op besparing van arbeid.

### 1.4 Vraagstelling en afbakening

Bij de hierboven geschetste, plaatselijk zeer verschillende factoren die van invloed zijn geweest op de totstandkoming van de kapconstructie, is het merkwaardig vast te stellen dat de kappen in het Vlaams-Nederlandse gebied desondanks over een zeer lange periode een zeer homogeen beeld vertonen. Het is nog nooit werkelijk onderzocht in hoeverre de ontwikkeling en modernisering van de constructie voor de ordinaire gebouwen werden geremd door de bouworganisatie met gildedwang. Dit is des te meer verwonderlijk, omdat de constructie van kappen gedurende een eeuwenlange periode weinig ontwikkeling laat zien, terwijl het gebouw óm de constructie heen, met zijn verschijningsvorm, het materiaalgebruik én de architectuur zelf wel degelijk allerlei veranderingen heeft doorgemaakt. In de historiografie is dit gegeven nooit gethematiseerd, laat staan diepgaand onderzocht. Om dit voor de Leidse situatie te onderzoeken, is het allereerst noodzakelijk om een diepgaande analyse te maken van het stedelijke kappenlandschap. Op die manier kan een antwoord worden gegeven op de vraag wat de verschijningsvorm en ontwikkeling van kapconstructies van 1300 tot 1800 op Leidse huizen is.

Vervolgens kan worden onderzocht wat de invloeden daarop en indicatoren daarvoor zijn. De eerste vraag is of de Leidse constructies passen binnen de door anderen geschetste constructieve Vlaams-Nederlandse groep en of de bepalende factoren voor de herkomst van de spantconstructie kunnen worden vastgesteld. Komt de Leidse kapconstructie voort uit de sporenkap en wat is de aanleiding voor de ondersteunende spantconstructie? Volgens de hypotheses zijn ontwikkelingen van het timmerambacht en het timmergereedschap, materiaalgebrek, de vervanging van brandgevaarlijke rieten dekking door brandveilige 'harde' dakbedekking en de ontwikkeling van 'verdiep' met borstweringen onder andere als oorzaken aan te merken, maar klopt dit voor de Leidse situatie? Traditioneel wordt aangenomen dat er sprake was van een lineair-evolutionair typologische ontwikkeling, met daarin een overgang van deze met spanten ondersteunde sporenkap naar het principe van de gordingenkap met de introductie van de nokgording.[73] Op basis van de vele voorbeelden die in de Leidse binnenstad zijn onderzocht en die in de catalogus worden behandeld, zal, in combinatie met archivalische gegevens, worden aangetoond dat in Leiden tussen 1300 en 1800 typologische ontwikkelingen vrijwel hebben ontbroken en dat er geen type-overgang plaats vond. Er is sprake geweest van geleidelijke, evolutionaire aanpassingen van constructie, waarbij eenvoudiger en efficiënter vervaardiging gericht is geweest op besparing van materiaal en arbeid. De introductie van de nokgording is één van de weinige substantiële ontwikkelingen van de kapconstructie in Leiden en omstreken geweest en zoals zal worden aangetoond was de aanleiding hiervoor gelegen in een nieuw innovatief dakbedekkingsmateriaal.[74]

Voor het onderzoek is de periode 1300-1800 als begrenzing gekozen, omdat in Leiden (nog) geen kapconstructies van voor 1300 bekend zijn en omdat rond 1800 de gilden werden opgeheven. Dit laatste, waarbij de interne opleiding verloren ging en de bouwwereld een meer theoretische benadering kreeg waardoor ruimte kwam voor bouwkundige vernieuwing, wordt over het algemeen gezien als één van de belangrijkste oorzaken voor veranderingen in de Nederlandse kapconstructie.[75]

---

[73] Ostendorf 1908, 81-82; Janse en Devliegher 1962, 54-61; Smith 1982, 386; Janse 1989, 23-24; Janse 1990a; Binding 1991, 15-24 en 183; De Vries 2003; Hanke 2005, 18-19; Nuytten 2005b en Hoffsummer 2009, 270-272.
[74] Orsel 2009f en Orsel 2018.
[75] Lintsen et al. 1993, 191-199 en 211-213; Meischke et al. 1997, 130 en 141-142; Janse 1989, 295-329 en De Vries 2008, 224-225.

Deze hypothese is echter nooit systematisch aan een dataset van kappen binnen een stedelijke context getoetst. Door de gilderegels en -dwang moesten zeker de ordinaire kapconstructies worden gebouwd door lokale gildeleden. Het interne opleidingssysteem van het gilde voorzag in mondelinge kennisoverdracht van meester op gezel en leerjongen, dat er voor zorgde dat volgens bekende bouwkundige principes traditioneel werd gebouwd. Maar in hoeverre het kappenlandschap van de stad een afspiegeling is van deze algemeen bouworganisatorische praktijk, verdient nadere beschouwing. Vanwege de eenzijdige focus van het oudere onderzoek op niet-ordinaire gebouwen is het bovendien de vraag of er een onderscheid bestaat tussen de vorm en ontwikkeling van de constructie op deze en die op ordinaire gebouwen. Waren de constructies van de niet-ordinaire gebouwen ook zo behoudend of was daar vernieuwing mogelijk?

Zaken als de constructies van zoldervloer, topgevels, borstwering en goten en de afdekking van nok- en hoekkepers vallen buiten de scope van dit onderzoek, met name omdat deze elementen tijdens documentatie op locatie niet of beperkt bereikbaar of raadpleegbaar waren voor onderzoek.

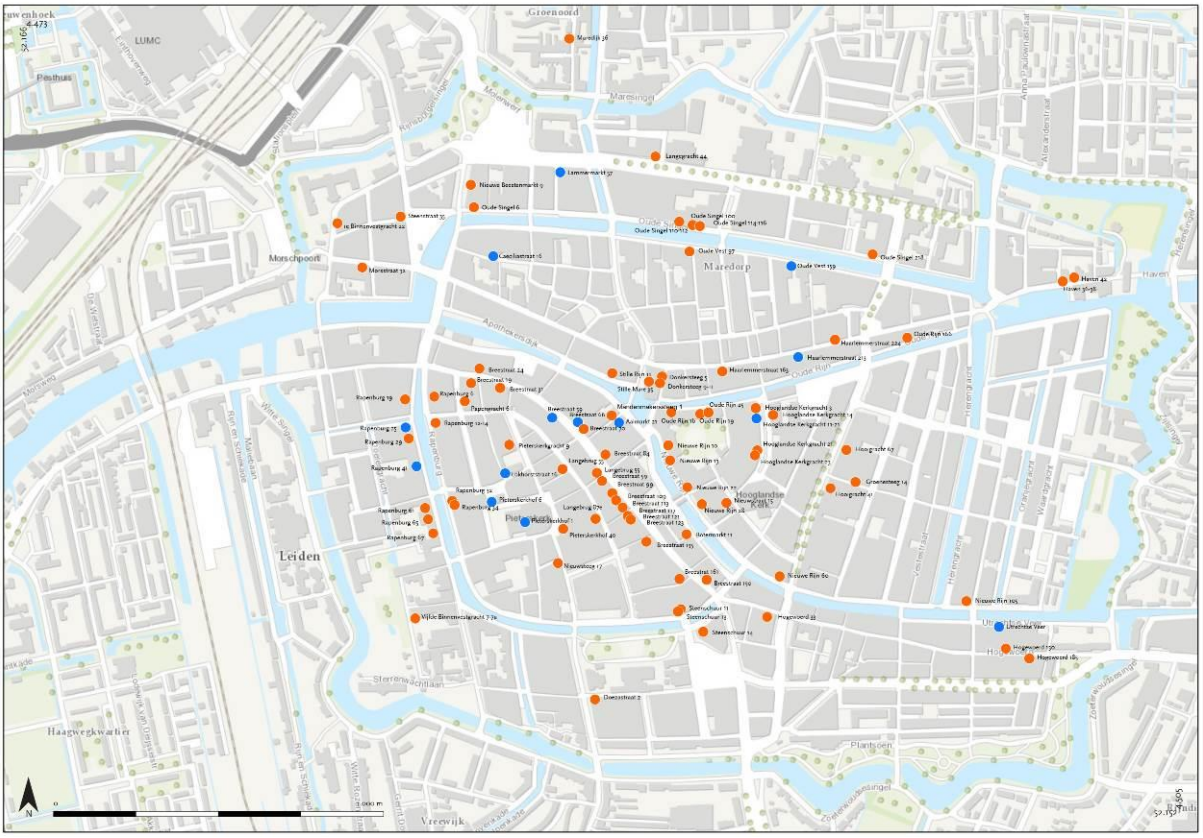
**1.5 Bronnenmateriaal**

Het grote corpus van onbekende, niet eerder onderzochte, historische kapconstructies in Leiden vormt een unieke bron met grote historische waarde en wetenschappelijke relevantie. De primaire basis voor deze studie is de Leidse kapconstructie als fysieke materiële bron: een gebouwd archief. Op basis van circa 130 gedocumenteerde kapconstructies als primair bronmateriaal zal worden onderzocht welke kapconstructies op burgerhuizen in de stedelijke context van Leiden in de periode 1300-1800 voorkomen, waarom deze constructies een bepaalde verschijningsvorm hebben en wat de ontwikkelingen daarvan en de invloeden daarop zijn geweest. Het deels descriptieve karakter van het proefschrift is de weerslag van de specialistische bouwhistorische documentatie van de constructies.

Naast de gedocumenteerde kapconstructies als primaire informatiebron zijn contemporaine Leidse bouwrekeningen en bestekken belangrijke bronnen omdat zij vooral inzicht geven in het bouwproces. Deze bestekken en rekeningen bevatten onder andere informatie over de gang van zaken rond het bouwen, het te maken bouwwerk of -element, bouwkundige termen, materiaal en arbeid. Voor dit onderzoek is uitgegaan van gepubliceerd Leids bronnenmateriaal met een chronologische spreiding, waarmee een representatief beeld wordt beoogd. De geraadpleegde rekeningen en bestekken zijn voor de volledigheid als bijlage opgenomen.[76] Voor de catalogus zijn ten slotte ook historische bouwtekeningen als bron gebruikt, om te onderzoeken of er een discrepantie bestaat tussen het ontwerp en de uitvoering.

De catalogus omvat in totaal 127 betrouwbaar bouwhistorisch gedocumenteerde en gedateerde Leidse kapconstructies, 107 van huizen en 20 van aanverwante gebouwen (afb. 8). De selectieve steekproef heeft een evenwichtige chronologische opbouw gekregen, met voorbeelden uit vrijwel alle decennia. Ook is gestreefd naar een geografische spreiding binnen Leiden, maar vanwege de vraagstelling prevaleerde de doorsnede door de tijd. Om een representatief inzicht te verkrijgen van de Leidse kapconstructies over een periode van 500 jaar, is globaal uitgegaan van één tot twee kapconstructies per decennium. Dit zou leiden tot een catalogus van 50 tot 100 kapconstructies. Voor een betrouwbare vergelijking met kapconstructies van aanverwante gebouwen is daarvoor uitgegaan van een percentage van 20% wat leidde tot een catalogusomvang uit deze groep van 20 voorbeelden. De verzameling is niet afhankelijk gesteld van de fluctuerende bouwopgave als gevolg van historische ontwikkelingen in Leiden. Dit zou namelijk een onevenwichtige opbouw opleveren met zeer veel voorbeelden uit economische gunstige perioden zoals de 17$^{de}$ eeuw en een gering aantal uit tijden met economische neergang of oorlogsdreiging, zoals bijvoorbeeld de eerst drie kwarten van de 16$^{de}$ eeuw. Een praktische beperkende factor bij de selectie was dat het bouwhistorisch onderzoek altijd was ingegeven door actuele restauratie- of verbouwingsplannen, maar door de lange tijdspanne waarover het veldonderzoek voor deze studie werd uitgevoerd, kon aan dit bezwaar tegemoet worden gekomen. De uiteindelijke opbouw van de huizencatalogus met 107 voorbeelden is dus beïnvloed door de al genoemde beperkende factor bij de selectie en het ontbreken van te documenteren exemplaren uit bepaalde decennia. Van de 107 kappen op huizen zijn er 103 van voor 1800 en 4 van daarna om een inzicht in de periode na 1800 te krijgen (fig. 1).

[76] Zie de bijlage Rekeningen en Bestekken in band 2.




8 De verspreiding van de onderzochte kapconstructies in Leiden. De oranje stippen geven (107) huizen weer en de blauwe (20) aanverwante gebouwen (ELO)

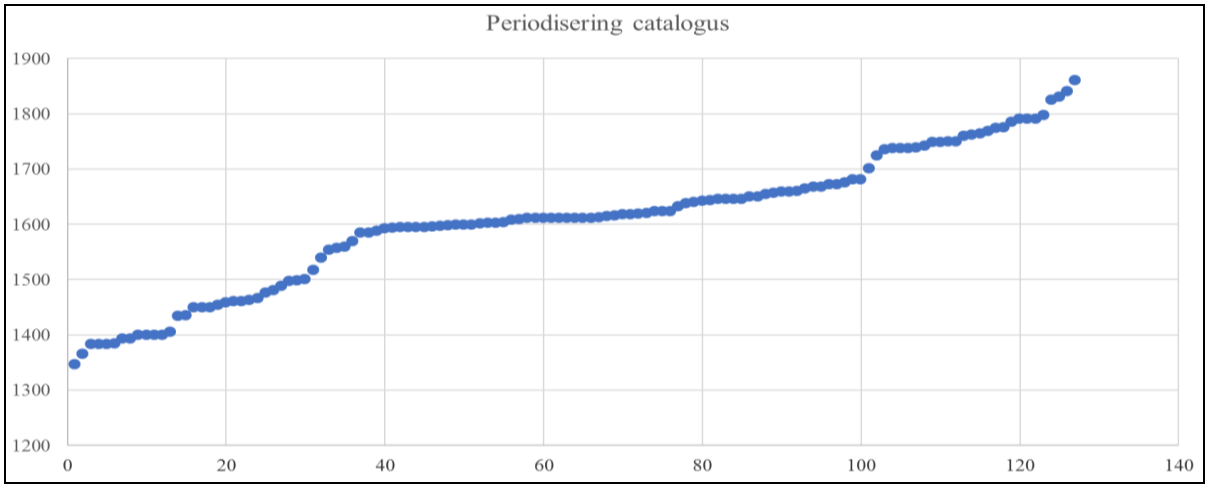



Fig. 1 Spreiding in tijd van de kapconstructies in de catalogus. Elke stip betreft één van de 127 kapconstructies

Het aantal kapconstructies op Leidse huizen op een bepaald moment in de geschiedenis is niet eenvoudig te duiden. Een bestand aan huizen en kapconstructies is beïnvloed door de omvang van een stad en het aantal inwoners. Het bouwen in de stad hing samen met vele aspecten, vooral met de groei en krimp van de bevolking en de algemene economische situatie.[77] Tijden van economische voorspoed met stijgend consumentenvertrouwen en een goed investeringsklimaat leidden tot meer investeringen in vastgoed. Dit in tegenstelling tot perioden met economische neergang of bij oorlogsdreiging. Uiteraard waren stadsuitbreidingen met nieuwe ontwikkelpercelen een stimulans voor nieuwbouw.

[77] Voor de algemene geschiedenis van Leiden is voornamelijk gebruik gemaakt van Van Maanen 2002; Van Maanen 2003 en Van Maanen 2004.

Ook beleidsmaatregelen van de overheid, zoals subsidies of keuren met geboden en verboden, konden de bouwopgave beïnvloeden. Op basis van archiefgegevens over woonplekken en/of inwoners kan een voorzichtige inschatting van het aantal huizen in Leiden worden gemaakt (fig. 2). Op bepaalde momenten is het exacte aantal wooneenheden vastgesteld. De belastinglijst uit 1498 is het vroegste voorbeeld van een telling.[78] Het berekenen van het aantal huizen en inwoners heeft zijn beperkingen, aangezien in een huis één persoon tot meerdere gezinnen konden wonen. Bovendien kon er tijdelijk sprake zijn van overbevolking door schaarste aan woningen of juist het tegenovergestelde. Daarnaast was de vorm van de bebouwing niet altijd eenduidig en kon die deels samenhangen met het gebruik. Leiden was een productiestad met veel nijverheid voor de lakenindustrie. Haarlem, Delft en Rotterdam zijn ook zulke productiesteden, maar Dordrecht is een handelsstad met vele pakhuizen.[79]

| **Datering** | **Huizen** | **Kapconstructies** | **Inwoners** |
|---|---|---|---|
| 1250 | < 300 | < 600 | Ca. 1.250 |
| 1300 | > 400 | >800 | Ca. 1.900 |
| 1350 | > 850 | > 1.700 | Ca. 4.000 |
| 1400 | > 1.000 | >2.000 | Ca. 5.000 |
| 1450 | Ca. 1.300 | Ca. 2.600 | Ca. 6.000 |
| 1498 | 3.017 | 6.034 | Ca. 1.2000-14.250 |
| 1562 | 2.937 | 5.874 | - |
| 1581 | 2.686 | 5.372 | Ca. 12.000 |
| 1585 | 3.274 | 6.548 | - |
| 1601 | 4.208 | 8.416 | - |
| 1606 | 4.886 | 9.772 | - |
| 1622 | - | - | 44.745 |
| 1648 | 9.688 | 19.376 | - |
| 1662 | - | - | Ca. 62.000 |
| 1666 | 11.388 | 22.776 | - |
| 1748 | 8.567 | 17.134 | - |
| 1795 | 7.514 | 15.028 | 31.099 |
| 1808 | 6.130 | 12.260 | - |

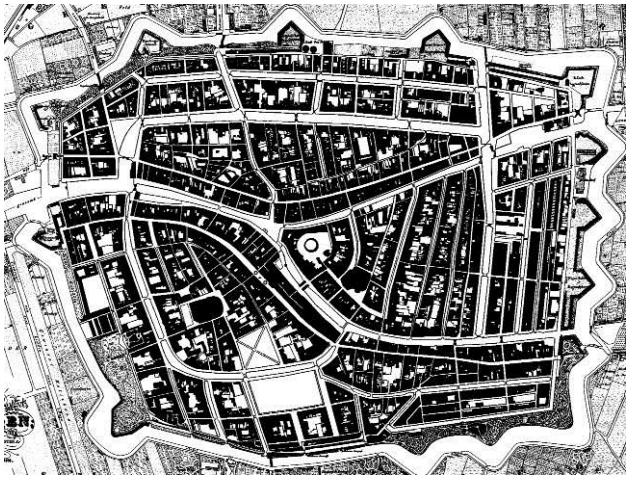
Fig. 2 Huizen, kapconstructies en inwoners in Leiden tussen 1250 en 1808

Veel onderzoekers hebben zich met de demografische ontwikkelingen in Leiden beziggehouden, ook in relatie tot het aantal huizen (fig.2).[80] De aantallen van de onderzoekers lopen uiteen en zijn nog steeds onderwerp van discussie.[81] Leiden was rond 1250 een nederzetting met ongeveer 1.250 inwoners en minder dan 300 huizen.[82] Omdat de stad veranderde van een meer agrarische georiënteerde nederzetting in een bovenregionaal handels- en productiecentrum met een lakennijverheid was er een trek vanaf het platteland en groeide het aantal huizen en inwoners.[83] Met verschillende stadsuitbreidingen werd de grootste middeleeuwse stadsomvang in 1386 bereikt.[84] Dit gaf ruimte voor een gestaag groeiende bevolking en huizenvoorraad.[85] Vanaf 1500 kromp, door economische achteruitgang, de bevolking en het aantal wooneenheden tot aan het ontzet van 1574.[86] Door een gunstig economisch tij groeide daarna de bevolking explosief.[87]

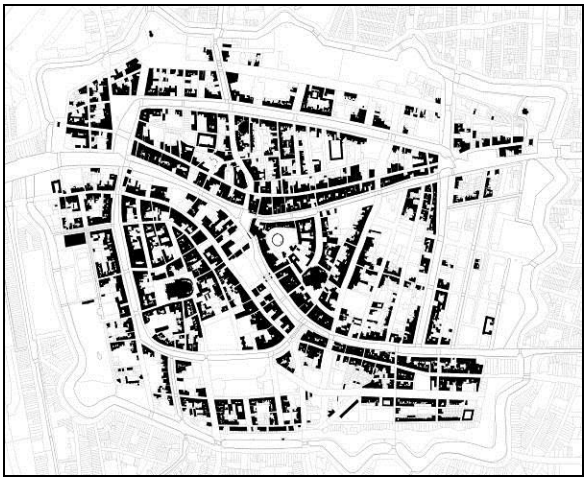
[78] Brand 2008, 96 en Van Maanen 2009, 44-46. De Boer 2008 hanteert het jaartal 1497, 44 en 54.
[79] Van Maanen 2002, 105.
[80] Voor inzicht in de Leidse inwoner- en woningaantallen is gebruik gemaakt van: Daelemans 1975; Van Oerle 1975; Van Maanen 2002; Van Maanen 2003; Brand 2008; De Boer 2008; Netiv 2008; Sluijter 2008; Van Maanen 2009 en Van Oosten 2014.
[81] Van Maanen 2009.
[82] De Boer 2008, 45 en 54.
[83] Van Maanen 2002, 56 en De Boer 2008, 45
[84] Van Maanen 2002, 45.
[85] Brand 2008, 96 en Netiv 2008, 69.
[86] Van Maanen 2002, 110-111; Van Maanen 2003, 44 en Van Maanen 2009, 63.
[87] Van Maanen 2003, 43 en Van Maanen 2009, 60-64.

Eerst werd in de bestaande stad ingebreid en werden bestaande huizen opgedeeld.[88] Het opdelen van huizen was het zogenaamde 'smaldelen', dat door de stad niet als 'cyeraet' werd beschouwd.[89] Met drie grote stadsuitbreidingen in 1611, 1644 en 1659 werd ruimte geschapen voor vele nieuwe woningen.[90] Vervolgens zette demografische krimp in door epidemieën en vervolgens economische malaise met afname van het aantal huizen.[91] Met de gegevens als uitgangspunt kan de ontwikkeling op hoofdlijn van het potentiële aantal kapconstructies op Leidse huizen worden beredeneerd en/of geschat. Voor het onderzoek naar de kappen op huizen zijn enkele duidelijke ankerpunten ontleend aan archivalische vermeldingen. Exacte gegevens over huizen ouder dan uit de late 15de eeuw zijn helaas niet voorhanden. Wel kan op basis van bevolkingsaantallen en een reductiefactor voor het gemiddelde aantal bewoners er huis een globale schatting van het aantal huizen worden gedaan.[92] Het aantal kapconstructies is hieraan niet gelijk omdat een woonplek uit meerdere gebouwen kan bestaan, opgebouwd uit verschillende bouwmassa's, elk met een eigen dak. Zo kan op een perceel een solitaire bouwmassa staan met één kapconstructie, of meerdere wooneenheden onder één doorlopend dak. Veel vaker bestaat de bebouwing op een perceel uit een voorhuis en een achterhuis en is er sprake van twee of meer kapconstructies. Ter illustratie: Breestraat 19 uit 1791 heeft drie kapconstructies, Rapenburg 67 ook drie uit verschillende perioden en Breestraat 85 heeft wel zes verschillende kappen. Ten opzichte van het aantal huizen is daarom een gemiddelde factor twee gebruikt als een aannemelijke (minimale) vermenigvuldigingsfactor om het aantal kapconstructies in te schatten.[93]

De huidige voorraad kapconstructies op huizen in de Leidse binnenstad is een afspiegeling van bovengenoemde aantallen. Uit elke periode kunnen constructies bewaard zijn aangezien Leiden gespaard is gebleven van een omvangrijke verwoestende calamiteit zoals een stadsbrand of oorlogsdestructie. De voorraad heeft geleden onder de kruitramp in 1807 waarbij de bebouwing op zeker 218 percelen verloren ging.[94] In de 19de en 20ste eeuw is een omvangrijke erosie veroorzaakt door grootschalige ingrepen voor industrie, stadsvernieuwing en de universiteit (afb. 9-10).[95]



9 Aanwezige bebouwde percelen in 1850 (Boerefijn en Orsel 2009)



10 Na 1850 behouden bebouwde percelen (Boerefijn en Orsel 2009)

[88] Van Oerle 1975, 293-319 en Van Oosten 2014, 222.
[89] Posthumus 1939, 975 en Van Oerle 1975, 317-319 en 350-351.
[90] Van Maanen 2003, 26-27 en Van Maanen 2009, 63.
[91] Van Maanen 2004, 17 en Van Maanen 2009, 60-63.
[92] Over de reductiefactor is veel discussie. De factor beweegt zich tussen de 3,86 en 5,4, afhankelijk van stijgende of dalende bewonersaantallen: Van Maanen 2009, 43. Voor de globale inschatting voor 1500 is daarom uitgegaan van een gemiddelde factor van 4,6.
[93] Als gevolg van de opbouw met meerdere daken op één huis zijn kanttekeningen te plaatsen bij het berekenen van het aantal huizen en inwoners op aantallen verleende dakdeksubsidies.
[94] Van Maanen 2004, 17.
[95] Boerefijn en Orsel 2009, 62-70.

In deze studie is geen sprake van een uitputtende selectie van kapconstructies in Leiden. Het potentieel aan historische kapconstructies in Leiden is vele malen groter dan de geselecteerde 127. Het structurele bouwhistorisch onderzoek in Leiden heeft duidelijk gemaakt dat een grote hoeveelheid historische constructies bewaard is.[96] Intussen zijn ongeveer 1200 objecten aan meer of minder diepgaand onderzoek onderworpen.[97] Op basis van de vermenigvuldigingsfactor van twee zijn ongeveer 2400 Leidse kapconstructies bouwhistorisch geanalyseerd. Daarvan is van 127 representatieve constructies, op basis van hun representativiteit, compleetheid en toegankelijkheid, besloten tot nadere documentatie en uitwerking. Bij de vele andere bouwhistorische onderzoeken zijn bovendien geen radicaal afwijkende constructies naar voren gekomen, waardoor de selectie zijn representativiteit zou verliezen.

De exacte voorraad historisch kappen is niet vast te stellen, aangezien nog maar een gedeelte van de daken bouwhistorisch is onderzocht. Van de omvang valt wel een inschatting te maken met behulp van de Leidse bouwhistorische kaart uit 2009.[98] Deze kaart op perceelsniveau geeft voor de binnenstad het aantal bewaarde percelen van vóór het jaar 1850, 578 aangetoonde objecten, 1881 vermoede objecten, 1828 onbekende objecten en 19 zonder waarde. De kaart maakt duidelijk dat in 2009 een totaal van 4287 bebouwde historische percelen van voor 1850 is bewaard. Deze percelen zijn echter niet allemaal bebouwd met een huis en bovendien zijn niet op alle percelen de historische kappen bewaard gebleven. Rekening houdend een reductie van het aantal percelen en een minimale vermenigvuldigingsfactor van twee, kan met voorzichtigheid worden ingeschat dat er in de Leidse binnenstad globaal 8500 historische kapconstructies op huizen van voor 1850 bewaard zijn. Het relatieve beperkte aantal van 127 gecatalogiseerde kapconstructies ten opzichte van de vermoedelijk bewaarde voorraad maakt kwantitatieve vergelijkingen vooralsnog weinig zinvol.
Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat in Leiden ondanks het vele bouwhistorische onderzoek nog veel kapconstructies verborgen en onbekend zijn. Dit zal voor andere Nederlandse steden niet anders zijn. Een bijkomend doel van deze studie is het besef hiervan, voor een betere bescherming, behoud en ontsluiting van historische constructies en een groeiende waardering voor de fascinerende en ingenieuze ambachtelijke timmermanskunde van onze voorouders.

### 1.6 Theoretisch kader en methode

Om een onderzoek te kunnen verrichten naar de Leidse kapconstructie is als primaire bron een catalogus vervaardigd van empirisch onderzochte, gedateerde kapconstructies van Leidse huizen. Daarnaast zijn, zoals gezegd, contemporaine bouwrekeningen en bestekken van Leidse gebouwen en bouwtekeningen als aanvullende bron bestudeerd. Het documentaire onderzoek van de constructies in het veld heeft plaatsgevonden tussen 2003 en 2014 en is uitgevoerd door de auteur. Het documentaire aspect van het proefschrift heeft als doel om inzicht te verkrijgen in aard, karakter, techniek en specifieke bouwhistorische kenmerken van dit bronnenmateriaal. Om een vergelijkend onderzoek mogelijk te maken zijn ook voorbeelden van niet-ordinaire gebouwen en van Leidse huizen uit de 19$^{de}$ eeuw opgenomen. Op basis van de vele onderzochte en door dendrochronologisch onderzoek gedateerde constructies is het voor Leiden nu voor het eerst mogelijk hoofd- en subfactoren met betrekking tot de ontwikkeling te onderscheiden en een betrouwbaar typo-chronologisch schema op te stellen. Een typo-chronologisch schema is een visuele weergave van de constructief-typologische ontwikkelingen. Een dergelijk schema is voor Nederland of een Nederlandse stad niet eerder opgesteld, terwijl die van België/Noord-Frankrijk en Duitsland er wel zijn (afb. 4-5).[99]

De geselecteerde kapconstructies zijn, voornamelijk op basis van eigen bouwhistorisch onderzoek, geanalyseerd, gedocumenteerd, gefotografeerd, opgemeten, uitgetekend en uitgewerkt. Voor enkele voorbeelden, of onderdelen, is gebruikt gemaakt van gegevens van derden. De onderzoeksresultaten zijn ten behoeve van hun onderlinge vergelijking uniform weergegeven in, speciaal voor dit onderzoek ontwikkelde, catalogusbladen.[100]

---

[96] Orsel 2014.
[97] Zie hiervoor de dossiers in het bouwhistorisch archief van ELO.
[98] Boerefijn en Orsel 2009.
[99] Hoffsummer 2002, 262-263 en Caston 2005, 579.
[100] De catalogus met 127 voorbeelden is afgesloten op 20 juli 2014. Een toelichting op het catalogusblad is te vinden in de inleiding op de catalogus in band 2.

Een specialistische onderzoeksstudie naar kapconstructies betekent het gebruik van specifieke bouwhistorische terminologie. De in dit onderzoek gebruikte terminologie voor de kapconstructie is voornamelijk gebaseerd op de publicatie van Berends uit 1996, welke eenduidiger is dan die van Janse.[101] Zo wordt consequent het dragende portaal met schuin staande benen aangeduid als spant. De term gebint wordt gebruikt wanneer er sprake is van verticale stijlen. In band 2 is in de inleiding op de catalogus een geïllustreerde toelichting op de terminologie opgenomen.

In dit onderzoek zijn dateringen gebaseerd op dendrochronologisch onderzoek, archivalisch onderzoek of jaartalaanduiding. De bron voor de datering is weergegeven in de catalogus. In dit proefschrift zal in voorkomende gevallen een dendrochronologische datering worden omschreven met een (d) als toevoeging. Een archivalische datering wordt met een (a) aangeduid en een datering op basis van een jaartalvermelding op of aan het gebouw met een (j).

**Dendrochronologisch onderzoek**

Bij het structurele en systematische karakter van het bouwhistorisch onderzoek in Leiden behoort ook dendrochronologisch onderzoek. [102] In het verleden waren al enkele op zichzelf staande dendrochronologische onderzoeken verricht. Dendrochronologie is een dateringsmethode, waarmee, onder de juiste omstandigheden, op basis van onderzoek naar jaarringen een exacte kapdatum van hout kan worden vastgesteld, soms tot op het jaargetijde en de plek waar dit hout heeft gegroeid.[103]

11 Stam met kern- en spinthout en schors

Dit maakt het mogelijk de constructies van gebouwen of delen daarvan, volgens een wetenschappelijk verantwoorde methode te dateren. Meestal is het de enige dateringsmethode die een exacte datering oplevert, zeker als archiefgegevens of andere bronnen ontbreken. De betrouwbare en erkende methode is al vanaf het begin van de 20ste eeuw in ontwikkeling, in Nederland sinds de jaren ’60 en bij bouwhistorisch onderzoek vanaf de jaren ’80. Veel bomen vormen elk jaar in het groeiseizoen een nieuwe ring onder de schors (afb. 11). Het transport van voedselsappen loopt door deze nieuwe ‘jaarring’ en onderliggende ringen. Voor dit transport zijn oudere groeiringen in de kern van de boom niet meer nodig en door dit af te sluiten met vliezen wordt het zogenaamde kernhout gevormd. De buitenkant met open structuur is het spinthout.

Het aantal spintringen is afhankelijk van de leeftijd van een boom. Een jaarring heeft een bepaalde, unieke, dikte die samenhangt met de groeisnelheid van de boom; per seizoen en afhankelijk van temperatuur en vocht verschilt deze snelheid. Met behulp van overlappende houtmonsters uit één bepaald gebied zijn zogenaamde standaardcurves of kalenders opgesteld van de jaarringdiktes van de bomen in die gebieden. Dendrochronologische monsters worden genomen door het afzagen van een plak of met een holle kernboor, waarbij haaks op de jaarringen wordt geboord van spinthout tot de kern. Om een zo goed mogelijk resultaat te bewerkstelligen, wordt er geboord in verschillende onderdelen van de constructie die naar verwachting uit één bouwperiode stammen. Het jaarringpatroon van boormonsters wordt gemeten onder een microscoop en met behulp van computers wordt de individuele groeicurve van de boom vergeleken met de standaard groeicurves uit klimatologisch verschillende gebieden. Bij overlap van de individuele curve en de standaardcurve kan de groeiperiode van het monster worden vastgesteld. Met voldoende jaarringen (in het spinthout) kan het kapjaar van het hout absoluut of benaderend worden bepaald. Als de jongste spintring aanwezig is – de zogenaamde wankant, deze zit net onder de schors – dan is het mogelijk een exacte datering te geven van het jaar waarin de boom is gekapt.

[101] Janse 1989, 63-66 en Berends 1996. Verdere toelichting op termen is te vinden in Haslinghuis-Janse 1997.
[102] Orsel 2014, 157-161.
[103] De Vries 1987; De Vries 1994b; Jansma 1995, 17-19; Hoffsummer 2002, 73-104 en Eißing 2010a, 31. Bij het onderzoek van de Leidse kappen is veelvuldig het dendrochronologische onderzoek vooral praktisch toegepast, daarom wordt de methode hier slechts informatief toegelicht en niet uitputtend behandeld.

Als de jongste spintringen ontbreken, zijn er statistische methoden om te schatten hoeveel jaarringen ontbreken.[104] Dit levert een ±-datering op, bijvoorbeeld 1400 ±6 jaar. Deze schattingsmethode is voor eikenhout vrij betrouwbaar, maar bij grenenhout onzekerder.[105] Aangezien bekend is dat gekapt hout meestal binnen één á twee jaar werd verwerkt, kan de constructie, waarin het gedateerde hout aanwezig is, rond dat bepaalde jaar worden gedateerd.[106] Jaarringonderzoek levert bovendien informatie over uit welke geografische omgeving het hout afkomstig is. Overigens lukt een dendrochronologisch onderzoek niet altijd, vooral bij hout met een grove jaarringopbouw en door het ontbreken van voldoende en/of de laatste spintringen. Dit laatste is vaak het gevolg van de bewerking of aantasting van het constructiehout.

Voorafgaand aan een dendrochronologische monstername vindt in Leiden een bouwhistorisch onderzoek plaats om vast te stellen of een datering haalbaar is. Bij het bouwhistorische onderzoek wordt uitgezocht in hoeverre bepaalde onderdelen representatief zijn voor de hele constructie waar in ze zijn verwerkt. Daarbij wordt gelet op sporen van primaire toepassing en hergebruik. Ook kan worden besloten tot het dateren van hergebruikt materiaal om bijvoorbeeld oudere constructies te dateren of om kennis op te doen over bijvoorbeeld hergebruik of herkomst van bouwhout. Op basis van het bouwhistorisch onderzoek wordt een onderzoeksvraag geformuleerd en op aanwijzingen van de bouwhistoricus wordt besloten welke onderdelen van de constructie in aanmerkingen komen voor datering (afb. 12-14). Wanneer de omstandigheden het toelaten, worden meerdere monsters uit een samenhangende constructie verzameld, bijvoorbeeld een aantal van vier tot zes. Meerdere overeenkomstig gedateerde monsters maken namelijk uiteindelijk een datering van een constructie aanzienlijk zekerder.

12 Monstername-set en monsters

13 Monstername

14 Dendrochronologisch monster

De monsters worden gedateerd door specialistische dendrochronologische laboratoria. Voor het bouwhistorisch onderzoek in Leiden zijn dit voornamelijk RING (Amersfoort) en Preßler (Gersten D.).[107] Tot 20 juli 2014, de sluitingsdatum van het documenterende veldwerk voor dit onderzoek, werden in Leiden 90 gebouwdelen dendrochronologisch gedateerd, waarvoor ongeveer 300 monsters werden genomen (fig. 3).[108] Als onderdeel van de groep van de 90 gebouwdelen werden 48 kapconstructies dendrochronologisch onderzocht, waarvoor 174 monsters werden genomen. 174 monsters voor 48 kapconstructies betekent een gemiddelde van 3,6 monster per gebouwdeel. Het gemiddelde valt wat lager uit, omdat niet altijd voor vier monsters werd gekozen of kon worden gekozen.

[104] De Vries 1994b, 5 en Van Tussenbroek 2013, 12.
[105] Heußner 1999.
[106] De Vries 1987, 85 en De Vries 1994b, 7-8.
[107] De door deze specialistische laboratoria aangeleverde rapportages met dendrochronologische gegevens worden verwerkt in het Leidse bouwhistorisch onderzoek. Ook het bureau IBID uit ’s-Hertogenbosch heeft enkele onderzoeken in Leiden verricht.
[108] Het exacte aantal boorkernen is niet bekend als gevolg van de vroegste monsternames door dendrochronologische bureaus voor derden.

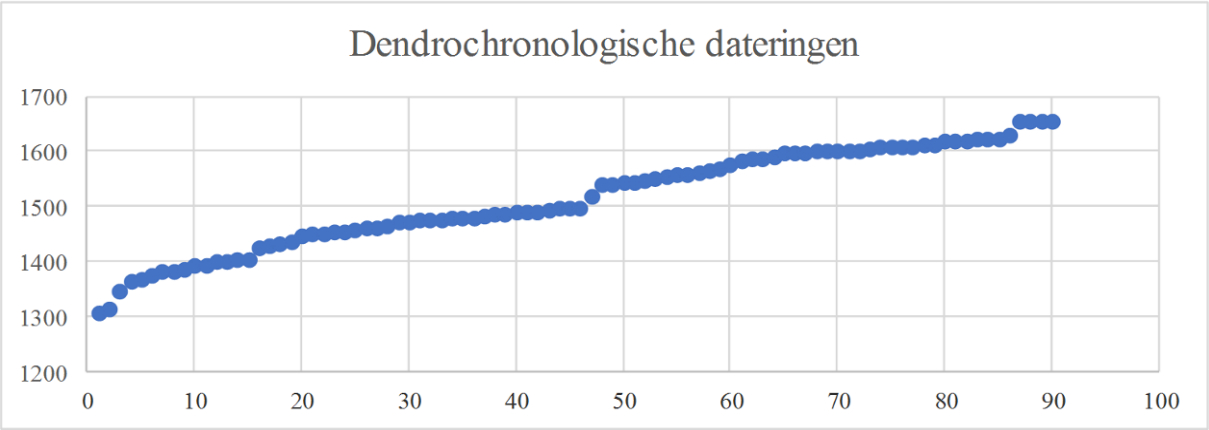


Fig. 3 Spreiding in tijd van dendrochronologische resultaten, elke stip is één van de 90 onderzochte gebouwdelen

Het overgrote deel van de monsters bleek eikenhout (Quercus, eik) te zijn, aangezien vooral oudere constructies werden onderzocht. Er werd een beperkt aantal constructies uit de latere 17de en de 18de eeuw bemonsterd. Dit hout is doorgaans minder geschikt voor bemonstering vanwege de bewerking met als resultaat scherpe hoeken, waardoor spinthout ontbreekt. Hierdoor is minder bekend over bouwhout uit deze periode. Uit de catalogus blijkt dat het hier hoofdzakelijk gaat om grenenhout. Vermoedelijk kan de herkomst van dit hout in hoofdlijn worden vergeleken met dendrochronologische gegevens uit Amsterdam, met de kanttekening dat hout aangevoerd uit Dordrecht, de andere Hollandse stapel, tot een ander beeld kan voeren. Hier zijn echter geen gegevens over beschikbaar. In Amsterdam blijkt dat het hout in de 17de en 18de eeuw in eerste instantie veelal uit Scandinavië en het Baltisch gebied kwam en vanaf de tweede helft van de 17de eeuw uit Midden- en Oost-Duitsland.[109]

**1.7 Opzet studie**

Deze studie bestaat uit een inhoudelijk deel en een deel met catalogus en bijlage. In dit proefschrift gekozen voor een ‘van buiten naar binnen’-benadering. Eerst worden de externe factoren als de bouwwereld, de bouwmaterialen en de bouwwijze onderzocht. Vervolgens wordt ook het dak ‘van buiten naar binnen’ beschouwd, van de dakvorm, dakhelling naar de dakbedekking en tot slot de ondersteunende dakconstructie. Op die manier worden de verschijningsvorm en de steunconstructie afgepeld, met als doel een heldere ontleding van de afzonderlijke onderdelen.

In de catalogus zijn de onderzochte kapconstructies gestructureerd weergegeven volgens een gestandaardiseerd documentatieblad. De catalogus bevat een deel met kapconstructies van huizen en een deel met die op andere typen gebouwen met een vergelijkbare omvang. In de bijlage worden onderzochte rekeningen en bestekken weergegeven, met daarbij een analyserend tekstdeel over de gegevens hierin met betrekking tot Leidse kapconstructies door de eeuwen heen.

In deel één wordt na dit inleidende hoofdstuk met een centrale vraagstelling in de hoofdstukken 2 tot en met 4 ingegaan op de aspecten die ‘van buitenaf’ invloed hebben op de vorm en ontwikkeling van de kapconstructie. Deze externe aspecten betreffen de bouwtradities, de bouworganisatie en de bouwmaterialen. Deze hoofdstukken hebben meer het karakter van overzicht om, voornamelijk op basis van historische bronnen en literatuur, aangevuld met gegevens uit de catalogus, een algemeen beeld te schetsen van de Leidse situatie en van daaruit eventuele factoren die invloed hebben op de opzet en ontwikkeling van kapconstructies vast te stellen.

Allereerst is in hoofdstuk 2, ‘Bouwen’, gekeken naar de mens en hoe hij de bouw organiseerde. Welke rol speelden initiatiefnemer of bouwlieden bij de manier hoe er werd gebouwd? Welke invloed had regelgeving of bijvoorbeeld de organisatie van de bouwwereld in gilden? Traditioneel wordt verondersteld dat het behoudende karakter hiervan ontwikkelingen tegenhield en dat pas met het opheffen van het gildesysteem ruimte kwam voor vernieuwingen. Maar is dit aan te tonen met de Leidse situatie en was er daarbij verschil tussen de ordinaire en niet-ordinaire constructies?

[109] Van Tussenbroek 2012, 43 en Heußner 2015.

Het volgende hoofdstuk 3, ‘Materiaal’, gaat in op de bouwmaterialen waarmee in de onderzoeksperiode een constructie werd vervaardigd. Aandacht is er voor de soorten, de afmetingen en de handel. Was het bouwmateriaal bepalend voor de constructievorm en -uitvoering en was dat gelegen in de materiaalsoort, de beschikbaarheid of de bewerkbaarheid? Bekend is de overgang van eiken naar grenen als constructiemateriaal. Had deze verandering van materiaal effect op de vervaardiging en uitvoering van de constructies? Hierbij zijn de gedocumenteerde materialen de basis, aangevuld met gegevens uit de rekeningen en bestekken, andere historische bronnen en literatuur. In dit hoofdstuk worden tevens de gegevens en uitkomsten van het dendrochronologische onderzoek gepresenteerd.

Hoofdstuk 4, ‘Timmeren’, gaat in op hoe de constructie door de timmerman werd vervaardigd en welke effecten daarvan invloed hadden op de kapconstructie. Timmermansgereedschap en het construeren zouden tot 1850 grotendeels hetzelfde zijn gebleven. Welk gereedschap had de Leidse timmerman tot zijn beschikking en hoe kon hij daarmee werken? Om hierop antwoord te kunnen geven, worden gegevens uit de rekeningen en bestekken en literatuur vergeleken met bouwsporen van het construeren en assembleren door timmerlieden op de gedocumenteerde Leidse constructies.

In hoofdstuk 5, ‘Kappen in Leiden’, staan het dak en zijn constructie in Leiden tussen 1300 en 1800 centraal. In dit hoofdstuk worden, met name op basis van gegevens uit de catalogus, de constructie wordt ontleed en de invloeden onderzocht wat betreft opzet, veranderingen en ontstaan. Dit hoofdstuk heeft noodgedwongen een sterk specialistisch en descriptiever karakter. Het dak van de Leidse huizen wordt chronologisch en systematisch van ‘buiten naar binnen’ beschouwd. Aan de orde komen als eerste de oorzaken die ten grondslag lagen aan de dakvorm(en) en de dakhelling. Hingen deze samen met constructieve aspecten of waren ze, zoals gedacht, het gevolg van geografische locatie en de beschikbare dakbedekking? Daarom zullen ook de toegepaste dakbedekkingen voor het voetlicht worden gebracht en de relatie onderzocht met de kapconstructie. Hierbij is gekeken naar de verschillende soorten dakbedekking die voorkwamen in de onderzoeksperiode, zowel op basis van gedocumenteerde voorbeelden, als op basis van historische bronnen én archeologische vondsten. Vervolgens wordt, voornamelijk uitgaande van gegevens uit de catalogus en de historische rekeningen en bestekken, de vorm en ontwikkeling van de hoofdconstructie en constructieve details van kapconstructies op Leidse huizen behandeld. Ook zal worden nagegaan of deze aansluiten bij bestaande hypotheses of juist daarvan afwijken. Hierbij zal de vraag aan de orde komen of de kapconstructies van Leiden binnen de Vlaams-Nederlandse groep met de kenmerkende dwarsgeplaatste portaalachtige spanten passen. De kapconstructie wordt daarbij opgedeeld in de drager van de dakbedekking en de ondersteuningsconstructie. Het onderzoek naar de drager en de spantconstructie is vooral gebaseerd op de nieuwe data van de bouwhistorisch onderzochte en gedateerde Leidse constructies, aangevuld met historische bronnen en literatuur.

In hoofdstuk 6, ‘Het kappenlandschap’, worden de eerdere bevindingen in een lokaal, regionaal en (inter-) nationaal kader geplaatst en er is aandacht voor de herkomst van de constructievorm. Als eerste wordt het ontstane beeld over de kapconstructies op Leidse huizen vergeleken met andere Leidse gebouwen om te onderzoeken of er verschillen zijn en zo ja wat de oorzaken daarvan mogelijk kunnen zijn.

Daarna wordt gekeken in hoeverre de geconstateerde eigenaardigheden van de kapconstructies op Leidse huizen overeenkomen of afwijken met die van steden in de directe omgeving en de regio. Dit richt zich op regio’s of zones met constructieve samenhang en op aspecten als beïnvloeding en kennisuitwisseling. Ten slotte zal worden gepoogd terug te blikken op het ontstaan en de herkomst van de Leidse kapconstructie en een relatie worden gelegd met vroege huisconstructies en urbanisatie. Bestaande hypotheses over de herkomst van spanten worden hierbij getoetst. Zo zou de Vlaams-Nederlandse constructie met dwarsgeplaatste spanten zijn voortgekomen uit de sporenkap en zou de toepassing van spanten het gevolg zijn geweest van de ontwikkeling van het zolder’verdiep’ met borstweringen of het gevolg van steenachtige dakbedekking in plaats van riet of stro. Een beperking bij dit hoofdstuk is dat een bouwhistorische documentatie van kapconstructies zoals in dit onderzoek in andere steden (nog) niet of nauwelijks heeft plaatsgevonden waardoor vergelijking wordt bemoeilijkt. In het onderzoek is, afgezien van het primaire, zelf verzamelde onderzoeksmateriaal in de catalogus, daarom vooral uitgegaan van gepubliceerd materiaal en in een enkel geval van rapportages.

Helaas is het overgrote deel van het in Nederland verrichtte bouwhistorisch onderzoek niet centraal ontsloten en raadpleegbaar als bouwhistorische data en daardoor niet bruikbaar in deze studie.[110]

Tot slot volgen samenvattende conclusies van het onderzoek. Hierin zal antwoord worden gegeven op de centrale vraagstelling welke de verschijningsvorm en de ontwikkeling van kapconstructies op Leidse huizen tussen 1300 en 1800 had, welke technische, constructieve, architectonische, organisatorische, economische, functionele, historische en/of andere factoren daarbij een rol speelden en of de rol van de gilden in dit geheel rol van betekenis heeft gespeeld, zoals in de bestaande historiografie wordt gesuggereerd. Met een slotbeschouwing over de waardevolle cultuurhistorische aspecten van historische bouwconstructies en het belang van bouwhistorisch onderzoek voor een zorgvuldige omgang met ons cultureel erfgoed wordt het geheel afgesloten.

[110] Brandenburgh en Orsel 2013, 7.

## 2 BOUWEN

Het bouwen van een dak met zijn kapconstructie is een complexe opgave. Hoe een bouwinitiatief van een opdrachtgever realiteit werd, is goed te volgen aan de hand van de rekeningen voor de bouw van een nieuwe vleugel in 1454 voor het Leidse Catharinagasthuis.[111] Na besluit tot nieuwbouw werd direct begonnen met aankoop en aanvoer van bouwmaterialen, zoals bakstenen uit Leiden en Alphen, hout uit Leiden, Dordrecht en Amsterdam, kalk en leien uit Dordrecht en leinagels uit Utrecht. Ook hergebruikt hout werd toegepast. Op 20 mei 1454 werd de eerste steen gelegd en begon de bouw met het graven en heien van de fundering waarna een metselploeg startte. Ondertussen werkte een timmerploeg met zagers aan het houtskelet en de kapconstructie. Na tien weken waren de muren al op hoogte en volgde de afwerking van het dak. In de laatste fase van de bouw werd het interieur afgewerkt en kregen de ramen en deuren hang- en sluitwerk. Dit voorbeeld laat zien hoe bij een bouwproject het proces van initiatief tot realisatie verliep.

Zoals in de inleiding aangegeven waren in een bouwproces allerlei betrokkenen en indicatoren die invloed uitoefenen op de opzet en uitvoering van de uiteindelijke constructie. In dit hoofdstuk wordt als eerste gekeken naar de organisatie van de bouw in de onderzoeksperiode in het algemeen en in Leiden van ordinaire huizen in het bijzonder. In eerste instantie wordt de rol van de opdrachtgever nagegaan en wordt gekeken of het initiatief van de opdrachtgever effect heeft gehad op de constructie. Vervolgens zal de organisatie van de bouw worden onderzocht om tot slot in te gaan op de uitvoerders die de kapconstructie moesten bouwen. Het oprichten van een huis behoorde tot de ordinaire bouw en was door gilderegels en -dwang voorbehouden aan leden van het Leidse timmerliedengilde. De vraag is of ontwikkelingen door dit gildesysteem werden geremd, zoals traditioneel wordt verondersteld. De voornaamste geraadpleegde bronnen zijn literatuur en de onderzochte rekeningen en bestekken, aangevuld met gegevens uit de catalogus.

15 Bouwen in het midden van de 15de eeuw (Chroniques de Hainaut 1447-1448)

[111] Brandenburgh et al. 2010, 312-317 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.

## 2.1 Initiatief en conceptie

Een geheel nieuw gebouw, extensie en/of alteratie begint met een idee van een opdrachtgever. Voor dit initiatief zoekt de opdrachtgever deskundigen voor de uitwerking en uiteindelijk de realisatie. Het proces van ontwerp, uitwerking en uitvoering veranderde tot in de 19de eeuw niet wezenlijk.[112] In het algemeen bepaalde de opdrachtgever wat er werd gebouwd en bij de uitwerking van het idee bepaalden de deskundigen hoe dit werd gebouwd.[113] In de initiatief- en uitwerkingsfases waren er vele aspecten die invloed kunnen hebben uitgeoefend op de vorm en uitvoering van een kapconstructie.

### Idee

Het ontstaan van een idee was verbonden met de opdrachtgever en met zijn positie. De wensen van de opdrachtgever hingen uiteraard samen met zijn ambities en financiële mogelijkheden. Ambities werden vaak vertaald in een specifieke architectonische vormgeving.[114] Bestaande bouwwerken en (buitenlandse) publicaties konden bij de planvorming een belangrijke rol spelen. Ze dienden als inspiratie of voorbeeld in architectonische, typologische of technische zin voor het nieuwe bouwwerk.[115] De positie van de opdrachtgever was eveneens bepalend. Een stadsbestuur dat continue bouwde, verbouwde en onderhield was vertrouwd met de rol als opdrachtgever, in tegenstelling tot de particulier die voor het eerst een huis wilde bouwen. Daartussen bevond zich nog een heel speelveld van vele soorten meer en minder professionele opdrachtgevers. Het bouwinitiatief werd daarnaast beïnvloed door regelgeving, zoals welstandsregels en bouwvoorschriften, tradities, beschikbaarheid van materialen en technische mogelijkheden. Met welstandregels probeerde het stadsbestuur het aanzien van de stad te verfraaien, om zodoende zijn concurrentiepositie te verbeteren.[116] In de keuren regelde het stadsbestuur met voorschriften aspecten over perceelbegrenzingen, welstand en (brand)veiligheid.[117] In deze bouwvoorschriften waren echter geen bepalingen over constructieve aspecten en vorm van met name het dak opgenomen.[118] De stad liet dit over aan de gilden, maar helaas zijn in de gildearchieven of in de gildeproef voor de gebruikelijke constructies geen aanwijzingen te vinden. De bouwkundige constructies werden opgetrokken volgens ambachtelijke tradities: ‘naer den eysch van’t werck’. Dit had juridische betekenis en kwam in allerlei vormen voor in afspraken zoals bestekken en duidde dat het werk moest voldoen aan algemeen geldende kwaliteitsnormen.[119] Tot slot kan het bouwinitiatief beïnvloed zijn door externe omstandigheden, zoals economische groei of recessie of calamiteiten als oorlog of een stadsbrand. In Leiden was dat bijvoorbeeld het geval bij een stadsuitbreiding en een daaruit voortvloeiende bouwgolf. In de stadsuitbreiding van 1611 werden door de stad kavels van verschillende breedte aangeboden, maar timmerlieden en metselaars kochten, als kleine projectontwikkelaars, meerdere aaneengesloten kavels en herverdeelden deze in meerdere kleine percelen.[120] Dit bood de ontwikkelaar de mogelijkheid economisch te bouwen, zoals blijkt uit de gedocumenteerde kapconstructies van Oude Singel 110-112 en 114-116. Omdat de daken tegen elkaar staan konden asymmetrische spanten worden toegepast. Hierdoor kon worden bespaard op bouwhout in het algemeen en op gekromde spantbenen, die blijkbaar kostbaar waren, in het bijzonder.[121] Externe omstandigheden waren vaak plaats- en tijdgebonden en daarom moeilijk in het algemeen te duiden.

---

[112] Hurx 2012, 365.
[113] Van Tussenbroek 2013, 21.
[114] De invloed daarvan wordt behandeld bij de paragrafen over tekeningen, de dakvorm en het lokale kappenlandschap.
[115] Bosma et al. 2007, 240-409 en Van Tussenbroek 2013, 45.
[116] Meischke et al. 1993, 33-34 en Steenmeijer 2005, 278-281.
[117] Hamaker 1873 en Meischke 1988.
[118] Kolman 1993, 52-53 en 145; Meischke 1988 en Dröge 2010, 267-269.
[119] Kolman 1993, 145-146 en 154 en Van Tussenbroek 2013, 139.
[120] Van Maanen 2003, 25-27.
[121] Orsel 2010c en zie catalogusbladen Oude Singel 110 en 112, direct na 1611 en Oude Singel 114 en 116, direct na 1616.

**Bouwwereld**

De overgeleverde archivalische bronnen over het bouwvak leveren wellicht een eenzijdig beeld.[122] Zij hebben vooral betrekking op werkzaamheden aan grote bouwprojecten als kerken, stedelijke gebouwen en kastelen. Van de zogenaamde ordinaire werken van particuliere opdrachtgevers, het grootste deel van de bouwproductie, zijn zelden archiefgegevens bewaard.[123] De wel bewaarde bestekken van zulke huizen zijn in hoofdlijnen hetzelfde opgebouwd als die van grotere projecten. De vervaardiging en opzet van een constructie voor een ordinair bouwproject vertonen ook gelijkenis met grote projecten, maar op een kleinere schaal. De beschikbare archivalische bronnen kunnen met enige terughoudendheid als grotendeels representatief voor de hele bouwwereld worden beschouwd.

In de tweede helft van de 14de eeuw vond in verschillende delen van Europa een commercialisering van de bouwmarkt plaats.[124] Dit leidde in de 15de eeuw tot het ontstaan van een bouwmarkt in de Lage Landen met een scheiding tussen ontwerp en uitvoering.[125] Dit gold voornamelijk voor de grote bouwwerken door adel, kerk en overheid in eigen beheer uitgevoerd. De bouwwereld bestond in het algemeen uit twee markten: één met de diensten en producten voor uitzonderlijke bouwwerken van meer institutionele opdrachtgevers als de stedelijke overheid, landsheren en grote kerkelijke instellingen en één voor de ordinaire bouwwerken, hoofdzakelijk de huizen en andere bouwwerken voor burgers.[126] De kapconstructies op huizen behoorden tot de ordinaire bouwwerken. Dit stond ook wel bekend als de 'Architectura Civilis', de burgerlijke bouwkunst.[127] Het grootste deel van de bouwbedrijvigheid in de stad, in opdracht van particulieren of de overheid, bestond uit routinewerk, waarbij werd gewerkt op basis van bouwkundige tradities.[128] Particuliere opdrachtgevers ondernamen de bouwactiviteiten aan hun huizen in eigen beheer. Zij voerden directie, maakten afspraken over het werk per ambacht, leverden materialen, hielden toezicht en voerden de financiële administratie.[129] Ook konden zij hun plannen laten organiseren door een groep lokale vaklieden, die uitgroeiden tot grote aannemers die in de 18de eeuw het ontwerp en uitvoering verzorgden.[130] Het bouwbedrijf was per ambacht georganiseerd, zoals steenhouwerijen, metselaars- en timmermansbedrijven.[131] De ambachtslieden, die opereerden als kleinere of grotere aannemer, waren in de steden door gildeverplichtingen gedwongen lid van een gilde en burger van de stad.[132]

**Bouwvoorbereiding**

Als een bouwinitiatief vastomlijnde vormen had aangenomen, kon de opdrachtgever de voorbereidingen voor de realisatie in gang zetten. De opdrachtgever benaderde met zijn initiatief lokale ambachtslieden en maakte per ambacht afspraken over het bouwwerk wat hem voor ogen stond.[133] De ambachtslieden voerden het gewenste bouwwerk vervolgens uit volgens constructieve tradities: 'naer den eysch van't werck'. Hierbij zullen de bouwwerken in het algemeen tot stand zijn gekomen zonder ontwerptekeningen, bestekken of bestektekeningen. Ook kon de opdrachtgever een deskundige benaderen om zijn idee uit te werken in een ontwerp of varianten.[134]
Als er consensus was over het initiatief en ontwerp kon de opdrachtgever de werkzaamheden per ambacht onderhands gunnen of aanbesteden met een bestek.[135]

---

[122] Meischke 1988, 114.
[123] Erzey 1777, 43 en De Vries 2008, 225.
[124] Hurx 2012, 350.
[125] Hurx 2012, 355.
[126] Kolman 1993, 157, 184-185 en 257-258; Meischke et al. 1997, 32; De Vries 2008, 225 en Hurx 2012, 65. Totaal gescheiden waren deze markten overigens niet en ze zijn ook niet strikt van elkaar te onderscheiden.
[127] Röell 2010, 24 en 64. De leerboeken over de meer ordinaire bouwwerken van Danckers uit ca. 1675 en Erzey uit 1770 hebben allebei deze titel.
[128] Kolman 1993, 330 en Hurx 2012, 65.
[129] Meischke 1988, 56 en 115 en Kolman 1993, 328.
[130] Meischke et al. 1997, 33 en115-118; Krabbe 1998, 17-22; Bosma et al. 2007, 429-430 en Röell 2010, 27.
[131] Meischke 1988, 115.
[132] Janse 1965, 23; Meischke et al. 1997, 33; Meischke 1988, 115 en Krabbe 1998, 22.
[133] Kolman 1993, 132 en 136.
[134] Meischke 1988, 127-207.
[135] Gerritsen 2006, 84-86 en 147-148.

Het aanbesteden had drie voordelen voor de opdrachtgever: lagere bouwkosten door prijsconcurrentie, geen of weinig eigen personeel en de risico's lagen bij de aannemer.[136] Een bestek was een document waarin de werkzaamheden voor de aannemer waren omschreven en waarop deze kon calculeren en kon worden gecontroleerd.[137] Een bestek kon vergezeld gaan met bestektekeningen en/of modellen. Deze tekeningen of modellen waren bedoeld om de werkzaamheden te verduidelijken en dienen dus een ander doel dan ontwerptekeningen.[138] Aanbestedingen op basis van een bestek zijn al heel vroeg bekend. Eén van de ouste Nederlandse voorbeelden is het 'taswercke' uit 1394-95 voor de herstelling van de kapel in het stadhuis van Sluis.[139] Het eerste zo genoemde 'tbestec' komt voor in een document uit de stad Aalst uit 1474-1475.[140] Het oudste Leidse voorbeeld van afgesproken werk is het 'taswerk' (een van te voren overeengekomen werk tegen een van te voren overeengekomen prijs) uit 1407 voor het klaarmaken en aanbrengen van het gewelfbeschot voor de Pieterskerk.[141] De oudste bekende vermelding van een bestek in Leiden komt rond 1532 voor in de archieven van de Pieterskerk, waarin sprake is van een 'besteck' voor een nieuwe preekstoel.[142]

De gang van zaken rond de conceptie van het bouwinitiatief van de opdrachtgever en tot de uiteindelijke realisatie is voor de Leidse situatie grotendeels af te leiden uit historische bronnen als rekeningen en bestekken.[143] De bewaarde rekeningen bevatten schaarse gegevens over de afspraken tussen opdrachtgever en uitvoerder in een bouwproces. Bestekken zijn echter goede bronnen over de afspraken en het tot stand komen hiervan. De beschikbare Leidse bestekken kunnen eveneens informatie opleveren over wie ze opstelden en eventuele tekeningen vervaardigden. Ook zijn bestekken goede bronnen voor voorwaarden die de opdrachtgever oplegde aan de aannemer. Rekeningen en bestekken maken samen duidelijk hoe het aanbestedingstraject verliep en wat voor werk wel en niet werd aanbesteed. De beschikbare historische gegevens betreffen kerkelijke of openbare gebouwen, maar ook private opdrachten komen voor vanaf de 16$^{de}$ eeuw. Uit de overeenkomsten van de gegevens blijkt dat er geen groot verschil bestond tussen een grote of kleine bouwopgave. De gegevens die naar voren komen uit de bronnen zullen representatief zijn voor de algemene gang van zaken. Van een tweetal huizen zijn de rekeningen en bestekken bewaard, waaruit blijkt hoe de burgers hun bouwplannen realiseerden.[144]

**Tekeningen**

Een opdrachtgever kon zijn idee laten uitwerken in een ontwerptekening, eventueel met varianten.[145] Dit betrof vaak de complexere bouwwerken. In de middeleeuwen was het gebruik van tekeningen niet algemeen. Deze werden alleen vervaardigd als het een bijzondere opdracht betrof.[146] Het merendeel van de ontwerpen werd gemaakt door lieden uit de bouwwereld.[147] De scheiding van ontwerp en uitvoering kwam voor vanaf circa het derde kwart van de 15$^{de}$ eeuw, maar de oudere gewoonte liep ook door.[148] Het afzonderlijke specialisme van 'architect' in de Nederlanden is toen ontstaan, als gevolg van de grote verstedelijking en de toenemende productie van luxegoederen.[149]
Het neologisme architect werd door schilder Pieter Coecke van Aelst in 1539 geïntroduceerd in vertalingen van *De Architectura* van Vitrivus en *Regole generali di architetura* van Serlio.[150]

---

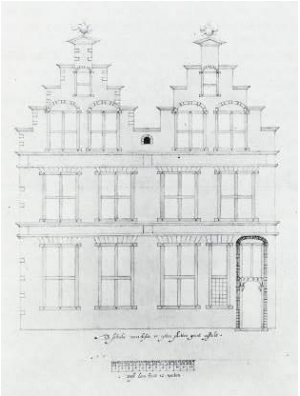
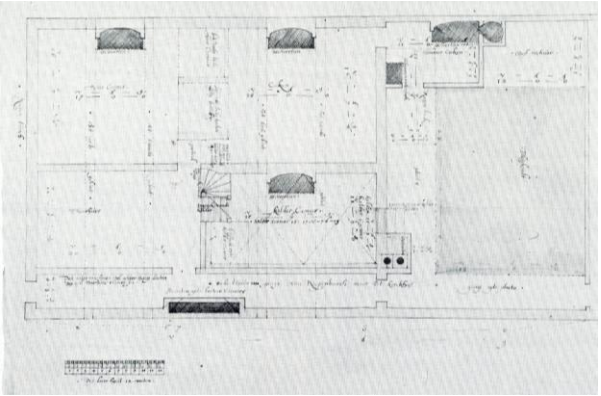
[136] Hurx 2012, 351 en Van Tussenbroek 2013, 39.
[137] Meischke 1988, 115 en Hurx 2012, 352.
[138] Meischke 1988, 115-116 en Van Tussenbroek 2013, 111-113.
[139] Janse en Devliegher 1962, 7 en 79-80.
[140] Hurx 2012, 265 en Van Tussenbroek 2013, 14-15 en 21. Het verschil tussen de tekeningen is in de praktijk moeilijk de duiden.
[141] Janse 1965, 26 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.
[142] Mulder 1903, 69.
[143] Bijlage Rekeningen en Bestekken.
[144] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 3 en 5, ca. 1583 en Rapenburg 31 uit 1664.
[145] Meischke 1988, 127-207 en Van Tussenbroek 2013, 46-50.
[146] Kolman 1993, 134.
[147] Hurx 2012, 365.
[148] Hurx 2012, 14-15, 36-43 en 64-65 en Van Tussenbroek 2013, 33 en 47.
[149] Hurx 2012, 65.
[150] Hurx 2012, 36.

Hiervoor was sprake van (opper)werkmeester of varianten daarvan.[151] 'Architectus' en 'werkmeester' zijn generieke termen en gebruikt voor degene die verantwoordelijk was voor de planning en leiding van de bouwwerkzaamheden.[152] Het begrip architect bleef tot in de 18de eeuw bestaan voor de verantwoordelijke voor de supervisie over de het bouwproces en de planning en organisatie van de bouwwerkzaamheden.[153] Bij openbare werken was het vaak een stadsmeester die een ontwerp maakte. Vaak bracht hij alleen uren in rekening, waardoor het moeilijk is vast te stellen wie bij openbare werken verantwoordelijk was voor het ontwerp.[154]

Nadat over het ontwerp consensus was bereikt, werden het bestek (of bestekken), bestektekeningen en soms modellen gemaakt.[155] Alleen een bestek met beschrijving van de werkzaamheden was niet voldoende en tekeningen zorgden voor meer duidelijkheid.[156] Volgens Gerritsen trad omstreeks 1600 een verandering op in de bestekken.[157] Voor 1600 waren de bestekken voorzien van maatvoering en waren tekeningen van minder belang. Na 1600 werd de terminologie in de bestekken voor verschillende typen tekeningen helderder en consequenter. Hierdoor werd duidelijk naar welke tekening wordt verwezen. In de 17de eeuw kregen de bestektekeningen een belangrijkere rol. De maten konden worden ontleend aan de tekeningen, die vaak op schaal waren getekend.[158] Dit zou mogelijk verklaard kunnen worden door de specialisaties binnen het bouwbedrijf.[159] De tekeningen werden vervaardigd door de ontwerper en de bestekken door een ambachtsman. Hiermee hing samen dat voor circa 1600 de bestekken juridisch leidend waren voor het bouwproces.
In de 17de eeuw kwamen in de bestekken, indien iets niet duidelijk was in de technische bestektekst, veel vaker verwijzingen naar tekeningen voor.[160] Dat de tekeningen vanaf ongeveer 1600 op schaal werden vervaardigd, kwam de aanbesteding, maar ook de controle na oplevering ten goede.[161] Vaak zijn wel bestekken bewaard, maar zijn de tekeningen niet meer beschikbaar. Deze werden waarschijnlijk 'verbruikt' tijdens de bouw of mogelijk separaat opgeborgen in archieven. Van het oudste hier behandelde Leidse bestek voor huis Hogerbeets uit 1592 zijn de plattegrond- en geveltekeningen bewaard gebleven (afb. 16).[162] In het bestek werd voor de voorgevel verwezen naar 'patroon ofte figuer dairvan geteykent'. Ook de tekening van de plattegrondtekening werd genoemd: 'nae uytwijsen de gront daervan gemaickt'. Het huis werd nooit gebouwd, mogelijk de reden waarom de tekeningen zijn bewaard en niet 'verbruikt'. In een laat 16de-eeuws bestek voor een huis op Rapenburg 69 werd verwezen naar 'viguer', een tekening van de voorgevel. Deze is helaas niet bewaard gebleven.[163] In het bestek uit 1597 voor het Rijnlandhuis was sprake van 'gront', 'plattegront', 'patroon' en 'moelen'.[164] In de passages over het houtwerk werd verwezen naar een 'patroon'. Dit was een algemene term voor een tekening. Voor de bouw van de koepelkap van de Marekerk in 1645 werd in het bestek niet alleen verwezen naar tekeningen, maar ook naar modellen, 'teyckeninge ende modellen'.[165] Het schaalmodel van de koepelkap, ontworpen 1646 door Van 's-Gravensande en uitgevoerd door stadsschrijnwerker Cornelis Dircksz. en timmerman Louis Jolijt, is bewaard gebleven en bevindt zich in de collectie van Stedelijk museum de Lakenhal (afb. 17).[166]

---

[151] Hurx 2012, 36-39 en 64.
[152] Hurx 2012, 39-43.
[153] Hurx 2012, 14-15, 43 en 64: architect ontstond als aparte beroepsgroep pas in de tweede helft van de 19de eeuw met professionalisering van het bouwvak door de wijzigende bouwopgave als gevolg van de industrialisatie en het opheffen van de gilden aan het einde van de 18de eeuw.
[154] Meischke et al. 1993, 34.
[155] Meischke 1988, 127; Gerritsen 2006, 148 en Van Tussenbroek 2013, 111-113.
[156] Van Tussenbroek 2013, 111-113.
[157] Gerritsen 2006, 140-144 en148.
[158] Gerritsen 2006, 148-149 en Röell 2010, 217.
[159] Gerritsen 2006, 147-149 en Serafini en González-Longo 2015, 7.
[160] Gerritsen 2006, 86-87, 140 en 148.
[161] Gerritsen 2006, 143-147.
[162] Lunsingh Scheurleer et al. 1990c, 480 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592. Het bestek en de tekeningen waren vervaardig door stadssecretaris Jan van Hout en de landmeter en thesaurier extraordinaris Simon Fransz. van Merwen.
[163] Lunsingh Scheurleer et al. 1992b, 624 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 69, eind 16de eeuw.
[164] Gerritsen 2006, 85-86 en Van der Meule 2000, 206.
[165] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[166] Steenmeijer 2005, 176 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.

16 ‘Patroon ofte figuer’ en ‘gront’tekening uit 1592 (Lunsingh Scheurleer et al, 1990)

17 Model Marekerk, 1646 (Museum De Lakenhal)

Een model diende om het ontwerp te verduidelijken aan de opdrachtgever, die als niet-bouwkundige vaak moeite had om de tekeningen te kunnen lezen en begrijpen.[167] Een ander doel van modellen was om definitief de juiste fysieke vorm te testen en te bepalen.[168] In het timmerwerkbestek voor de bouw van de Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25, uit 1654 moest het werk ‘volgens de gront ende stant teyckening mitsgaaders borden ofte patronen hiernevens gaende’ worden gemaakt.[169] In het bestek werd vervolgens verwezen naar letters op tekening of borden. Ook in het timmerwerkbestek uit 1658 voor de Waag was sprake van de ‘gront- en stantteyckeningh’ en genummerde tekeningen.[170]
In het bestek voor Rapenburg 31 uit 1664 werd verwezen naar een ‘grontteyckeninge’, een plattegrondtekening.[171] Deze is helaas niet bewaard gebleven. Uit de voorbeelden wordt duidelijk dat naarmate de bouwopgave complexer werd, er meer tekeningen en modellen nodig waren.[172] De gang van zaken rond het Meermansburghof betrof zowel architectonische ontwerptekeningen als tekeningen voor de uitvoering. Eerst werden varianten getekend, waaruit kon worden gekozen.[173] Jacob Roman ontwierp in eerste instantie ‘gront en stant teyckeningen’, waarvan een gevel met drie kruiskozijnen werd verkozen boven een gevel met in het midden een groot wapen. Na overleg met de opdrachtgever maakte hij nog enige plattegronden, doorsneden en opstanden, waarna de opdracht volgde om ‘de gevolge te teyckenen’.

Voor het maken van gebouwen of constructies werd vaak op andere locaties inspiratie opgedaan, of werd een bestaand bouwwerk als voorbeeld genomen.[174] Zo werden in 1460 de stadstimmermannen Jan Screvel, Jan Heynricxz. en Engebrecht naar Haarlem, Utrecht en Zaltbommel gestuurd voor inkoop van hout en/of om te kijken naar constructies die als voorbeeld konden dienen voor vergelijkbare in Leiden, bijvoorbeeld de stadskranen.[175] In het bestek voor Rapenburg 31 uit 1664 werd voor de gevel verwezen naar twee gelijke gevels aan de oostzijde van de Herengracht en voor het dak naar het huis van de opdrachtgever (Rapenburg 43), ‘sodanich al ’t […] woonhuis van de heer besteeder’.[176] Helaas zijn tekeningen die bij bestekken hoorden vaak niet meer beschikbaar.[177] In het bestek voor de eerste huisjes voor het Meermansburghof uit 1680 was te lezen dat, wanneer de bestektekeningen geen details gaven, de aannemers zich moesten ‘refereren’ aan de huisjes van het Tevelshofje op de Binnenvestgracht.[178]

---

[167] Campbell 2007, 28-30 en King 2007, 13-14, 53, 150 en 174-175.
[168] Campbell 2007, 52, 126 en 144.
[169] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654.
[170] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.
[171] Lunsingh Scheurleer et al. 1988a, 333-334 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664.
[172] Dit wordt ook bevestigd door het onderzoek van Gerritsen; Gerritsen 2006, 148. Zie ook Röell 2010, 216-217.
[173] Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hof Meermansburg, 1680-1685. Zie ook Röell 2010, 217.
[174] De Vries 1994a, 152-161; Gerritsen 2006, 92 en Van Tussenbroek 2013, 67.
[175] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[176] Lunsingh Scheurleer et al. 1988a, 333-334 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664.
[177] Gerritsen 2006, 92.
[178] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hof Meermansburg, 1680-1685.

Bij de Hooglandsekerkgracht 23 moest in 1738 bij ‘duysterheyt’ de ‘opziender’ duidelijkheid verschaffen: ‘illucideren’.[179] Bovendien moest, zoals al behandeld, een bouwwerk in het algemeen steeds worden uitgevoerd ‘naer den eisch van ’t werck’.

**Bestekken**

Een bestek was een document waarin bindende afspraken over het gewenste bouwwerk tussen aanbesteder en aannemer werden vastgelegd. Volgens die definitie was een bestek een beschrijving van de werkzaamheden aan een uit te voeren bouwwerk of gebouwonderdeel, waarin was vastgelegd waaraan het resultaat van de aannemer of uitvoerder van het werk moest voldoen.[180] Dit document bevatte dus een duiding van de materialen en een technische beschrijving van de werkzaamheden voor een aannemer, waarop deze kon calculeren en kon worden gecontroleerd.[181] Een bestek was met name nodig als de ontwerper niet de uitvoerder werd.[182] Meestal waren er aparte bestekken voor het timmerwerk en het metselwerk, soms ook voor het steenhouwerswerk of andere disciplines.[183] Deze splitsing is terug te voeren op de verschillende ambachten.

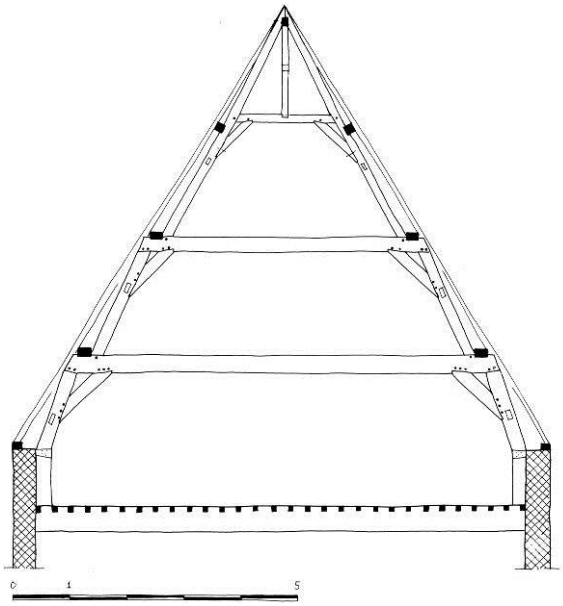
De opbouw van bestekken was meestal hetzelfde, eerst welk soort werk, dan de details van het bouwwerk en vervolgens algemene bepalingen over materiaalleverantie, opleveringstermijnen, betaling en garanties.[184] De meeste bestekken beschreven het uit te voeren werk logischerwijs van onder naar boven, in de volgorde van bouwen ‘voorgedacht’ en van groot naar klein.[185]
Het opstellen van het bestek werd over het algemeen door de opdrachtgever opgedragen aan een specialist uit het bouwvak, een architect, een stadsmeester, een aannemer, die technisch ter zake kundig waren.[186] Lang niet altijd is duidelijk wie dat geweest is.[187] Soms was het bestek ondertekend, en soms blijkt uit de rekeningen voor de bouw wie de bestekken had opgesteld. Bij het laat 16$^{de}$-eeuwse bestek voor een huis op perceel Rapenburg 69 waren het stadssecretaris Jan van Hout en landmeter en thesaurier extraordinaris Simon Fransz. van Merwen.[188] Achter op het bestek werd door Van Hout genoteerd: ‘t bewerp van ’t bestec van ’t huys van pens$^{rys}$’. Waarschijnlijk was Van Merwen verantwoordelijk voor de technische inhoud en Van Hout voor het schrijven van de tekst. Hetzelfde wordt vermoed voor het bestek en tekeningen uit 1592 voor het huis van Hogerbeets.[189] Het eerste ontwerp voor de nieuwe voorgevel van het Leidse stadhuis werd gemaakt in 1593 door stadssteenhouwer Claes Cornelisz., die ook nog een aangepast ontwerp maakte. De Haarlemse stadsbouwmeester Lieven de Key paste op verzoek van het stadsbestuur de plannen aan en hij stelde ook de bestekken op.[190] De Key was ook verantwoordelijk voor een eerste ‘heerlicxste’ ontwerp uit 1597 voor de nieuwbouw van het Gemeenlandshuis.[191] Dit bleek echter te kostbaar en meestertimmerlieden Jacob Quirijnsz. van Banchem en Jan Dirckz. vervaardigden een soberder ontwerp en daarvoor stelden zij tevens de bestekken op.[192] Voor het vernieuwen van een voorgevel van het Weeshuis aan de Hooglandsekerkgracht in 1627 kreeg Hendrick Cornelisz. van Bilderbeeck betaald voor een ‘patroon’ van de gevel en het opstellen van de bestekken. Deze bestekken werden verder uitgeschreven door timmerman Pieter Gerritsz. van der Speck.[193]

---

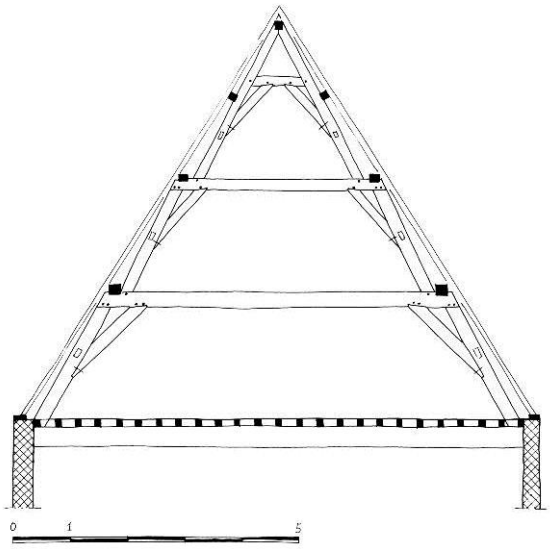
[179] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[180] Haslinghuis en Janse 1997, 71 en Van Tussenbroek 2013, 13.
[181] Meischke 1988, 115 en Hurx 2012, 352.
[182] Gerritsen 2006, 147.
[183] Janse 1965, 30.
[184] Van Tussenbroek 2013, 38-39.
[185] Gerritsen 2006, 140 en Van Tussenbroek 2013, 38.
[186] Gerritsen 2006, 148 en Van Tussenbroek 2013, 56-62.
[187] Meischke 1988, 115.
[188] Lunsingh Scheurleer et al. 1992b, 623 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 69, eind 16$^{de}$ eeuw.
[189] Lunsingh Scheurleer et al. 1990c, 480 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[190] Dröge 2001, 9-10.
[191] Meule 2000, 206 en Orsel 2013b, 28-29. Zie catalogusblad Breestraat 59, 1597 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[192] Meule 200, 206.
[193] Dröge 1990, 28.

In 1630 werd een nieuwe stadspoort, de Haarlemmerpoort, ontworpen door stadsmeestertimmerman Jan Jacobsz. van Banchem, waarna hij in 1631 ook de bestekken voor het houtwerk, het natuursteenwerk en metselwerk maakte.[194] In 1638 ontwierp stadsarchitect Van 's-Gravensande het commissarishuis voor de nieuwe trekweg langs de Vliet, Vlietweg 70-72, en stelde daarvoor ook de bestekken op.[195] Pieter Post ontwierp in 1657 de Waag en de Boterhal en aanvullend de overkapping van de Boterhal.[196] Hij vervaardigde echter niet de bestekken. Hoogstwaarschijnlijk deed timmerman Willem van der Helm dat.[197] Bij de bouw van het poortgebouw van het Jean Pesijnhof in 1683 waren de voorbereiding van het werk en de uitvoering nog meer vervlochten. De architect van het gebouw, Jan Bastiaensz. Loopwijck, stelde het timmerbestek op en nam het werk vervolgens ook aan.[198] Uit de gegevens voor de bouw van het poortgebouw van het Meermansburghof uit 1681 blijkt dat de ontwerper, stadsarchitect Jacob Roman, ook de bestekken maakte.[199] Hij voerde daarnaast kosten op voor detailtekeningen, voor een model van hout voor de poort met een ornament van was en voor het boetseren van een groot en een klein schild in potaarde. Hij blijkt ook als opzichter te hebben gefunctioneerd. Uit de beperkte gegevens kan voorzichtig worden geconcludeerd dat degene die verantwoordelijk was voor het ontwerp doorgaans ook betrokken was bij het opstellen van de bestekken, en dat deze soms verder werden uitgewerkt door een ambachtsman.[200]

Uit het onderzoek naar de vergelijkbare kapconstructies van het Rijnlandhuis uit 1597 en de Latijnse school uit 1599 blijkt dat degene die verantwoordelijk was voor de technische inhoud van het bestek bepaalde hoe de constructie werd vervaardigd.[201] De aannemer diende te timmeren wat beschreven stond. Uit de documentatie van de bewaarde constructies blijkt dat deze sterk overeenkomen (afb. 18-19).



18 Rijnlandhuis, Breestraat 59, 1597



19 Latijnse School, Lokhorststraat 16, 1599

Het bestek voor het Rijnlandhuis werd opgesteld door meestertimmerman Jacob Quirijnsz. van Banchem. Twee jaar later bouwde hij, ondertussen als stadstimmerman, de Latijnse school. Deze kapconstructies komen in hoofdlijn overeen, hoewel de kap van het Rijnlandhuis was aangenomen door de Medemblikse aannemer Pieter Aelbersz. Clocq. De toepassing van gekromde spantbenen was een bewuste keus voor een bruikbare zolder.

[194] Van Oerle 1975, 387-388.
[195] Wielen-De Goede 2006, 104.
[196] Terwen 1989 en Terwen en Ottenheym 1993, 186-190.
[197] Terwen 1989 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.
[198] De Baar 1983b, 13 en 15.
[199] Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hof Meermansburg, 1680-1685.
[200] Dit komt overeen met de bevindingen van Gerritsen; Gerritsen 2006, 141.
[201] Orsel 2013b. Dit is ook geconstateerd door Gerritsen; Gerritsen 2006, 85 en 146-148.

Clocq was op eigen initiatief bij de bouw van het bovenste spant afgeweken van het bestek, wat achteraf moest worden goedgekeurd door een Leidse timmerman. Clocq had dus nauwelijks vrijheid om de constructie naar eigen inzicht te vervaardigen. Bij aangenomen werk was de uit te voeren kapconstructie dus het 'handschrift' van de 'opsteller' van het bestek en tekeningen.[202]

In de bestekken konden voorwaarden worden opgenomen met betrekking tot de materiaalleverantie, werkzaamheden en oplevering. In de vestmeestersrekeningen over het Gravensteen uit 1463 stond bijvoorbeeld dat de aannemers zelf al het hout moesten leveren, behalve het wagenschot voor het dakbeschot.[203] In het bestek uit 1592 voor het huis van Hogerbeets stond dat de aannemer alleen het hout moest leveren.[204] Bij de bouw van de Waag in 1658 leverde de stad als aanbesteder het hout, maar bij de aanvullende werkzaamheden aan de Boterhal moest de aannemer het hout zelf leveren.[205] Uit de rekeningen in de kasboeken van het Meermansburghof tussen 1680-1685 blijkt dat de opdrachtgever de bouwmaterialen inkocht.[206]

De bestekken waren ook van belang bij de oplevering aan het einde van het bouwproces.[207] Tesamen met de eventuele tekeningen werden de bestekken door de opdrachtgever gebruikt om het geleverde werk te controleren, zoals voorbeelden van het rectorshuis bij het Statencollege uit 1594 en de Koepoort uit 1671 laten zien.[208] Daarom werden ook twee sets van bestek en eventuele tekeningen vervaardigd, één voor de aannemer voor de uitvoering en de andere set voor de opdrachtgever.[209] In sommige bestekken waren ook voorwaarden opgenomen ingeval de aannemer zijn werk niet op tijd af zou hebben. In het bestek uit 1592 voor een huis aan het Rapenburg stond dat de aannemer een boete, 'pene', van *ƒ* 6,- verbeurde voor elke dag dat hij te laat opleverde.[210] In de bestekken voor een herberg buiten de Zijlpoort uit 1593 en voor het Rijnlandhuis uit 1597 was dezelfde voorwaarde met 'pene' opgenomen.[211] In het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 was dit nog steeds gebruikelijk. De aannemer moest op tijd opleveren, op 'staat op verbeurten van 3 guldens daags'.[212] Als een werk eerder zou worden opgeleverd, kon dit beloond worden, zoals werd genoemd in het bestek voor de Hogewoerdsbinnenpoort uit 1669.[213]

Op de werk- en bouwplaats werd aan de arbeiders bier geschonken. In enkele bestekken stonden voorwaarden wie dit zou leveren. In het bestek van de Marekerk uit 1645 stond dat de aannemer voor zijn eigen bier moet zorgen.[214] Ditzelfde stond in het bestek van de Bibliotheca Thysiana uit 1654, de Waag uit 1658 en de Boterhal uit 1659.[215] In het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 stond dat op de bouwplaats het bier werd geleverd door de aanbesteders.[216] Op de werkplaats, 'winkel' genaamd, moest de aannemer zelf het bier leveren.

**Aanbesteden**

Als opdrachtgevers de werkzaamheden niet in regie wilden laten uitvoeren, was er de mogelijkheid dit aan te besteden. Dit kon onderhands of per openbare aanbesteding.[217] In een onderhandse aanbesteding werden één of meerdere partijen gevraagd een offerte voor een bepaald werk aan te bieden. Het voordeel ten opzichte van een openbare aanbesteding was dat er van tevoren een (kwaliteits)selectie op de aannemer(s) mogelijk was. Dit was een gang van zaken als de aanbesteder met voor hem bekende en vertrouwde aannemers in zee wil.

---

[202] Gerritsen 2006, 85 en 146-148 en Orsel 2013b.
[203] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[204] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[205] Terwen en Ottenheym 1993, 188 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658 en Boterhal, 1659.
[206] Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hof Meermansburg, 1680-1685.
[207] Van Tussenbroek 2013, 205-206.
[208] Gerritsen 2006, 89-92 en 147.
[209] Gerritsen 2006, 148.
[210] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[211] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593 en Rijnlandhuis, 1597.
[212] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[213] Van Oerle 1975, 394.
[214] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[215] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654, Waag, 1658 en Boterhal, 1659.
[216] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[217] Van Tussenbroek 2013, 71-74 en 105.

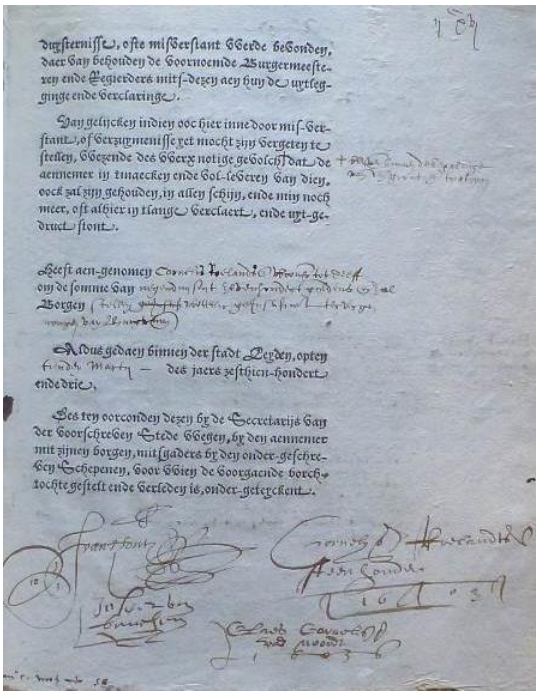
Een vroeg voorbeeld van de gang van zaken rond een werk, dat gedeeltelijk openbaar werd aanbesteed, is de verbouwing van het Gravensteen in 1463.[218] De verbouwing werd uitgevoerd door de stedelijke timmerlieden, die ook de houtaankoop en het transport regelden. Van de werkzaamheden werden alleen de kapconstructies van het Gravensteen en de traptoren apart openbaar aanbesteed: 'Item soe hebben die vestmeesteren bij consente van den Gerechte openbairlic bestedet'. De aannemers moesten daarbij zelf het hout leveren, behalve het wagenschot-dakbeschot, dat door de stad zou worden geleverd.[219] Voor de aankoop van dit wagenschot reisde de stadstimmerman naar Amsterdam. Uit deze rekeningen blijkt dat in de middeleeuwen de werkwijze niet anders was dan tegenwoordig. De aannemers werden namelijk ook betaald voor meerwerk, voor deurkozijnen, een dakvenster en de zoldervloer met ribben en 'starke eycken Deventer plancken'.

Hoe een aanbesteding verliep, is enigszins te volgen aan de hand van de rekeningen. Er werden kosten opgevoerd voor 'verdroncken', voor de omroeper en voor het timmergilde. Voor het vastleggen van de voorwaarden werd een contract: 'uutsneden cedulen' opgesteld, waarvoor een klerk werd betaald.[220] In de vestmeesterrekeningen van 1465 waren met het Gravensteen vergelijkbare openbare aanbestedingen aanwezig voor de kappen van drie muurtorens: 'Item hebben die vestmeesteren bij consent van den Gerechte openbairlic besteedt te maken ende mit wagenschot te decken die cappe van den groten toren bij Jacop van Zonnevelts' molen, dair die wercluyde alle dat canthout toe leveren souden op die mate ende steke die dairoff gegeven wort, uutgenomen dat wagenschot, dair men 't mede soude decken, dat soude die stede selve raeu dairtoe leveren dair uutsneden cedelen off gemaict worden. Item in derselver maniere ende voirwairde worden besteedt te maken die twie cappen opten toernen staende an die nuewe brugge opten Rijn ende die decken mit wagenschot dat die stede raeu dairtoe leverde'.[221]

Uit de gegevens over de 17de-eeuwse Leidse stadspoorten komt een wat willekeurig beeld naar voren wat wel en niet werd aanbesteed.[222] Van de Haarlemmerpoort besteedde de stad in 1631 het houtwerk, natuursteenwerk en metselwerk openbaar aan. Het leidak werd door de stad zelf uitgevoerd. In 1635 bouwden de stedelijke vaklieden in uurloon de Hogewoerdsbinnenpoort. In 1650 werd het metselwerk en natuursteenwerk voor de binnenpoort van de Witte Poort openbaar aanbesteed.
Het timmerwerk, het loodgieterswerk, het dakdekken en het smeedwerk voerden de stadswerklieden zelf uit. De werkzaamheden voor verplaatsing van de Hogewoerdsbuitenpoort in 1659 werden weer aanbesteed. Voor de Marepoort in 1664 werden de werkzaamheden volgens bestek aanbesteed, behalve het natuursteenwerk dat de stad leverde. De stad besteedde de werkzaamheden voor de Zijlpoort in 1666 volgens bestek aan, uitgezonderd echter het heiwerk. De stad voerde de bouw van de Morspoort in 1669 deels zelf uit, deels werd het werk uitbesteed. Het graafwerk en het metselwerk werd uitbesteed. De arbeiders van de stad voerden het heiwerk, timmerwerk, loodgieterswerk, smeedwerk en het schilderwerk uit. Het metselwerk, het timmerwerk, het grondwerk, het timmerwerk en de levering van een uurwerk voor de Hogewoerdsbinnenpoort werden in 1669 uitbesteed. De stadsvaklieden van de stadswinkel verzorgden de leidekking, het loodgieterswerk, het schilderwerk en het smeedwerk. Voor de Koepoort uit 1671 werd het metselwerk, graaf- en heiwerk, timmerwerk en ijzer- en smeedwerk uitbesteed. De werkzaamheden voor de Herenpoort besteedde de stad in 1682 weer geheel uit. Later, zo blijkt uit de nieuwbouw uit 1773/1774 voor het Weeshuis aan de Hooglandsekerkgracht, moesten alle (semi-)stadswerken openbaar worden aanbesteed.[223] Het ontwerp was gemaakt door stadstimmerman Jan van Warendorp. De regenten van het Weeshuis werkten echter liever met daggeld en wilden daarom de nieuwbouw onderhands aanbesteden.

---

[218] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[219] Zie voor het wagenschot-dakbeschot paragraaf Dakbeschot.
[220] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465. Kolman 1993, 144; een 'uutsneden cedule' is een exemplaar van een contract in een bepaalde vorm.
[221] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[222] Van Oerle 1975, 377-394.
[223] Dröge 1990, 38-39. In 1768 was met de aanstelling van Van der Boon als stadsfabriek besloten voortaan alle stedelijke werkzaamheden aan te besteden; De Baar 1996, 32.



20 Bestek Blauwe Poort, 1603 (ELO)

De gang van zaken rond de bouw van de Haarlemmerpoort geeft een goed beeld van een aanbesteding. Deze poort was een ontwerp uit 1630 van Jan Jacobsz. van Banchem.[224] In 1631 werden ook de bestekken voor het houtwerk, het natuursteenwerk en metselwerk door hem opgesteld. Deze werden per onderdeel openbaar aanbesteed. Van de aanbesteding werd in de belangrijkste steden in de provincie een affiche opgehangen. De aanbesteding vond op 2 april 1631 plaats in de Waag. Het timmerwerk werd aangenomen door de stadstimmerman Cornelis Claesz. van Noort. Maar er meldden zich geen aannemers voor het metselwerk en het natuursteenwerk en de aanbesteding werd daarom aangehouden. Eventuele gegadigden voor het werk konden zich melden op het raadhuis om te onderhandelen met de burgemeesters. Hendrick Cornelisz. van Bilderbeeck, stadsmeestermetselaar, nam uiteindelijk het werk aan, na tot overeenstemming te zijn gekomen met de burgemeesters. Het bestek voor de Haarlemmerpoort uit 1631 was gedrukt.[225]

Dit gold ook voor een bestek uit 1603 voor het natuursteenwerk voor de Blauwe Poort (afb. 20).[226] Door de opkomst van de drukpers aan het einde van de 16de eeuw werd dit mogelijk en dus gemakkelijker om het bestek te verspreiden.[227] Ook voor een nieuw huis aan het Rapenburg werd de openbare aanbesteding in 1592 bekend gemaakt door biljetten, die blijkbaar op veel plaatsen werden opgehangen: ‘billetten die zij tot dyen eynde alomme hebben doen anstellen’.[228]

Het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 geeft inzicht in het systeem van een aanbesteding en behandelde een aantal voorwaarden waaraan een aannemer moest voldoen om te mogen deelnemen aan de aanbesteding.[229] Zo moest er een verklaring worden overlegd of de aannemer gekwalificeerd was voor het aanbestede werk. Ook moest de aannemer één of meer borgen instellen, zodat risico’s niet voor rekening zouden komen voor de opdrachtgever. De gegadigden deden hun aanbestedingen, waarop een tweede ronde volgde in het Rijnlandhuis met alle aanwezigen waarbij het ingezette bedrag openlijk werd verlaagd, afgeslagen, totdat een van de gegadigden met de prijs akkoord ging. Dit stond bekend als het zogenaamde mijnen.[230] Dit systeem was in het belang van de opdrachtgever en zorgde voor een zo laag mogelijke aanneemprijs.[231] Het werk werd aangenomen door Pieters Aelbertsz. Clocq uit Medemblik, die het mijnde voor 1365 pond. Volgens voorwaarden overlegde hij een akte van de burgmeesters en raad van Medemblik dat hij gekwalificeerd was. Zijn broer stond borg voor hem. Uit het bestek uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort lijkt te kunnen worden afgeleid dat de aanbesteder kon kiezen uit vier prijsaanbiedingen.[232] In dit geval werd gekozen voor de laagste inschrijving.

---

[224] Van Oerle 1975, 387-388.
[225] Gerritsen 2006, 141 en Van Tussenbroek 2013, 89.
[226] Met dank aan bouwhistoricus Jan Dröge voor de datering. Zie ook Van Tussenbroek 2001, 143 en Gerritsen 2006, 141. Van Tussenbroek 2013, 87-88 meldt abusievelijk 1600.
[227] Van Tussenbroek 2013, 87.
[228] Lunsingh Scheurleer et al. 1990c, 568 en Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592. Het ligt voor de hand dat deze biljetten gedrukt waren, maar zeker is dat niet.
[229] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[230] Lintsen et al. 1993, 198-199 en 208-209.
[231] Van Tussenbroek 2013, 90-95.
[232] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.

Aan het einde van het bestek voor Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 stond dat de laagste inschrijver het werk zou krijgen.[233] Maar als er twee of meer laagste inschrijvers zouden zijn, is de keuze aan de besteder. Dat er niet altijd werd gekozen voor de laagste prijs, blijkt uit de aanbesteding van de kap van de omgang van de Marekerk uit 1645.[234] De laagste inschrijver met *ƒ* 760,- was timmerman, Jan Gerritsz., maar volgens stadsfabriek (leiding openbare werken, stadsarchitect) Arwent van 's-Gravensande was het niet mogelijk de kap voor dit bedrag te realiseren. De stad koos daarom voor Stoffel Bontebal en Claes Moreel die met *ƒ* 1.500,- hadden ingeschreven.

**2.2 Realisatie**

Als de plannen voor het initiatief waren uitgewerkt, goed bevonden en gegund, kon worden overgegaan tot realisatie. Dit werk lag in handen van vaklieden. Voor de uitvoering van de kapconstructie waren de timmerlieden de belangrijkste betrokkenen, aangevuld met zagers en smeden. Om in de stedelijke context van Leiden te kunnen werken, moesten deze ambachtslieden aangesloten zijn bij een gilde. De organisatie van deze ambachtsinstelling met zijn traditionele opleidingsvorm zal één van de factoren zijn geweest die de vormgeving en veranderingontwikkeling van de kapconstructie bepaalden. De organisatie én uitvoering van een bouwproject werden voornamelijk bepaald door de opdrachtgevers. Zoals eerder al duidelijk gemaakt is het een groot verschil of het een ordinair bouwproject was van een gewone burger of van een instelling als de stedelijke overheid of de leiding van een kerk of gasthuis waarbij vrijheid van gilderegels tot de mogelijkheden behoorde.

**Timmerlieden**

Het vervaardigen van kapconstructies van huizen was het werkgebied van de timmerman. Erkende meestertimmerlieden konden zelfstandig werken, maar vaak hadden ze een bedrijf met knechten en leerjongens.[235] Ook kon een maatschap worden gevormd van lokale vaklieden om grotere werken aan te kunnen. Dit kon voor de periode van het werk zijn, maar ook voor een bepaalde tijd.[236] Grotere timmerbedrijven hadden een werkplaats, waar de onderdelen van de constructies van tevoren op maat konden worden gemaakt.[237] Van de ordinaire werken werd weinig vastgelegd, maar de bewaarde 15$^{de}$-eeuwse rekeningen over de Pieterskerk (1407), het Catharinagasthuis (1454) en het Gravensteen (1463-1465) geven enig inzicht in de omvang van timmerploegen in die tijd.[238] In de rekeningen van de Pieterskerk kwam een timmerploeg voor, bestaande uit Bazelijs, Gherijt, Willem, Roedinc, Heynric, Heynric zijn zoon en Woytkijn, een ploeg van totaal zeven man.[239] Bazelijs of Bazelis/Basilis was de grafelijke timmerman.[240] De timmermannen werden soms bijgestaan door houtzagers. Voor de bouw van de houtconstructie van de uitbreiding van het Catharinagasthuis uit 1454 was een bouwploeg van vier man aangetreden: Aernt (knecht), Jan Pietersz. (knecht), Harmen (knecht) en Dirc Gerytsz., onder leiding van Jan Heynricxz. de timmerman.[241] Ter ondersteuning werd de ploeg gedurende een paar weken aangevuld met Jan Luycdickenaer en zijn gezel. In één week kwam ook de knecht Zeger voor. Aan het Gravensteen werkten in 1463 timmerman Jan Heynricxz., zijn knecht Dirc en zoon Allairt, soms aangevuld met andere timmerlui.[242]

De werktijden van de arbeiders wisselden als gevolg van het aantal uren daglicht.[243] Gemiddeld waren er ongeveer 250 werkdagen per jaar. In het zomerseizoen werkte men ongeveer twaalf uur en in de winter werd er gewerkt van daglicht tot donker, gemiddeld acht uur en drie kwartier. Dit kwam ook tot uitdrukking in het loon, dat in de winter lager was.

---

[233] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[234] Steenmeijer 2005, 175.
[235] Kolman 1993, 114-115 en 129.
[236] Kolman 1993, 121.
[237] Kolman 1993, 327.
[238] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460, en Vestmeestersrekeningen, 1460-1465. Helaas zijn er geen jongere rekeningen met uitgebreide gegevens beschikbaar, zodat over latere perioden weinig bekend is over de omvang van bouwploegen.
[239] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.
[240] Meischke 1988, 71.
[241] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[242] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[243] Janse 1965, 32-33.

Zo kreeg Willem van der Helm, als volleerd timmerman werkzaam voor de stad, in 1647 het gewone timmermansloon van 20 stuiver in de zomer en in de winter 17 stuiver.[244] De arbeid werd in stuk-, dag- of accoordloon afgerekend.[245] De betaling in dagloon was de meest gangbare manier van afrekenen.[246] Vanaf de 15de eeuw werd het gebruikelijker het werk, per ambacht, in één keer aan te besteden, om zo de kosten te drukken.[247] Naast de ordinaire bouwwerken waren er de meer institutionele opdrachtgevers als de steden, landsheren en grote organisaties als kerken, kloosters en gasthuizen.[248] De vaklieden in hun dienstverband, die waren aangetrokken om hun organisatorische en vakinhoudelijke kennis, werkten vaak tegen een vast loon.[249] De uitvoering van werken van meer institutionele opdrachtgevers kon op allerlei mogelijke manieren worden vormgegeven, van het in eigen beheer uitvoeren tot het volledige aanbesteden of allerlei mogelijke combinaties.[250]

**Timmerliedengilde**

In de middeleeuwen verenigden ambachtslieden en kooplieden zich in gilden. Hoewel er sprake was van lokale en regionale verschillen waren ambachtsgilden in het algemeen belangenverenigingen van bij een bedrijfstak betrokken werkers, meesters en knechten (of gezellen), die hun ambacht of handel organiseerden en controleerden dankzij de steun van lokale overheden.[251] Gilden zochten bij de stedelijke overheid bescherming tegen concurrentie van vreemdelingen en de plaatselijk overheid stelde de gilden in staat een monopolie uit te oefenen vanwege kwaliteitscontrole op de producten en de bewaking van de maatschappelijke orde.[252] Op het platteland kwamen gilden vrijwel niet tot ontwikkeling.[253] Omdat Leiden zich in de 13de eeuw ontwikkelde tot een prille stad met een centrumfunctie en een veelvormige economische bedrijvigheid, was er ook ruimte voor het ontstaan van ambachtsgilden.[254] In die tijd stonden de ambachten onder toezicht van het gerecht, het stadsbestuur van schout, schepenen en burgemeesters, maar er was geen plicht om tot een gilde te behoren. Pas in 1393 werd een keur op de gilden opgesteld.[255] In Leiden werd voor deze beroepsverenigingsvorm over het algemeen niet gesproken van gilden, maar van broederschappen.[256] Pas in de 16de eeuw veranderde dit naar gilde.

Gilden hadden in Leiden geen directe politieke macht en een groot deel van de economische macht werd uitgeoefend door de stedelijke overheid door de uitvaardiging van keuren, gericht op de regulering van nijverheid en handel.[257] Het gilde werd bestuurd door gekozen of benoemde meesters, aangeduid als dekens of homans, en gecontroleerd door het stadsbestuur.[258] Het gilde was mede bedoeld om te controleren of de gilderegels en de stedelijke keuren werden nageleefd.[259] Bovendien had het gilde een belangrijke sociaaleconomische betekenis.[260] Met behulp van de vastgelegde regels en keuren kon het bedrijfsleven worden gecontroleerd, toezicht worden uitgeoefend op de kwaliteit van goederen, producten en diensten en onderlinge concurrentie worden tegengegaan.

---

[244] De Baar et al. 1986, 25. Van der Helm werkte als stadmeestertimmerman zes dagen per week; Lambrechtsen 1994, 38.
[245] Janse 1965, 25; Kolman 1993, 137 en Meischke et al. 1997, 33.
[246] Kolman 1993, 137.
[247] Meischke et al. 1997, 33-34.
[248] Kolman 1993, 157, 184-185 en 257-258 en Meischke et al. 1997, 32.
[249] Meischke et al. 1997, 33.
[250] Van Essen 2011, 282.
[251] Janse 1965, 23; Lis en Soly 1997, 36; Van Maanen 2002, 96-97; Prak 2006 en De Vries 2009, 32.
[252] Kolman 1993, 105; Lourens en Lucassen 1997, 43-44 en Prak 2006, 1-7.
[253] Lourens en Lucassen 1997, 44-46 en Meischke et al. 1997, 32.
[254] Van Maanen 2002, 95-96 en Prak 2006, 3. Ten onrechte is eerder gedacht dat in Leiden het gildestelsel nooit heeft bestaan. Een verbod van de Graaf van Holland uit 1313 sloeg op rebelse bewegingen om de politieke orde in de stad te veranderen en niet op de beroepsbewegingen die in Leiden gewoon bestonden; Janse 1965, 23; Lourens en Lucassen 1997, 49-50 en Van Maanen 2002, 95-97.
[255] Netiv 2008, 70 en 75.
[256] Van Maanen 2009, 95-99.
[257] Lourens en Lucassen 1997, 44-51; Van Maanen 2002, 99 en Prak 2006, 8-9.
[258] Van Maanen 2002, 97 en Van Maanen 2003, 104.
[259] Van Maanen 2002, 97 en 99.
[260] Van Maanen 2002, 97 en 99 en Prak 2006, 1-7 en 17-18.

Door dit laatste kon de werkgelegenheid worden veiliggesteld en iedereen uit de bedrijfstak – bij gunstige economische omstandigheden – een fatsoenlijk bestaan worden bezorgd.[261] De belangrijkste taak van de gilden was de verdediging van de economische belangen van de leden, zowel tegen concurrentie onderling als van buiten de stad.[262] Iedereen die in een ambacht werkzaam was moest verplicht lid zijn van een gilde en burger zijn van de stad.[263] Nieuwkomers op de arbeidsmarkt moesten zich laten inschrijven als burger en poortgeld betalen aan de stad.[264]

Als gevolg van de deplorabele economische staat van Leiden in het midden van de 16de eeuw en de Reformatie werden vanwege hun religieuze achtergrond alle broederschappen, dus ook de gilden, opgeheven. Na het ontzet van 1574 was er toch behoefte aan het regulerende systeem en werden gilden heropgericht en bevestigd door nieuwe statuten, zogenaamde gildebrieven.[265] Met de economische bloei van de stad met een groeiende bevolking in de 17de eeuw namen ambachtsgilden in belang toe.[266] Het traditioneel georganiseerde gildesysteem onderging in de 17de en 18de eeuw nauwelijks wijziging. Onder invloed van de Franse Revolutie werden op grond van de staatsregeling van 1798 (Bataafse Republiek) de gilden in Leiden tussen 1798 en 1810 opgeheven.[267] Dit liep parallel met het verdwijnen van de economische zelfstandigheid van het stadsbestuur en daarmee hun macht om de Leidse burgers tegen concurrentie van buiten te beschermen.[268] Met het opheffen van de gilden verdween het aan het stedelijk burgerschap gekoppelde stelsel van opleiding in de praktijk, van kwaliteitsborging, maar ook van protectionisme en collectieve zorg.[269]

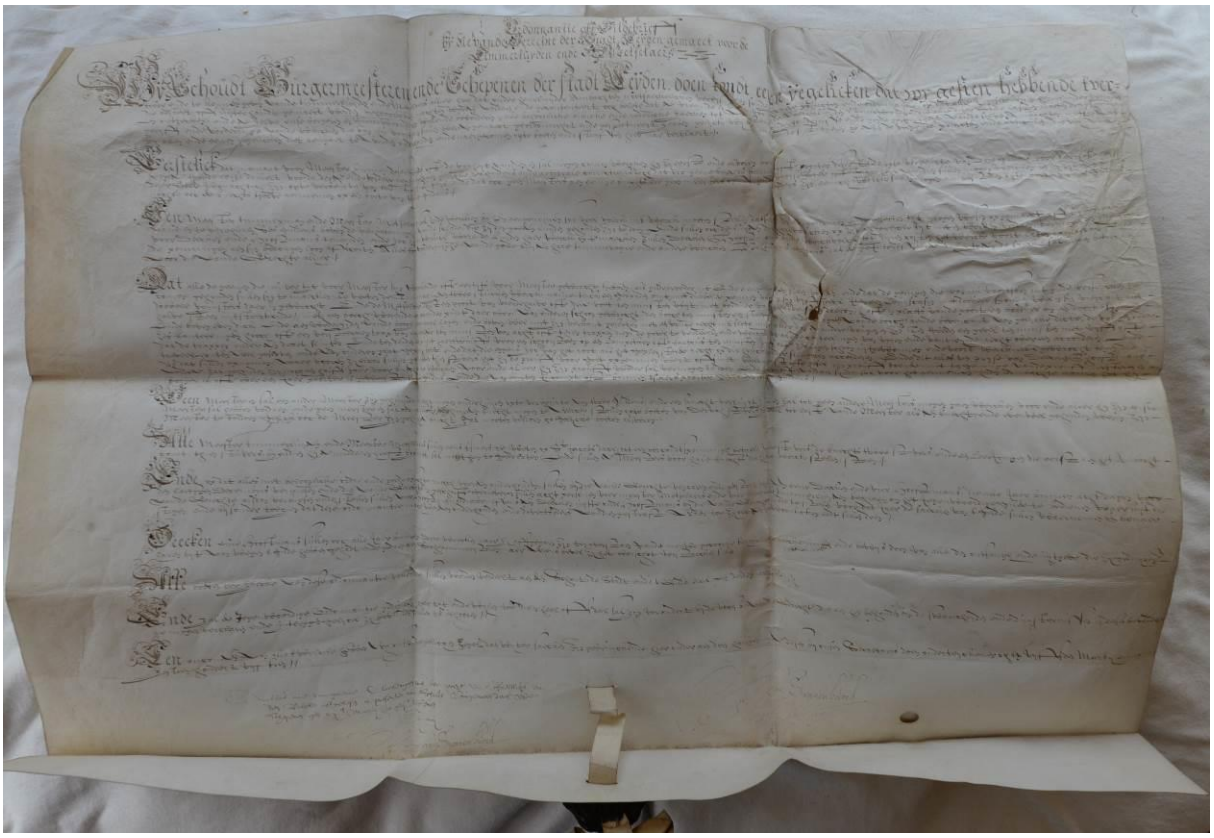
In Leiden zal het belangrijke ambacht van timmerman onder de gilderegels hebben gevallen.[270] Als gevolg van de gildedwang moesten bouwwerken worden uitgevoerd door lokale gildeleden. Vrijheid van de gildedwang was wel mogelijk.[271] Autoriteiten als de adel, de stedelijke overheid en kerkelijke instellingen benutten hun machtige positie om experts en arbeidskrachten van elders aan te stellen zonder inmenging van het lokale gilde.[272] Dit werd niet beargumenteerd op basis van de beoefening van de vrije kunsten, zoals veelal aangenomen, maar eerder op de onuitgesproken privileges van de opdrachtgever.[273] Een voorwaarde hiervoor was wel dat het gilde de gewenste producten of diensten niet konden leveren. Het gilde was voornamelijk verbonden met de lokale markt. De vaklieden en meesters van buitenaf, die voornamelijk werden aangetrokken om hun organisatorische en vakinhoudelijke kennis, kunnen een belangrijke invloed hebben gehad op de verspreiding van bouwwijzen.[274] Dit verklaart de schijnbare tegenstelling tussen de grote mobiliteit van werklieden en architecten met een expertise, capaciteit, kennis en/of kunstvaardigheid van bovenlokaal niveau en de gildedwang op lokaal niveau.[275] In Leiden waren vanaf 1451 de timmerlieden, die de hier onderzochte kapconstructies vervaardigden, verenigd in het St.-Jozefsgilde.[276] Tussen 1536 en 1538 kwamen daar de metselaars met de Vier Gekroonden als beschermheiligen tijdelijk bij. Het gilde onder St.-Jozef als patroon werd voor het laatst genoemd in 1578.

---

[261] Van Maanen 2002, 97-98; Van Maanen 2003, 103 en Van Tussenbroek 2013, 139, 179 en 182.
[262] Van Maanen, 2003, 99.
[263] Van Maanen 2002, 97.
[264] De Vries 2009, 32.
[265] De Baar 2015.
[266] Lourens en Lucassen 1997, 51-57 en 59.
[267] Lourens en Lucassen 1997, 57-58; Krabbe 1998, 22; Van Maanen 2003, 105; Prak 2006, 15-17 en De Vries 2006b, 3.
[268] Van Maanen 2003, 105.
[269] De Vries 2006b, 3.
[270] Van Maanen 2002, 97.
[271] Hurx 2012, 54-65.
[272] De Vries 2001a, 80 en Hurx 2012, 60.
[273] Van den Heuvel 1946, 622-623; Kolman 1993, 326-327 en Hurx 2012, 65.
[274] Meischke et al. 1997, 33.
[275] De Vries 2001a, 79; Hurx 2012, 65 en Van Tussenbroek 2013, 25 en 75.
[276] Van Maanen 2002, 100 en Van Maanen 2003, 100.

In 1615 werd een nieuwe gildebrief voor het gezamenlijke gilde van de timmerlieden en metselaars opgesteld, inclusief een omschrijving waaraan de gildeproeven moesten voldoen (afb. 21).[277] Kort voor 1648 werd het gilde weer opgesplitst.[278] Het timmerliedengilde bleef bestaan tot 1810.[279] De smeden waren verenigd in het gilde van St.-Eloy, dat actief was tussen 1432 en 1810. De smeden waren verplicht een meesterproef af te leggen. De houtzagers hadden slechts een gildeverband tussen 1616 en 1650 en hoefden geen proef af te leggen.[280]

'Timmeren' had een veel bredere betekenis dan tegenwoordig. De timmerlieden waren betrokken bij het houtwerk op de bouwplaats, maar voor het fijnere werk waren de kistenmakers en de schrijnwerkers verantwoordelijk.[281] Onder het timmerliedengilde waren meestal diverse ambachten verenigd waarbij het bewerken van hout het gemeenschappelijke kenmerk was.[282] In Leiden was St.-Jozef tot 1578 ook de patroon de stoeldraaiers en de schrijnwerkers.[283] Uit het register van het timmerlieden blijkt dat er na 1615 vooral timmerlieden als meester werden ingeschreven.[284]
Dit werd verder niet nader gespecifieerd in bijvoorbeeld huis- of scheeptimmerlieden. Heel soms betrof het een inschrijving van een zogenaamde witwerker, een bewerker van zachte houtsoorten zoals vuren.[285]



21 Voorblad van de gildebrief van het St.-Jozefsgilde voor timmerlieden en metselaars, 1615 (ELO)

[277] ELO, Archieven van de gilden, 0509, inv.nr.1110, Ordonnantie of Gildebrief by die van de Gerechte der Stadt Leyden gemaeckt voor de Timmerluyden en de Metselaers, uit 1615. Perkament met het grootzegel van de stad Leiden.
[278] Den Hartog 2011, 260.
[279] Van Maanen 2003, 100 en 105.
[280] Van Maanen 2003, 100.
[281] Janse 1965, 31.
[282] De Vries 2009, 37.
[283] Van Maanen 2003, 100.
[284] ELO, archieven van de gilden, 0509, inv.nr. 1115 register van het afleggen van de gildeproeven, uitsluitend voor de timmerlieden, 1615-1778.
[285] Haslinghuis-Janse 1997, 520. In de inschrijvingen is geen verder onderscheid zoals huistimmerlieden.

In de middeleeuwen hadden de meeste gilden een gildealtaar of -kapel.[286] Indien een gildebroeder kwam te overlijden verzorgde het gilde een begrafenis in de gildekapel of bij het gildealtaar. Het St.-Jozefsgilde had vanaf 1532 een altaar in de Pieterskerk, dat tot aan de Reformatie in 1578 heeft bestaan. In de plaats van altaren en kapellen kwamen na de Reformatie gildeborden. Het bord van het timmerliedengilde hangt in het zuidtransept van de Pieterskerk en dateert uit 1648 (afb. 22).[287] Kort daarvoor was het gilde opgesplitst in twee aparte gilden voor timmerlieden en metselaars, vandaar dat op het bord alleen timmergereedschap werd afgebeeld. Het bord heeft een centraal paneel omkaderd met rolwerk en allerlei timmermansgereedschap als bijlen, beitels, boren, schaven, vijlen, zagen, hamers, nijptang en pas- en meetinstrumenten. Centraal bovenin werd het wapenschild van het gilde geplaatst, met links en rechts de wapenschilden van Holland en Leiden.

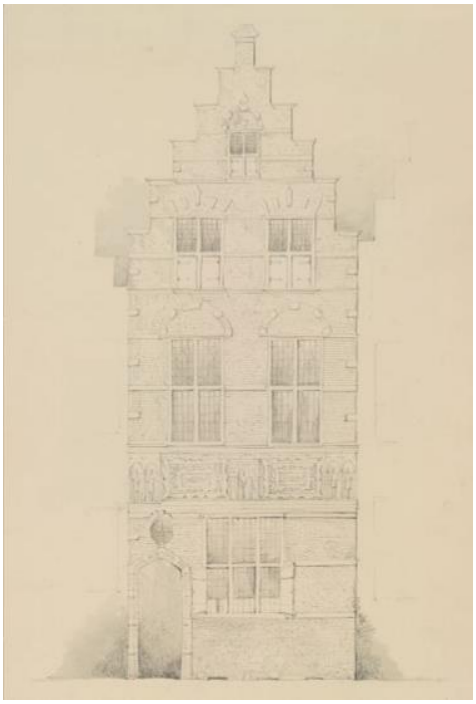
Op een lijst boven het paneel staat: ‘die op den sant gront bout doet dwaeslick en onder het paneel: alles wat u over comt dat lijdet meest geduldiych in allerley bedrouffenys’. Op het paneel zelf staat geschilderd:

‘Ghij die door konstich timmer-werck
Paleijsen bout en huijsen sterck
Het welck verciert de stadt en straet
Door dien het in sijn orden staet
Bemerckt hoe Joseph u patroon
Doen hij gheleyde godes zoon
Met timmer-werck sijn voetsel wan
Lof segghen wij dan timmer man
Die ons als tot een voorbeelt streckt
Waer door oock andre sijn verweckt
Die door de tijt en met de Mey
Haer handen slaen aen desen reij’

En daaronder: ‘Sijrach.cap.2.vers.3. hout vaste ende lijdet u ende en wanckelt niet / wanneer men u daer van locket hout u aen godt ende wijckt niet op dat ghij altoos stercker wordet’. Het bord werd ‘Geschoncken uut Jonsten Milt van I.I.D. MEY ter Eeren Josephs Gilt’.

22 Gildebord (1648) van de timmerlieden in het zuidtransept van de Pieterskerk

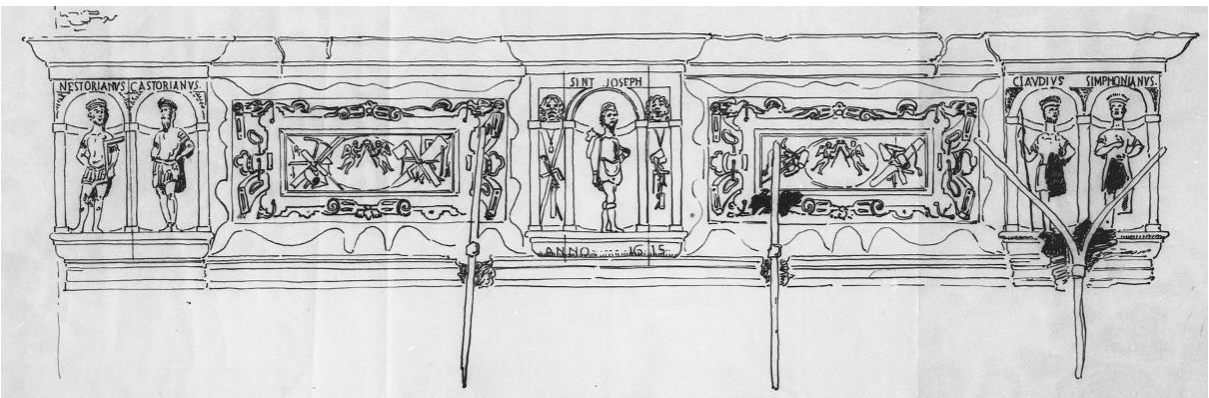
[286] Van Maanen 2003, 100 en Den Hartog 2011, 253.
[287] Den Hartog 2011, 253-261.



23 Voorgevel Gildehuis (ELO)

In 1615 werd aan de Oude Vest, op een nieuw perceel in de stadsuitbreiding van 1611, een gildehuis voor het timmerlieden- en metselaarsgilde gebouwd.[288] De kosten waren *f* 1850,-, deels opgebracht door de gildebroeders en deels door het gerecht.[289] Het was in eigendom van de 'Deecken' en de 'Hooftmannen' van het St.-Jozefsgilde. Het gildehuis stond op de plek van Oude Vest 87 en werd in 1856 gesloopt, nadat het al in 1827 geliquideerd was. Van de gevel zijn verschillende afbeeldingen bewaard, zodat bekend is hoe deze er uit heeft gezien.[290] Het pand van twee bouwlagen hoog had een bakstenen trapgevel met houten kruisvensters en natuurstenen entreepoort, lijsten, blokken en een gevelbreed rijkversierd fries (afb. 23). Dit verwees naar het in het huis gevestigde timmerlieden- en metselaarsgilde. Centraal in het fries stond in een, met timmergereedschap gedecoreerde nis St.-Jozef de schutspatroon van de timmerlieden (afb. 24). St.-Jozef droeg, volgens foto's van het beeld, een zaag over zijn schouder als zijn kenmerkende attribuut, met daaraan een mand met gereedschap, als verwijzing naar zijn beroep als timmerman.

Op de uiteinden van het fries stonden in dubbelnissen de zogenaamde Vier Gekroonde Heiligen (Quattro Coronati), de patronen van de metselaars. Dit zijn Nestorianus, Castorianus, Claudius en Simphronianus, christelijke metselaars die onder keizer Diocletianus de marteldood vonden.[291] Ook waren er twee rechthoekige rolwerkcartouches met metselaars- (en steenhouwers)gereedschappen en een door engelen gedragen en een gekroonde passer. Verder was, waarschijnlijk boven de deuropening, een opschrift aanwezig.[292]




24 Tekening fries van de voorgevel van het timmerlieden- en metselaarsgildehuis aan de Oude Vest (ELO)

[288] Pelinck 1949, 97-100; Meischke et al. 1997, 76; De Vries 2009, 46, noot 32 en Den Hartog 2011, 260.
[289] Pelinck 1949, 98 en Meischke et al. 1997, 76.
[290] ELO, PV29612 en 29613.
[291] Pelinck 1949, 99 en King 2007, 67. De beelden van St.-Jozef, Nestorianus en Castorianus zijn bewaard gebleven. Zij zijn in het bezit van het Koninklijk Oudheidkundig Genootschap en bevinden zich in het depot van het Rijksmuseum in Lelystad. De twee andere heiligenbeelden en de ornamenten werden verpulverd voor pleister; Pelinck 1949, 97.
[292] Van Lennep en Ter Gouw 1869, 143. Medegedeeld door W.J.C. Rammelman Elsevier. De tekst was: 'Als hier proef werd gedaen, Wilt dit te recht verstaen, Mach niemant vremts hier kijken, Op twaelf stuyvers boet, 't Wert voor den armen goet Gegeven en voor rijken. 1660'.

**Gildeproef**

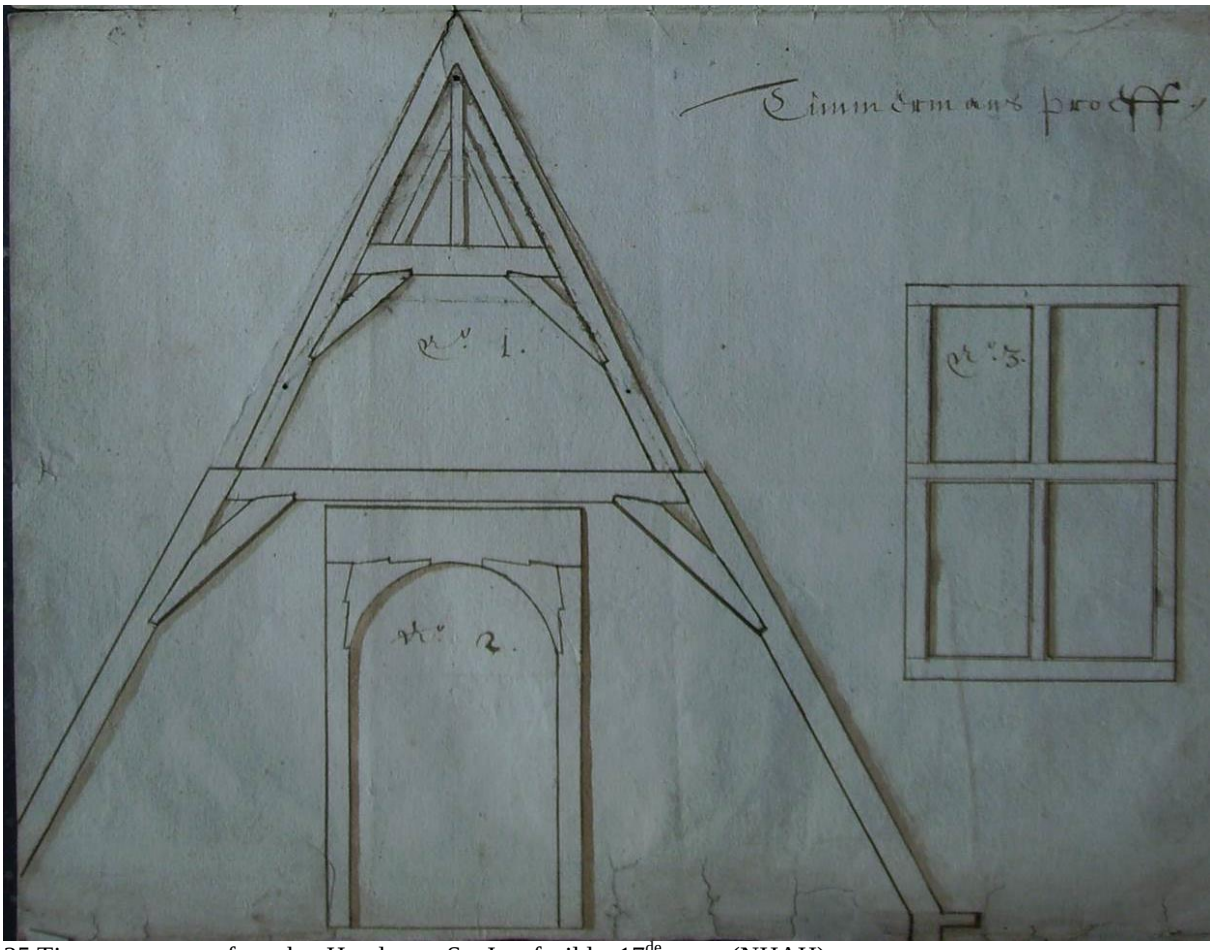
Timmerambachtslieden werden opgeleid binnen het gilde, van leerling, via gezel tot meestertimmerman. Dit beroepsopleidingssysteem bestond uit het in de dagelijkse bouwpraktijk leren van vaardigheden, inzichten en kennis.[293] In Nederland werden vrijwel overal in de 16de en 17de eeuw formele statuten voor de gilden opgesteld, hoewel ze al eerder functioneerden.[294] Hiermee poogden de gilden, onder druk van vernieuwingen en personele verplaatsing, hun werkterrein af te bakenen.[295] In de loop van de 16de eeuw verscheen voor het eerst de toelatingseis in de vorm van een proef.[296] Het afleggen van een gildeproef was een vereiste om als vrij werkende gezel of meester erkend te worden. Deze status werd niet altijd expliciet genoemd, maar was vereist om leerjongens op te leiden en werk aan te kunnen nemen.[297] De vroegste bekende omschrijving van een gildeproef voor timmerlieden stamt uit Bergen op Zoom en dateert uit 1508.[298] Het lijkt erop dat afleggen van een gildeproef onbekend was eerder in de middeleeuwen.[299] Het gilde bepaalde de proef, dus wat de vakman moest beheersen.[300] Deze gildeproef bestond uit het maken van een aantal werkstukken, soms vergelijkbaar met naburige steden.[301] De aard van de proef gaf aan welke werkstukken c.q. bouwkundige onderdelen maatgevend voor kwaliteit waren, hoewel de omschrijving van het werkstuk doorgaans beknopt was.[302] Voor timmerlieden kon dat een kruiskozijn, spiltrap en/of een kapspant zijn.[303] Vaak bleef deze proef door de eeuwen heen hetzelfde, terwijl architectuur en bouwvormen aan verandering onderhevig waren.[304] Zo bleef het kruiskozijn als proef in gebruik, terwijl in de bouwpraktijk vanaf het einde van de 17de eeuw al schuiframen werden toegepast. Wel was er een toenemende nadruk op de theoretische, tekenkundige en mathematische kant van de proef.[305]

In Leiden stelde in 1615 schrijver-secretaris J. Swanenburg de gildebrief op van het toen nog gezamenlijke gilde van de timmerlieden en metselaars (afb. 22).[306] Deze statuten werden in 1637 aangevuld met 'ampliaties'.[307] De gildebrief bevatte voorwaarden en toelatingseisen om broeder in het gilde te mogen worden en voorschriften waar deze zich aan moest houden. De eerste voorwaarde voor het toetreden tot het gilde was het poorterschap: 'poorter deser stede'. Tezamen met de gildebrief was in 1615 begonnen met een register.[308] In 1615 bij het opstellen van de gildebrief en de aanvang van het register werden de toenmalige werkzame meestertimmerlieden, in totaal 104, allemaal erkend en ingeschreven. Uit de latere inschrijvingen blijkt dat nieuwe gildebroeders een gildeproef hebben afgelegd als één van de toelatingseisen. Hun inschrijving was meestal als volgt opgebouwd: '[…] heeft syn proef gedaen en is voor Meester Timmerman aangenomen'.[309] Het laatste gildelid werd ingeschreven in 1778.

---

[293] Medema 2011, 141-142.
[294] De Vries 2007, 148.
[295] De Vries 2006b, 3; De Vries 2007, 148-150; De Vries 2008, 224-227 en Medema 2011, 141-142.
[296] De Vries 2009, 32.
[297] De Vries 2009, 43.
[298] De Vries 2009, 33.
[299] De Vries 2007, 148.
[300] De Vries 2009, 33.
[301] De Vries 2009, 32.
[302] De Vries 2009, 43.
[303] De Vries 2008, 227.
[304] De Vries 2009, 32.
[305] Gerritsen 2006, 148-149; De Vries 2006b, 3-7; De Vries 2009, 43; De Vries 2010, 140-141 en Medema 2011, 142.
[306] ELO, Archieven van de gilden, 0509, inv.nr.1110, Ordonnantie of Gildebrief by die van de Gerechte der Stadt Leyden gemaeckt voor de Timmerluyden en de Metselaers, uit 1615. Perkament met het grootzegel van de stad Leiden. Zie ook De Vries 2007, 150 en De Vries 2009, 37.
[307] ELO, Archieven van de gilden, 0509, inv.nr.1111, Ordonnantie voor de timmerlieden en metselaars, 1615 met ampliaties 1637. Zie ook De Vries 2007, 150.
[308] ELO, archieven van de gilden, 0509, inv.nr. 1115 register van het afleggen van de gildeproeven, uitsluitend voor de timmerlieden, 1615-1778.
[309] ELO, archieven van de gilden, 0509, inv.nr. 1115 register van het afleggen van de gildeproeven, uitsluitend voor de timmerlieden, 1615-1778. Soms is er sprake van 'ingeschreven' en soms is er vermelding bij de inschrijving van 'Deecken en Hooftmannen'.

De gildeproef voor de timmerlieden betrof in 1615 een gebonden bint en een kruiskozijn: ‘degenigen die van nu voorstaen int gild versoucken te comen gehouden sullen sijn te maecken, te weten de timmerluyden twee stucken werck, namentlic een gebonden bint met dubbelde pennen wel in sijn vijfsteeck. Item een cruijscasijn met dobbele spongen wel in syn viercant met dobbele veijnsters daer ingewrocht’.[310] Na het met goed gevolg afleggen van de proef en betaling van de oorkondspenning, de jaarlijkse contributie, werd de timmerman als meestertimmerman aangenomen in het gilde. De Leidse proef met een kruiskozijn en een spant met dubbele pennen was vergelijkbaar met veel andere steden: Amsterdam, Antwerpen, Arnemuiden, Bergen op Zoom, Breda, Delft, Goes, Gouda, Groningen, Haarlem, ’s-Hertogenbosch, Hoorn, Nijmegen, Rotterdam, Tholen en Zutphen.[311] Met de dubbele pennen van het gebint zal een uitvoering met een enkele pen- en gatverbinding aan beide uiteinden van het korbeel bedoeld zijn geweest. Dubbele pennen in een verbinding, zoals De Vries suggereert, kwamen in Leiden namelijk slechts voor in zware houtconstructies van bijvoorbeeld kerken.[312] De gedocumenteerde voorbeelden in de catalogus hebben allemaal enkele pennen.



25 Timmermansproef van het Haarlemse St.-Jozefsgilde, 17de eeuw (NHAH)

Van de proef van het Haarlemse St.-Jozefsgilde is een getekend voorbeeld uit de 17de eeuw bewaard gebleven (afb. 25).[313] Opmerkelijk is dat het getekende voorbeeld van een spant bouwkundig niet lijkt te kloppen. Het onderste spant werd namelijk getekend als een tussenbalkspant met korbelen.
Dit is bijzonder, aangezien in Haarlem en haar regio, evenals in Leiden, in deze periode alleen dekbalkspanten voorkwamen.[314]

[310] ELO, Archieven van de gilden, 0509, inv.nr.1110, Ordonnantie of Gildebrief by die van de Gerechte der Stadt Leyden gemaeckt voor de Timmerluyden en de Metselaers, uit 1615. Zie ook De Vries 2008, 232.
[311] De Vries 2009, 35 en 44-45.
[312] De Vries 2009, 34.
[313] De Vries 2009, 38.

Ook het bovenste deel van het stapelspant heeft een bevreemdende opzet, met een combinatie van een driehoekspant met spantbalk en een afgeschoorde nokstijl. Die combinatie was overbodig, aangezien de spantbenen van het driehoekspant al een nok vormden en een vermoede nokgording konden dragen. Deze combinatie van driehoekspant en afgeschoorde nokstijl is vanuit de gedocumenteerde kapconstructies in Nederland vooralsnog onbekend.[315] Hoe deze tekening binnen de gangbare bouwpraktijk moet worden geïnterpreteerd is onduidelijk. Wellicht bood de tekening de timmerman de mogelijkheid zijn inzicht te tonen in het oplossen van problemen naar eigen inzicht.[316] Ook het kruiskozijn met de onderbroken zijstijlen lijkt niet te kloppen.

In Leiden is het mogelijk dat de gildeproef, net als die van de metselaars, als praktisch toepasbaar werkstuk beschikbaar kwam voor bouwprojecten.[317] Dit is namelijk vergelijkbaar met steden als Haarlem en Dordrecht, waar gebouwen voor het onderbrengen van metselaarsproeven, zoals wel aanwezig in Amsterdam, Delft of Amersfoort, ontbraken.

In sommige steden kwam tot een zekere modernisering van de opgave. Maar de meeste gilden hielden tot ver in de 18$^{de}$ eeuw vast aan verouderde werkstukken, onderdelen die in de praktijk van het bouwen niet meer gangbaar waren.[318] Omdat de gilden een opleidingsstelsel van leerjongen tot gezel en meester hadden, waarbij lokaal kennis en ervaring mondeling en aanschouwelijk werd overgebracht, deden vernieuwingen of moderniseringen zich slechts op beperkte schaal voor.[319] Het stelsel van het timmerliedengilde voorzag niet in creatief vormgeven, noch in het opleiden tot 'architect'.[320]

In het algemeen lijkt het erop dat in de loop van de 16$^{de}$ eeuw en de 17$^{de}$ eeuw de gilden zich sterker gingen profileren naarmate het stadsbestuur meer het belang van regenten, bestuurders en handelaren vertegenwoordigde die verder van het handwerk en de praktijk afstonden.[321] De rijke vertegenwoordiging van de gilden in de Leidse Pieterskerk voor de Reformatie en slechts vijf gildeborden daarna duidt erop dat de gilden na de Reformatie veel van hun macht en aanzien kwijtraakten.[322] Het opstellen van een gildebrief met zijn verplichtingen in 1615, en het bouwen van het nieuwe gildehuis in datzelde jaar en het gildebord uit 1648 hingen vermoedelijk samen met een krachtiger profileren van het timmerlieden-metselaarsgilde om hun eigen ambacht sterker af te bakenen. Dit hing tevens samen met de ontwikkelingen in de stad. Na het Leids ontzet van 1574 was er een toestroom van (geloofs)vluchtelingen uit de Zuidelijke Nederlanden, waardoor de bevolkingsomvang enorm toenam. Het stadsbestuur wilde deze mensen om economische redenen graag in Leiden opnemen. Huisvesting was daarom prioriteit en werd door het stadsbestuur gestimuleerd.[323] Zo werd bijvoorbeeld de keur met de verplichting tot de aanleg van beerputten buiten werking gesteld, waardoor de goedkopere, op de grachten lozende, riolen mochten worden aangelegd. De vervuiling van het oppervlaktewater werd daarbij voor lief genomen. Het vaststellen van een gildebrief in 1615 kan worden uitgelegd als een protectionistische poging van het timmerlieden- en metselaarsgilde om de gildedwang en -verplichtingen te bewaken en in stand te houden. Kort daarvoor, in 1611, was de stad fors uitgebreid om de woningnood te ledigen en ruimte te geven aan de groeiende lakenindustrie. Mogelijk vreesde het gilde dat het stadsbestuur, om het volbouwen van de stadsuitbreiding te bespoedigen, de gildeverplichtingen zou verlichten of opheffen. Door het bouwen van een gildehuis in 1615 werd het bestaan van het timmerlieden- en metselaarsgilde duidelijk getoond aan de buitenwereld. Door dit te bouwen in de nieuwe uitbreidingswijk werd juist daar een duidelijk signaal afgegeven. Uiteindelijk werd het monopolie van de gilden toch door het stadsbestuur doorbroken.

---

[314] Janse 1989, 121; tussenbalkspanten kwamen voor in het rivierengebied tussen 's-Hertogenbosch, Venlo, Nijmegen en Arnhem en worden ook Nijmeegse spanten genoemd.
[315] Zie voor kappen met nokspanten; Janse 1989, 134-146 en de catalogus.
[316] Met dank aan bouwhistoricus Maarten Enderman voor deze suggestie.
[317] De Vries 2007, 150-151 en 155.
[318] De Vries 2008, 227 en Medema 2011, 142.
[319] Hoving 1994, 32-34; De Vries 2008, 224-225; De Vries 2009, 43 en Medema 2011, 141-142.
[320] De Vries 2009, 43.
[321] Van Tussenbroek 2013, 75 en De Vries 2009, 43.
[322] Den Hartog 2011, 261.
[323] Van Oosten 2014, 226-232.

Bij de aanvang van een nieuwe stadsuitbreiding werd namelijk in 1644 aan vaklieden, zoals timmerlieden, schrijnwerkers, smeden, etc., van buiten de stad vergunning verleend om binnen de stad te werken ondanks het feit dat ze geen poorter waren of een proef hadden afgelegd.[324] De reden hiervoor was dat de huizenbouwers, gildeleden, niet meewerkten aan een 'spoediger ende behoorlycker voltreckinge'. Hierdoor had de bouw van de huizen een veel te 'tragen voortgangh' en bovendien leidde dit tot ernstige prijsstijgingen.[325] Het stadsbestuur gaf de bouwwereld echter niet de vrije hand. De keuren bleven in werking en vooral met welstandsbepalingen werd ook gestreeft naar een 'fraij gesicht […] tot vercierende der stad'.[326] Uit de continue inschrijvingen in het register van de timmerlieden, ook in 1644, 1645 en volgende jaren, ten tijde van de vrijstellingsvergunning, blijkt dat het timmerliedengilde gewoon in stand bleef.[327] In 1646 maakte de stad de vergunning alweer ongedaan.[328]

Met de verwijdering tussen het stadsbestuur en het gilde, het doorbreken van het gildemonopolie, de traditionele instelling van het gilde met het verouderde karakter van de proeven en de steeds hoger wordende toetredingsgelden werden ruim voor het afschaffen van het gilde in 1795 de oorzaken voor het aanstaande einde van het gildestelsel al zichtbaar.[329]

In aanvulling op de verouderde interne opleiding schoolden in de 18$^{de}$ eeuw ambachtslieden zich door zelfstudie van theoretische en praktische hand- en voorbeeldboeken.[330] Vanaf de tweede helft van de 18$^{de}$ eeuw werd dit aangevuld met opleidingsinstellingen, zoals De Maatschappij tot Nut van 't Algemeen uit 1784.[331] In Leiden werd in 1785 'Mathesis Scientiarum Genitrix' (MSG, wiskunde is de moeder der wetenschappen) opgericht door het 'Leidse genootschap der Beschouwende en Werkdadige Wiskunde'.[332] Hier werd avondonderwijs gegeven met wiskunde, rekenkunde, burgerlijke bouwkunst, werktuigbouwkunde en tekenkunst, gericht op minder bedeelden om hen 'uit hun bestaan van soberheid en armoede op te trekken' en zodoende bij te dragen 'tot de voorspoed van de gehele natie'. De 18$^{de}$-eeuwse opleidingen leverden geschoolde ambachtslieden op die in staat waren ordinaire gebouwen te ontwerpen en uit te voeren.[333] Met aanvullende zelfstudie van buitenlandse, vooral Franse, architectuurtheoretische literatuur kon de ambachtsman zich ontwikkelen tot een bekwaam ontwerper.[334] Zo ontstond een meer theoretisch gerichte ontwerppraktijk, die bovendien werd beïnvloed door constructieve vernieuwingen uit het buitenland.[335]
De afschaffing van de gilden zorgde voor een kennisleemte, die werd ingevuld door nieuwe maatschappijen en academies zoals de Delftse school voor ingenieurs (1805), de Maatschappij tot Bevordering der Bouwkunst (1842) en het ambachtsonderwijs (1844).[336]

---

[324] Posthumus 1939, 977-978; Van Oerle 1975, 361 en Van Oosten 2014, 226.
[325] Posthumus 1939, 977-978 en Van Oerle 1975, 361.
[326] Van Oerle 1975, 359 en Orsel 2007c, 11-12.
[327] ELO, archieven van de gilden, 0509, inv.nr. 1115 register van het afleggen van de gildeproeven, uitsluitend voor de timmerlieden, 1615-1778.
[328] Posthumus 1939, 977-978. Het handhaven van de keuren, welstandbepalingen en het gilde en het slechts voor twee jaar opheffen van de gildedwang is in tegenstelling met de bewering, in het recente proefschrift van Roos van Oosten, dat het Leidse stadsbestuur vanaf 1583 de bouwwereld geen stroobreed meer in de weg legde; Van Oosten 2014, 226 en 231.
[329] Krabbe 1998, 22-23 en De Vries 2009, 43.
[330] Krabbe 1998, 22-35; Bosma et al. 2007, 429-430 en Röell 2010, 41-43.
[331] De Vries 2006b, 13 en Röell 2010, 55-57.
[332] Krabbe 1998, 23-26.
[333] Krabbe 1998, 29-30.
[334] Krabbe 1998, 29-35 en Bosma et al. 2007, 429-430.
[335] Schmidt 2006, 19-24 en 59 en De Vries 2008, 225.
[336] Krabbe 1998, 24-26; De Vries 2006b, 13 en Röell 2010, 43 en 55-57.

**2.3 Samenvatting Bouwen**

Het samenspel van opdrachtgevers, de inrichting van het bouwbedrijf en de planvorming, ontwikkeling en realisatie had invloed op de vormgeving en uitvoering van de constructie van kapconstructies. In de onderzochte periode bestond de bouwwereld in het algemeen uit twee, niet geheel gescheiden, markten: één voor de ordinaire werken van particuliere opdrachtgevers en één voor exceptionele bouwwerken van institutionele opdrachtgevers als de kerkelijke instellingen, de stad en andere invloedrijke, machtige opdrachtgevers. Kapconstructies op huizen waren ordinaire bouwwerken, die in het algemeen werden uitgevoerd als routinewerk, waarbij werd gewerkt op basis van ambachtelijke bouwkundige tradities: 'naer den eysch van 't werck'. Dit had juridische betekenis en duidde dat het werk moest voldoen aan algemeen geldende kwaliteitsnormen.

Op basis van gildedwang vond de uitvoering van de ordinaire bouwwerken verplicht plaats door gildeleden. Het gildesysteem was een protectionistisch systeem waarbij ambachtslieden en kooplieden, onder toezicht van het stadsbestuur, per ambacht een beroepsvereniging instelden, bedoeld voor kwaliteitscontrole en sociale stabiliteit. Het Leidse timmerliedengilde, met St.-Jozef als schutspatroon, had een intern opleidingssysteem van leerling, gezel tot meester, waarbij in de dagelijkse bouwpraktijk vaardigheden, inzichten en kennis werden overgedragen en geleerd. In de gildebrief van 1615 was, naast een verplicht poorterschap, vastgelegd dat de proef om meestertimmerman te worden, bestond uit het maken van een gebonden bint (spant) en een kruiskozijn. De uitvoering van het spant met dubbele pennen had naar alle waarschijnlijkheid betrekking op een uitvoering met een enkele pen-en gatverbinding aan beide uiteinden van het korbeel. Dit gildeproefstuk kwam waarschijnlijk als praktisch toepasbaar werkstuk beschikbaar voor burgers. Het gilde hield tot ver in de 18$^{de}$ eeuw vast aan verouderde timmermansproeven, onderdelen die in de praktijk van het bouwen niet meer gangbaar waren aangezien architectuur en bouwvormen moderniseerden. Pas in de 18$^{de}$ eeuw werd de ambachtelijke opleiding aangevuld door zelfstudie en scholing.

De interne meester-gezelstructuur met scholing door ervaring en het mondeling doorgeven van de lokale bouwtraditie veroorzaakte een statische vorm van bouwen. Vanwege het interne opleidingsstelsel zullen vernieuwingen of moderniseringen zich daarom slechts op zeer beperkte schaal hebben voorgedaan. Bij de aan de gildedwang onderworpen ordinaire bouwwerken, die verplicht gebruik moesten maken van binnen het gilde opgeleide meesters en arbeidskrachten, was de invloed van vernieuwende bouwwijzen van buitenaf zodoende minimaal. Pas met het opheffen van het gildesysteem tussen 1798 en 1810, onder invloed van de Franse revolutie, kwam er ruimte voor echte bouwkundige moderniseringen.

Autoriteiten als de kerkelijke instellingen, de adel en de stedelijke overheid konden, indien het lokale gilde de gewenste producten of diensten niet kon leveren, hun positie benutten om, buiten de gildedwang om, experts en arbeidskrachten van buiten de stad aan te trekken voor de bouw van omvangrijke en uitzonderlijke bouwwerken. Dit verklaart de schijnbare tegenstelling tussen de grote mobiliteit van werklieden en architecten met een expertise, kennis en/of kunstvaardigheid van bovenlokaal niveau en de gildedwang op lokaal niveau. De meesters en vaklieden van buitenaf kunnen invloed hebben gehad op de verspreiding van nieuwe bouwwijzen of althans afwijking van de heersende traditionele aanpak, maar uit het onderzoek naar de constructies op Leidse huizen zal blijken dat dit beperkt was.[337]

Het proces van initiatief, uitwerking en uitvoering veranderde tot in de 19$^{de}$ eeuw niet wezenlijk. In het algemeen bepaalde de opdrachtgever wat er werd gebouwd en bij de uitwerking van het idee bepaalden de deskundigen hoe dit werd gebouwd. Een idee voor een nieuw bouwwerk van een opdrachtgever was ingegeven door zijn ambities, positie en uiteraard financiële mogelijkheden. Het initiatief werd daarnaast beïnvloed door regelgeving, zoals welstandsregels en bouwvoorschriften, tradities, technische mogelijkheden, voorbeelden van elders en externe omstandigheden. In de regels en voorschriften waren, naast bepalingen met betrekking op burenrecht als ankeren en inbalken, geen bepalingen over constructieve aspecten en vorm opgenomen. De stad liet dit over aan de gilden die, zoals hierboven omschreven, werkten volgens hun ambachtelijke tradities en waar vernieuwing nauwelijks plaatsvond.

[337] Zie ook Valeriani 2006b, 5, Serafini en González-Longo 2015, 7 en hoofdstuk 6, Het kappenlandschap.

Met een vastomlijnd idee kon de opdrachtgever van een ordinair bouwwerk per ambacht afspraken maken met lokale ambachtslieden. Deze voerden het gewenste bouwwerk daarna uit volgens constructieve tradities. Een opdrachtgever kon zijn idee, meestal door een lokale deskundige, laten uitwerken in een ontwerptekening, eventueel met varianten. Vervolgens kon hij de werkzaamheden per ambacht onderhands gunnen of aanbesteden met een bestek. Een bestek was een document waarin de werkzaamheden en voorwaarden voor een aannemer waren omschreven en waarop deze kon calculeren en dat tevens als controlemiddel diende. Een bestek kon vergezeld gaan met verduidelijkende bestektekeningen en/of modellen. Voor 1600 was in de bestekken maatvoering opgenomen en waren tekeningen van minder belang. Na 1600 veranderde dit met het toenemende belang van de bestektekening en aangezien deze nu op schaal waren getekend konden maten hieraan worden ontleend, waarnaar werd verwezen in het bestek.

Uit de beschikbare Leidse gegevens is te concluderen dat degene die het ontwerp vervaardigde ook verantwoordelijk was voor het opstellen voor het bestek of de bestekken. Soms werd dit overgelaten aan een ter zake kundig lokaal ambachtsman, waardoor nauwelijks vernieuwingen optraden. Met enige voorzichtigheid kan worden gesteld dat de deskundige ‘opsteller’ van het bestek bepaalde hoe en met welke materialen en afmetingen de constructie werd vervaardigd en dat de aannemer diende te timmeren wat beschreven stond. Tijdens de uitvoering van aangenomen werk was dus nauwelijks beïnvloeding van buitenaf mogelijk. Bij aangenomen werk was de kapconstructie het ‘handschrift’ van de ‘opsteller’ van het bestek en tekeningen. Slechts als het ontwerp werd gemaakt door een ontwerper van buiten Leiden, die ook verantwoordelijk was voor het bestek en/of de bestektekeningen, was introductie van nieuwe vormen, constructies en details mogelijk. Voorbeelden in Leiden die dit duidelijk maken, zijn het ontwerp uit 1654 van Arent van ’s-Gravensande voor de Bibliotheca Thysiana, met een kap met omgaand schildak met middenzakgoot, het ontwerp uit 1657 van Pieter Post voor de Waag, met een zware uitvoering geheel in eikenhout en het ontwerp uit 1681 voor het poortgebouw voor het Meermansburghof van Jacob Roman, met een kapconstructie met een hangwerk.

## 3 MATERIAAL

De opzet en vormgeving van een kapconstructie werden mede bepaald door de beschikbare materialen. In de onderzochte periode waren de kapconstructies in Leiden samengesteld van hout en smeedijzer. Afhankelijk van de verkrijgbaarheid en kwaliteit van deze materialen kon de timmerman een constructie vervaardigen.[338] Welke soorten, kwaliteiten en afmetingen van constructiehout konden worden en werden toegepast zal in dit hoofdstuk worden onderzocht op basis van de catalogus, aanvullende voorbeelden, dendrochronologisch onderzoek, literatuur en de onderzochte rekeningen en bestekken. Tevens zal worden gekeken naar de herkomst van en handel in dit constructiehout. Ook wordt aandacht besteed aan de uit de literatuur bekende overgang van eiken naar grenen als constructiemateriaal. Bestudeerd zal worden of dit ook in Leiden het geval was en of er effecten waren op de constructies. Hout was het belangrijkste materiaal, maar ook ijzer werd gebruikt en tot slot zal worden gekeken naar dit materiaal en zijn toepassingen. Dit hoofdstuk heeft als gevolg van de beschikbare bronnen een meer algemeen karakter, met zowel ordinaire als de extraordinaire bouwwerken.

### 3.1 Hout

De constructies van de kappen van Leidse gebouwen werden in hoofdzaak vervaardigd van hout. Het dendrochronologisch onderzoek, de behandelde bestekken en vooral de rekeningen, aangevuld met gegevens uit de literatuur geven inzicht in de soorten, de kwaliteit, afmetingen en herkomst van het materiaal.[339] Duidelijk wordt dat de directe omgeving van Leiden niet of nauwelijks kon voorzien in de vraag naar constructiehout. De bestekken en rekeningen zijn een bron voor de levendige handel, inclusief het bijkomende transport van het bouwmateriaal.

#### Houtsoorten

Voor het bouwen van een houtconstructie beschikten de opdrachtgever en timmerman over verschillende soorten bouwhout. Het grove constructiehout stond bekend als zogenaamd grof hout.[340] De toepassing van de verschillende houtsoorten voor onderscheidende elementen door de tijd heen is ten eerste te ontlenen aan de bouwhistorisch onderzochte kappen, ten tweede aan dendrochronologisch onderzoek, aangevuld met onderzoek van de rekeningen en bestekken en de literatuur.

26 Houtsoorten

Eiken (Quercus, loofhout) | Dennen (Abies Alba, zilverspar, naaldhout) | Grenen (Pinus Sylvestris, grove den, naaldhout) | Vuren (Picea Abies, fijnspar, naaldhout)

[338] Janse 1989, 25.
[339] Bijlage Rekeningen en Bestekken.
[340] De Vries 1994a, 35.

***Constructiehout***

In het westen van Nederland groeiden in de onderzochte periode weinig geschikte bomen voor constructiehout en moest dit worden ingevoerd.[341] In de middeleeuwen werd in het algemeen voor constructiehout eiken (Quercus, eik, loofhout), dennen (Abies Alba, zilverspar, naaldhout) en grenen (Pinus Sylvestris, grove den, naaldhout) gebruikt (afb. 26).[342] Na omstreeks 1600 werd voor constructies steeds vaker Scandinavisch, Baltisch en Duits grenenhout (Pinus Sylvestris, grove den) gebruikt en wordt eikenhout minder toegepast.[343] Vurenhout (Picea Abies, fijnspar, naaldhout) werd pas sinds de 19de eeuw voor constructies verwerkt (afb. 26). Vurenhout kwam eerder voor, maar dan voor niet-constructieve doeleinden.[344] Overigens zijn de benamingen vuren en grenen in Nederland in de 17de eeuw verwisseld.[345] Grenenhout heette namelijk in Scandinavië furuen (de den) en dit betrof dus de grove den (Pinus Sylvestris). De fijnspar heette daar granen, terwijl in Nederland dit vurenhout werdt genoemd. In de praktijk werden en worden dennen en vuren veelvuldig door elkaar gebruikt als benaming voor het hout van de fijnspar, zilverspar en grove den.[346]

Eikenhout is met zijn fijne rechtdradige structuur goed te bewerken en vanwege zijn relatieve hardheid en duurzaamheid zeer geschikt voor houtconstructies.[347] Andere loofhouten kwamen nauwelijk voor omdat hun eigenschappen minder zijn. De naaldhoutsoorten grenen, vuren en dennen hebben een grovere structuur en zijn zachter dan eikenhout en dus minder duurzaam. Grenenhout bevat veel hars en is daardoor weersbestendig, in tegenstelling tot vuren en dennen. Grenenhout en vurenhout laten zich goed bewerken, dennenhout door zijn taaiheid moeizamer. Vurenhout en dennenhout zijn daarnaast taaier en veerkrachtiger dan grenen.

De overgang van eikenhout naar grenenhout in de eerste helft van de 17de eeuw is verklaarbaar door vraag en aanbod. De vraag naar constructiehout was in Holland in het algemeen groot door omvangrijke bouwactiviteiten in de steden, de aanleg van steeds modernere verdedigingswerken en de groeiende vraag naar hout voor de uitbouw van de handels- visserij en oorlogsvloot voor de overzeese handel.[348] Ook in Leiden was sprake een zeer grote vraag naar bouwmaterialen door een explosie aan bouwactiviteit in een periode van economische voorspoed na het Leids ontzet van 1574, zowel in overheidsgebouwen als in huisbouw, niet in de laatste plaats door een eerste staduitleg in 1611.[349] Het aanbod van eikenhout werd echter beperkt door bemoeilijkte aanvoer als gevolg van de Tachtigjarige Oorlog (1568-1648) en de Dertigjarige Oorlog (1618-1648) in Duitsland, waardoor de aanvoer van eikenhout over de Rijn vrijwel volledig stil kwam te liggen.[350] Dit stimuleerde de overgang naar grenenhout uit het Oostzeegebied, dat ondertussen door de expansie van de overzeese handel na 1600 op grote schaal via de stapelmarkten Amsterdam en Dordrecht beschikbaar was gekomen.[351] Bovendien werd het gebruik van grenenhout sterk gestimuleerd door de opkomst en enorme groei van de houtzaagmolenindustrie rond Amsterdam en in de Zaanstreek na 1600.[352] Door het Twaalfjarig Bestand (1609-1621) en de Vrede van Munster (1648) kwam er weer meer Rijns eikenhout beschikbaar, maar de overgang naar grenenhout had zich voorgoed ingezet.[353] De omvangrijke aanvoer van grenenhout uit het Oostzeegebied en de machinale bewerking van naaldhout in de zaagmolens maakten het timmerhout betaalbaar.[354]

---

[341] Janse 1988a, 1 en De Vries 1994a, 30. Volgens Haneca 2015, 163-165 leverde hakhoutbeheer geen goed bouwhout van een behoorlijke doorsnede op.
[342] Janse 1988a en Janse 1989, 24-25.
[343] Janse 1988a, 1; Janse 1989, 24-25 en De Vries 2008, 224.
[344] Janse 1989, 25.
[345] Janse 1988a, 1 en Janse 1989, 24-25.
[346] Vink 1993, 136.
[347] Großmann 1986, 17.
[348] Meischke et al. 1993, 30; Hoving 1994, 44-46; Sicking 1998, 239-247; Sicking 1999, 249-251; Van Bochove 2008, 186-191 en 218-220 en Weststrate 2008, 209.
[349] Dröge 1996, 12-16; Orsel 2007c, 11-12 en Orsel 2010b, 257-258.
[350] Janse 1965, 45; Meischke et al. 1993, 38-39 en Van Tussenbroek 2012, 32.
[351] Janse 1965, 45; Janse 1988a; Janse 1989, 24-25; Meischke et al. 1993, 38-39; Van Tussenbroek 2012, 42-43; Adam 2015, 154-155; De Vries 2015, 198-200 en Heußner 2015, 141-142.
[352] Janse 1965, 46-47 en Meischke et al. 1993, 41.
[353] Janse 1965, 45; Meischke et al. 1993, 38-39 en De Vries 2015, 188.
[354] Meischke et al. 1993, 30 en 41.

Bommenee schreef hierover in zijn 'testament': 'in de 17de eeuw plagt men alhier bijna van geen greyne of vuuren houdt te weeten als dat uyt het noorden kwam. En dat houdt wierdt alle genaamt na de havens daar deselve houdtwaaren geladen wierden'.[355]

Naast gegevens over de aankoop en leverantie van het bouwhout, werden in de bestekken ook vaak specifieke onderdelen als daksporen en planken genoemd, met daarbij de naam van herkomst.[356] Het lijkt hier met name te gaan om grenenhout.[357] De benaming van hout in bestekken kan, in aanvulling op het dendrochronologisch onderzoek, duidelijk maken waar dit importhout vandaan kwam. Het hout lijkt overigens vaak vernoemd naar de handelsplaats of regio en niet naar de plek van groei, zoals uit de aangehaalde zinsnede van Bommenee ook al blijkt. Hout aangevoerd uit Dordrecht werd vaak vermeld als Wezels hout.[358] Dit was Rijns eiken afkomst van de doorvoerhaven Wesel aan de Rijn bij de monding van de Lippe. In het bestek van het Rijnlandshuis uit 1597 was sprake van goed 'deventer, wesels of hassels' hout voor de balklagen en kapconstructie.[359] Deventer was één van de belangrijkste handelsplaatsen voor Rijns hout. 'Hassels' hout was afkomstig van het langs de Overijselse Vecht gelegen houthandelsstadje Hasselt, met aanvoer van Westfalen en Twente.[360] Door de vestmeesters werden in 1465 in Dordecht en op de lokale markt 'Luydixe' balken gekocht.[361] Ook de daksporen van het Rijnlandhuis moesten in 1597 worden gemaakt van Luycx hout.[362] Dit was eikenhout verhandeld over de Maas via Luik en uiteindelijk op de Dordtse stapel.[363] Vermoedelijk was dit hetzelfde als het 'luudsche' hout.[364] Daksporen werden in de bestekken specifiek genoemd, bijvoorbeeld 'boemsche capravens' voor het huis aan het Rapenburg voor Hogerbeets (1592), 'revelaers' voor een herberg buiten de Zijlpoort (1593) en voor Rapenburg 69 (late 16de eeuw) 'revelaers ende boemsche capravens'.[365] Revelaars waren afkomstig uit Reval (nu Tallinn) aan de Finse Golf. De Boemsche daksporen zouden uit Åbo, de huidige havenstad Turku in het zuidwesten van Finland, afkomstig zijn.[366] Ook was in Leiden in 1601 sprake van 'Koerlands' hout, hout dat afkomstig was uit een gedeelte van Letland ten zuiden van de Golf van Riga.[367] In de onderzochte bestekken worden ook 'Pruyssche', 'Denemarcxe' en 'Noertsche' delen' genoemd.[368] Dit waren naaldhouten planken. Met 'Noords' werd hout bedoeld dat afkomstig was uit het noorden, te weten Scandinavië en het Oostzeegebied.[369] Dit had dus niet altijd exclusief betrekking op hout uit Noorwegen.

Opvallend aan het benoemen van hout met herkomstgebied in de onderzochte bestekken, met name van het grenenhout, is dat dit vooral plaatsvond rond 1600. Mogelijk hing dat samen met de opkomst van Noords hout en de omstandigheden die geleid hadden tot de overgang van eiken naar grenen. Volgens Bommenee hadden de Engelsen vanaf de jaren 1680 het beste Noorse hout opgekocht omdat ze er meer voor gaven dan de Nederlanders, waardoor in Nederland bijna geen goed Noors hout meer te krijgen was en werd overgegaan op Duits dennenhout.[370]

---

[355] Gerhardt 1988, 49.
[356] Bijlage Rekeningen en Bestekken.
[357] Janse 1988a, 2.
[358] Janse 1988a, 1.
[359] Janse 1965, 112; Van der Meule 2000, 182 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[360] Janse 1965, 112.
[361] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[362] Janse 1965, 112 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[363] Vink 1993, 134.
[364] Janse 1965, 112.
[365] Janse 1965, 112 en 113; Van Tussenbroek 2012, 68 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rapenburg 69, eind 16de eeuw en Rijnlandhuis, 1597.
[366] Åbo wordt uitgesproken als ohboe en was hoofdstad van Finland. Janse suggereerde dat deze wellicht via het plaatsje Boom, ten zuiden van Antwerpen, kunnen zijn verhandeld; Janse 1965, 112-113. Dit is onlogisch omdat daar verder geen houthandel van bekend is.
[367] Janse 1965, 113.
[368] Janse 1965, 112-113; Van der Meule 2000, 192 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597 en Rapenburg 69, eind 16de eeuw.
[369] Janse 1988a, 2.
[370] Gerhardt 1988, 49-50.

***Uitkomsten dendrochronologisch onderzoek***

Het verrichtte dendrochronologisch onderzoek, in combinatie met bouwhistorisch onderzoek, naar de kappen in de catalogus maakt duidelijk van welke houtsoorten in de Leidse kapconstructies werden vervaardigd.[371] In de middeleeuwen was zonder uitzondering sprake van eikenhout voor de houtconstructie. Dit is ook het beeld dat naar voren komt uit de onderzochte rekeningen.[372]
De oudste bekende dendrochronologische datering van eiken constructiehout in Leiden is 1306 ±6 jr en betreft hergebruikt hout in Breestraat 113. De jongste datering valt in 1656 voor de kap van de Waag, Aalmarkt 21. Ook grenenhout (Pinus Sylvestris, grove den) werd onderzocht. Zo werd grenenhout bemonsterd in Vijfde Binnenvestgracht 7a uit 1619. Buiten de catalogus vallen de kapconstructies van het achterhuis van Nieuwe Rijn 60 van direct na 1600 en de grenenhouten overkapping van de Waag, Aalmarkt 21, uit herfst/winter 1657. Bij gemengde eiken- en grenenhouten kapconstructies werd bij voorkeur het eikenhout bemonsterd, vanwege de betere ervaringen met de dateerbaarheid van eikenhout. Slechts vier monsters waren van vurenhout (Picea Abies, fijnspar), namelijk de daksporen van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr en van Breestraat 95 uit 1405-1411. Deze monsters hadden overigens te weinig jaarringen om zelfstandig te dateren, maar de datering volgde uit de context van de verder eikenhouten kapconstructies die wel dendrochronologisch gedateerd konden worden. Na de sluitingsdatum van de catalogus werd nog dendrochronologisch onderzoek verricht naar een naaldhouten kapconstructie. De kap van het voorhuis van Haarlemmerstraat 254 bleek uit vurenhout (Picea Abies, fijnspar) opgetrokken, dat was gekapt in de herfst/winter van 1603, in Zuid-Zweden. Dennenhout (Abies Alba, zilverspar) werd tijdens de onderzoeken niet aangetroffen.

Slechts in twee gevallen leidde het dendrochronologisch onderzoek niet tot een datering, te weten het voorhuis Steenschuur 14 en het voorhuis van Nieuwe Rijn 60. Dit betekent een slagingspercentage van 98%. Het niet slagen van het onderzoek was in beide gevallen te wijten aan de grove houtopbouw met grote jaarringdikten. Voor Nieuwe Rijn 60 werd het dendrochronologisch onderzoek gecombineerd met aanvullend $^{14}C$ onderzoek.[373] Hierdoor kon uit de verschillende mogelijke dendrochronologische dateringen de juiste datering van 1404-1416 voor de kap van Nieuwe Rijn 60 worden vastgesteld. Daarnaast zijn er ook monsters die wel dateerden, maar niet binnen de bouwhistorische context pasten, bijvoorbeeld door latere vervanging of aanpassing van delen van de constructie.[374] In een enkel geval werd ook hergebruikt constructiehout bemonsterd en gedateerd aangezien voldoende hergebruikt bouwmateriaal voorhanden was om tot een verantwoorde reconstructie van de oudere constructie te komen, bijvoorbeeld de constructie van het middeleeuwse huis Breestraat 135 uit 1365 (d).

Het dendrochronologisch onderzoek, in combinatie met bouwhistorisch onderzoek, maakt duidelijk dat in het constructiehout voor kapconstructies in de loop van de tijd een verschil is te onderscheiden. In de middeleeuwen was in Leiden zonder uitzondering sprake van eikenhout voor de houtconstructies. Vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw werd grenenhout steeds vaker als constructiehout toegepast. In de vroegste voorbeelden hiervan werd in de constructie grenen- en eikenhout door elkaar toegepast, zoals bij Nieuwe Rijn 28 uit 1598 en Oude Rijn 19 uit 1603. Daarbij valt op dat in eerste instantie de lange constructiedelen in grenen werden uitgevoerd. Blijkbaar waren goede lange lengtes eikenhout moeilijk te verkrijgen. In dezelfde periode werden ook enkele kappen uitgevoerd in marginaal hout van slechte kwaliteit. Het oudste voorbeeld hiervan is Oude Rijn 25 uit 1592 en andere voorbeelden zijn Morsstraat 32 en Nieuwe Beestenmarkt 11 van direct na 1611. Dit is ook verklaarbaar door de slechte verkrijgbaarheid van bouwhout, houtschaarste, in een periode van grote vraag.[375] In de loop van de 17$^{de}$ eeuw werden uiteindelijk de kapconstructies volledig in grenenhout uitgevoerd.[376]

---

[371] Zoals ook aangegeven bij het deel over dendrochronologie was een beperking hierbij de monsterselectie, waarbij vanwege de uitstekende dateerbaarheid voornamelijk eikenhout is uitgekozen. Hierdoor is beperkt kennis over de latere periode opgedaan.
[372] Bijlage Rekeningen en Bestekken.
[373] Orsel en Palstra 2018.
[374] Een voorbeeld hiervan is de vervanging uit 1565/1566 (d) van de voorste spantbenen van de laat-14$^{de}$-eeuwse dwarskap van Breestraat 123, als gevolg van een wijziging van de voorgevel.
[375] Weve 2013, 227 en Zwerger 2015, 231-233.
[376] Voorbeelden van geheel grenenhouten kapconstructies uit de stadsuitbreiding van 1611 zijn Langegracht 44, Morsstraat 32, Nieuwe Beestenmarkt 9, Oude Singel 6, Oude Singel 100, Oude Singel 218 en Oude Vest 97.

Het laatste voorbeeld van een geheel eikenhouten kapconstructie op een huis is Doezastraat 2 uit 1632. Vanaf dit voorbeeld werden alle kapconstructies op huizen in grenenhout geconstrueerd, afgezien van enkele kappen van grenenhout met eikenhouten gekromde spantbenen. De hoofdkap van het Leidse waaggebouw (geen ordinair gebouw), Aalmarkt 21, uit 1657-1659 is het laatste voorbeeld in de catalogus van een kapconstructie geheel in eikenhout. Voor de aansluitende overkapping uit 1659 van de Boterhal, onderdeel van het waaggebouw, werd in de aanvulling van het bestek voor de constructie 'goed greynenhout' geaccepteerd in plaats van eikenhout.[377] Buiten de catalogus zijn extra-ordinaire gebouwen bekend met late eikenhouten kapconstructies: de Zijlpoort, Haven 100, uit 1667-1669 en de Morspoort, Morsstraat 64-66, uit 1668-1669.[378] Vanaf deze voorbeelden werden Leidse kapconstructies geheel in grenenhout uitgevoerd. Dit wordt tevens bevestigd in het bestek voor Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738, waar sprake was van grenenhout voor de constructie, maar ook voor de daksporen en panlatten.[379] In zijn tractaat uit 1770 over kapconstructies gaf J. Poley aan dat deze dan moesten worden gemaakt van 'greenen hout, alle vierkant bezaagd'.[380] Recentelijk werd echter bij dendrochronologisch onderzoek van het voorhuis van Haarlemmerstraat 254 ook een kapconstructie uit 1603 (d) van vurenhout (Picea Abies, fijnspar) onderzocht. Deze constructie van vurenhout lijkt een uitzondering, maar geeft aan dat ook andere houtsoorten dan grenen als constructiehout konden voorkomen.[381] Vurenhout (Picea Abies, fijnspar) werd echter wel al toegepast voor daksporen. De oudste contextueel gedateerde voorbeelden zijn de vuren daksporen van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr en van Breestraat 95 uit 1405-1411.

Dendrochronologisch onderzoek geeft vaak een exacte datering van de kapdatum van het hout. Het onderzoek kan uitwijzen dat in een geheel samenhangende kapconstructie hout werd verwerkt dat in verschillende jaren werd gekapt en zelfs ook uit verschillende regio's afkomstig kon zijn. Bij verschillende kapjaren ligt het jongste jaartal het dichtst bij de daadwerkelijke realisatie van het pand. Voorbeelden zijn Pieterskerkgracht 9 met eikenhout gekapt in 1535 in Twente en in 1539 in Twente-Westfalen, Breestraat 66 met eikenhout gekapt in 1562 in de regio Emsland/Bentheim, in 1567 in Hessen en in 1569 in West-Duitsland, Nieuwe Rijn 28 met eikenhout uit 1595 en 1598, gekapt in Zuid-Scandinavië en uit 1596 in Westfalen, 5de Binnenvestgracht 7a heeft grenenhout uit 1617, 1618 en 1619 en de Haarlemmerstraat 213 heeft eikenhout uit 1554, uit Westfalen en Emsland/Bentheim. De reden hiervoor kon krapte of beperkt aanbod van constructiehout op de houtmarkt zijn.[382] Ook is de, soms gedwongen, selectie van het benodigde constructiehout bij aankoop, eventueel op verschillende plaatsen en/of van verschillende handelaren, een mogelijke verklaring.[383] Dit blijkt duidelijk uit de 15de-eeuwse rekeningen voor bouwwerkzaamheden aan de Pieterskerk (1407), het Catharinagasthuis (1454), het Gravensteen (1463) en Vestmeestersrekeningen (1460-1465) waarbij hout voor één constructie in verschillende partijen bij verschillende Leidse handelaren, maar ook buiten Leiden, werd gekocht.[384] Daarnaast zorgde een gedifferentieerde houtmarkt er ook voor dat specifieke houtproducten op verschillende plaatsen moesten werden verworven, bijvoorbeeld eiken balkhout in Dordrecht en wagenschot in Amsterdam.[385]

Op basis van onderzoek is vastgesteld dat in het algemeen eikenhout in 96% van de gevallen binnen twee jaar na kap in een constructie werd verwerkt.[386] Vers gekapt hout is zachter en makkelijker te bewerken en het was oneconomisch een boom vroegtijdig te kappen, met risico op aantasting.[387]

---

[377] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Boterhal, 1659.
[378] Lambrechtsen 1994, 50-60.
[379] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[380] De Vries 2008, 225.
[381] Ook in Amsterdam zijn bij dendrochronologisch onderzoek vurenhout en dennenhout aangetroffen; Van Tussenbroek 2012, 14.
[382] De Vries 1994a, 21 en 38 en Van Tussenbroek 2013, 28-29.
[383] De gespreide aankoop en het toepassen van gebruikt bouwhout kan bij bouwhistorisch (en archeologisch) onderzoek potentiële dendrochronologische interpretatieproblemen tot gevolg hebben.
[384] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460, Pieterskerk, 1407 en 1409, en Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[385] Zie paragraaf Houthandel.
[386] De Vries 1994b, 7-8.
[387] De Vries 1994a, 26.

Van een achttal dendrochronologisch op het jaar gedateerde kapconstructies is ook een archivalische bron met een datering bekend. Uit de voorbeelden blijkt een gemiddelde omloopsnelheid tussen het kappen van de boom en verwerking van twee jaar (fig. 4). Dit sluit dus aan bij de oudere constatering. Het voorbeeld van Breestraat 66 met een omloopsnelheid van één tot acht jaar tussen drie verschillende monsters, maakt duidelijk dat ook langere omlooptijdtijden mogelijk waren. Wellicht had dit te maken met de houtmarkt in Leiden en een dan heersende geringere vraag naar bouwhout, waardoor dit langer bleef liggen. Ook lag Leiden verder weg van het 'productiegebied'. Met enige voorzichtigheid vanwege de relatief weinige voorbeelden kan in het algemeen worden geconcludeerd dat het gevelde hout zo snel mogelijk na kap en transport in een Leidse constructie werd verwerkt. Dit beeld komt overeen met recente bevindingen van dendrochronologisch onderzoek in Amsterdam.[388] Dit betekent ook dat in de onderzochte periode sprake was van een ontwikkelde infrastructuur met betrekking tot de houthandel.[389]

| **Adres** | **Dendrodatering** | **Seizoen** | **Herkomst** | **Archiefdatering** | **Tijd** |
|---|---|---|---|---|---|
| Rapenburg 41-43 | 1450 | Voorjaar/zomer | Bentheim | 1452 | **2** |
| Aalmarkt 11 | 1455-1456 | Herfst/winter | Westfalen | 1456-1460 | **1-4** |
| Pieterskerkgracht 9 | 1539 | Lente | Twente – Westfalen | 1543 | **4** |
| Breestraat 66 | 1562, 1567 en 1569 | Herfst/winter | West-Duitsland, Bentheim | 1570 | **1-8** |
| Oude Rijn 25 | 1598 | Herfst/winter | Twente – Zuid-Drenthe | 1599 | **1** |
| Pieterskerkhof 1a | 1618 | Herfst/winter | Oost-Frankrijk Zuidwest-Duitsland | 1621 | **3** |
| Rapenburg 65 | 1622 | Voorjaar/zomer | Centraal-/West-Duitsland | 1623 | **1** |
| Aalmarkt 21 | 1656 | Herfst/winter | Bentheim, Münsterland, Osnabrück | 1658-1659 | **2** |

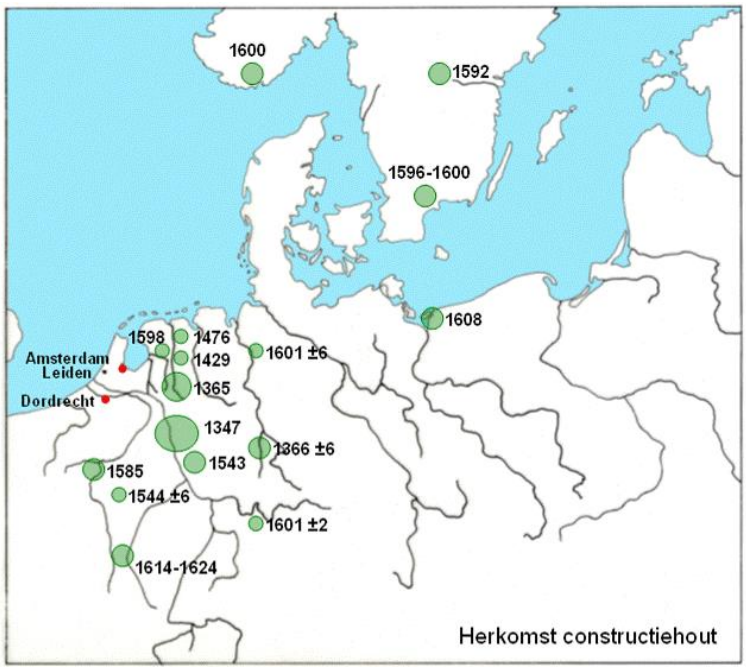
Fig. 4 Vergelijking van dendrochronologische uitkomsten en archivalische vermelding

Indien het dendrochronologische monster de laatste jaarring, de wankant net onder de schors, heeft behouden is niet alleen het kapjaar, maar ook het kapseizoen te bepalen, aangezien een boom per jaar in het voorjaar opener hout met grotere transportkanalen afzet dan in de zomer, wat een herkenbare opbouw per jaarring van voorjaars- en zomerhout oplevert.[390] Over het algemeen wordt aangenomen dat het vellen van de bomen vooral in het najaar of winter plaatsvond.[391] De gegevens van het dendrochronologische onderzoek in Leiden geven echter een ander beeld. De exact gedateerde monsters maken duidelijk dat het hout werd gekapt in alle seizoenen van het jaar, zowel in het voorjaar, voorjaar-zomer en najaar-winter.

[388] Van Tussenbroek 2013, 28-30.
[389] Vink 1993, 139 en Weststrate 2008, 267-279.
[390] De Vries 1994b, 3-4.
[391] Großman 1986, 17 en Hoving 1994, 45-46. In 1736 gaf de als opzichter aangestelde Ary van Leeuwen, molenmaker te Oegstgeest aan dat vanouds bomen 's winters werden gekapt, als het hout volkomen gesloten was. Tegenwoordig (in 1736) werd het hout ook 's zomers, als het vol sappen was en niet gesloten, omgehakt, omdat de bossen zo ver van de rivieren stonden; Het Archief van de Ambachtsheerlijkheid Zoeterwoude, Secretary's Register van de Starrevaertspolder, 1733-1742; ELO, Archiefnr.0505, inventarisnr. 623, 424. Met dank aan archivist Piet de Baar die mij wees op deze vermelding. Zie ook De Baar 1982, 77.

Houtkap in zowel het zomer- en winterseizoen duidt op een hoge bouwconjunctuur.[392] In alle seizoenen gekapt hout is door de tijd heen in Leiden vrijwel evenredig verdeeld, van begin 14de eeuw tot midden van de 17de eeuw. Tijden van hoogconjunctuur zijn vooralsnog op basis hiervan niet vast te stellen. Wel lijkt er vanaf het einde van de 16de eeuw een lichte voorkeur voor het kappen van de boom in het seizoen najaar-winter. Dit lijkt overigens niet te verklaren door verschillende herkomstgebieden, omdat zowel in Duitsland, Scandinavië als in het Maasgebied ook hout in het voorjaar of zomer blijkt te zijn geveld.

Dendrochronologisch onderzoek geeft ook een indicatie voor de herkomst van het onderzochte hout. Op basis hiervan kan onderzoek worden gedaan waar het toegepaste bouwhout vandaan kwam, het zogenaamde dendro-provenancing, en naar de handelsstromen (afb. 27).[393] Problematisch hierbij is dat bepaalde standaardcurves niet de herkomst of groeiplaats van het hout weergeven, maar de plaats waar het werd verhandeld of waar het werd onderzocht.[394] Zo is ondertussen voor in Leiden dendrochronologisch onderzocht hout een 'Leidse curve' opgesteld, terwijl dit hout niet in of zelfs in de buurt van Leiden zijn herkomst had.[395] Gezien deze problematiek en een relatief beperkt aantal gegevens is terughoudendheid geboden, maar kunnen de gegevens wel een eerste indicatie geven over de herkomstgebieden van het onderzochte hout. Indien de dendrochronologische gegevens van de kapconstructies worden bekeken, is een duidelijke tendens herkenbaar. Deze tendens geldt ook voor andere Leidse dendrochronologische monsters zoals uit balklagen, waarbij steeds sprake is van een beperkte variatie in datering. Zo is het oudste Scandinavische eikenhout uit een Leidse kapconstructie gedateerd in 1598 (Nieuwe Rijn 28), terwijl de oudste constructie met Scandinavisch eikenhout de balklaag van Herensteeg 15 is uit 1592, dus vrijwel overeenkomstig.




| **Herkomst regio** | Datering |
|---|---|
| Westfalen | 1347-1632 |
| Emsland Bentheim | 1365-1657 ±6 |
| Weserbergland | 1366 ±6-na 1604 |
| Noordwest-Duitsland | 1429 |
| Oldenburger Münsterland | 1476-1477 |
| Westerwald | 1543 |
| Ardennen | 1544 ±6 |
| Maasvallei | 1585 |
| Midden- en Noord-Scandinavië | 1592 |
| Zuid-Scandinavië | 1596-1632 |
| Twenthe-Zuid-Drenthe | 1598 |
| Zweden | 1598 |
| Zuid-Noorwegen | Na 1600 |
| Verden | 1601 ±6 |
| Asschaffenburg | 1601 ±2 |
| Polen Wollin | 1608 |
| Saar-Moezel | 1614-1624 |
| Oost-Frankrijk of Zuidwest-Duitsland | 1618 |

27 Herkomstgebieden constructiehout Leiden op basis van uitkomsten dendrochronologisch onderzoek

Op basis van de dendrochronologische uitkomsten kan worden geconcludeerd dat het hout voor middeleeuwse Leidse constructies over het algemeen eikenhout is, afkomstig uit Westfalen of uit het Emsland in Duitsland. Soms kwam het hout uit Twente of Noordwest-Duitsland. In het midden van de 16de eeuw komt hout voor dat van verder weg was aangevoerd, langs de Rijn en Maas.

[392] Eißing 2009, 191 en 209.
[393] Van Tussenbroek 2012, 13-14 en 31-43.
[394] De Vries 1994b, 2-3 en Van Tussenbroek 2012, 13-14.
[395] De Leidse standaardcurves, NL2301.LEI en NL2302.LEI, werden opgesteld door Preßler (Gersten D.). Een goed voorbeeld van een dergelijke 'Leidse' datering is een spantbeen van Steenschuur 11, terwijl de vijf andere gedateerde onderdelen uit dezelfde kapconstructie op een Westfaalse en Bentheimse curve dateerden en dus een Duitse herkomst hebben.

Aan het einde van de 16de eeuw komt voor het eerst hout uit Scandinavië voor, bijvoorbeeld de kapconstructie van Nieuwe Rijn 28 uit 1598 met Zweeds hout. In die periode is ook de overgang op andere houtsoorten, met name grenenhout, waarneembaar. De kap van het achterhuis van Nieuwe Rijn 60 van direct na 1600 is hiervan een voorbeeld. Verklaringen voor aanvoer uit andere, vaak verder weggelegen, regio's zijn waarschijnlijk een grotere vraag naar constructiehout vanuit Holland voor de groeiende steden en de bloeiende scheepsbouw, wijzigende omstandigheden van handel en concurrentie en problematische aanvoer door oorlogen, andere politieke oorzaken en uitgedunde bossen door destructieve bosbouw in de gebieden van herkomst.[396] Zoals al eerder aangegeven zijn vanwege de selectieve toepassing van dendrochronologisch onderzoek voor het dateren van houtconstructies weinig gegevens uit de late 17de en 18de eeuw voorhanden. Uit de catalogus komt naar voren dat in deze periode voornamelijk grenenhout is toegepast. Dit zal vermoedelijk afkomstig zijn uit gebieden rondom de Oostzee, zoals ook dendrochronologisch onderzoek in Amsterdam aangeeft.[397]

De uitstekend bereikbare ligging van Leiden aan goed bevaarbare binnenwateren tussen Dordrecht en Amsterdam, de twee grootste houtmarkten van Holland, lijkt gunstig voor de verkrijgbaarheid van hout. Dordrecht was de stapelplaats voor hout aangevoerd via Rijn, Maas en Waal.[398] Dordrecht had in 1299 het stapelrecht van de graaf van Holland verkregen, waarbij onder andere werd bepaald dat alle hout dat via Rijn en Maas stroomafwaarts kwam in Dordrecht te koop moest worden aangeboden.[399] De stapelplaats voor Noords hout, afkomstig uit Noorwegen en gebieden rond de Oostzee, was Amsterdam.[400] Omdat de herkomstgebieden en transportroutes verschillend konden zijn voor deze stapels, kon indien één van de aanvoerwegen afgesloten raakte door oorlog of andere omstandigheden, hout worden betrokken van de andere stapelplaats.
Het transport van het gekapte hout vond plaats over water. Via de grote waterwegen zal het hout ons land hebben bereikt, hetzij per vlot, hetzij per schip.[401] Het hout uit Westfalen zal in vlotten via de Rijn naar de Hollandse stapel in Dordrecht zijn getransporteerd.[402] Ook kan het via de aftakking van de IJssel, via Deventer, naar de tweede Hollandse stapel in Amsterdam zijn vervoerd. Het hout uit de regio Emsland zal via de Vecht, wellicht via de houtmarkt in Hasselt, naar de Zuiderzee zijn getransporteerd, waarover het waarschijnlijk logischerwijs naar Amsterdam ging.[403] Ook kan dit hout, evenals het hout uit Noord-Duitsland, via de Eems en Emden of via de Weser en Bremerhaven en over de Waddenzee naar waarschijnlijk Amsterdam zijn getransporteerd. Dit zal met schepen zijn vervoerd. Transport per schip zal ook gelden voor hout uit gebieden rond de Oostzee. Overigens was dit aanvankelijk gevlot hout, via de rivieren naar de havens waar het in de schepen naar Holland werd geladen.[404] Het hout uit de regio's in de Ardennen, Frankrijk en Zuidwest-Duitsland zal gevlot zijn via Maas, Waal en Rijn naar Dordrecht.[405] Vanuit de stapels in Dordrecht of Amsterdam werd via binnenvaartschepen het hout naar Leiden vervoerd. Een voorbeeld is het constructiehout dat in 1454 werd gekocht voor de nieuwbouw van het Catharinagasthuis. Dit blijkt in Dordrecht te zijn gekocht, vervolgens via een schip naar de Leidse haven buiten de (oude) Zijlpoort werd getransporteerd, dan in een kleinere boot werd overgeslagen en naar de bouwlocatie gebracht.[406]

[396] Janse 1965, 45-46; Buis 1985, 506-507, 509-511; Janse 1989, 25; De Vries 1994a, 22 en 48-49; Hoving 1994, 44-46, Van Bochove 2008, 218-220 en Van Tussenbroek 2012, 42-43.
[397] Van Tussenbroek 2012, 43 en Heußner 2015.
[398] Buis 1985, 505.
[399] Van Prooije 2005, 13.
[400] Buis 1985, 509-510.
[401] Buis 1985, 505-518; Janse 1988a, 1; Van Prooije 1990; De Vries 1994a, 48-49; Van Prooije 2005 en Van Tussenbroek 2012, 42-43.
[402] Buis 1985, 505-506.
[403] Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 72-73.
[404] Van Tussenbroek 2012, 50.
[405] Vink 1993, 134.
[406] Brandenburgh et al. 2010, 312-317 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.

***Krom hout***

In de onderzochte Leidse kapconstructies kwamen naast de rechte constructiedelen gekromde onderdelen voor. Krom hout werd toegepast voor spantbenen, korbelen en windschoren. Het gekromde hout was zonder uitzondering van eikenhout. Naaldhout groeit rechtstandig en deze bomen produceren dus geen gekromd hout.[407] Gekromd eikenhout werd in hoofdzaak toegepast in constructies in Nederland, België, Noordwest-Frankrijk en Engeland.[408]

Gekromde spantbenen, zogenaamde krommers, kwamen in de spantconstructies van Leidse huizen alleen voor als het een gebouw met borstwering betrof. Anders werden rechte spantbenen toegepast. Zolders met en zonder borstwering kwamen gelijktijdig naast elkaar voor. Het was dus een specifieke praktische toepassing en geen apart spanttype.[409] De zolder met borstwering kreeg door de gekromde spantbenen meer gebruiksruimte en -gemak, dan met rechte spantbenen die verder de zolderruimte inkomen.[410] Het oudste voorbeeld van een Leids huis met borstwering en een kapconstructie met krommers is Breestraat 135 uit 1365. De jongste gecatalogiseerde voorbeelden zijn Haven 36-38 en 42 uit 1645. Het jongst bekende voorbeeld is Herengracht 37 uit de stadsuitbreiding van 1659 (a).[411]

In de onderzochte rekeningen werd het gekromde hout bij aankoop apart genoemd.[412] Een voorbeeld hiervan is de aankoop van gekromd hout in de rekeningen uit 1454 van de bouw van een nieuwe vleugel van het Catharinagasthuis. Bij meester Evert werd een omvangrijke partij ‘houts, groot ende cleyn’ aangeschaft, alsmede ‘1 carbeel’. Verder werden bij Clais Harmansz. ‘6 carbeelen en 6 boichstijlen’ gekocht, bij Geryt Cel ook ‘2 carbeelen, een balc, een eycken berkoen, één boechstijl, één wagenscot en één hout’. Pieter Burchg […] sz. leverde ‘1 carbeel, 7 balcken en 5 boichstijlen’, Jan tymmerman ‘3 groote balcken en één boichstijl’, Jan van Schoeten ‘enen balc, 3 kerbeelen en 2 boechstijlhouten’ en Jan van der Weer ‘enen grooten balck’. Van Jan Stoep werden ‘50 muylreborden’ gekocht, van Wilsen ‘ene boechstijl’, van Geryt Pietersz. Golen ‘enen boechstijl’, van Alijt Haersten ook ‘enen boechstijl, één wagenscot, 39 knarhouten en 19 plancken’, van Jacob Keyser ‘enen boechstijl’. Clais Harmansz. verkocht zes boogstijlen, Jan van Scoeten één balk, Jan van der Weer één grote balk (die hij van Dirk de priester had gekregen), Wilsen één boogstijl.[413] Het kromme hout kwam dus overal vandaan. Op basis van dit voorbeeld uit het midden van de 15$^{de}$ eeuw lijkt het erop dat krom hout schaars was en niet gemakkelijk via de houtmarkten en stapelplaatsen in één partij kon worden gekocht.

Krommers zouden voornamelijk afkomstig zijn uit Oost-Nederland en Westfalen.[414] Bommenee gaf aan in zijn ‘testament’ uit 1770 dat zware krommers ‘Rens Houdt’ (Rijns hout) zijn.[415] Volgens Janse kwamen krommers later ook van Eiderstedt, een schiereiland aan de westkust van Sleeswijk-Holstein.[416] Uit het dendrochronologisch onderzoek in Amsterdam bleken de krommers daar eerst uit ‘Nederland’ te komen en vanaf circa 1600 uit West-Zweden.[417]

---

[407] In Amsterdam is bij bouwhistorisch onderzoek één voorbeeld, Herengracht 49 uit ca. 1665, bekend van grenenhouten krommers; Van Tussenbroek 2012, 70. Dit zullen in de gekromde vorm gezaagde spantbenen betreffen.

[408] Saeftel 1970, 14 en 159; Janse 1988a, 3; Hoffsummer 2002, 267 en De Roon 2011, 42.

[409] Dit is tegenstelling met wat Dik de Roon heeft geponeerd in zijn artikel over Noord-Hollandse kapconstructies; De Roon 2011, 39.

[410] De Roon 2011, 45-46.

[411] Dossier Herengracht 37 in het bouwhistorisch archief van ELO.

[412] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460, Pieterskerk, 1407 en 1409, en Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.

[413] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.

[414] Janse 1989, 24; Hoving 1994, 44-46 en Van Tussenbroek 2012, 68.

[415] Gerhardt 1988, 59.

[416] Janse 1989, 24. Dit is voor Leiden nog niet bevestigd met dendrochronologisch onderzoek.

[417] Van Tussenbroek 2012, 69. Probleem hierbij is de gebruikte standaardcurve die ‘Nederland’ als resultaat oplevert; Heußner 2015, 134-136. Waarschijnlijk was hierbij ook sprake van hout uit Westfalen en Emsland, of mogelijk Twente of de Achterhoek.

Uit het dendrochronologisch onderzoek blijkt dat in Leiden vrijwel al het gekromde hout afkomstig was uit Westfalen en het Emsland.[418] In veel gevallen kwam het rechte constructiehout uit ongeveer dezelfde regio als het kromme hout. Het relatief jonge Nieuwe Rijn 28 uit 1598 is echter een illustratief voorbeeld van een kap van eikenhout uit Zweden, terwijl de krommers uit Westfalen afkomstig zijn. Een opvallende toepassing, die uit de catalogus blijkt, was het gebruik van gekromde windschoren. Deze kwamen namelijk slechts voor in de 14$^{de}$ eeuw en rond 1400, met als jongste voorbeeld Breestraat 95 uit 1405-1411.[419] Gekromde windschoren zijn dus een aanwijzing voor een vroege datering.[420]

Slechts vier 17$^{de}$-eeuwse kappen hadden gekromde spantbenen uit andere gebieden dan Westfalen of het Emsland. De kap van Groenesteeg 14 uit 1608 heeft krommers uit de omgeving van Verden (iets ten zuidoosten van Bremen gelegen aan de rivier de Aller). Rapenburg 65 heeft krommers, gedateerd 1623, uit centraal Duitsland. De kapconstructie van Oude Rijn 19, al een mengvorm tussen eikenhout en grenenhout, heeft krommers die dateerden op de NLzuid-curve, terwijl de andere eiken constructiedelen op een Maas-curve dateerden. Tot slot heeft de kap van Hooglandsekerkgracht 3 uit 1618-1619 krommers uit Zweden. Blijkbaar was in de 17$^{de}$ eeuw de verkrijgbaarheid of leverbaarheid van Westfaals of Emslands krom hout moeilijker geworden, bijvoorbeeld door de al genoemde politieke omstandigheden, ontwikkelingen op het vlak van handel/concurrentie of ontbossing. Dit komt overeen met de algemene moeizamere verkrijgbaarheid van eikenhout uit Duitsland in het einde van de 16$^{de}$ eeuw en het begin van de 17$^{de}$ eeuw.

Een specifieke toepassing van gekromd hout, rond de eerste helft van de 17$^{de}$ eeuw, was het gebruik van eikenhouten krommers voor de spantbenen van verder grenenhouten kapconstructies, bij huizen met een borstwering.[421] Het oudste voorbeeld hiervan is Oude Singel 6, van direct na 1611. De gedateerde jongste voorbeelden uit de catalogus zijn Haven 36-38 en 42, beide uit 1645. Bij bouwhistorisch onderzoek zijn ook bij Herengracht 37, gebouwd direct na de stadsuitbreiding van 1659, in de grenenhouten kapconstructie nog eikenhouten krommers aangetroffen.[422] Andere onderzochte kapconstructies in die stadsuitbreiding, zoals Hogewoerd 150 en 185 en Nieuwe Rijn 105, hebben rechte grenenhouten spantbenen. Het oudste voorbeeld van rechte grenenhouten spantbenen in een huis met borstweringen is Nieuwe Beestenmarkt, van direct na 1611. Door de overgang van eikenhout naar grenenhout in houtconstructies, als gevolg van de eikenhoutschaarste in de 17$^{de}$ eeuw, raakten dus uiteindelijk ook de gekromde spantbenen in onbruik.[423]

Voor de gekromde spantbenen in één spant kwam het vaak voor dat een krommer in de lengte werd doorgezaagd, het zogenaamde ontdubbelen.[424] Hierdoor kreeg een spant twee identieke krommers. Ook in Engeland kwam dit voor bij zogenaamde ‘cruck’-constructies.[425] Het bouwhistorisch onderzoek naar de kapconstructies van Hooigracht 67 (1450), Nieuwsteeg 17 (1592), Rapenburg 14 (1594), voorhuis Oude Rijn 25 (1599) en Oude Singel 6 (na 1611) maakte duidelijk dat ontdubbelen van krommers ook in Leiden voorkwam.[426]

---

[418] Vergelijkbaar met Amsterdam lijkt ook hier Nederlands hout te zijn gebruikt. Een aantal stukken gekromd hout dateerde op de NLhist of de NLTWE standaardcurve, maar dit was mogelijk ook afkomstig uit het net over de grens gelegen Emsland of Westfalen. Ook dateerden twee voorbeelden, Breestraat 99 uit 1458 en Hooigracht 67 uit 1481 ±6 jr op een Nedersaksen standaardcurve, maar dit kan hout uit het Emsland zijn, wat in dit gebied ligt.

[419] De voorbeelden van kappen met gekromde windschoren zijn Breestraat 113 uit 1347, Breestraat 135 uit 1365, Pieterskerkhof 40, achterbouw, uit 1383 en tuinvleugel, uit 1384, Breestraat 123, voorhuis, uit 1393 ±6 jr, Nieuwe Rijn 60 van 1404-1416 en Breestraat 95 uit 1405-1411. De windschoren hebben bovendien een afwijkende rechthoekige doorsnede; zie hiervoor het gedeelte over houtafmetingen.

[420] Het voorkomen van gekromde windschoren kan nog verder doorlopen in de 15$^{de}$ eeuw, maar die zijn bij onderzoek nog niet aangetroffen.

[421] Deze krommers zijn niet dendrochronologisch onderzocht, zodat herkomst niet bekend is.

[422] Dossier Herengracht 37 in het bouwhistorisch archief van ELO.

[423] De Vries 2008, 224. In Leiden zijn (nog) geen voorbeelden aangetroffen van gezaagde ‘krommers’ uit grenenhout.

[424] Janse 1988a, 3 en Janse 1989, 24-25.

[425] Saeftel 1970, 110.

[426] Orsel 2013a.

Het is opvallend dat veel voorbeelden omstreeks 1600 dateerden. Dit was een periode waarin veel werd gebouwd en er dus een een grote vraag was naar bouwmateriaal. Uit het dendrochronologisch onderzoek van Hooigracht 67 blijkt dat de krommers afkomstig waren uit Twente-Westfalen. De originele bewerking van de ingevoerde krommer was met de bijl behakt, slechts op de doorgezaagde zijde waren zaagsnedes waarneembaar. Beide krommers zijn voorzien van een eigendoms- of handelsmerk, dat bij het ontdubbelen werd doorgezaagd. Het onderzoek gaf goed inzicht in de originele vrij rechthoekige maat van de ingevoerde krommers. De krommers van Hooigracht 67 hadden een formaat van circa 25 x 28 cm en die van Rapenburg 14 circa 16/16,5 x 19 cm. Het ontdubbelen hiervan maakt duidelijk dat Leidse timmerlieden blijkbaar goed wisten in welke minimale dimensies kon worden geconstrueerd. Dit economisch zuinig maar constructief verantwoorde gebruik van gekromd hout duidt erop dat dit kromme hout relatief kostbaar was en wellicht moeilijker te verkrijgen dan recht hout.

De krommers moesten zo worden geproduceerd dat de draad in de kromming doorliep, waardoor de krommer zijn stevigheid behield. Speciaal voor de kromme spantbenen werd in het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 opgenomen dat deze goed droog moesten zijn en volgens de nerf, krom, moesten zijn gegroeid: ‘goet draech hout nade bocht gewassen’ (afb. 28-29).[427] Dit laatste kwam ook voor in het bestek voor de Boterhal uit 1659 (a): ‘goet Wesels ofte Deventer eyckenhout, naer de kromte gewassen’.[428] Hierbij zal beoogd zijn dat de krommers niet in de vorm gezaagd werden, maar zo gegroeid, en daardoor een betere sterkte gehad zullen hebben. De krommers van Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466-1471 zijn hiervan een voorbeeld. Bij veel kapconstructies in de catalogus is aan een relatief scherpe binnenhoek afleesbaar dat de kromming van de krommers toch ook werden (bij)gezaagd. Soms is dit duidelijk door zichtbare breuksporen van het zagen, bijvoorbeeld de spantbenen van het linker achterhuis van Rapenburg 67 uit 1623 (afb. 97).

28 Hooglandsekerkgracht 21, 1466-1471

29 Breestraat 59, 1597, ‘nade bocht gewassen’

[427] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[428] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Boterhal, 1659.

Over de productie van gekromd constructiehout bestaat veel onduidelijkheid.[429] Het zou kunnen gaan om gevorkte boomstammen of stammen met zware takken, die werden geselecteerd en afgezaagd tot de gekromde delen.[430] Het kromgroeien zou wellicht ook kunnen worden verklaard door het groeien van het hout op zandgrond. Daarbij zouden de wortels het grondwater niet kunnen bereiken en was er een regelmatige jaaringopbouw en groeide de boom dus vrij recht. Als de wortels in opvolgende jaren wel en niet in grondwater kwamen werd de jaarringopbouw onregelmatig, waardoor bij eikenhout een neiging tot kromgroeien ontstond.[431] Een onregelmatig jaarringpatroon ontstond ook door het knotten van bomen en dit zou ook kunnen leidden tot kromgegroeid eikenhout. Ook zouden er productiebossen zijn geweest waarbij bomen werden kromgetrokken om ze ze krom te laten groeien.[432] Tevens is het mogelijk dat, net als de praktijk bij acaciahout, de stam van jong hout werd ingekeept waardoor er een soort beschadiging ontstond, als gevolg waarvan de boom krom ging groeien.[433] Dergelijk productiebos duidt op een planmatige aanpak gericht op een toekomstige opbrengst. Uit het dendrochronologisch onderzoek komt ook het aantal jaren naar voren dat het gekromde hout heeft gegroeid. Het aantal geconstateerde jaarringen van krom hout ligt tussen de 16 tot wel 218 jaarringen en dit geeft vooralsnog geen duidelijkheid over productiebossen.[434] Krom branden of stomen van recht hout zou ook een mogelijkheid kunnen zijn om gekromd hout te verkrijgen, maar brandsporen daarvan zijn niet aangetoond in constructies en het stomen zou pas in de 18$^{de}$ eeuw zijn toegepast.[435]

In verschillende gekromde onderdelen zijn vlotgaten aangetroffen. Dit gekromde hout zal dus ook in houtvlotten zijn getransporteerd. Opvallend is dat in het herkomstgebied gekromd eikenhout in het algemeen niet in constructies werd toegepast, enkel als licht uitgevoerde schoren in vakwerkconstructies.[436] Het ligt voor de hand te veronderstellen dat in deze gebieden voldoende beschikking was over recht hout als eerste keus. Het kromme hout zou dan een bijkomend 'afvalproduct' zijn geweest en bestemd voor export. Het kan ook zijn dat vanuit Holland een specifieke vraag was naar gekromd hout, bijvoorbeeld vanuit de scheepsbouw en dat daardoor de export op gang is gekomen.[437]

***Productiehout***

Over de productie van bouwhout kan dendrochronologisch onderzoek ook informatie opleveren, aangezien naar voren komt hoeveel jaarringen een monster heeft. De gegevens over krommers en constructiehout geven, zoals hierboven behandeld, vooralsnog geen duidelijkheid over productiehout. Ook een aantal daksporen van Leidse kapconstructies is dendrochronologisch onderzocht, waarbij van sommige het aantal jaarringen kon worden bepaald. Het oudste voorbeeld is Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr waarvan drie gekantrechte rondhouten sporen zijn onderzocht (afb. 30). Deze sporen van Picea Abies hebben 29, 31 en 34 jaarringen.[438] Van de Waalse kerk zijn twee hergebruikte haanhouten en drie hergebruikte sporen onderzocht. De haanhouten en sporen zijn van gekantrecht eiken en hebben respectievelijk 26 en 36 en 24, 34 en 40 jaarringen.[439] Een laatste voorbeeld is Breestraat 99 uit 1458 met eiken sporen van 58 en 61 jaarringen, maar deze waren gezaagd uit een veel dikkere stam.
Op basis van de jaarringen van de eerste twee voorbeelden kan de conclusie worden getrokken dat het gaat om vrij jong hout.[440] Over het algemeen groeit jong hout de eerste jaren snel en vertoont dan een breder jaarringpatroon.[441]

---

[429] De Roon 2011, 42 en Van Tussenbroek 2012, 68-70.
[430] Saeftel 1970, 108-111; Hoffsummer 2002, fig. 15; De Roon 2011, 43 en Van Tussenbroek 2012, 68.
[431] Janse 1988a, 3.
[432] De Roon 2011, 43; Van Tussenbroek 2012, 68-70 en Haneca 2015.
[433] Buis 1985, 670.
[434] Productiebos zou gericht moeten zijn op de korte termijn en dus zou productiehout een gering aantal jaarringen moeten hebben. De voorbeelden lopen echter op tot boven de 200 jaar. Nader dendrochronologisch onderzoek naar krommers kan in de toekomst eventueel meer informatie gaan bieden.
[435] Hoving 1994, 45 en De Roon 2011, 43.
[436] Ook Janse heeft dit al geconstateerd; Janse 1990a, 53.
[437] Janse 1988a, 3 en Hoving 1994, 44-46.
[438] Ringrap. juni 2000, de sporen zelf hebben geen datering opgeleverd.
[439] Ringrap. 2005022, de haanhouten en sporen hebben geen datering opgeleverd.
[440] Een tiental voorbeelden is een gering aantal, maar van het geheel van tien heeft een achttal voorbeelden (80%) een gering aantal jaarringen.

30 Breestraat 123, 1393 ±6 jr, vuren dakspoor

31 Oude Rijn 10, 1590 (a), naaldhouten spoor[442]

Gericht op een snelle productie heeft zich het hakhoutbeheer ontwikkeld, waar vooral eikenhout zich goed voor leent.[443] Bij hakhoutbeheer wordt een boom gekapt en uit de boomstronk of stobbe ontspruitten de zogenaamde loten. Deze uitlopers groeien in rap tempo uit tot relatief rechte stammen van redelijke omvang, omdat er al een wortelstelsel bestaat en de loten hun energie hoofdzakelijk steken in groei.[444] Hakhout was minder geschikt om zwaarder constructiehout met doorsneden boven de twaalf tot 18 centimeter te produceren.[445] Het hakhoutsysteem werkt alleen voor loofhout, zoals eikenhout.[446] Naaldhout groeit echter van zichzelf al vrij snel en recht. Planmatige bosbouw voor naaldhout bestond al vroeg in het verplanten van zaailingen. Sinds de tweede helft van de 14$^{de}$ eeuw, toen het 'oogsten' van zaden werd 'uitgevonden', was een nog planmatiger aanleg van naaldbossen mogelijk.[447]

Op basis van de voorbeelden kan worden geconstateerd dat sporen, zowel van eiken- als naaldhout, een gering aantal jaarringen hadden (afb. 30-31). Dit leidt tot de voorzichtige conclusie dat het hier zal gaan om productiehout. Voor rechte eiken stammen was een actief houthakbeheer noodzakelijk, waar loten konden uitgroeien tot rechte stammen, die dan weer konden worden geoogst. Zoals gezegd groeit naaldhout uit zichzelf snel en vrij recht. Met een goed bosbouwbeheer kon goed worden voldaan aan de vraag naar ronde naaldhouten daksporen. Het aantal van rond de 30 jaarringen maakt ook duidelijk dat het ging om snelle houtproductie, door één of twee generaties van houtbouwers te realiseren. De resultaten van het dendrochronologisch onderzoek naar daksporen heeft een eerste inzicht gegeven in de bosbouw en houthandel, waarbij de vraag, in dit geval dunne rechte daksporen, blijkbaar de productie en het product bepaalde.[448]

***Houten nagels***

Een kapconstructie bestond uit veel elementen die onderling met elkaar werden verbonden. Verbindingen konden worden vastgezet met smeedijzeren nagels of ankers, maar bij een pen-en-gatverbinding gebeurde dat door houten nagels. Een houten nagel was een min of meer afgerond, taps toelopende houten pen van ongeveer twee cm doorsnede, die in een voorgeboord gat werd geslagen om de pen-en-gatverbinding te borgen.[449]

---

[441] Haneca et al. 2009, 126-127.
[442] Zie dossier Oude Rijn 10 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[443] Jansen en Kuiper 2001; Haneca et al. 2009, 126-127 en Yeomans 2009, 153-164.
[444] Jansen en Kuiper 2001, 5 en 9; Haneca et al. 2009, 126-127 en Yeomans 2009, 153-154. Hakhout kan ook een heel korte cyclus van 3-8 jaar hebben en dit levert 'schaerhout', geschikt als brandstof, vlechtwerk of daklatten; Vink 1993, 132 en Leenders 2015, 72-78.
[445] Haneca 2015, 163-165.
[446] Jansen en Kuiper 2001, 5.
[447] Kühnel 1998, 121-123.
[448] Verder onderzoek naar productiehout in constructies valt buiten het kader van dit onderzoek, maar is zeer wenselijk.
[449] Van Tussenbroek 2012, 71.

In de onderzochte rekeningen en bestekken werden de houten nagels weinig genoemd. In de rekeningen van het Catharinagasthuis over de bouw van een grote nieuwe vleugel in 1454 werd het materiaal en het maken van houten nagels omschreven: ‘een eycken berkoen, houtnagelen of te maken’ (afb. 32).[450] In het bestek voor het huis aan het Rapenburg voor R. Hogerbeets uit 1592 was sprake van ‘sluytnagels’ en in het bestek van het Rijnlandhuis uit 1597 van ‘houte nagels’ om de pen-en-gatverbinding te ‘sluijten’.[451] In het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 werd het materiaal van de nagels genoemd waarmee de pen- en gatverbinding moest worden opgesloten (afb. 33).[452] Dit moesten ‘goede greene nagels’ zijn. Houten nagels waren ook een standaard handelsproduct, zoals blijkt uit de uitvoer van 279.000 houten nagels, in de periode 1589 en 1600, vanuit Köningsberg naar Nederland.[453]

32 Eiken nagel Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)

33 Grenen nagel Hooglandsekerkgracht 23, 1738

**Houtkwaliteit**

Het dak werd gedragen door een constructie, die uiteraard moest zijn uitgevoerd in materiaal dat was opgewassen voor zijn taak. Eikenhout met een fijne structuur met smalle jaarringen heeft een kwaliteit die over het algemeen beter is dan die van grenenhout. Eikenhout is door zijn compacte structuur en hardheid minder gevoelig dan grenenhout voor aantasting door houtworm of ander ongedierte, vocht en vuur. Het houttransport via de rivieren zorgde tevens voor het zogenaamde wateren. Door wateren werd een verbetering van de kwaliteit en duurzaamheid van het hout beoogd. Gewaterd hout zou na droging minder werken en scheuren, het was beter te zagen en te bewerken en bovendien werd het hout tijdens het wateren beschermd tegen aantasting door schimmels en insecten.[454]

In de onderzochte bestekken werd ook aandacht besteed aan de kwaliteit van het te verwerken hout. Voor het huis aan het Rapenburg voor Hogerbeets uit 1592 moest de aannemer het hout leveren.[455] Daarom was ook in het bestek opgenomen dat er goed hout moest worden gebruikt: ‘sonder dairin te mogen wercken rodolmich noch ratelscharich onredelic spint ofte wankant’. Vergelijkbare voorschriften stonden in andere Leidse bestekken uit 1593, 1597 en 1659.[456] In de latere bestekken kwam dit echter niet meer voor. Waarschijnlijk was dit specifieke kwaliteitsvoorschrift alleen van toepassing op eikenhout en niet op het latere naaldhout. De 18$^{de}$-eeuwse bouw- en waterbouwkundige Bommenee noemde het in zijn stuk over de soorten hout en hun kwaliteiten alleen bij het eikenhout en niet bij de verschillende soorten naaldhout.[457]

[450] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[451] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592 en Rijnlandhuis, 1597.
[452] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[453] Van Tussenbroek 2012, 71-72.
[454] Benthem en Masop 1999, 10-21 en 43-48.
[455] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[456] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597 en Boterhal, 1659.
[457] Gerhardt 1988, 60.

In het bestek voor de overkapping van de Boterhal uit 1659 was sprake van eikenhout, maar in de aanvulling stond dat 'goed greynenhout' ook werd geaccepteerd.[458] In het bestek voor Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 was de constructie ook van grenenhout: 'de binten […] van goed vierkant gezond greenenhouwt, zonder dorre (losse) kwasten'.[459] Ook moesten hier de daksporen en/of de panlatten in 'goed gezond greenenhouwt' worden uitgevoerd, evenals de gevellijst ('van goed gezond grijnenhout'). Een goede houtkwaliteit was voor de opdrachtgever van groot belang. In het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 was zelfs opgenomen dat, voordat alle materialen werden verwerkt, deze eerst moesten worden goedgekeurd: 'geen der voorss. materialen aen tvoorss. werck en zal mogen verwercken sonder eerst ende alvoorn bij den toesiender ofte fabrycmeester gezien ende volgende dezen bestecke voor goet gekent te wezen'.[460] Als er toch kwalitatief slecht hout werd verwerkt, dan zou dit op kosten van de aannemer worden vervangen: 'zo ter contrarie bevinden worde zal tzelve metter daet tot costen van den aannemer yut twerck genomen ende vermaeckt worden tot prijs als voorn'. Bommenee ging in zijn 'testament' ook in op de kwaliteit van het bouwhout.[461] In het algemeen lijkt de plaats van herkomst voor zowel eiken, grenen, vuren en dennen een waarborg voor de kwaliteit te zijn geweest.[462] Zo benoemde Bommenee bijvoorbeeld het 'Cooperwijkse' (naald)hout, in dit geval genoemd naar de uitvoerhaven Kopervik in het zuidwesten van Noorwegen, als het allerbeste. Hij onderbouwde dit wel met de opmerking dat dit hout extra fijn en vast van draad was.[463] Een ander voorbeeld is dennenhout uit Duitsland dat volgens hem grof en los van draad was.[464]

Uit de onderzochte rekeningen kan worden afgeleid dat zo genoemd wagenschot als een bepaalde kwaliteit eikenhout werd onderscheiden. Zo was in de rekeningen van de Pieterskerk uit 1407 en 1409 voornamelijk sprake van hout en een enkele keer van 'waghenscot', afkomstig uit Amsterdam, voor de kap van de kooromgang en sacristie.[465] Bij de bouw van een nieuwe vleugel van het Catharinagasthuis in 1454 kwam 'wagenschots' uit Amsterdam.[466] In de Vestmeestersrekeningen uit 1463 over het Gravensteen was ook sprake van 'wagenschots', die uit Amsterdam werden gehaald.[467] Ook moesten daar 'veynsteren' (kozijnen en/of raamluiken) en deuren van worden gemaakt. Het wagenschot werd in kapconstructies toegepast als dakbeschot (en gewelfbeschot). Uit de voorbeelden blijkt dat wagenschot afzonderlijk naast het eikenhout werd aangekocht. Het blijkt ook dat de zagers er apart voor werden betaald.[468] Het wagenschot kwam uit Amsterdam als handelsproduct, een kwartiers gezaagd halffabricaat van meestal circa 1,5 tot 8 cm dik, 25 tot 40 cm breed en meer dan vier meter lang (14 voet).[469] Overigens werd wagenschot afgekort op negen voet (ca. 2,8 m) vaak 'puyphoud' genoemd en op 5 à 5¼ voet (ca. 1,5-1,7 m) 'klaphout'.[470] Wagenschot had een kwaliteit die afweek van het gewone eiken constructiehout. De specifieke toepassing als dakbeschot zal hebben samengehangen met het feit dat het kwartiers gezaagd hout vooral in de dikte krimpt.[471]

---

[458] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Boterhal, 1659.
[459] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[460] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[461] Gerhardt 1988, 47-70. Prachtig en illustratief is de opmerking van Bommenee over een oorzaak van houtbederf: 'Men segt dat in de swaare bossen sig veel voogels onthouden, die spegten genaamt worden; deze vogels hebben scherpe bekken en sij hebben de gewoonte dat sij hangen aan de boomen en picken met hun bekken op de schorssen eenige maallen en dan springen deselve om na de andere seijde des booms om te sien of sij daardoor sijn en dan weederom op de eerste plaatse aan 't pikken, waardoor de schors der boomen op die gepickte plaasen koomen te bederven, waardoor ook inwaateringe koomen en bederf veroorsaakt aan soodaanige boomen'; Gerhardt 1988, 61.
[462] Gerhardt 1988, 49-68; Hoving 1994, 44-46 en De Vries 1994a, 48. Ook Janse gaf aan dat er kwaliteitsverschil is tussen hout uit verschillende houtmarkten; Janse 1965, 38.
[463] Gerhardt 1988, 49.
[464] Gerhardt 1988, 50.
[465] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.
[466] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[467] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[468] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[469] Van Tussenbroek 2015a, 171-174.
[470] Gerhardt 1988, 68.
[471] Van Tussenbroek 2015a, 171-172 en 181.

Omdat kwartiers gezaagd eikenhout nauwelijks krimpt in de lengterichting zal het dakbeschot niet of nauwelijks werken, dat de kwaliteit, dichtheid en duurzaamheid van de daarop aangebrachte dakbedekking ten goede zal zijn gekomen. Beschot was voor een leidak noodzakelijk, maar het niet werken van (wagenschot-)dakbeschot als drager was ook gunstig voor een bedekking van vermetselde daktegels.[472]

**Houtafmetingen**

Een kapconstructie was opgebouwd uit verschillende elementen en deze hadden een bepaalde maat, zodat ze hun statische constructieve functie konden verrichten. Op basis van literatuur, gegevens in rekeningen en bestekken en de kapconstructies in de catalogus is een houtformaatontwikkeling van deze elementen onderzocht. De maatvoering die hier wordt behandeld, is een maat bij benadering, bijvoorbeeld circa 21 x 15 centimeter, aangezien het merendeel van het onderzochte constructie-elementen met de hand behakt en gezaagd zijn en daardoor een onregelmatige doorsnede heeft.[473] Pas met de opkomst van de zaagmolens in de 17de eeuw kwam er strak gezaagd hout met een regelmatige doorsnede beschikbaar.[474]

Vanaf het initiatief tot en met de uitvoering van een kapconstructie zullen opdrachtgever, een eventuele ontwerper en de uitvoerder een constructie hebben willen bouwen die op haar taak berekend was, inclusief de toereikende houtzwaartes. Daarvoor zal vermoedelijk op basis van ervaring sprake zijn geweest van een zekere proportionering in samenhang met de omvang van het dak. In 1777 schreef Adrianus Erzey in zijn boek over de vormgeving van een gewoon huis echter dat die willekeurig en niet vast bepaald was: ‘de zwaarte van het Kaphout […] een iegelyk na zyn believen kan neemen. Nota: De zwaarte van het ’t Hout, de wydte of meenigte der Spanten, beneevens deszelfs juiste hoogten zyn willekeurig en derhalve geen vast bepaaling’.[475] Er waren dus blijkbaar geen vaste regels voor het juiste houtformaat en de vorm en aantal van de spanten, in elk geval in het einde van de 18de eeuw. De 18de-eeuwse bouw- en waterbouwkundige Bommenee schreef niets over regels voor de afmetingen van constructies, maar in zijn testament stonden wel tabellen met verkrijgbare houtmaten.[476] Het naaldhout kwam voor in vele verschillende maten, van 1 x 10 duim (2,47 x 24,7 cm) tot 12 x 18 duim (29,64 x 44,46 cm).[477] Eikenhout was ook leverbaar in vele formaten, van 3 x 4 duim (7,41 x 9,88 cm) en 16 x 20 duim (39,53 x 49,4 cm). Overigens speelde hierbij de lengte van de balk nog wel een rol. Dit grote formaat was slechts leverbaar op een maximale lengte van acht voet (2,37 m). Langere balken waren leverbaar tot een formaat van 10 x 16 duim (24,7 x 39,53 cm) bij een lengte van 36 duim (8,89 m).

Uit de catalogus van onderzochte kapconstructies blijkt dat de elementen, zowel in eikenhout als in grenenhout, een vrij vierkante maat hebben (fig. 5). Er is enig verschil tussen breedte en hoogte, maar die bleef in verhouding.[478] Enkele gekromde eiken spantbenen en windschoren hebben wel een rechthoekig formaat, maar dit was het gevolg van het eerdergenoemde economisch ontdubbelen.[479]

---

[472] In Leiden is bij bouwhistorisch onderzoek nog geen eikenhouten dakbeschot van een daktegeldak aangetroffen of onderkend. In ’s-Hertogenbosch is bekend dat op het Franse Kabinet (Kerkstraat 73-75) van origine daktegels op beschot lagen; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Maarten Enderman. Overigens konden leien ook op panlatten worden vernageld zoals aangetroffen op kasteel Terworm in Heerlen.

[473] Vooor de aangehaalde historische maatvoering in roeden, voeten en duimen is uitgegaan van de Rijnlandse maat, tenzij anders aangegeven. Een Rijnlandse roede is 3,767 meter (= 12 voet). Een Rijnlandse voet is 31,4 centimeter (= 12 duim). Een Rijnlandse duim is 2,61 centimeter (= 12 lijn) en een Rijnlandse lijn is 0,21 centimeter. https://nl.wikipedia.org/wiki/Hoogheemraadschap_van_Rijnland. Gecontroleerd 2019-10-06. Zie ook Berends 2017.

[474] Zie ook paragraaf Houtzaagmolenindustrie.

[475] De Vries 2008, 227.

[476] Gerhardt 1988, 47-67.

[477] Gerhardt 1988, 47-48 en 51-53. Bommenee gebruikte de Middelburgse voet; 326. De Middelburgse voet was volgens Bommenee 29,66 cm en de duim 2,47 cm; Gerhardt 1988, 324.

[478] Orsel 2012a.

[479] Voorbeelden zijn Hooigracht 67 uit 1450, Nieuwsteeg 17 uit 1592, Rapenburg 14, voor en achter uit 1594 en Oude Rijn 25, voorhuis, uit 1599. Zie ook paragraaf Krom hout.

Het algemeen vrij vierkante hout (met een zwaarte van 15 x 20 cm of meer) werd ‘balken’ of ‘binten’ genoemd.[480] Tot het hout met een rechthoekige doorsnede behoorden de zogenaamde ‘platen’. Dit betrof ‘in de houthandel een stuk hout van ten minste 2½ duim (ruim zes cm) dik en van een breedte die in verhouding tot de dikte aanzienlijk is. De maten lopen uiteen van zes tot tien cm bij 12,5 tot 30 cm. Veel gebruikt voor balklagen en kapconstructies’.[481] Zogenaamde baddingen waren van naaldhout en hadden een standaardbreedte van 6,5 cm bij 16,5 cm hoog, soms 15, 14 of 13 cm hoog.[482] Van der Kloes en Zwiers benoemden in hun 20ste-eeuwse bouwkundige handboeken baddingen als platte, brede stukken hout smaller dan 5 cm. Platen waren vergelijkbaar, maar breder dan 5 cm.[483] De vroegste balkformaten waren volgens Janse dennenhouten balken met een rechthoekige doorsnede (smal en hoog).[484] Dit vroege type werd algemeen opgevolgd door eikenhouten balken met een vrij vierkante doorsnede (vaak wel iets hoger dan breed). Met de overgang op grenenhout bleef de doorsnede vrij vierkant. Bommenee omschreef in 1770 ‘vierkant besaaghd houd’ van grenenhout met – vrij vierkante – houtmaten van 2 x 2 duim tot 12 x 18 duim, bij een lengte van 22 voet (ca. 6,5 meter). Dit grenen balkhout was dus door de houthandel leverbaar met een omvang van circa 5 x 5 cm tot 29,5 x 44,5 cm.[485] Eiken balkhout was dan, zoals hierboven uiteengezet, leverbaar met een formaat van circa 7,5 x 10 cm (3 x 4 duim) tot 24,5 x 39,5 cm (10 x 16 duim).

De afmetingen van het constructiehout zijn ook deels herleidbaar uit de onderzochte bestekken. Daarin werden aanwijzingen gegeven voor de houtformaten en waren bepalingen opgenomen als iets niet nader was omschreven. Hierover is een vaste opbouw en volgorde in de bestekken herkenbaar. Zo werd in de oudere bestekken bij kapconstructies van de eerst aangehaalde delen de houtzwaarte genoemd. De houtzwaarte van overige onderdelen, bijvoorbeeld de korbeels, werd soms wel omschreven, maar vaak werd ook aangegeven als ‘naer den eysch’, ‘zo dat behoort’ of ‘alst werck eyschen zal’. Als voorbeeld volgt hier het bestek van het huis voor Hogerbeets aan het Rapenburg uit 1592: ‘noch 8 flierbinten met zijn boechstijlen die zullen hooch wesen 8 voet ses duym die boevencant, die lancte na den eysch, die buychstijlen swaer 7 ende 5 duym, die carbeels ende blockeels na den eysch. 1 schaerbint dairvoren die langte ende hoochte na den eysch, het bint swaer 8 ende 6 duym die stijlen ende kerbeels na den eysch […]. Noch 8 schaerbinten die hoochte ende langte na den eysch, die binten zwaer 6 ende 5 duym, die stijlen ende kerbeels na den eysch’.[486] Uit de omschrijving blijkt dat het voor de timmerman duidelijk was welke houtzwaarte volgde voor de verschillende constructiedelen, als de houtmaten van enkele primaire elementen omschreven waren. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er voor de houtzwaarte een bepaalde maatverhouding bestond tussen de verschillende constructieonderdelen. Uit het voorbeeld blijkt dat ook de lengte van de onderdelen kon voortkomen ‘naer den eysch’. Dit kwam in de oudere bestekken algemeen voor. Blijkbaar kon de timmerman uit de besteksomschrijving en de gegeven hoofdmaten de benodigde formaten en lengtes afleiden. Dit gold met name voor de lengte van de horizontale delen (de dekbalken of spantbalken; ‘binten’), soms ook voor de verticale delen (spantbenen; ‘stijlen’) en voor overige delen (bijvoorbeeld korbeels en windschoren: ‘carbeels’ en ‘wintbanden’). In de 17de- en 18de-eeuwse bestekken, inclusief die van het Rijnlandhuis uit 1597, werden minder of geen maten opgenomen, maar werd verwezen naar een tekening.[487] In het bestek uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort werd de lengte van de ‘binten’ van de ‘flierbinten’ ontleend aan een zogenaamde spanroe: ‘die langte nae den eysch, alsoe ’t spanroe wijsen sal’.[488] Hier gaat het om een uitzetmaat.[489] Alleen in het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 werd ook een lengtemaat gegeven voor de korbeels: ‘kerbeels vijff voet tusschen de tanden’.[490]

---

[480] Zwiers 1920, 24 en Van der Kloes 1925b.
[481] Haslinghuis en Janse 1997, 354.
[482] Haslinghuis en Janse 1997, 45.
[483] Zwiers 1920, 25 en Van der Kloes 1925b.
[484] Janse 1964.
[485] Gerhardt 1988, 47.
[486] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[487] Dit sluit aan bij een verandering die Gerritsen signaleerde, waarbij vanaf omstreeks 1600 bestektekeningen belangrijker worden en de maten daarvan af kunnen worden bepaald; Gerritsen 2006, 148.
[488] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[489] Bij het onderdeel construeren zal hierop verder worden ingegaan.
[490] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

In de meeste 16de-eeuwse bestekken werd in het algemeen voor de hoogte van de spanten een maat gegeven, bijvoorbeeld in het laat 16de-eeuwse bestek voor Rapenburg 69: 'de hoochte vande flierbinten omtrent 9 voeten […] Noch te maecken 4 schaerbinten hooch omtrent 7 voet ende 6 duym'.[491] In de latere bestekken, zoals voor de Marekerk uit 1645, voor Rapenburg 25, Bibliotheca Thysiana, uit 1654, voor de Waag uit 1658, de Boterhal uit 1659 en voor Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738, werd verwezen naar tekeningen.[492] In het bestek van het huis aan het Rapenburg uit 1592 was wel voor het onderste spant een hoogte gegeven voor de kromme spantbenen: 'Noch 8 flierbinten met zijn boechstijlen die zullen hooch wesen 8 voet ses duym die boevencant', maar was het aan de timmerman om de hoogte van het bovenste spant te bepalen 'naer den eysch'; 'Noch 8 schaerbinten die hoochte ende langte na den eysch'.[493] In het algemeen stonden in de oudere bestekken de hoofdmaten omschreven. Indien dit niet het geval was, was het aan de timmerman ze te bepalen 'naer den eysch'. Veelal werden wel de lengtematen achterwege gelaten. Deze moest de timmerman afleiden uit de gegeven hoofdmaten van het gebouw.

Na circa 1600 werd de rol van de bestektekening op schaal belangrijker en konden maten daarvan worden afgeleid. Uit de opzet van de bestekken blijkt dat voor de timmerman over het algemeen weinig ruimte was om zelf te bepalen hoe de kapconstructie moest worden geconstrueerd.[494] In de bestekken werd soms rekening gehouden met het feit dat de voorgeschreven houtzwaarte niet te verkrijgen zou zijn en werd aangegeven dat één en ander afhankelijk was van de beschikbaarheid van het hout. Zo stond in het laat 16de-eeuwse bestek voor Rapenburg 69: 'boochstijlen […] na dat se te crijgen zijn'.[495] In het bestek voor de Marekerk uit 1645 werd dit 'naer gelegentheyt vant hout'.[496] Dat er ook hergebruikt hout werd toegepast, maakt het bestek voor Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 duidelijk.[497] Hierin stond dat geschikt oud hout moest worden hergebruikt: 'oude binten te gebruyken tot de kap, zo zij daartoe bekwaam geoordeeld worden'. Dit moest zoveel mogelijk worden hergebruikt voor de standvinken en korbeels, 'voorzover die konnen strekken'. Dit werd in werkelijkheid zo uitgevoerd.[498]

Naast het voorbeeld van Hooglandsekerkgracht 23 is Breestraat 59 uit 1597 een bestek met maatvoering waarvan ook de kapconstructie werd gedocumenteerd (afb. 18). Op basis hiervan kunnen de voorgeschreven maten worden vergeleken met de uitgevoerde maatvoering.[499] In het bestek stond voor het formaat van de onderste spantbenen 'XI ende XIII duijmen'. Dit was omgerekend circa 29 x 34 cm.[500] De krommers op locatie hebben het formaat 28 x 33 cm. Dit komt vrijwel overeen en hier werd dus volgens bestek gebouwd. Voor de spantbenen van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 stond het formaat van zes en acht duim voorgeschreven. Dit was omgerekend 15,5 x 21 cm. Op locatie is de maat 14 x 19,5 gemeten en bij de uitvoering werd dus in een iets kleiner houtformaat gewerkt dan voorgeschreven in het bestek. Voorzichtig kan worden geconcludeerd dat de bestekschrijver theoretisch op papier de maatvoering van enkele onderdelen bepaalde en daarmee de gehele maatvoering van de kapconstructie vastlegde. De aannemer had op het geheel weinig invloed, maar beide voorbeelden maken duidelijk dat bij uitvoering wel beperkt in maatvoering kon worden afgeweken. Dit hangt vermoedelijk samen met het beschikbare hout of eventueel met de aannemer, die op basis van zijn ervaring zijn opdrachtgever hiervan zal hebben moeten overtuigen.

---

[491] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 69, eind 16de eeuw.
[492] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654, Waag, 1658, Boterhal, 1659 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[493] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[494] Gerritsen 2006, 85, 146 en 148 en Orsel 2013b.
[495] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 69, eind 16de eeuw.
[496] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[497] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[498] Zie catalogusblad 1738, Hooglandsekerkgracht 23.
[499] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis 1597 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[500] Volgens de Rijnlandse duim. Deze is 2,61 cm.

Bij het onderzoek van de Leidse kapconstructies zijn van vele elementen de formaten gedocumenteerd. Op basis van de inventarisatie van deze afmetingen is onderzocht welke maximale en minimale formaten voorkomen voor eiken en grenen onderdelen, spantbenen, dekbalken, flieringen of gordingen en windschoren, zowel voor huizen als de andere onderzochte gebouwen. Korbeels en windschoren zijn grotendeels bewust buiten beschouwing gelaten in dit onderzoek, aangezien dit relatief korte stukken hout zijn en geconstateerd is dat juist deze elementen vaak werden gemaakt van hergebruikt hout. Door de verschillende maten van de daken en de verschillen in uitvoering van de constructies, is het soms moeilijk de elementen op maatvoering met elkaar te vergelijken. Met deze beperking is echter wel uit de gegevens een bepaalde tendens en ontwikkeling te onderkennen.
Als alle gemeten afmetingen van de elementen van de kapconstructies met elkaar worden vergeleken, valt ten eerste een enorme variatie in afmetingen op. Voor een groot deel is dit te verklaren uit het denkbare krachtenspel, in soort en omvang, die de verschillende onderdelen van de kapconstructies moesten verwerken. Dit was grotendeels afhankelijk van de afmetingen van het dak en de opbouw van het (stapel-)spant. Zo werd bijvoorbeeld een horizontaal geplaatste lange dekbalk totaal anders belast dan een vrij verticaal geplaatst en veel korter spantbeen. Op basis hiervan kon ook de houtzwaarte van de onderdelen variëren. Bij het ontstaan van de kapconstructies als ondersteuningsconstructie zullen de maten van de onderdelen proefondervindelijk zijn vastgesteld. Later werden de formaten bepaald op basis van ervaring en kennis van de timmerlieden, deels overgedragen tijdens de interne opleiding van het timmergilde. De timmerlieden konden hout op maat zagen, maar ook zal gebruik zijn gemaakt van (voor)gezaagd hout, dat werd aangekocht op de lokale markt of op andere plaatsen. Een deel van de formaten zal dus door deze externe factor van verkrijgbaar materiaal zijn bepaald.

Het valt in het algemeen op dat, zowel bij de huizen als bij de andere gebouwen, de formaten van elementen in eiken iets forser zijn dan die in grenenhout (fig. 5). Dit is een duidelijke trend. De oorzaak hiervan zou mogelijk kunnen samenhangen met de verschillende constructieve eigenschappen van eiken en grenen. Ook kunnen de geconstateerde redenen die ten grondslag lagen aan het overgaan van eikenhout naar grenenhout voor de constructies met dit effect samenhangen. Dit betrof als eerste een beperkter aanbod van eikenhout door oorlogsomstandigheden in Duitsland. Ten tweede de beschikbaarheid van grote hoeveelheden betaalbaar grenenhout door de omvangrijke aanvoer van grenenhout uit het Oostzeegebied als gevolg van de overzeese handel. Een laatste reden was de machinale bewerking van hout in de zaagmolens door de opkomst van de houtzaagindustrie.[501] Een bepalende reden voor de geringere houtformaten van grenenhout zal bovendien de grote vraag naar bouwhout zijn geweest als gevolg van de omvangrijke, laat 16$^{de}$-eeuwse/vroeg 17$^{de}$-eeuwse, bouwactiviteit, waarbij getracht werd economischer (zuiniger) te construeren met het nieuwe materiaal grenen. De afname van houtformaat is ook al waarneembaar tussen het oudere en jongere eikenhout. Als deze trend wordt vergeleken met de maximale maat van de gedocumenteerde formaten van dekbalken dan is die trend ook enigszins te herkennen. De maximale maat voor een dekbalk ligt gemiddeld tussen 15 cm en iets boven de 20 centimeter, met enige uitschieters naar boven en één daaronder (fig. 6). Een duidelijke variatie in houtformaat als gevolg van een verandering in dakbedekking, bijvoorbeeld het omslagpunt rond 1540 van zware daktegeldaken naar veel lichtere pannendaken of -tegels, of constructiewijziging of andere invloeden, is niet geconstateerd.[502]

In de tweede helft van de 17$^{de}$ eeuw en in de 18$^{de}$ eeuw werd een aantal kappen met dezelfde of vrijwel dezelfde houtdoorsnede voor de spantbenen en de dekbalk uitgevoerd. De oudste voorbeelden zijn Rapenburg 32 uit circa 1650-1700 en Papengracht 6 uit 1668.[503] Al deze kappen kenmerken zich door uitvoering in strak gezaagd grenenhout met een zeer regelmatige houtdoorsnede. De verklaring voor dezelfde houtdoorsnede is waarschijnlijk dat voor het maken van de constructie een partij gezaagd hout werd aangekocht van dezelfde houtmaat en dat daarvan de verschillende elementen werden gemaakt. Deze praktijk is echter niet herkenbaar in de oudere kappen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat voor het midden van de 17$^{de}$ eeuw specifiek hout met zijn eigen houtformaat voor de onderscheidende elementen van de kapconstructie werd aangekocht.

---

[501] Zie ook paragraaf Houtzaagmolenindustrie.
[502] Zie voor het omslagpunt van daktegels naar dakpannen paragraaf De dakbedekking.
[503] Andere voorbeelden zijn Oude Vest 159 uit 1681, Rapenburg 12 uit 1724, Hooglandsekerkgracht 23, 1738, Rapenburg 65 uit 1749, Breestraat 24 uit 1768, Hooglandsekerkgracht 11-21 uit 1774, Eerste Binnenvestgracht 22 uit 1775-1800, Breestraat 19, voorhuis, uit 1791.

| **Eiken Huis** | Spantbeen Recht | Spantbeen Gekromd | Dekbalk | Fliering – Gording | Windschoor Recht | Windschoor Gekromd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximaal | 25x20,5[504] | 29x22[505] | 31x25[506] | 23x10[507] | 13,5x8[508] | 15,5x6[509] |
| Minimaal | 7x9[510] | 13x10[511] | 10x10[512] | 9x9[513] | 8x8[514] | 11x6[515] |

| **Grenen Huis** | Spantbeen Recht | Spantbeen Gekromd | Dekbalk | Fliering – Gording | Windschoor Recht | Windschoor Gekromd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximaal | 22x13,5[516] | - | 29,5x16,5[517] | 23x15[518] | 11,5x9[519] | - |
| Minimaal | 10x8[520] | - | 15x11[521] | 7x10[522] | 8x7[523] | - |

| **Eiken Anders** | Spantbeen Recht | Spantbeen Gekromd | Dekbalk | Fliering – Gording | Windschoor Recht | Windschoor Gekromd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximaal | 24,5x28[524] | 33x28[525] | 39x28[526] | 24x23[527] | 14,5x10[528] | - |
| Minimaal | 10x8[529] | 22x23[530] | 10x8[531] | 10x10[532] | 10,5x6,5[533] | - |

| **Grenen Anders** | Spantbeen Recht | Spantbeen Gekromd | Dekbalk | Fliering – Gording | Windschoor Recht | Windschoor Gekromd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximaal | 26x22[534] | - | 22,5x15[535] | 21,5x17[536] | 11,5x11,5[537] | - |
| Minimaal | 10x13[538] | - | 22x20[539] | 12,5x12[540] | - | - |

Fig. 5 Maximale en minimale gedocumenteerde formaten van eiken- en grenenhouten onderdelen

[504] Breestraat 161, 1435 ±6 jr.
[505] Pieterskerkhof 40, achterbouw, 1383.
[506] Nieuwe Rijn 13, 1557.
[507] Breestraat 135, 1365.
[508] Pieterskerkhof 40, voorbouw, 1383.
[509] Pieterskerkhof 40, tuinvleugel, 1384.
[510] Nieuwe Rijn13, 1557.
[511] Hooglandsekerkgracht 14, 1400-1500.
[512] Hooglandsekerkgracht 14, 1400-1500.
[513] Oude Rijn 25, voor- en achterhuis, 1599.
[514] Donkersteeg 5, 1602.
[515] Breestraat 95, 1405-1411, windschoor bovenste spant.
[516] Rapenburg 34, 1645.
[517] Breestraat 84, 1672-1674.
[518] Rapenburg 67, linker achterhuis, 1623.
[519] Rapenburg 29, 1664.
[520] Oude Singel 100, direct na 1611.
[521] Morsstraat 32, direct na 1611.
[522] Haven 36-38, 1644.
[523] Haarlemmerstraat 163, 1675-1700.
[524] Aalmarkt 21, Waag, 1657-1659.
[525] Breestraat 59, Rijnlandhuis, 1597.
[526] Aalmarkt 21, Waag, 1657-1659.
[527] Rapenburg 41-45, klooster Roma, 1450.
[528] Breestraat 59, Rijnlandhuis, 1597.
[529] Haarlemmerstraat 213, 1554.
[530] Rapenburg 41-45, klooster Roma, 1450.
[531] Haarlemmerstraat 213, 1554, dekbalk bovenste spant.
[532] Haarlemmerstraat 213, 1554.
[533] Pieterskerkhof 6, Gravensteen, 1463.
[534] Lammermarkt 57, direct na 1611.
[535] Vlietweg 70 en 72, 1638.
[536] Lammermarkt 57, direct na 1611.
[537] Lammermarkt 57, direct na 1611.
[538] Lammermarkt 57, direct na 1611.
[539] Lammermarkt 57, direct na 1611.
[540] Lammermarkt 57, direct na 1611.

Na het midden van de 17de eeuw lijkt zich een ontwikkeling naar een uitvoering van de onderscheidende elementen in dezelfde houtmaat voor te doen.[541] De reden hiervoor is niet duidelijk, maar zou verklaard kunnen worden door een voldoende aanbod van standaard gezaagd hout door de opkomende zaagindustrie.[542] Hierdoor hoefde niet op houtmaat te worden geselecteerd. Voldoende houtaanvoer zou ook een 'dempend' effect gehad kunnen hebben op de houtprijzen, waardoor selectie op exacte maat en bijbehorende prijs minder noodzakelijk was.

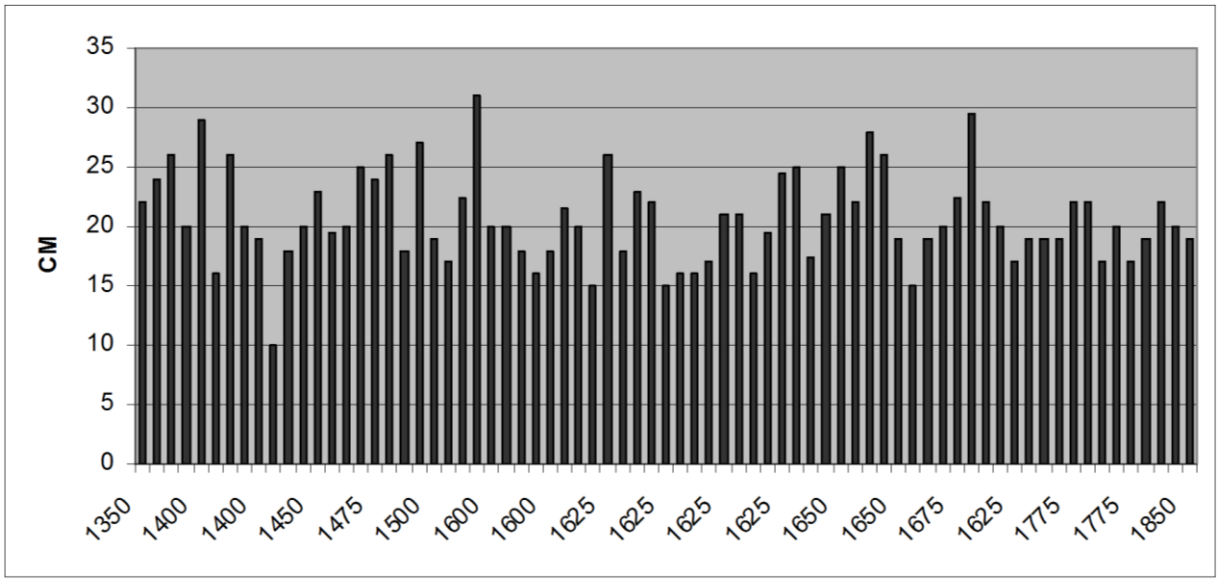
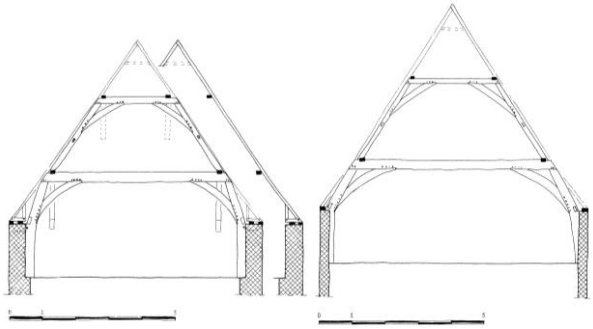


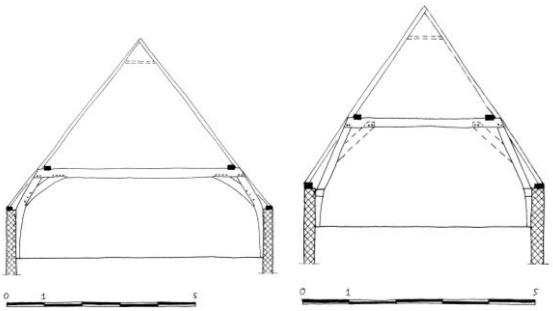

Fig. 6 Maximaal formaat dekbalk

Om de variatie in formaat verder te onderzoeken is gekeken naar huizen met verschillende kapconstructies uit één periode.[543] De goed vergelijkbare eikenhouten kapconstructies van de voorbouw en achterbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383 hebben verschillende formaten voor de elementen bijvoorbeeld de gekromde spantbenen, 25 x 16 in de voorbouw en 29 x 22 cm in de achterbouw (afb. 34). De onderste dekbalken meten 26 x 17 in de voorbouw en in de achterbouw 29 x 22 cm, enzovoort. De reden hiervoor is onduidelijk. Ook de andere contemporaine spanten van Pieterskerkhof 40, het strijkspant en die van de tuinvleugel, hebben andere maten, maar zijn ook anders qua maat en vormgeving.

Het voorhuis en achterhuis van Nieuwe Rijn 10 hebben ongeveer gelijktijdige, eikenhouten constructies, respectievelijk uit 1461 ±5 jr en 1455 ±5 jr (afb. 35). De krommers en dekbalk van het voorhuis meten 21 x 23 en 22 x 24 cm en die van het achterhuis 15 x 19 en 18 x 20 centimeter. Het achterhuis is minder breed dan het voorhuis, wat een verklaring kan zijn voor de kleinere formaten van de constructie van het achterhuis.



34 Pieterskerkhof 40, 1383

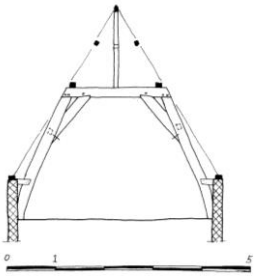


35 Nieuwe Rijn 10, 1461 ±5 jr en 1455 ±5 jr

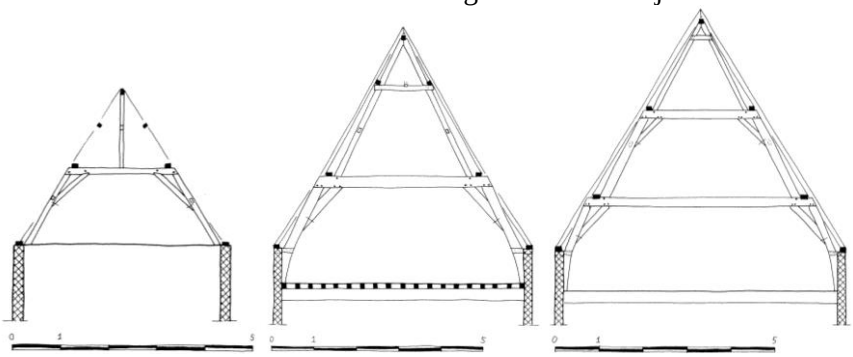
[541] Zie ook De Vries 2015, 189.
[542] Zie ook paragraaf Houtzaagmolenindustrie.
[543] Een ander voorbeeld is Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr, maar van het achterhuis zijn geen maten bekend.

Oude Rijn 25 uit 1599 heeft twee verschillende kaptypen van eikenhout als gevolg van een andere verdiepingshoogte, waardoor de elementen en ook de maten niet overeenkomen (afb. 36). Zo heeft het voorste deel lange gekromde spantbenen en het achterste deel korte rechte spantbenen. Het bovenste deel, een nokstijl, is wel overeenkomstig, 8,5 x 8,5 centimeter.

Donkersteeg 9-11 heeft een voorhuis uit 1601 +2 jr en een (bijna) gelijktijdig achterhuis uit 1609 ±6 jr. De eikenhouten kappen hebben dezelfde maat en een eningszins vergelijkbare constructieve opzet (afb. 37). De gekromde spantbenen van het voorhuis meten 22 x 15 en 16 x 16 cm achter en de onderste dekbalken 26 x 24 voor en 21 x 22 cm achter. De formaten van de vergelijkbare elementen komen dus niet overeen. Ook de maten van de overige elementen wijken van elkaar af.

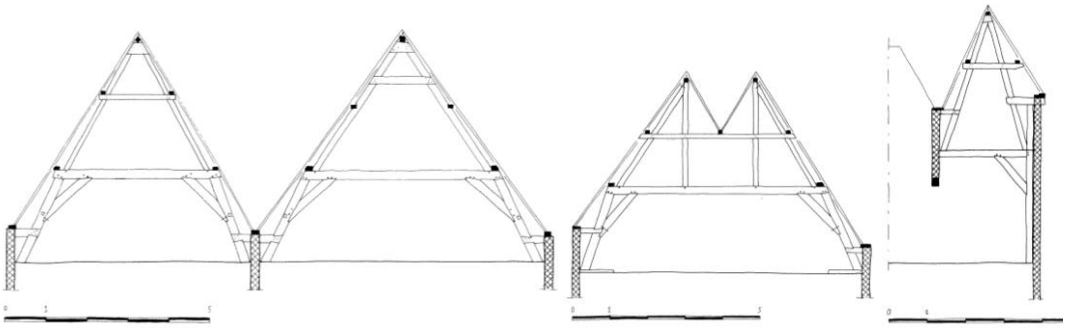


36 Oude Rijn 25, 1599



37 Donkersteeg 9-11, 1601 +2 jr en 1609 ±6 jr

Breestraat 19 uit 1791 heeft twee parallele grenenhouten kappen die vrijwel identiek zijn, met vrijwel overeenkomstige maten, bijvoorbeeld 22 x 14 cm voor de spantbenen en dekbalken (afb. 38). Het huis heeft ook een dwarskapje op het voorhuis en een kap op het achterhuis, beide eveneens uit 1791 (afb. 38). Het dwarskapje heeft spantbenen van het formaat 19 x 14 en het achterhuis van 19 x 14 centimeter. Deze geringe maatvoering is voor de kleinere dwarskapje voorstelbaar, maar dat geldt niet voor het verschil van de maten voor de voorhuizen en het achterhuis.



38 Breestraat 19, 1791, voorhuis links, achterhuis midden en dwarskapje voorhuis rechts

Uit de onderzochte voorbeelden blijkt dat er weinig structuur is te herkennen in de maatvoering van contemporaine kapconstructie-elementen en dat er veel verschillende formaten werden toegepast. Een mogelijke verklaring is de afwijkende maatvoering van het dak of de verschillende constructieve opzetten van de spanten. Deels blijft het maatverschil, bij vergelijkbare maatvoering en constructieve opzet, onverklaarbaar.

**Houthandel**
Voor het realiseren van een bouwwerk was allerlei bouwmateriaal benodigd. Dat kon in Leiden of op markten elders worden verworven door de initiatiefnemer of de aannemer. De onderzochte rekeningen en bestekken, maar ook gegevens uit de literatuur, geven inzicht hoe in Leiden het bouwhout werd gekocht van lokale houthandelaren, hoe hout van houtmarkten van elders werd betrokken, wie verantwoordelijk waren voor de levering en welke moeite soms gedaan moest worden om het op de bouwplaats te krijgen. Bovendien zijn in de onderzochte kappen allerlei sporen aanwezig, zoals de zogenaamde handelsmerken en vlotgaten, die getuigen zijn van handel en transport van het constructiehout.

***Houtvoorziening***
Deze paragraaf zal ingaan op hoe voor een Leids bouwproject constructiehout kon worden verkregen. De origine van dit bouwhout is behandeld in de paragraaf Uitkomsten dendrochronologisch onderzoek. Dit onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat de Leidse timmerlieden voor de onderzochte periode vooral waren aangewezen op invoer van hout. Leiden was geen doorvoer- of handelsplaats van constructiehout en de aanwezige houthandel was gericht op de lokale markt. Het hout werd aangevoerd van stapelplaatsen, waarvan Dordrecht de belangrijkste was.[544] Amsterdam had een belangrijke markt voor gezaagd hout.

Het verkrijgen van de juiste soort en kwaliteit bouwhout was voor een opdrachtgever van groot belang. De opdrachtgever kon het hout zelf leveren of aankopen of de keuze laten aan de aannemer onder voorwaarden in het bestek.[545] Grote partijen bouwhout waren in Leiden in de middeleeuwen zelden ineens beschikbaar.[546] De rekeningen uit 1454 van de bouw van een nieuwe vleugel van het Catharinagasthuis zijn een rijke bron voor de moeite die de opdrachtgevers soms deden om aan geschikt bouwhout te komen.[547] De omvangrijke nieuwbouw vergde veel materiaal. Jan Heyndricxz. de timmerman, reisde als hoofdverantwoordelijke voor de nieuwbouw naar Dordrecht om daar een groot aantal balken te kopen. Aernt en Floriys Pietersz. uit Amsterdam leverden respectievelijk 54 en 300 stuks wagenschot. Daarnaast werd bij allerlei personen hout in grotere en vaak ook kleine hoeveelheden gekocht: Jacop Robbrechtsz. leverde bijvoorbeeld ‘72 stucs elsenshouts om dat fondement mede te heyen’, Clais Harmansz. verkocht zes boogstijlen, Jan van Scoeten één balk, Jan van der Weer één grote balk, Wilsen één boogstijl, enzovoort. Het hout kwam dus overal vandaan. Blijkbaar was bouwhout schaars en kon als gevolg van de beperkte capaciteit van de lokale markt niet gemakkelijk worden aangekocht.[548]

De meeste bouwmaterialen en het transport naar het gasthuis werden contant betaald. In een enkel geval werden goederen geleverd op afbetaling, zoals in het geval van Geryt Hoen die nieuwe muurankers en gehengen leverde op ‘enen kerfstock’. Echter niet alleen nieuw aangevoerd hout vond toepassing, ook oud hout werd verzaagd en opnieuw verwerkt in de nieuwe vleugel van het gasthuis: ‘Bij Jan Heyndricxz. die timmerman gewrocht int ofbreken vanden voirs huysen mit zijne knechten om uten ouden houte dat van den voirs huyse quam te legen ende te ordenen tghene dat men soude mogen te passé brengen ende bereeden tot sgasthuus profijt in der nijer tymeringe’.

De vestmeestersrekeningen laten van de zaken rond de verbouwing van het Gravensteen in 1463-1465 hetzelfde beeld.[549] Zo kocht (stads-)timmerman Jan Heynricxz. verschillende partijen hout voor de ‘vangenisse’. Ten eerste bij Jan Claisz. ‘twie grote balken’ en een ‘cliene balck’. Ten tweede bij Bouwen Willemsz. ‘4 grote balken’ en ‘twie houten’. Ten derde bij Geryt Pieter Goelenzoen ‘7 balcken’ voor het tafelement van de traptoren, ‘wendelstien’ en om verder te verwerken, onder andere voor ‘ribben’. In Amsterdam kocht hij ‘wagenschots’ en in Zutphen ‘cantshout ende plancken’. De kapconstructies van het Gravensteen en de traptoren werden apart aanbesteed. De aannemers moesten daarbij zelf het hout leveren, behalve het wagenschot-dakbeschot, dat weer door de stad zou worden geleverd’.

---

[544] Janse 1965, 36.
[545] Van Tussenbroek 2013, 145-148.
[546] Meischke et al. 1993, 29-30 en Sander-Berke 1995, 141, 194-195 en 223.
[547] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[548] Dit werd ook geconstateerd voor Deventer; De Vries 1994a, 21, 38 en 41.
[549] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.

Uit de rekeningen met betrekking tot de algemene houtaankopen voor de stad in 1465, komt hetzelfde beeld naar voren als uit de houtaankopen voor het Gravensteen. Er werden verschillende soorten hout van verschillende handelaren gekocht.[550] Zo is er sprake van 'barkoenen, Weselse balken, middelhouten, luydixe balken en een block plancken'. Dit hout werd in Dordrecht gekocht door Geryt Rijswijc, vestmeester, en timmerman Engebrecht. In Leiden werden bij handelaren 'keperhouten, wagenschot, plancken, deelen, sperren, elsenbomen, luydycxe balken, een block plancken, Pruysche deelen, canthout, houten, balcken, coggeboorden, kerckesparren en enen ouden balck' gekocht.
De vestmeestersrekeningen uit 1460, 1462 en 1463 laten hetzelfde zien. Voor de kap van de kooromgang en sacristie van de Pieterskerk kochten de kerkmeesters in 1407 een partij hout, waarvan een deel in Kostverloren en een deel in Schoonhoven lag.[551] Daarnaast werd ook in Amsterdam hout gekocht. In 1409 gingen twee timmermannen op pad om hout aan te kopen, in Kostverloren, Schoonhoven en Dordrecht. In de laat 16de-eeuwse rekeningen van Pieter Cornelisz. Bakker voor zijn huis aan het Rapenburg staat dat hij bij Mees Willemsz., 'houtcoper', twee 'cleijne balken' kocht, zodat kan worden geconcludeerd dat de opdrachtgever het hout aankocht en leverde aan de timmerman.[552] Bij de bouw van het Meermansburghof tussen 1680 en 1685 blijkt uit de kasboeken dezelfde gang van zaken; de opdrachtgever kocht de materialen aan.[553] Voor de aankoop van hout voor de uitbreiding van het weeshuis aan de Hooglandsekerkgracht in 1626 werd regent Bastiaan Jansz. naar Dordrecht gezonden om balken te kopen. Neef Van Leeuwen ging naar Amsterdam of Hoorn om houten balken te kopen.[554] Voor de bouw van de Marekerk in 1645 werd het hout geleverd door de opdrachtgever.[555] Stadsfabriek Van 's-Gravensande reisde daarvoor met burgemeester Claes van der Meer naar Dordrecht om eikenhout voor de omgang aan te kopen. Het hout voor de kapconstructie van de koepel moest door de aannemer zelf worden aangeleverd, wat het grote verschil in kosten verklaart. Dit was het gevolg van een beleidswijziging, waardoor de stad als opdrachtgever niet zelf meer het bouwhout zou leveren.[556] Het eikenhout voor de Waag in 1657-1659 werd wel geleverd door de stad.[557] Het hout was in december 1657 aangekocht en op de stadstimmerwerf beschikbaar gesteld aan de aannemer Willem van der Helm. Voor de aanvullende overkapping moest aannemer Van der Helm zelf het hout verzorgen, vandaar dat er ook aanvullende eisen aan dit hout werden gesteld.[558]
Voor de 17de-eeuwse stedelijke werken haalden de stadstimmerlieden gezaagde planken en balken uit de Zaanstreek, Amsterdam en Dordrecht en reisde Arent van 's-Gravensande als stadsfabriek naar De Vaart (Vreeswijk), Amsterdam en Dordrecht om vooral het grote hout in te kopen.[559] Van zijn opvolger Willem van der Helm is bekend dat hij voor houtaankoop als stadsfabriek vele malen naar Amsterdam, Zaandam en Dordrecht reisde om hout te kopen.[560] Daarnaast bezocht hij meerdere malen Alphen aan den Rijn, Bodegraven, Zoeterwoude, Hazerswoude en Hoogmade en ging hij naar Deventer, Doesburg en Zutphen voor de aankoop van hout. In 1774 sloten de bouwcommissarissen van het weeshuis aan de Hooglandsekerkgracht, Adriaan Willem van der Goes en Joachim Sandra, een contract met de Dordtse houtkopers Van der Schoor en De Raat over de leverantie van alle te verwerken grenenhout voor de balklagen en de kapconstructie.[561]

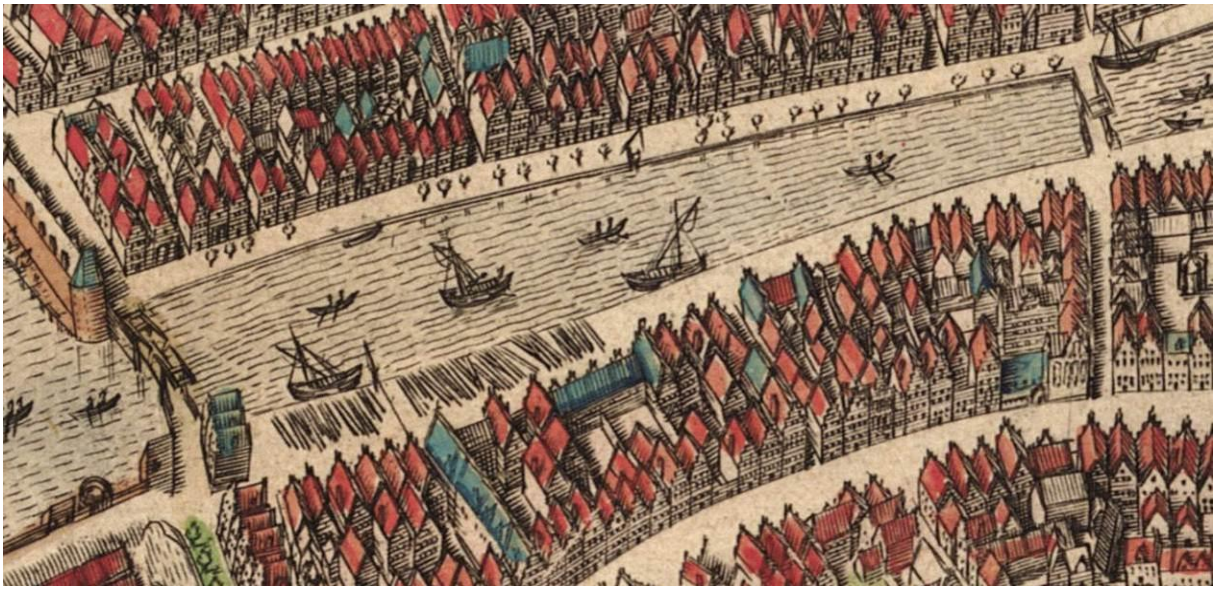
---

[550] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[551] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409. Het is onbekend waar dit Kostverloren was gelegen. Kostverloren verwees mogelijk naar de Kostverlorenvaart en/of -kade in Amsterdam. Later waren daar veel zaagmolens gevestigd; Gawronski en Jayasena 2006, 6. Ook zou Kostverloren kunnen slaan op een kade buiten de Zijlpoort; met dank aan bouwhistoricus Jan Dröge voor de suggestie.
[552] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 3 en 5, ca. 1583
[553] Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hof Meermansburg, 1680-1685.
[554] Dröge 1990, 27-28.
[555] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[556] Steenmeijer 2005, 177.
[557] Terwen en Ottenheym 1993, 186-189 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.
[558] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Boterhal, 1659.
[559] De Baar et al. 1986, 16.
[560] Lambrechtsen 1994, 38.
[561] Dröge 1990, 40.

Ook werd er veel met hergebruikt hout gewerkt, zoals bij het Catharinagasthuis in 1454.[562] Voor de verbouwing van het Gravensteen in 1463 werden, naast aankoop van allerlei hout, ook 'oude balken uter halle' aangevoerd en werden de houtzagers, Goeswijn die houtsager en zijn gezellen en Willem Claisz. en zijn gezel, betaald voor: 'van den ouden balken dair zij plancken offsneden'.[563] In 1664 werd Rapenburg 31 verbouwd door aannemer Willem Wijmoth, waarbij in het contract was afgesproken dat de afkomende materialen voor de aannemer waren. Uit de veilingslijst blijkt dat niet alleen bouwmaterialen als baksteen en hout, bijvoorbeeld kapbinten, een dak en binten, bij de afbraak werden verkocht, maar dat ook complete vensters, deurkozijnen met deuren, een wenteltrap, vloeren, enzovoort werden verhandeld.[564] Ook bij de stedelijke bouwwerken werd afkomend hout hergebruikt of verkocht.[565] Een ander voorbeeld van her te gebruiken hout staat in het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738, waarbij oude binten die gespaard waren bij de voorafgaande brand, moesten worden hergebruikt in de onderslagconstructie van de kap.[566]

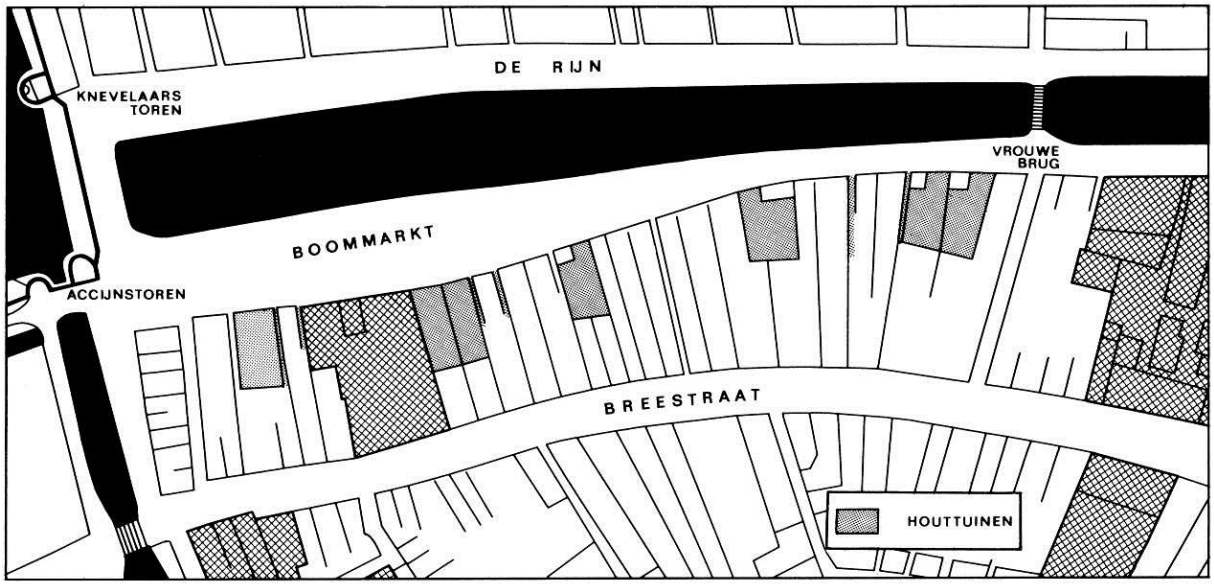
***Houtmarkt***

In Leiden kon hout worden aangekocht op de lokale markt van houthandelaren. Op de zuidelijke Rijnoever tussen Bostelbrug en Vrouwebrug (nu Kippenbrug) was in de 16de en een deel van de 17de eeuw de Leidse houtmarkt voor 'balcken en canthout' gevestigd.[567] De benaming Boommarkt is ontleend aan deze markt. Bekend is dat de houtmarkt in elk geval al vóór 1541 hier gevestigd was. Waarschijnlijk gaat de vestiging al veel verder terug in de tijd en dateert die mogelijk al van het ontstaan van de 'marktenroute'. In de 13de eeuw waren daarvoor de aangeplempte gronden langs de oevers van de Rijn benut. In het keurboek van 1450 is sprake van de verplaatsing (een deel van) de houtmarkt 'bij die craen' naar het huidige Kort Galgewater, ten gunste van een nieuwe vismarkt (huidige Aalmarkt).[568] Een deel van de houtmarkt langs de Rijn werd dus verplaatst naar een nieuwe locatie aan het andere einde van de houtmarkt, bij de aansluitende dwarsgracht. De houtmarkt zal al van groot belang zijn geweest in de tijd dat de gebouwen in de stad nog grotendeels van hout waren.[569] Een breder deel van de kade van de Boommarkt was bestemd voor depot.



39 De houtopslag op de Boommarkt, detail vogelvluchtkaart P. Bast 1600 (ELO)

[562] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[563] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[564] Lunsingh Scheurleer et al. 1988a, 250 en 278.
[565] Lambrechtsen 1994, 38-40.
[566] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[567] De informatie over de houtmarkt aan de Boommarkt is ontleend aan Van Oerle 1975, 325.
[568] Hamaker 1873, 224.
[569] Van Maanen 2002, 103.




40 De houtmarkt tussen Bostelbrug en Vrouwebrug met de houttuinen (Van Oerle 1975)

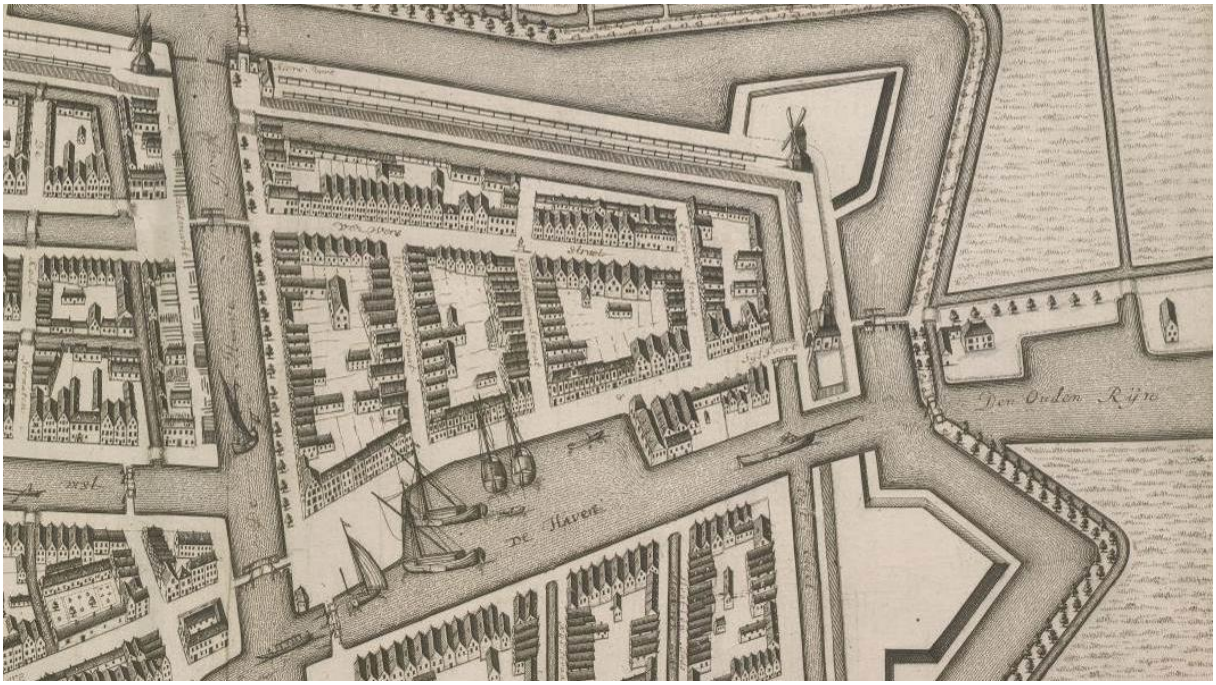
Op contemporaine afbeeldingen is de opslag van hout goed zichtbaar (afb. 39). Op de percelen aan de Boommarkt was een tiental houtwerven, zogenaamde 'houttuynen' gevestigd (afb. 40).[570] Vermoedelijk werden de percelen deels gebruikt voor de houthandel en deels voor bewoning door de houthandelaren. Vóór deze houttuinen werd de houtmarkt georganiseerd. Schepen die het hout aanvoerden konden hier de handelswaar lossen. De markt had voortdurend ruimtegebrek en de houthandelaren moesten er samen voor zorgen dat de kade goed werd benut. Het hout mocht maar een 'vierndeel jaers' blijven liggen en moest na verkoop binnen twee weken worden afgevoerd.

Met de stadsuitbreidingen van 1611, 1644 en 1659 werd de stad flink vergroot. Daarbij werden de houtmarkt en houtopslag aan de Boommarkt verplaatst naar de westelijke kade langs de Oude Herengracht. Deze 'Nieuwe Houtmarkt' lag veel gunstiger bij de nieuwe Zijlpoort waar de houtschepen de stad binnenkwamen.[571] De opslag van de nieuwe houtmarkt is goed zichtbaar op de vogelvluchtkaart van C. Haagen van voor 1670, terwijl de oude houtmarkt op de Boommarkt dan leeg wordt weergegeven (afb. 41).

***Houtzaagmolenindustrie***

Na de uitvinding van de zaagmolen ontstond in het begin van de 17$^{de}$ eeuw een bloeiende zaagmolenindustrie in Noord-Holland.[572] Dit had waarschijnlijk tot gevolg dat ook rond de stad Leiden met haar vraag naar bouwhout een door wind aangedreven zaagmolenindustrie opkwam. Op de wallen van Leiden en daarbuiten waren al veel eerder molens gebouwd. Maar dit waren voornamelijk molens bedoeld om goederen te malen en te verwerken, volmolens voor de lakenindustrie en poldermolens.[573] Aangezien de te zagen stammen werden aangevoerd over water, lagen de zaagmolens aan de waterwegen en waren de meeste voorzien van een balkenhaven (afb. 45).

[570] Van Oerle 1975, 325. Van Oerle geeft in het atlasdeel op pag. 4, op een kaartje over bedrijven in de tweede helft van de 16$^{de}$ eeuw, naast de houttuinen aan de Boommarkt ook houttuinen aan de Nieuwe Rijn, tussen de Hartesteeg en de Vestestraat, weer. Dit lijken vooral bedrijven en geen houtmarkt, zie ook Van Oerle 1975, atlas 11. Op de kaart van P. Bast uit 1600 zijn hier ook geen houtstapels weergegeven, zoals wel bij de Boommarkt.
[571] Op de stadskaarten uit 1850 van W.J. van Campen (ELO, PV432.1) en 1879 en 1899 van H.L.A. van Campen (ELO, PV459 en PV477.3) staat de houtmarkt aangegeven.
[572] Van Prooije 1990, 39-42 en Van Bochove 2009, 218-219.
[573] Dröge 1996, 103.




41 Detail vogelvluchtkaart van C. Haagen van voor 1670 met de houtmarkt en de opslag op de kade langs de Oude Herengracht (linksboven), de haven uit 1576-1595 (midden) en voor de nieuwe Zijlpoort de buitenhaven uit 1644 (rechts) (ELO)

In 1632 werden twee houtzaagmolens tussen de Mare (Haarlemmertrekvaart) en de Maredijk gebouwd. In 1754 werd één hiervan verplaatst en kreeg de naam De Herder (afb. 42).[574] Deze molen is na blikseminslag in 1884 vervangen door de Amsterdamse houtzaagmolen De Kat uit 1753 en nu nog aanwezig. De andere molen, De Hooiberg, verdween in 1916 (afb. 42).[575]

42 (links) Molen De Hooiberg langs de Haarlemmertrekvaart en in achteraan De Herder, eind 19de eeuw (ELO)
43 (rechts) Molen De Heesterboom links en rechts De Eendragt, omstreeks 1900 (SHdH)

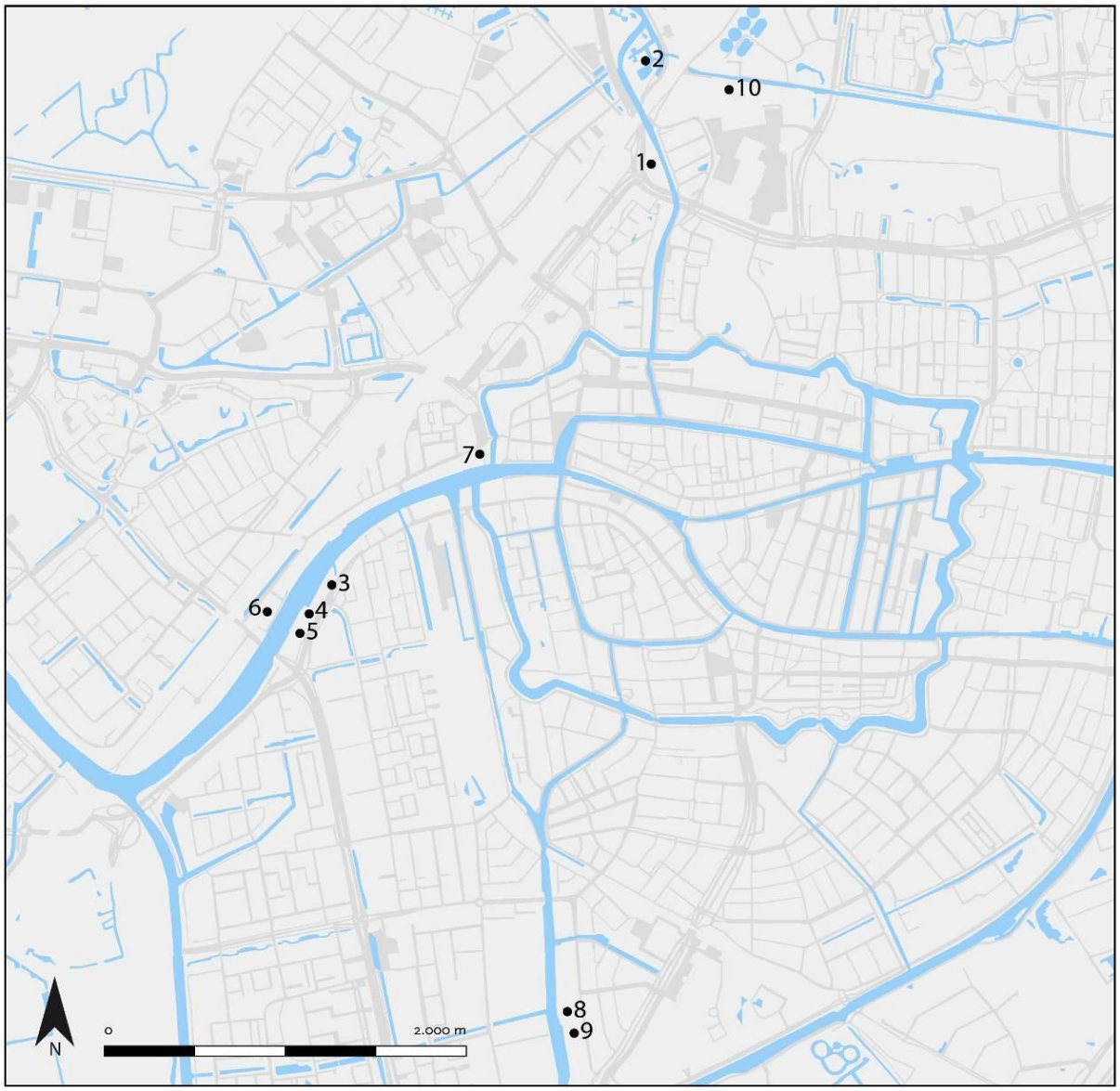
[574] De Baar 1985b en Hengstmengel 2013, 38; De molen was ook bekend als De Harder.
[575] De Baar 1985b. Laat in de 19de eeuw werd de Leidse houtzaagindustrie nog uitgebreid. In 1861 was De Hooiberg aan de Maredijk gekocht door Houthandel Hoeken voor het realiseren van een eigen zaagcapaciteit. De houtzagerij werd uitgebreid door in 1872 in Zaandam de in 1834 gebouwde balkenzager Het Zwarte Schaap te kopen en te herbouwen op de plaats van de afgebroken volmolen De Hoop aan de Slaaghsloot; Barendrecht 2001, 161-162. Het Zwarte Schaap werd in 1916 afgebroken; Barendrecht 2001, 165.

Aan het Galgewater stond voor 1663, bij de Boshuizersluis, de houtzaagmolen De Ruyter.[576] Deze werd in 1697 verplaatst naar de locatie van de huidige houtzaagmolen De Heesterboom. De Ruyter werd in 1701 vervangen door zaagmolen De Valk en deze vervolgens in 1804 door De Heesterboom.[577] In 1759 werd iets ten westen van De Valk een gerstpelmolen uit circa 1699 verbouwd tot zaagmolen De Eendragt. In 1785 kwam aan de overkant van het Galgewater daar nog een derde houtzaagmolen bij, De Samson.[578] Deze verbrandde alweer in 1796. In latere tijd, omstreeks 1840 werd oostelijk naast De Heesterboom een houtzaagmolen De Jonge Paulina gebouwd. Al voor 1856 was De Jonge Paulina alweer verdwenen.[579] In 1920 kreeg De Heesterboom elektrische aandrijving en werd De Eendragt overbodig en in 1922 gesloopt (afb. 43).[580]Aan het Galgewater, net buiten de Morspoort werd in 1786 toestemming verleend op de plek van een oudere molen een houtzaagmolen, De Hoop, te mogen bouwen.[581] Deze molen werd in 1828 verkocht en daarna afgebroken.
Ook langs de (Trek)Vliet, in de gemeente Zoeterwoude, lag een houtzaagmolencomplex (afb. 44). Molen De Haan, een vroeg 17de-eeuwse achtkantige volmolen en eerder bekend als De Hoge Molen, werd in 1782 verbouwd tot zaagmolen.[582] Naast De Haan werd in 1785 de uit West-Zaandam afkomstige zaagmolen De Dood herbouwd als zaagmolen De Eendracht.[583] De Eendragt heeft nog tot 1892 als houtzaagmolen gefunctioneerd en werd rond 1900 afgebroken. De Haan was al in 1862 buiten gebruik gesteld en in 1865 afgebroken.[584]

44 De Lammenschans, met rechts vooraan molen De Eendracht en daarnaast De Haan, ca. 1850. In de achtergrond twee andere molens (ELO)

[576] De Groodt, 1.
[577] De Groodt, 1.
[578] De Groodt, 1-2.
[579] De Groodt, 3.
[580] De Groodt, 4.
[581] www.molendatabase.org, gecontroleerd 2019-10-06.
[582] Bakker 2014, 323. Mogelijk was er gezien het gebruik van grenen en het relatieve moderne model van het achtkant sprake van nieuwbouw.
[583] Barendregt 2001, 154-158 en Bakker 2014, 323.
[584] Barendregt 2001, 160-161 en Bakker 2014, 320. Molen De Haan werd in 1865 herbouwd als korenmolen De Hoop in ’t Zand in Noord-Holland; Bakker 2014.

Aan belangrijke vaarwegen in de omringende gemeenten waren in de 17de eeuw in ieder geval drie houtzaagmolens gebouwd. Op het hoogtepunt na 1785 stonden direct buiten Leiden aan de Haarlemmertrekvaart, het Galgewater en de Trekvliet acht houtzaagmolens. Ook verder weg waren andere houtzaagmolens voor de Leidse markt werkzaam. Zaagmolens hebben tot in het begin van de 20ste eeuw gefunctioneerd, maar werden overbodig door houtzagerij op stoom-/elektrische kracht. In Leiden zijn nog twee – functionerende – houtzaagmolens bewaard als representanten van de voormalige houtzaagmolenindustrie.




45 De ligging van de houtzaagmolens rond Leiden. 1: De Hooiberg, 2: De Herder, 3: De Ruyter, later De Jonge Paulina, 4: De Heesterboom, 5: De Eendragt, 6: De Samson, 7: De Hoop, 8: De Haan, 9: De Eendracht en 10: Het Zwarte Schaap (ELO)

***Houttransport***

Het transport van bouwhout naar en in Leiden vond voornamelijk over het water plaats, zoals ook afleesbaar aan de onderzochte rekeningen.[585] Het bouwhout dat van buiten Leiden werd aangevoerd kon in de middeleeuwen als gevolg van de kleine overkluisde openingen in de middeleeuwse stadsverdediging en de kleine bruggen alleen met kleine bootjes, zogenaamde Aalmans, de stad in worden gebracht.[586] De houtschepen moesten hierdoor buiten de (oude) Zijlpoort hun lading lossen, waar het hout werd overgeslagen in de kleinere bootjes die de stad in konden.

Vóór het Leids ontzet van 1574 was er nog geen stadshaven, pas in 1576 werd deze gegraven buiten de (oude) Zijlpoort en in 1595 vergroot, tot de huidige omvang (afb. 41).[587] Aan het einde van de 16de eeuw werden de stadsverdediging en de bruggen aangepast zodat de grotere schepen, met 'staande masten' ook de stad in konden.[588] In 1600 was de hele Oude Rijn, met de marktenroute, van Bostelbrug tot (oude) Zijlpoort, bevaarbaar gemaakt voor deze schepen. Met de stadsvergroting van 1644 en 1659 was de haven binnen de stadsmuur komen te liggen. Dit gold ook voor de naastgelegen herberg voor reizigers en schippers, met name die van de veerschepen op Haarlem en Amsterdam, waardoor deze niet meer goed kon functioneren. In 1644 werd daarom net buiten de Zijlpoort een buitenhaven en nieuwe herberg gerealiseerd (afb. 41).[589]

Aankopen van hout voor een bouwproject was één, het op de werk- of bouwplaats krijgen vergde soms nog veel extra moeite en inspanning. In de rekeningen uit 1407 van de Pieterskerk komen in verband met hout vele posten voor over het in- uit en overladen van schepen, scheepshuur, sluisgelden en onkosten.[590] Ook voor de aankoop en het transport van leien uit Utrecht zijn posten aanwezig, voor drie scheepsvrachten: het brengen bij schepen, het tellen, het inladen, het uitladen, transport tot de werkplaats en hulp. Voor nog een schip met leien, lood en nagels werden weer transportkosten in rekening gebracht, maar ook tolgelden voor Utrecht en Gein. In 1409 werd nog hout met een wagen aangevoerd, onder ander van de 'Sijlpoirthuse', geholpen met paardenkracht. Jan Bruyns werd betaald voor drie paarden, smeer voor zijn wagen en 'drincghelt'. Ook in de rekeningen van het Catharinagasthuis werden voor de bouw van de vleugels in 1454 vele posten opgenomen over het houttransport.[591] Illustratief is het eiken balkhout waarvoor ploegbaas Jan de Timmerman in opdracht van het gasthuis naar Dordrecht reisde. In de rekeningen zijn kosten vermeld voor het laden van een schip in Dordrecht en voor het varen naar Leiden. In Leiden werd het balkhout door Ghijs die koerendreger bij de Zijlbrug gelost door gezellen en overgeladen in drie kleinere platte boten, 'aelmans', die werden gehuurd. Jan die Ram werd tenslotte betaald voor het transport met twee paarden van het hout van de Rijnoever tot bij het gasthuis. Voor de verbouwing van het Gravensteen ging Jan Heynricxz. in 1463 naar Amsterdam om wagenschot te kopen.[592] Voor dit hout werden weer kosten opgenomen voor aanvoer naar het schip, het scheepstransport, het lossen in Leiden en de afvoer naar de bouwplaats. Ook de kosten voor het transport per schip werden opgevoerd, evenals het laden en uitladen van het hout. Hij werd ook naar Zutphen gestuurd om 'een del cantshout ende plancken' te kopen. Hierbij werden bedragen opgevoerd voor tol en Jans onkosten. De kappen werden gedekt met leien en die werden door Wouter die Leydecker en Jan Stoop in Dordrecht aangeschaft, met daarnaast kosten voor 'wijncoop', tellen, laden, plaatsen, scheepstransport en uitladen. In de vestmeestersrekeningen staan met betrekking tot de algemene houtaankopen in 1463 en 1465 vergelijkbare posten voor transport van de plaats van aankoop tot de aanvoer op de bouwplaats.[593]

---

[585] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460, en Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[586] Van Oerle 1975, 321 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[587] Van Oerle 1975, 320.
[588] Van Oerle 1975, 321.
[589] Van Oerle 1975, 366.
[590] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.
[591] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[592] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[593] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.

***Houtvlotten***

Het transport van het gekapte hout vond in eerste instantie grotendeels plaats via houtvlotten.[594] De bomen werden in het bos geveld en voor het transport werd gebruikt gemaakt van waterwegen, vooral beekjes en rivieren. In verband met een geschikte waterstand duurde het transportseizoen doorgaans van 23 april (Sint Joris) tot 16 oktober (Sint Gallus).[595] De gevelde stammen konden, afhankelijk van de omvang en diepgang van de waterweg, separaat worden vervoerd of direct tot vlotten van circa 110 tot 180 stammen worden samengebonden.[596] De maximale lengte van de stammen was beperkt tot ongeveer twaalf tot 15 meter, in verband met het passeren van scherpe rivierbochten en voorzieningen voor watermolens zoals stuwen.[597] Bij een uitmonding in een grotere rivier konden de vlotten worden samengesteld tot grotere omvangrijke vlotten. Bekend is bijvoorbeeld dat de vlotten op de Neckar een lengte konden bereiken van circa 300 meter. Bij het bereiken van de Rijn konden deze vlotten worden samengesteld tot de enorme omvang van circa 320 meter lengte bij circa 50 meter breedte, met een diepgang van 2,2 meter.[598] De bemanning die voor het transport van een dergelijk omvangrijk vlot nodig was, kon wel oplopen tot meer dan 500 man.[599] Uiteraard waren niet alle vlotten van deze enorme grootte en kwamen ook kleinere vlotten de rivieren af.[600] Van historische afbeeldingen is verder bekend dat de vlotten op verschillende wijze geconstrueerd konden zijn, van een rechthoekig stijf vlot van samengebonden stammen tot een complex geheel van verschillende scharnierende delen.[601] De vlotten waren samengesteld uit meerdere houtsoorten; met name dennen-, eiken-, ‘grijnen’- en ‘vuijren’-hout, waarbij de lichtere naaldhoutsoorten voor het drijfvermogen zorgden.[602] Eikenhout was daarvoor ongeschikt, aangezien het door zijn soortelijke massa weinig drijfvermogen heeft.[603] De vlotten konden zijn samengesteld uit hout in verscheidene stadia van bewerking; gekantrechte stammen, behakt hout, gezaagd hout, krommers, etc.[604] Hout kon bijvoorbeeld al worden bewerkt in het bos en bij de verzamelplaatsen.[605] Tevens werd hout van het vlot onderweg tijdens het transport op het vlot bewerkt.[606]

***Handelsmerken***

In verband met handel en transport werd hout voorzien van ingeritste of ingesneden merktekens, die worden aangeduid als vlot- of eigendomsmerken.[607] De merken worden in het algemeen aangetroffen in constructies uit de periode van de 14$^{de}$ tot en met de 17$^{de}$ eeuw, maar komen tot in de 19$^{de}$ eeuw voor. Naast vlot- of eigendomsmerken bestonden de, in vorm vergelijkbare, timmermansmerken. Deze laatste merken hadden niets te maken met handel of transport, maar waren een uiting van beroepstrots van de vervaardiger van de constructie.[608] De ingesneden eigendomsmerken hebben ongeveer een omvang van 15-30 centimeter. Ze hebben niet direct een relatie met de houtverbindingen of een bepaalde positie in de kapconstructie. Hiermee onderscheiden ze zich van de zogenaamde telmerken. Dit zijn merken van ongeveer twee tot tien centimeter groot, die zich bevinden in de buurt van de houtverbindingen en werden aangebracht met een haalmes, priem, zaag of beitel.[609]

---

[594] Buis 1985, 508; De Vries 1994a, 32-35; Van Prooije 1990; Van Prooije 2005; Van Tussenbroek 2012, 45-63 en Vandenabeele et al. 2016.
[595] Van Tussenbroek 2012, 59.
[596] Buis 1985, 507.
[597] Eißing 2009, 192.
[598] Buis 1985, 507 en Van Prooije 2005, 15.
[599] Buis 1985, 508 en Van Prooije 2005, 20.
[600] Van Prooije 2005, 15.
[601] Van Prooije 1990, 42.
[602] Buis 1985, 508 en Van Prooije 2005, 16-18.
[603] Buis 1985, 508; Gerhardt 1988, 50 en Van Prooije 2005, 18.
[604] Van Prooije 2005, 18 en De Vries 1994a, 43-44. Hier is nog veel onderzoek naar nodig, onder meer in relatie met vlot- en handelsmerken.
[605] De Vries 1994a, 31.
[606] Waargenomen op prentbriefkaart van rond 1900, tentoongesteld in het archeologisch museum in Toruń (PL). De afbeelding toont een houtvlot op de Wisła bij Toruń (PL) waarop op schragen een stam wordt bewerkt.
[607] Janse 1998; Janse 1990b; Janse 1990c; Kolman en De Vries 1993; Van Tussenbroek 2008a; Van Tussenbroek 2012 en Vandenabeele et al. 2016.
[608] Janse 1988a, 1.
[609] Orsel 2009f. Telmerken worden behandeld in een aparte paragraaf Telmerken.

Over de vlot- en eigendomsmerken bestaat veel onduidelijkheid en verwarring.[610] Omdat vlotten konden bestaan uit gekantrechte of vrijwel onbewerkte stammen, behakt hout, gezaagd hout, krommers, et cetera, is het niet duidelijk of bepaalde merken vlotmerken of eigendomsmerken zijn.[611] Zelfs tijdens het transport werd op het vlot het hout bewerkt.

Op het moment dat een stam werd geveld, werd deze voorzien van een eigendomsmerk.[612] Dit kon het merk zijn van de boseigenaar, degene die het bos uitbaatte of de handelaar die de stam had gekocht. Elke stam in een vlot had dus een eigendoms- of handelsmerk zodat het eigendom vast stond, ook bij het losraken uit een vlot.[613] Als het hout van eigenaar wisselde werd een nieuw eigendomsmerk aangebracht. Zo werden ook bij het verhandelen op de Dordtse stapel merken aangebracht.[614] Tevens kan sprake zijn van het aanbrengen van merken na het zagen in zaagmolens. Ook kunnen merken voorkomen die het eigendom van de stad weergeven, zoals gedacht wordt van een voorbeeld in Zwolle.[615] Deze stedelijke merken waren hoogstwaarschijnlijk een afgeleide van het stedelijke wapen of zegel. In Leiden zou een eenvoudige vorm van kruisende sleutels voor de hand liggen. Een dergelijke vorm is nog niet aangetroffen.

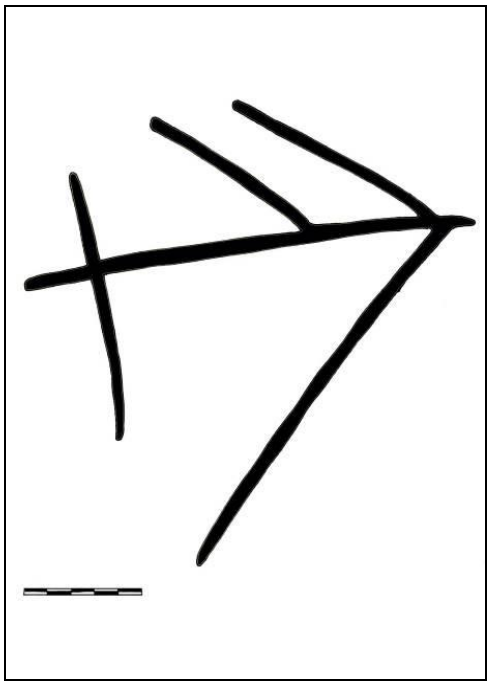
Sommige vlotten werden vanwege controle op de ver- en aankoop en het transport, onder andere ten behoeve van de tolpassage, voorzien van een reeks van merken en herkenningstekens.[616] Deze zouden de boseigenaar, de houtvellers, de handelaar, de stamdikte, de lengte, het volume, maat en/of afmeting, een oplopend nummer van een partij en de eigenaar kunnen aanduiden. Deze specifieke vlotmerken, bestaande uit reeksen van herkenbare intialen, Arabische cijfers en andere tekens, zijn bekend van 17$^{de}$- t/m 19$^{de}$-eeuws naaldhout uit Zuid-Duitsland, Franken, het Elbe- en Odergebied en het Baltische gebied.[617] Deze als vlotmerk geduide merken zijn vooralsnog in Leiden niet aangetroffen.

Naast het duiden van het eigendom van het hout, konden de merken ook een bepaalde maat aanduiden, een houtsoort, een type of een bepaalde houtkwaliteit kunnen aanduiden. Dan kan worden gesproken over een ‘handelskenmerk’. De vlotmerken, eigendomsmerken en handelskenmerken zijn dus beter te vatten onder de meer algemene term ‘handelsmerk’.

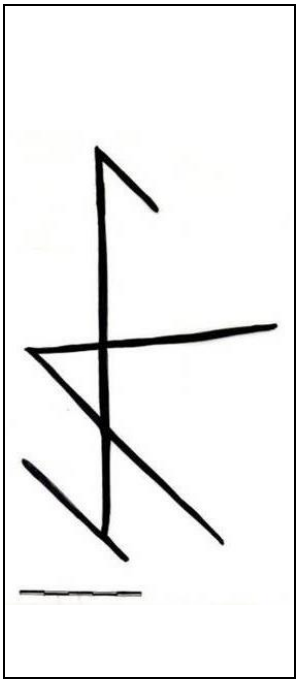
Op het hout van de onderzochte Leidse kapconstructies zijn vele voorbeelden aangetroffen van handels- (of timmermans)merken, in veel verschillende vormen, als sporen van handel en transport.[618] Het zijn abstracte gesneden merken bestaande uit een combinatie van rechte of gebroken strepen, al of niet kruisend (afb. 46-50). Het oudste voorbeeld van een handels- of timmermansmerk in de catalogus bevindt zich op de eikenhouten kapconstructie van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr en het jongste op de grenen kapconstructie van Rapenburg 25 uit 1654 (afb. 49).[619] Een later voorbeeld buiten de catalogus is een merk op een grenen spantbeen van Kalvermarkt 10, van direct na de stadsuitleg van 1659 (a) (afb. 50).[620] Jongere voorbeelden van handelsmerken zijn in Leiden nog niet aangetroffen. Mogelijk is dit verklaarbaar door de opkomst van de lokale houtzaagindustrie en houthandel. Hierdoor kon kant en klaar gezaagd hout worden gekocht, waar de handelsmerken al waren afgezaagd.

---

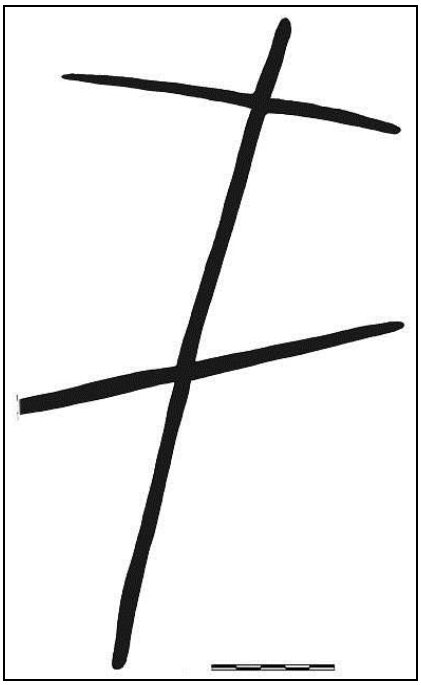
[610] Van Tussenbroek 2008a; Van Tussenbroek 2012, 52-53 en Vandenabeele et al. 2016. Verder onderzoek naar vlot- en constructiehout, in relatie met vlot- en handelsmerken, is dan ook gewenst. Vanwege het ontbreken van kennis over vlotmerken zal dit onderwerp slechts kort worden aangestipt.
[611] De Vries 1994a, 43-44; Van Prooije 2005, 18 en Van Tussenbroek 2008a, 46.
[612] Van Prooije 1990, 47.
[613] Van Prooije 1990, 47 en Van Tussenbroek 2012, 53.
[614] Van Prooije 1990, 47.
[615] Kolman en De Vries 1993, 7-8.
[616] Van Tussenbroek 2008a en Van Tussenbroek 2012, 60-61.
[617] Janse 1990c; Van Tussenbroek 2008a; Van Tussenbroek 2012, 57-61 en Vandenabeele et al. 2016.
[618] In totaal op 21 kapconstructies zijn vlot- of eigendomsmerken geregistreerd. Al eerder zijn in Leiden dergelijke merken gesignaleerd; Kolman en De Vries 1993. Het betreffen merken op de kap van Haarlemmerstraat 174 uit 1479 (d) en op de kappen van de Hooglandsekerk uit de 15$^{de}$ of 16$^{de}$ eeuw.
[619] In een artikel over 17$^{de}$- en 18$^{de}$-eeuwse kapconstructies werd dit merk als timmermansmerk geïnterpreteerd en toegeschreven aan de timmerman van de kap, Willem van der Helm; Orsel 2009d. Bij nader inzien lijkt het hier toch meer te gaan om een handels- of eigendomsmerk.
[620] Zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.



46 Hooigracht 67, 1450



47 Breestraat 135, 1595



48 Vlietweg 70-72, 1638

49 Breestraat 123, 1393 ±6 jr

50 Kalvermarkt 10, direct na 1659 (a)

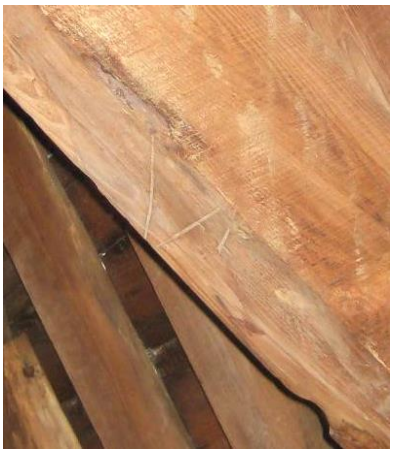
Vaak staan de merken slechts op een behakte zijde van een balk, terwijl op de andere gezaagde zijden geen merken voorkomen, bijvoorbeeld bij Hooigracht 67 (1450) en Breestraat 99 (1458). De kapconstructie van Breestraat 99 uit 1458 heeft merken op de flieringen en de daksporen. De merken zijn doorgezaagd, passen soms aan elkaar en bevinden zich enkel op een behakte zijde en niet op een gezaagde zijde. Hieruit kan worden geconcludeerd dat deze balken zijn gezaagd uit een behakte stam, waarop handelsmerken waren aangebracht. Maar uit de gedocumenteerde voorbeelden van dergelijke merken blijkt dat deze zowel op behakt als gezaagd hout voorkomen. Wellicht kan aan het feit dat een merk op een gezaagd vlak staat, worden afgeleid dat het niet om een vlotmerk ging. Maar aangezien in vlotten ook gezaagd hout voorkwam, is een vlotmerk op gezaagd hout niet onmogelijk.

Meestal blijft het onduidelijk of het een timmermansmerk, een vlotmerk, een eigendomsmerk of handelskenmerk betrof. Soms kan echter worden uitgesloten dat het een timmermansmerk betrof. Een behoorlijk aantal merken werd namelijk doorgezaagd bij het verwerken van het aangekochte hout tot het constructiehout en het is onwaarschijnlijk dat een timmerman zijn eigen merk, als uiting van zijn beroepstrots, zou doorzagen.

Doorgezaagde merken zullen dus geen timmermansmerken zijn, maar vlotmerken, handelskenmerken of eigendomsmerken.[621] Voorbeelden van doorgezaagde merken zijn Breestraat 123 (1393 ±6 jr), Hooigracht 67 (1450), Breestraat 66 (1570), Vijfde Binnenvestgracht7a (1588), Rapenburg 14 (1594), Lammermarkt 57 (direct na 1611) en Rapenburg 67 (1623) (afb. 51-53).[622]

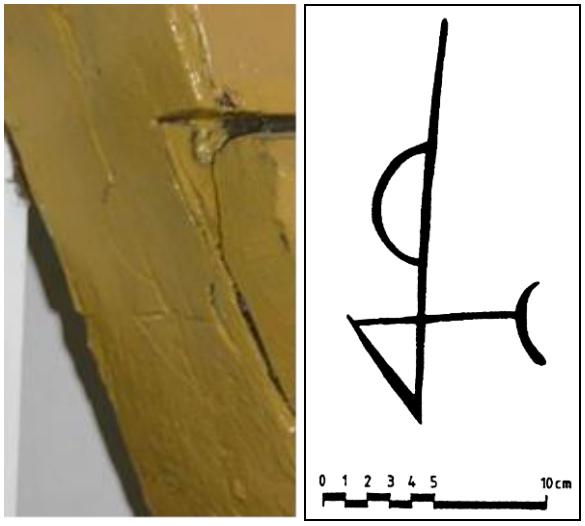
51 Breestraat 66, 1570

52 Lammermarkt 57, na 1611


53 Rapenburg 67, 1623

Naast de doorgezaagde merken staat op één gekromd spantbeen van Breestraat 66 (1570) een ander merk (afb. 54). Dit merk staat op een gezaagd vlak. Het opmerkelijke is aan dit merk, dat bestaat uit een drietal door elkaar staande haken, dat het werd doorgekrast. Aangezien het hier, op basis van het dendrochronologisch onderzoek, primair verwerkt hout betreft, lijkt het aannemelijk dat het dus niet ging om een uiting van beroepstrots, het zogenaamde timmermansmerk, want dat zou een vervaardiger niet doorkrassen. Het zal gaan om een eigendomsmerk. Nadat dit stuk hout vervolgens weer werd verhandeld zal dit merk zijn doorgehaald, omdat het van eigendom was veranderd. Bij de kap van Vijfde Binnenvestgracht 7a (1588) staat, naast vele doorgezaagde merken op allerlei spantonderdelen, op de binnenzijde van één gekromd spantbeen, dus niet op een constructievlak, een zorgvuldig aangebracht merk met ronde lijnen (afb. 55). Aan dit merk werd duidelijk meer aandacht besteed dan de andere voorbeelden, waarmee dit vermoedelijk wel een timmermansmerk was.

54 Breestraat 66, 1570



55 Vijfde Binnenvestgracht 7a, 1588 (Enderman 2004)

[621] Een vergelijkbaar voorbeeld buiten de catalogus zijn de vele gehaalde merken op de behakte grenen spantonderdelen van de Lakenhal, Oude Singel 32 uit 1638.
[622] Van de voorbeelden is in vrijwel alle gevallen duidelijk, bijvoorbeeld door dendrochronologisch of bouwhistorisch onderzoek, dat het primair verwerkt hout betrof. De merken zijn dus geen voorbeelden van oudere telmerken op hergebruikt hout.

***Vlotgaten***

In historisch constructiehout worden bij bouwhistorisch onderzoek vaak solitaire of meerdere geboorde gaten aangetroffen. Deze gaten zijn meestal gevuld met een plug en eerder foutief geïnterpreteerd als 'wisgaten'.[623] In de wisgaten zou een wis worden aangebracht, bedoeld voor het splijten van hout. Recentelijk zijn deze gaten echter herkend als vlotgaten. Het zijn de restanten van de verbindingen waarmee houtvlotten waren samengesteld.[624] Ook in de Nederland omringende landen, waar het hout vandaan kwam, worden deze gaten gekoppeld aan houtvlotten.[625] De gaten worden aangetroffen in zowel hout dat met houtvlotten aangevoerd over de rivieren naar ons land kwam, als het hout dat met boot vanuit Scandinavië en andere Oostzeelanden naar Nederland werd gebracht.[626] Ook in dit laatste hout komen vlotgaten voor als gevolg van transport via rivieren van de bossen waar het hout werd gekapt naar de uitvoerhavens aan zee.

In Leiden zijn bij bouwhistorisch onderzoek vele voorbeelden van vlotgaten aangetroffen.[627] De oudste bekende vlotgaten bevinden zich in een eikenhouten spantbeen van Breestraat 113, dendrochronologisch gedateerd in 1306 ±6 jr (d) (afb. 56). De jongste voorbeelden zijn vlotgaten in grenen vloerbalken van molen de Valk uit 1743 (a) en Nieuwstraat 43 uit de tweede helft van de 19$^{de}$ eeuw.[628] Veelal zitten de vlotgaten in de balken van de constructie, maar ze worden ook aangetroffen in de gekromde spantbenen, korbelen en windschoren, zoals in de krommers van het achterhuis van Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466 ±6 jr, en van Breestraat 59, het Rijnlandhuis, uit 1597. Het jongste voorbeeld van een kapconstructie met gekromde spantbenen met vlotgaten is het voorhuis van Herengracht 37 van direct na 1659 (a).[629] Hoe deze gekromde houten balken in een vlot werden vastgemaakt is echter onbekend. Maar de aanwezigheid van vlotgaten maakt duidelijk dat ze in vlotten werden getransporteerd.

De vlotgaten zijn in de houtconstructies goed te herkennen als gevolg van latere bewerkingen voor toepassing in de constructies. Veel vlotgaten werden daarbij haaks doorgezaagd en laten een ronde doorsnede zien, veelal met een diameter van twee tot drie centimeter. Vlotgaten die in de lengte zijn doorgezaagd laten een halfronde beëindiging zien (afb. 58-59 en 62). De ronde doorsnede met halfronde beëindiging maakt duidelijk dat deze gaten werden geboord met een lepelboor of avegaar.[630] Aan de hand van meerdere voorbeelden, zoals Nieuwe Rijn 13 uit 1557, en Doezastraat 2 uit 1623 (afb. 62), lijken de geboorde gaten aan het oppervlak van het ruwe hout iets te zijn opgehakt (ruw). Dit had vermoedelijk te maken met het vastzetten van de twijg met een te omvangrijke vlotplug. Tevens zou het verruimen van de rand van het boorgat kunnen voorkomen dat de twijg op de scherpe rand van het boorgat zou breken.

---

[623] Janse 1989, 25.

[624] In Leiden werd dit in 2005 bij het bouwhistorisch onderzoek van Breestraat 135 onderkend. In de dekbalk van een kapconstructie uit 1595 is een hele reeks onregelmatig aangebrachte gaten aanwezig. Dit konden geen wisgaten zijn en daarop werd de link gelegd met het samenbinden van houtvlotten. Zie ook Lammers-Keijsers 2012. Ook bij onderzoek in Amsterdam werd deze bouwhistorische mythe ontkracht; Van Tussenbroek 2006, vlotverbindingen.

[625] Hoffsummer 2002, 53-54; Van Tussenbroek 2006b, 8 en Eißing 2010c, 55-58.

[626] Van Tussenbroek 2006b, 10.

[627] Voorbeelden van vlotgaten in de onderzochte kapconstructies zijn de eikenhouten kappen van de achterbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383, van Breestraat 161 uit 1435 ±6 jr, van Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466 ±6 jr, van Steenschuur 11 uit 1488-1500, van het rechter achterhuis van Pieterskerkgracht 9 uit 1498, of het middenhuis uit 1543, van Nieuwe Rijn 13 uit 1557, van Nieuwsteeg 17 uit 1592, van Breestraat 135 uit 1595, van Breestraat 59, het Rijnlandhuis, uit 1597, van Lokhorststraat 16, de Latijnse school, uit 1599, van het linker achterhuis van Rapenburg 67, uit 1623, van Doezastraat 2 uit 1623 en van Aalmarkt 21, de Waag, uit 1657-1659 en de grenenhouten kappen van Lammermarkt 57, van direct na 1611 en van Rapenburg 29 uit 1664.

[628] In een grenenhouten vloerbalk van molen de Valk, Tweede Binnenvestgracht 1, uit 1743 (a) zitten drie vlotgaten vlak naast elkaar. In een grenenhouten vloerbalk van Nieuwstraat 43 (XIX B) (a) zijn twee vlotgaten vlak bij elkaar aanwezig, waarvan één doorgezaagd. Zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO. De datering van Nieuwstraat 43 is niet geheel zeker, omdat het wellicht zou kunnen gaan om hergebruikt hout. Dit was bij het onderzoek niet met zekerheid vast te stellen.

[629] Zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO, want deze kapconstructie is niet opgenomen in de catalogus.

[630] Janse 1998, 55-56.

56 Breestraat 113, 1306 ±6 jr (d)

57 Pieterskerkhof 40, achterbouw, 1383

58 Steenschuur 11, achterhuis, 1488-1500

59 Nieuwe Rijn 13, 1557

60 Breestraat 59, 1597

61 Lammermarkt 57, direct na 1611

62 Doezastraat 2, 1623

63 Aalmarkt 21, 1657-1659

Ook kwamen ten dele gehakte vlotgaten voor, zoals de grenenhouten kappen van Lammermarkt 57, van direct na 1611 of Rapenburg 29 uit 1664, laten zien (afb. 61).[631] Hierbij lijkt het eerder te gaan om een soort ingehakt oog, waar de verbindingstwijgen of -touwen werden doorgehaald. Tot slot kwamen verbindingen met krammen, metalen ogen of spijkers vermoedelijk ook voor.[632]

In de hele periode van het voorkomen van deze gaten in Leiden kwamen vlotgaten solitair, paarsgewijs, veelvuldig een ook haaks of in verschillende richtingen op elkaar voor.[633] Deze posities zullen hebben samengehangen met de verbindingstechnieken voor het samenstellen van de houtvlotten. Vooralsnog biedt het tot nu toe verzamelde materiaal onvoldoende basis om hierover gefundeerde conclusies te kunnen trekken.[634]

De vlotten werden bijeengebonden met verschillende materialen. De stammen konden worden verbonden met zogenaamde weden of wieden, dit waren kabels van in elkaar gedraaide jonge dennen, eiken of beukenstammetjes of -takken (afb. 64).[635] Ook werd gebruik gemaakt van henneptouwen en wilgentenen (afb. 65).[636] Een aantal vlotpluggen is onderzocht om te verifiëren welke bindmaterialen werden toegepast. In het hoogkoor van de Pieterskerk (1405 ±6 jr d) en de hoofdkap van de Waag (Aalmarkt 21, 1657-1659) werd touw aangetroffen, dat was vastgezet met een aangepunte plug of wig. In de vlotgaten van Breestraat 135 (1595) werd een plug/wig van eikenhout aangetroffen en de twijg bleek van elzenhout te zijn.[637] De tot wel vijf centimeter brede plug/wig van het Academiegebouw, (Rapenburg 73, 1617) was van beukenhout, met daarnaast wilgentenen.[638] Ook in Amsterdam is onderzoek gedaan naar de vlotpluggen.[639] Twee voorbeelden van de Schreierstoren bleken van wilgen- en berkenhout. Een voorbeeld uit de Warmoesstraat 67 bleek een combinatie van een plug van appel- en perenboom en een eikenhouten twijg. Voorbeelden uit de Amsterdamse Nieuwe Kerk bleken van eiken- en beukenhout. Een ander voorbeeld bleek een combinatie van een plug/wig van dennenhout en een twijg van hazelaar.[640] De gedetermineerde vlotpluggen geven een incoherent beeld. Het lijkt erop dat bij het samenstellen van het vlot gebruikt werd gemaakt van allerlei restanten, zonder dat er een voorkeur voor een bepaalde houtsoort voor de plug of het bindmiddel herkenbaar is.

64 Vlotplug Breestraat 135, 1595

65 Vlotplug Aalmarkt 21, 1657-1659

[631] Buiten de catalogus valt het gehakte oog in een dekbalk van de kap van Aalmarkt 13 uit 1585-1600 (a). Zie dossier Aalmarkt 13 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[632] Van Prooije 2005, 28 en Van Tussenbroek 2012, 57 en 60.
[633] Voorbeelden zijn Breestraat 113, 1306 ±6 jr d, vlotgaten solitair en paarsgewijs en in meerdere richtingen, Nieuwe Rijn 13, 1557, vlotgaten in meerdere richtingen, Lokhorststraat 16 uit 1599, vlotgaten haaks op elkaar. Doezastraat 2, 1623, drie vlotgaten vlak bij elkaar.
[634] Nader structureel en vergelijkend onderzoek naar vlotgaten zou hierin duidelijkheid kunnen verschaffen.
[635] Van Prooije 2005, 28.
[636] Van Tussenbroek 2012, 60.
[637] Determinatie dr. Reinder Neef, Deutsches Archeölogisches Institut, Eurasien Abteiling, met dank aan bouwhistoricus Gabri van Tussenbroek.
[638] Determinatie dr. Reinder Neef, Deutsches Archeölogisches Institut, Eurasien Abteiling, met dank aan bouwhistoricus Gabri van Tussenbroek.
[639] Van Tussenbroek 2012, noot 146.
[640] Vriendelijke mededeling bouwhistoricus Gabri van Tussenbroek.

Volgens buitenlandse literatuur kwamen naast de vlotgaten toch ook wisgaten voor om hout te splijten.[641] Deze wisgaten zijn herkenbaar aan twee vlak naast elkaar geboorde gaten, waartussen wiggen werden ingeslagen. Als voorbeeld werden elementen in de kap uit 1382/83 (d) van de St.-Blasiuskerk in Regensburg aangehaald. Ook in Leiden is dit type gaten aangetroffen. De eikenhouten onderdelen van de kapconstructie van het (afgeplatte) torentje van de sacristie van de Pieterskerk uit 1398 (a) heeft meerdere reeksen van deze ovale gaten, gesplitst en ongesplitst (afb. 66-67).[642] Het blijft onduidelijk of dit wisgaten zijn, omdat het hout niet gespleten is. Het kunnen toch vlotgaten zijn of bijvoorbeeld pengaten van tijdelijke bouwwerken op de houtvlotten.[643]

66 en 67 Pieterskerk, sacristie, kap uit 1398 (a) met ovale gaten

**3.2 IJzer**

De Leidse kapconstructies werden in de onderzochte periode vrijwel geheel van hout vervaardigd. IJzer werd relatief beperkt toegepast, voornamelijk bij verbindingen als ankers, stroppen, beugels en nagels.[644] In Nederland bleef tot in de 19de eeuw de toepassing van ijzer als alternatief voor hout beperkt, mede omdat de productie veel inspanningen vergde en ijzer dus relatief kostbaar was. Door de industrialisatie in de 18de en vooral 19de eeuw konden gietijzeren (geschikt om drukkrachten op te nemen) en smeedijzeren (om trekkrachten op te nemen) onderdelen op industriële schaal worden geproduceerd en werd het uiteindelijk mogelijk de traditionele houten kapconstructies geheel te vervangen in ijzer.[645]

In de onderzochte kapconstructies komt ijzer voor in de vorm van nagels, spijkers, ankers en bouten om verbindingen te maken. Machinaal vervaardigde spijkers en nagels werden pas vervaardigd met de opkomst van de industrialisatie. De termen nagels en spijkers werden in de historische bronnen door elkaar gebruikt. Een onderscheid daartussen te maken is nog niet gelukt.[646] Handgesmede nagels en spijkers bestaan uit een vrijwel vierkante steel met aan de ene zijde een gesmede punt en aan de andere zijde een uitgesmede vrijwel ronde platte kop.[647] Voor de verbindingen in constructies werden zogenaamde ‘taaie nagels’ gebruikt (afb. 68). Deze waren gemaakt van week smeedijzer dat verontreinigingen bevatte waardoor de nagels niet snel roestten.[648] De taaie nagels in de constructies konden niet zo worden ingeslagen. De nagelgaten moesten worden voorgeboord, zoals de spantbalk van Oude Singel 100 van direct na 1611 bijvoorbeeld laat zien (afb. 69).[649]

[641] Bláha et al. 2008, 145 en 148 (vlotgaten) en Bláha 2008, 134 en 139 (wisgaten).
[642] Dröge en Veerman 2011, 53.
[643] Dank aan architectuurhistorica Esther Starkenburg voor deze suggestie.
[644] Het onderzoek is gericht op de toepassing van het materiaal ijzer in de kapconstructie. Materiaaltechnische eigenschappen en aspecten als productie, handel, bewerking zijn buiten beschouwing gelaten.
[645] De Vries 1985, 01-5 en 01-8; Oosterhoff 1988, 4-6; Lorenz en Heres 2015 en Kosykh et al. 2018.
[646] Janse 2004, 9-13.
[647] Janse 2004, 17-20.
[648] Janse 2004, 22 en 29.
[649] Janse 2004, 29.

68 Taaie nagel Breestraat 113, 1347

69 Taaie nagels en voorgeboorde gaten Oude Singel 100, direct na 1611

Uit de vele voorbeelden in Nederland en in Leiden in het bijzonder komt naar voren dat in de oudere kappen minder koude vernagelde verbindingen werden toegepast, maar dat deze werkwijze in de loop van de tijd steeds meer toenam ten koste van de pen- en gatverbindingen.[650] Dit had te maken met een besparing op arbeidstijd en dus op kosten.[651] Een pen- en gatverbinding fabriceren was veel tijdrovender dan een koude vernagelde verbinding. Tevens was het een tijdsbesparing op de assemblage. Er hoefde minder te worden gepast bij het samenstellen van het spant en ook het vastzetten met gesmede nagels ging sneller dan met de toogijzers en vervolgens de houten nagels.

Gesmede ankers werden toegepast om flieringen, en later gordingen, aan het opgaande muurwerk te verbinden (afb. 70). Een dergelijk gevel- of muuranker bestond uit een veer of strop en schieter of schoot. De veer was een vrijwel vierkante staaf met aan de ene zijde een oog en aan de andere zijde een plat uiteinde met daarin gaten voor nagels. Het anker werd in het interieur met het platte uiteinde op de balk vernageld. Aan de buitenzijde van het muurwerk stak het oog net uit. Door dit oog werd van boven af de schieter gestoken. Omdat deze eveneens vrijwel vierkante staaf naar het midden toe dikker werd en daar nog een extra verdikking had, kon de staaf niet doorvallen. Een bijzonder muuranker werd aangetroffen bij de haanhoutgording van de kap van de Waalse kerk, Breestraat 62, zeer waarschijnlijk uit het begin van de 14$^{de}$ eeuw (1314-1329 d?). Dit is een anker dat uit één stuk werd gesmeed (afb. 71). Mogelijk betreft het hier een voorloper van het anker met een losse schieter, net zoals in Utrecht is geconstateerd.[652] Sommige gevelankers werden voorzien van gesmede versieringen om de gevel te verfraaien (afb. 72).[653] De specifieke vormgeving van gevelankers was tijdsgebonden en kan bijdragen aan de datering van de gevel en/of constructie.[654] Later in de 17$^{de}$ en 18$^{de}$ eeuw werden de schieters blind vermetseld.[655]

Een ander type ijzeren anker was het koppelanker van spantbeen naar borstwering, in plaats van het algemene houten blokkeel. Dit blokkeelanker was in Leiden echter een relatief zeldzame toepassing (afb. 73).[656] In latere perioden, vanaf eind van de 16$^{de}$ eeuw, werden blokkeels soms gecombineerd met gesmede ankers (afb. 74).[657] Aan deze blokkeelankers konden ook schieters zijn bevestigd, eventueel gekoppeld met de ankers van de trekbalken van dezelfde spanten. Dit lijkt voornamelijk toegepast bij vrijstaande borstweringen, die geen steun konden ontlenen aan een buurpand.

---

[650] Janse 2004, 12 en Orsel 2009f, 1117 en 1120.
[651] De Vries 1985, 01-4 en Janse 2004, 12.
[652] Vriendelijke mededeling bouwhistoricus Bart Klück.
[653] Orsel 2005a.
[654] De Vries 1985, 01-4 – 01-5.
[655] Voorbeelden van blindankers zijn Hooglandsekerkgracht 21 uit 1738, Breestraat 31 uit 1742, Rapenburg 65 uit 1749, Rapenburg 67 uit 1760 en Breestraat 117 uit 1762.
[656] IJzeren blokkeels zijn aangetroffen bij Pieterskerkhof 40, achterbouw uit 1383, Pieterskerkhof 40, tuinvleugel, 1384, Breestraat 95 uit 1405-1411, Nieuwe Rijn 13 uit 1557 en Oude Rijn 166 uit 1585.
[657] Voorbeelden van houten én ijzeren blokkeels zijn Nieuwsteeg 17 uit 1592, Oude Rijn 19 uit 1603, Groenesteeg 14 uit 1608, Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738, Breestraat 31 uit 1742, Rapenburg 65 uit 1749 en Hooglandsekerkgracht 11-21 uit 1774.

70 Ankers Lokhorststraat 16, 1599

71 Muuranker Breestraat 62

72 Muuranker Donkersteeg 5

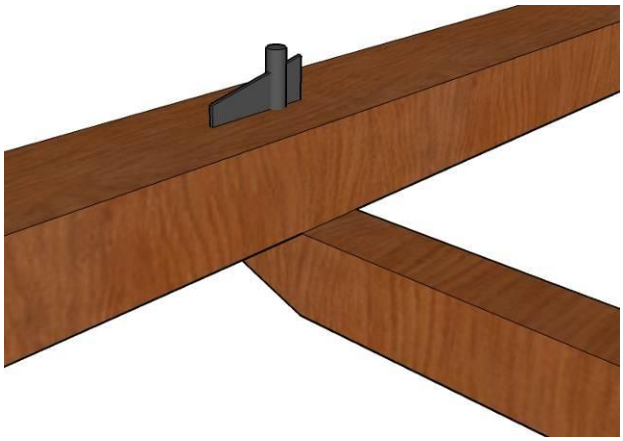
73 Blokkeelanker, Pieterskerkhof 40, 1384

74 Houten en ijzeren blokkeelanker
Hooglandsekerkgracht 11-21, 1774

Een veel voorkomende toepassing van smeedijzer was de ophanging van vlieringhangbalken.[658] Het oudste voorbeeld van een kapconstructie met hangbalken in Leiden is Oude Rijn 166 uit 1585. Deze hangbalken waren bevestigd met gesmede nagels.[659] Voor het ophangen van de hangbalken aan de flieringen werd in Leiden over het algemeen een gesmede strop gebruikt (afb. 75). De vlieringhangbalken werden soms ook opgehangen met een zogenaamde spiebout. Dit anker werd van onderen door een gat in de hangbalk en de fliering gestoken en op de fliering met een spie geborgd (afb. 76-78). De onderzijde kon worden uitgevoerd met een verdikte kop, zoals bij Steenschuur 14 uit 1614-1624 of in T-vorm, zoals in de 17$^{de}$-eeuwse kap van Haarlemmerstraat 170 (afb. 77-78).[660]

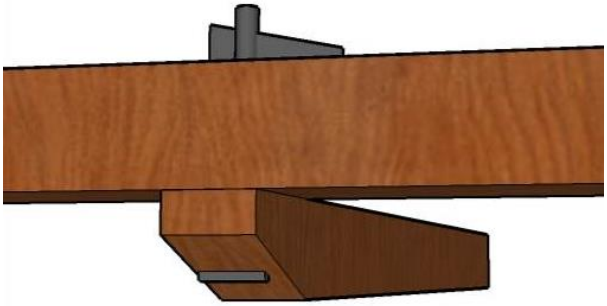
[658] Orsel 2008.
[659] Andere voorbeelden van het ophangen van flieringhangbalken met gesmede nagels zijn Oude Rijn 25 uit 1599, Oude Singel 114 en 116 van direct na 1616 en Doezastraat 2 uit 1632. Voorbeelden buiten de catalogus zijn Oude Singel 106 en 130, beide van direct na 1611 (a).
[660] De hangbalken die later (17$^{de}$ eeuw?) zijn toegevoegd in de kap van Pieterskerkhof 40 uit 1383 werden opgehangen met een combinatie van ijzeren stroppen en spiebouten met verdikte kop. De kap van Haarlemmerstraat 170 maakt geen deel uit van de catalogus, zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.

75 Hangbalk in strop



76 Hangbalk met spiebout

77 Hangbalk met spiebout met verdikte kop



78 Hangbalk met spiebout in T-vorm

Spieboutankers werden niet alleen toegepast bij hangbalken. Houten muurstijlen hadden vaak op halve hoogte een dergelijk anker. In de onderzochte kapconstructies zijn spiebouten aangetroffen als blokkeelanker bij de gekromde spantbenen en de hoge borstwering van de achterbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383 en als extra koppeling bij de koude vernagelde verbinding tussen spantbeen en korbeel bij de Latijnse school, Lokhorststraat 16 uit 1599 (afb. 79-80). Dit waren echter zeldzame toepassingen in kapconstructies.

79 Blokkeelanker Pieterskerkhof 40, 1383

80 Spieboutanker Lokhorststraat 16, 1599

Een andere ijzeren oplossing om een verbinding te zekeren waren moerbouten, waarvan de 18de-eeuwse moerbouten van Rapenburg 61 uit 1701 en Rapenburg 65 uit 1749 vroege voorbeelden zijn (afb. 81-82).[661] De driehoekspanten van Rapenburg 61, een ontwerp van Jacob Roman uit 1701, waren in de nok gezekerd met platte vierkante moerbouten met grof schroefdraad en vierkante volgplaten. Ook in de houtconstructies van Rapenburg 61 werden deze moerbouten toegepast. In de kapconstructie van Rapenburg 65 uit 1749 werd bij de verbinding tussen korbeel en spantbeen een overeenkomstige moerbout, met ronde volgplaten, toegepast. Waarschijnlijk werd voor deze afwijkende moerbout-oplossing gekozen, omdat in het spantbeen al een blokkeel was ingepend. Door nog een pengat te maken zou het spantbeen wellicht te veel worden verzwakt. Vanuit de gedachte de verbinding goed te zekeren, werd door het korbeel en het spantbeen een moerbout aangebracht. De voorbeelden tonen aan dat een traditioneel opgeleide timmerman, wanneer het zo uitkwam, deze verbinding toepaste ter vervanging van de gebruikelijke pen- en gat- of zwaluwstaartverbinding.
De 18de-eeuwse moeren geven aan dat deze elementen al veel eerder in Nederlandse bouwconstructies werden toegepast dan pas vanaf de late 19de-eeuw, zoals tot nu toe in de bouwhistorie in het algemeen als vuistregel werd gehanteerd.[662] In Duitsland werden al in de 17de eeuw schroefdraad en moeren toegepast, zoals de trekstangen in de Heilige kruiskerk in Augsburg uit 1653 laten zien.[663] Hier waren de moeren zeskantig en de volgplaten vierkant.[664] Zelfs in een traktaat uit 1588 kwamen ze al voor.[665] De kennis van schroefdraad ging waarschijnlijk terug op hydraulica (pompen), waarvan in het natte Nederland natuurlijk ook kennis over zou zijn geweest.[666] Bij hang- en sluitwerk kwamen schroefdraad en moeren al in de 16de eeuw voor zoals een Hattems slot uit 1588 laat zien.[667] Andere vroege, gedateerde, voorbeelden zijn sloten uit 1606, 1621 en 1651.[668]

81 Moerbout Rapenburg 61, 1701 (a)

82 Moerbout Rapenburg 65, 1749

[661] Orsel 2011f. Van Rapenburg 61 is alleen de voorste leugenaarkap in de catalogus opengenomen.
[662] Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 108-111.
[663] Holzer en Köck 2009b, 826. Ook in Thüringen en Sachsen-Anhalt kwamen vanaf 1700 moerbouten voor ter vervanging van een houtverbinding; Eißing 2009, 110 en 208.
[664] Het is zeker dat deze oorspronkelijk zijn, want in 1704 werd deze kap met de ijzeren staven als voorbeeld gebruikt in een handboek; Holzer en Köck 2009b, 826-827.
[665] Holzer en Köck 2009b, 826-827; in het traktaat van Agostino Ramelli uit 1588, *Diverse et artificiose*, staan voorbeelden van moeren op pag. 258, 261 en 272.
[666] Holzer en Köck 2009b, 827.
[667] Meindersma 1994, 5 en 138. Ook kan worden gedacht aan schroefdraad bij klokken en pompen.
[668] Meindersma 1994, 114; schootveerslot 1588, streekmuseum Hattem, 137, Schootveerslot 1608, Waspik, Rijksmuseum Amsterdam en 158, Schootgrendelslot, 1651, Gasthuiskerk Zierikzee.

Tot slot was het gesmede nokruiterbokje een zeldzame toepassing van ijzer in kapconstructies. Een nokruiterbokje was een T-vormig gaffelijzer om een nokruiter te dragen en te bevestigen op de nokgording. Nokruiterbokjes zijn in Leiden aangetroffen op het rechter achterhuis van Rapenburg 67 uit 1656-1661 (a en d), op Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 en op Breestraat 115, vermoedelijk uit 1755 (a).[669] Buiten Leiden is het nokruiterbokje vooralsnog enkel bekend van de Nijenburg te Heiloo, daterend uit circa 1705.[670]

**3.3 Samenvatting Materiaal**

Leidse kapconstructies waren in de onderzochte periode een constructief samenstel van voornamelijk hout en weinig ijzer. De beschikbaarheid van bouwmaterialen was van invloed op de vorm en uitvoering van de kapconstructie. In het westen van Nederland groeiden in de onderzochte periode weinig geschikte bomen voor constructiehout en dit moest derhalve worden ingevoerd. De constructies van middeleeuwse Leidse kappen werden gemaakt van eikenhout (Quercus, eik, loofhout), dat met zijn relatieve hardheid en duurzaamheid daarvoor zeer geschikt was. Het eikenhout was afkomstig uit de regio Emsland/Westfalen en later van wat verder weg. Met de kenmerkende toepassing van gekromd eikenhout in veel kapconstructies past Leiden binnen de Vlaamse-Nederlandse groep met portaalachtige spanten met gekromde onderdelen. Vrijwel al het gekromde Leidse hout was afkomstig uit Westfalen of het Emsland. In de 17$^{de}$ eeuw kwam het echter ook van elders, wat wijst op een moeilijkere verkrijgbaarheid of leverbaarheid van Westfaals of Emslands krom hout. Dit past in het beeld van bij de algemene mindere verkrijgbaarheid van eikenhout uit Duitsland in het einde van de 16$^{de}$ eeuw en het begin van de 17$^{de}$ eeuw.

Vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw werd voor kapconstructies steeds vaker Scandinavisch, Baltisch en Duits grenenhout (Pinus Sylvestris, grove den, naaldhout) toegepast. In eerste instantie gebeurde dit in combinatie met eikenhout, maar in de eerste helft van de 17$^{de}$ eeuw werden de kapconstructies op huizen steeds vaker geheel in grenenhout geconstrueerd. Als uitzondering bleven de, voor zolders met borstwering, typerende gekromde eikenhouten spantbenen, vaak in de economisch zuinige maar constructief verantwoorde ontdubbelde vorm, nog tot in het derde kwart van de 17$^{de}$ eeuw toegepast. Door de algehele overgang van eikenhout naar grenenhout in houtconstructies raakten uiteindelijk ook de gekromde spantbenen in onbruik. De overgang van eikenhout naar grenenhout in de eerste helft van de 17$^{de}$ eeuw is verklaarbaar door een beperkter aanbod van eikenhout als gevolg van handelsbeperkingen door oorlogsomstandigheden en tegelijk een grote vraag naar constructiehout voor omvangrijke bouwactiviteiten, voor de aanleg van steeds modernere verdedigingswerken en voor de uitbouw van de handels-, visserij en oorlogsvloot voor de bloeiende overzeese handel. Bovendien werd het gebruik van grenenhout sterk gestimuleerd door de opkomst en enorme groei na 1600 van de houtzaagmolenindustrie rond Amsterdam en in de Zaanstreek na de uitvinding van de zaagmolen.

Ook aan de waterwegen direct buiten Leiden ontstond in de 17$^{de}$ eeuw een zaagmolenindustrie, waar men gezaagd hout kon kopen of aangekocht hout kon laten zagen.. De omvangrijke aanvoer van grenenhout uit het Oostzeegebied en de machinale bewerking van hout in de zaagmolens maakte dit timmerhout betaalbaarder. Vurenhout (Picea Abies, fijnspar, naaldhout) werd niet voor constructieve doeleinden gebruikt, maar werd wel toegepast voor daksporen. Dennenhout (Abies Alba, zilverspar, naaldhout) kwam in de onderzochte Leidse kapconstructies niet tot nauwelijks voor.

Een kapconstructie was een samenstel van een aantal elementen waarvan de kwaliteit goed en de afmetingen constructief toereikend moesten zijn. De maximale houtlengte van circa 12 tot 15 meter van vlothout had invloed op de opzet van de constructie.[671] De maximaal verkrijgbare lengte bepaalde de vloer/trekbalken en daarmee de breedte van het gebouw.[672]

---

[669] Hooglandsekerkgracht 23 is opgenomen in de catalogus. Zie verder Orsel 2009e en dossiers Rapenburg 67 en Breestraat 115 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[670] Enderman 2001.
[671] Eißing 2009, 192.
[672] Campbell 2007, 88.

De houtzwaarte, de afmetingen en het aantal spanten was echter willekeurig en niet vast bepaald. Deze werden 'naer den eysch' bepaald op basis van ervaring en kennis van de uitvoerende timmerlieden of van de bestekschrijver, als volgens bestek werd gewerkt.

Voor de houtzwaarte bestond een bepaalde onderlinge maatverhouding tussen de verschillende constructieonderdelen. In Leiden is geen relatie geconstateerd tussen de houtformaten en een bepaald soort dakbedekking. De variatie in afmetingen van de vrij vierkante eikenhouten en latere grenenhouten constructiedelen is voor een groot deel te verklaren door de krachten, in soort en omvang, die de verschillende onderdelen van de kapconstructies moesten verwerken. Hierbij waren ook de afmetingen van het dak en de opbouw van het (stapel-)spant van invloed. Een belangrijke andere invloed op de houtmaten was de verkrijgbaarheid of beschikbaarheid van – gezaagd of ongezaagd – nieuw of gebruikt hout. De algemeen iets forsere houtmaat van eiken ten opzichte van grenen zal hiermee samenhangen. Deels is dit ook verklaarbaar door de grote vraag naar bouwhout aan het einde van de 16$^{de}$ en in de 17$^{de}$ eeuw met economischer (zuiniger) geconstrueerde kapconstructies in het nieuwe materiaal grenen tot gevolg. In de oudere kappen hadden de elementen verschillende formaten. Pas vanaf het midden van de 17$^{de}$ eeuw werden de formaten enigszins eenvormig. Dit kwam vermoedelijk door voldoende aanbod van standaard gezaagd hout door de opkomende zaagindustrie. Dit laatste zal een 'dempend' effect hebben gehad op de houtprijzen, waardoor selectie op prijs minder noodzakelijk was.

Het benodigde constructiehout werd aangekocht op de lokale houtmarkt of elders. De Leidse houthandel was gericht op de lokale markt en had een beperkter aanbod van nieuw en gebruikt hout. Tot het midden van de 17$^{de}$ eeuw was de markt gevestigd aan de Boommarkt, daarna lag de 'Nieuwe Houtmarkt' aan de Oude Herengracht. Omvangrijke partijen constructiehout, zowel eiken als grenen, moesten buiten Leiden worden ingekocht. Dordrecht en Amsterdam waren als stapelmarkt de belangrijkste houtmarkten. Waarschijnlijk speelden hierbij economische motieven een rol en was het goedkoper om grote partijen hout op andere markten aan te kopen.

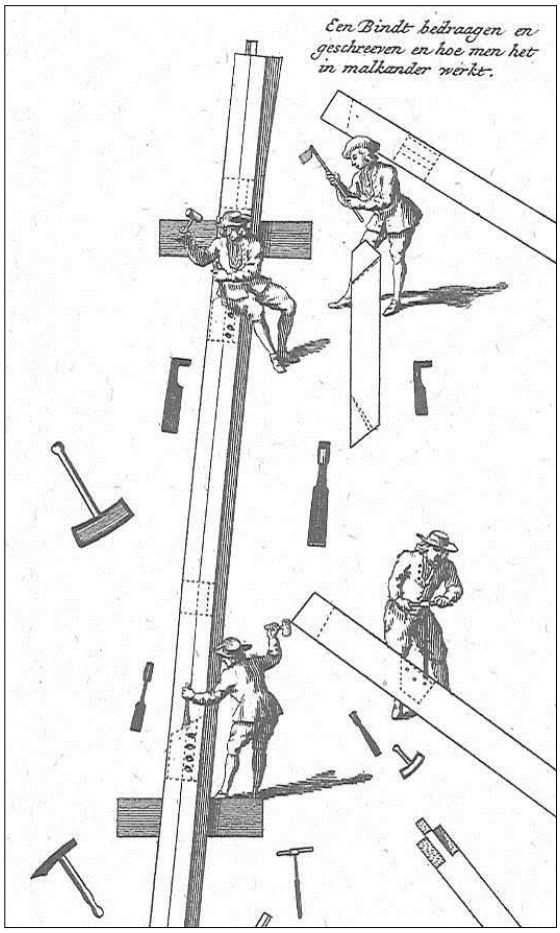
Het vervoer van bouwhout naar en in Leiden ging voornamelijk over het water met schepen, soms over de weg met wagens voor korte afstanden. In de middeleeuwen konden de grotere schepen de binnenstad van Leiden niet in en hun vrachten werden buiten de Zijlpoort overgeladen. Dit veranderde met het aanpassen van de stadspoorten en bruggen aan het einde van de 16$^{de}$ eeuw. De handel in en het transport van het constructiehout hebben sporen nagelaten op het hout, zoals vlotgaten en ingesneden handelsmerken.

De Leidse kapconstructies waren in de onderzochte periode vrijwel geheel van hout. Smeedijzer werd relatief beperkt toegepast, voornamelijk als ankers, beugels en nagels voor verbindingen, omdat het moeilijk was te produceren en dus relatief kostbaar was. In de loop van de tijd namen verbindingen met gesmede nagels toe, ten koste van ambachtelijker pen- en gatverbindingen, waarmee vooral werd bespaard op arbeidstijd en dus op kosten. Aan het einde van de 16$^{de}$ eeuw kwamen in de Leidse kapconstructies tussen de spanten hangbalken op, die waren bevestigd met gesmede nagels, stroppen of spiebouten. Gesmede spiebouten konden in de gehele onderzochte periode ook bij andere verbindingen zijn toegepast, maar dit was een relatief zeldzaam verschijnsel. In de 18$^{de}$ eeuw kwamen ook moerbouten met schroefdraad ter beschikking, ter vervanging van een traditionele genagelde of pen- en gatverbinding. Een zeldzame toepassing van ijzer was het nokruiterbokje dat in Leiden werd toegepast in de 17$^{de}$ en 18$^{de}$ eeuw.

# 4 TIMMEREN

Na de aanschaf van de materialen voor het geplande bouwwerk begon de timmerman met de vervaardiging van de kapconstructie. Het algemene beeld is dat de werkwijze van de timmerlieden en hun gereedschappen in de onderzoeksperiode grotendeels hetzelfde zijn gebleven. In dit hoofdstuk zal daarom, zoveel mogelijk gebaseerd op lokale gegevens, dit constructieproces voor de Leidse situatie worden onderzocht op basis van de gereedschappen die de timmerman ter beschikking stond, hoe hij de constructie vervaardigde en uiteindelijk plaatste. Bovendien zal worden gekeken welke innovaties in de loop van de tijd in het constructieproces zijn te onderkennen en welke invloed die hebben gehad op de vorm en de uitvoering van de kap. Aangezien gebruikt wordt gemaakt van zowel literatuur, gegevens uit de catalogus en de onderzochte rekeningen en bestekken levert dit een meer algemeen beeld van het timmeren van een kapconstructie, wel gericht op de ordinaire bouwwerken.

## 4.1 Gereedschappen en bewerking




83 Timmermansgereedschappen (Natrus et al. 1736)

Voor het vervaardigen van een kapconstructie beschikten de timmerlui over verschillende gereedschappen, elk met hun eigen toepassing. Herman Janse heeft in zijn boek *Van aaks tot zwei* de historische handgereedschappen uit de Nederlandse en Vlaamse bouwwereld zeer uitgebreid behandeld.[673] De beroepen in de bouwwereld waren gericht op de verwerking van één materiaal, bijvoorbeeld natuursteen of hout. Daarnaast was het vanuit het gildestelsel niet toegestaan om werkzaamheden van een ander beroep uit te oefenen. Vanwege deze twee redenen verschilden de gereedschappen per beroep.[674] Het gildebord uit 1648 van de Leidse timmerlieden in de Pieterskerk toont bijlen, zagen, schaven, vijlen boren, beitels, hamers, een nijptang en allerlei pas- en meetinstrumenten (zie afb. 23 en 83). In deze paragraaf worden de belangrijkste timmermansgereedschappen – beknopt – aangestipt. Het doel hiervan is de bewerkingen te behandelen die het constructiehout voor een kapconstructie onderging en welke sporen dit op de kapconstructie kan hebben nagelaten. Er zijn tijdens de hier behandelde periode vrijwel dezelfde technologieën gebruikt. Pas met de industriële revolutie van circa 1850 zou de techniek enorm veranderen.[675] De gebruikte gereedschappen en technieken waren in hoofdlijnen al door de Egyptenaren en Romeinen ontwikkeld.[676]

Ook voor specifiek het middeleeuwse timmerambacht zijn er tot 1850 weinig echte innovaties aan te wijzen. Janse stelde wel dat door verbeterde hardheid van ijzer scherpere rechte beitels mogelijk werden.[677] Deze verbetering werd door Janse rond 1500 gedateerd. De komst van de scherpere beitels wordt duidelijk door het verschijnen van de gehakte rechte telmerken.

[673] Janse 1998. Voor deze paragraaf is ook gebruik gemaakt van andere literatuur, maar dit leverde overeenkomstige informatie op; o.a. Janse 1965; Binding en Nussbaum 1978; Großmann 1986; Binding 1989; Van Hemert 2005 en Zwerger 2015.
[674] Janse 1998, 9.
[675] Janse 1998, 14.
[676] Janse 1998, 48.
[677] Janse 1989, 50 en Janse 1998, 14.

De eerste stap om van een boom bouwhout te maken was het omhalen van de boom. Dit gebeurde in het bos door houthakkers of vellers, die ook de takken er af zaagden en soms de schors grotendeels verwijderden.[678] Meestal werden deze ruwe gevelde bomen verder onbewerkt tot houtvlotten samengebonden (afb. 102). De gevelde boom kon echter ook voordat het gevlot werd, of zelfs op het vlot, worden gekantrecht. Dit kantrechten gebeurde echter ook vaak op de werkplaats. Bij het kantrechten werd op de kopse zijde aan de bovenzijde van de stam een vierkant afgetekend, waarbij alle schors en zoveel mogelijk jong spinthout buiten dit vierkant viel. Ditzelfde vierkant werd ook aan de onderzijde afgetekend, waarbij het hart van de boom in het midden lag. De stam werd vervolgens op een paar balkjes of schragen gelegd en vastgezet, waarna er met een smetdraad vier lijnen over de stam werden afgetekend conform de afgetekende vierkanten. Met een beslag- of kerfbijl werd haaks op de stam aan één zijde iedere circa 30 centimeter een reeks kepen ingehakt.[679] Deze werden zo diep ingehakt dat ze net niet de gewenste (afgetekende) doorsnede bereikten. Daarna werd tussen twee lijnen het vlak recht gekapt. De kepen dienden ook om te diep inhappen van de bijl te voorkomen. Deze handelingen werden herhaald voor alle zijden, zodat er uiteindelijk een vrijwel rechthoekige balk was gehakt. In het bestek voor de kap van de Marekerk uit 1645 werd omschreven dat al het constructiehout ‘met de breebijl gereet’ moet worden.[680] Een breebijl, ook bekend als beslagbijl of baardaks, werd gebruikt voor het kantrechten van boomstammen.[681] Dit betekende dat het constructiehout een enigszins ruw behakt oppervlak hield. De haksporen van een oppervlaktebehandeling door een bijl zijn op constructiehout te herkennen aan een niet helemaal vlak, soms zelf enigszins ruw, oppervlak met flauwe uitschulpingen en soms aan de aftekeningen/snedes van het inhakken (afb. 85-89).[682] De snedes worden soms beëindigd door afgescheurde vlakjes die aangeven tot waar de bijl het hout is ingedrongen (afb. 90). Vaak vertonen de snedes een uitwaaierend patroon, veroorzaakt door de zwaaibeweging met de bijl (afb. 88). Aan de hand van de afgescheurde vlakjes, de bijlsnedes en het patroon kan worden herkend van af welke stahoogte de boom werd bewerkt, wat de richting was van bewerken en of de timmerman de bijl in de rechter- of linkerhand hanteerde.[683] Soms is een beschadiging in de snijkant van de bijl zichtbaar op het oppervlak door op het uitgeschulpte vlak staande ‘ruggetjes’ (afb. 91).[684]

84 Haksporen schoor Breestraat 123, 1393 ±6 jr

85 Haksporen spoor Breestraat 123, 1393 ±6 jr

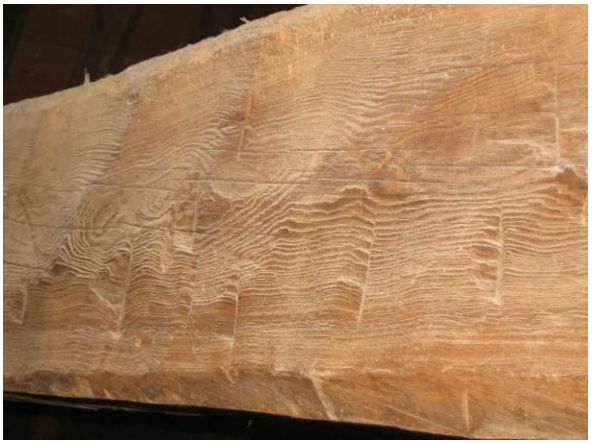
[678] Großmann 1986, 17 en Janse 1998, 49.
[679] De Vries 2006a. Zie voor de bewerking met de beslagbijl pag. 24-25.
[680] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[681] Janse 1998, 50, 53, 62 en 154, afb. 75.
[682] Bláha et al. 2008, 128-132. Haksporen zijn bijvoorbeeld aangetroffen op een eiken schoor en vuren spoor van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr, op een eiken spantbeen van Rapenburg 14 uit 1594, op een grenenhouten dekbalk van Lammermarkt 57 van direct na 1611 of op een eiken dekbalk van Aalmarkt 21 uit 1657-1659.
[683] Bláha et al. 2008, 129-130.
[684] Janse 1998, 50.

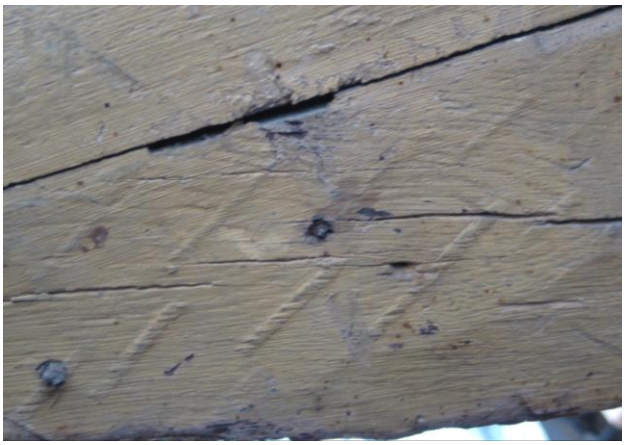
86 Haksporen Rapenburg 14, 1594

87 Haksporen Lammermarkt 57, direct na 1611

88 Haksporen Lammermarkt 57, direct na 1611

89 Haksporen Aalmarkt 21, 1657-1659


90 Afscheursporen Lammermarkt 57, na 1611


91 Sporen beschadigde bijl, Rapenburg 14, 1594

Naast ruw geveld hout en gekantrechte balken kon voor het maken van de constructie ook gezaagd hout worden vervaardigd of worden aangekocht. Dit hout was door houtzagers met trek-, raam- en kraanzagen in balken, ribben of planken in de gewenste maten gezaagd.[685] Maar ook werd het hout op de werkplaats gezaagd. Meestal zal de te volgen zaagsnede zijn afgetekend met een smetdraad. Een andere indicatie voor de zaagsnede is aangetroffen op de flieringen van Breestraat 99 uit 1458.

[685] Janse 1998, 50-51.

Op een in de lengte door te zagen balk, ten behoeve van twee flieringen, zijn twee parallelle ingekraste lijnen aangetroffen waartussen door moest worden gezaagd. Gezaagd hout laat zich herkennen aan onregelmatig verlopende, enigszins parallelle, groeven op het oppervlak (afb. 92-95).[686]

92 Handzaagsporen Pieterskerkhof 40, 1384

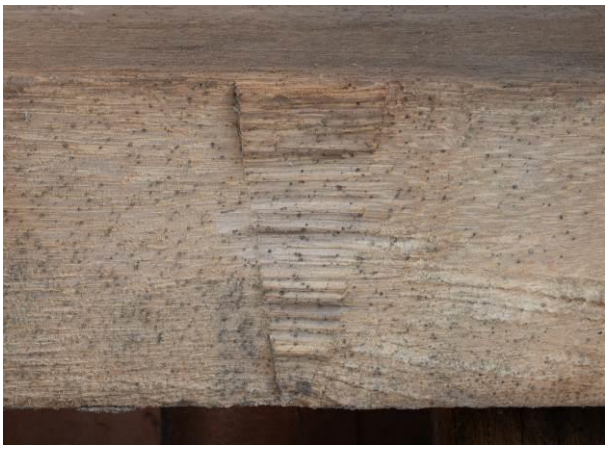
93 Handzaagsporen Hooigracht 67, 1450

94 Handzaagsporen Breestraat 59, 1597

95 Handzaagsporen Aalmarkt 21, 1657-1659

Handgezaagd hout op een schraag laat vaak een driehoekig breukvlakje zien, afkomstig van het breken op het punt waar twee zaagsneden bij elkaar kwamen (afb. 96-97).[687] Met de opkomst van de zaagmolen rond 1600 werd een deel van deze handarbeid over genomen door een machine.[688] Hierdoor ontstonden zaaglijntjes op een zeer regelmatige afstand parallel van elkaar (afb. 98-99).[689]

[686] Bláha et al. 2008, 132-134. Zaagsporen zijn bijvoorbeeld zichtbaar bij Pieterskerkhof 40 uit 1384, Hooigracht 67 uit 1450, Breestraat 59 uit 1597 en Aalmarkt 21 uit 1657-1659.
[687] Breukvlakken van handzagen zijn bijvoorbeeld op de flieringen van Breestraat 99 uit 1458 of op de krommers van Rapenburg 67 uit 1623 aangetroffen.
[688] Janse 1998, 50.
[689] Zaaglijntjes zijn bijvoorbeeld zichtbaar bij Rapenburg 67 uit 1623 en Rapenburg 12 uit 1724.


96 Breukvlak handzagen, Breestraat 99, 1458

97 Breukvlak handzagen, Rapenburg 67, 1623

98 Machinale zaagsporen, Rapenburg 67, 1623

99 Machinale zaagsporen, Rapenburg 12, 1724

Veel voorbeelden hebben zowel behakte als gezaagde oppervlakken op één constructieonderdeel (afb. 100-104).[690] Een deel van de verschillende bewerkingssporen is verklaarbaar door de gecombineerde bewerking met een bijl aan de buitenzijde van een stam of gekromd hout, die vervolgens met de zaag werd opgedeeld in dunnere balken geschikt voor de constructie (afb. 106). Ook kwam het voor dat één of meer zijden van met de bijl behakt hout vlak werd uitgevoerd door dit te zagen. Deze vlakke zijde of zijden werden in de te vervaardigen constructie dan de constructiezijde waarop de onderdelen werden afgemeten en gepast.[691] Het was blijkbaar voor de timmerman moeilijker construeren vanuit het ruwere behakte hout dan met het vlakke gezaagde hout.

Op basis van de gedocumenteerde voorbeelden lijkt er vanaf begin 17de eeuw langzamerhand strakker, rechthoekiger bewerkt hout toegepast te zijn.[692] De strak bewerkte onderdelen hadden echter nog deels ruwer bewerkte en/of afgeronde kanten, wellicht om zo veel mogelijk van het beschikbare constructiehout te kunnen toepassen. Later werd het constructiehout zeer strak, meskant, vierzijdig gezaagd (afb. 105).[693] Dit sluit aan bij wat in het handboek van Poley uit 1770 stond over dat kapconstructies moesten worden gemaakt van ‘greenen hout, alle vierkant bezaagd’.[694]

---

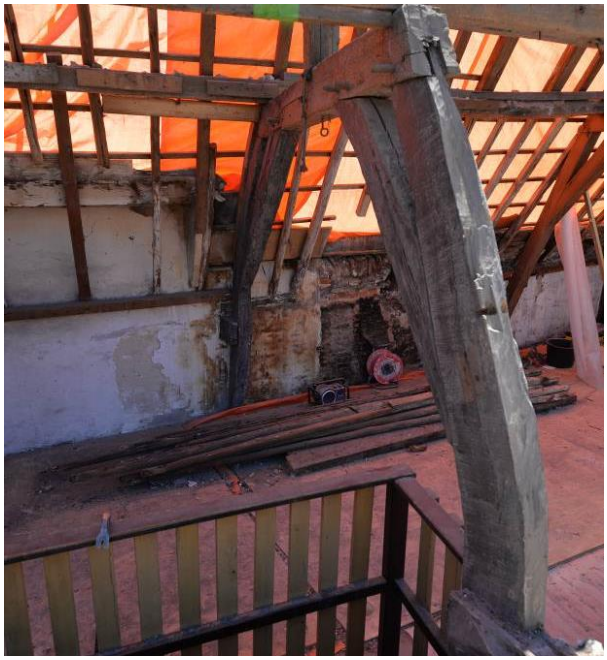
[690] Voorbeelden van behakte en gezaagde zijn de eikenhouten constructiedelen van Hooigracht 67 uit 1450, Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466-1472, Nieuwsteeg 17 uit 1592, Rapenburg 14, voor en achter, uit 1594 en Oude Rijn 25, voor en achter, uit 1599 en de grenenhouten constructiedelen van Morsstraat 32, Nieuwe Beestenmarkt 9 en Oude Singel 100, alle drie van direct na 1611.

[691] Voorbeelden van behakt hout met gezaagde constructiezijde zijn Nieuwe Beestenmarkt 9, Lammermarkt 57 en Oude Singel 100 van direct na 1611, Pieterskerkgracht 9 van 1620 en Aalmarkt 21 van 1657-1659.

[692] Voorbeelden van strakker, rechthoekiger bewerkt hout zijn Pieterskerkgracht 9 uit 1620, Rapenburg 67 uit 1623, Rapenburg 29 uit 1664, Papengracht 6 uit 1668 en Oude Vest 159 uit 1681.

[693] Voorbeelden van vierzijdig strak gezaagd hout zijn Rapenburg 12 uit 1724, Stille Rijn 11 uit 1735-1737, Rapenburg 65 uit 1749 en Rapenburg 67 uit 1760. Ook in Amsterdam is dit zeer strak gezaagd hout bekend,

100 Behakt constructiehout, Nieuwsteeg 17, 1592



101 Gezaagd constructiehout, Nieuwsteeg 17, 1592

102 Afgerond en schors, Lammermarkt 57, na 1611

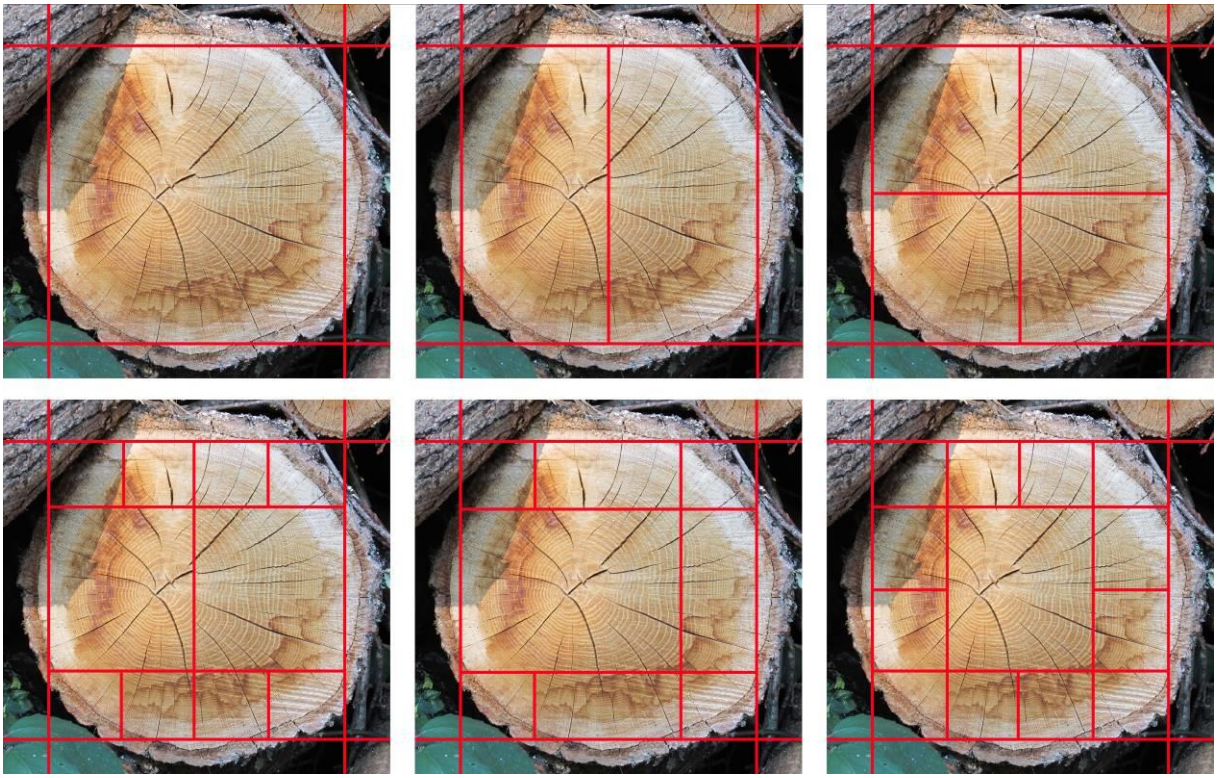
103 Gezaagde kant, Lammermarkt 57, na 1611

104 Behakt en gezaagd, Pieterskerkgracht 9, 1620

105 Meskant machinaal gezaagd, Rapenburg 65, 1749

onder andere bij Keizersgracht 794 uit ca. 1675; Van Tussenbroek 2009, 120-121 en Van Tussenbroek 2012, 113 en 183.

[694] De Vries 2008, 224.



106 Voorbeelden van mogelijke opdeling van een stam door bijl en/of zaag

De opkomst van dit strakker bewerkte hout hing samen met de al eerder behandelde opkomst van de houtzaagmolenindustrie in de 17de eeuw. De latere voorbeelden van meskant gezaagd hout zullen bovendien waarschijnlijk beïnvloed zijn door een ruim aanbod van gezaagd bouwhout, zoals eerder besproken. Een behakt oppervlak kwam echter nog lang voor. Zo werd de kap van Aalmarkt 21 uit 1657-1659 opgetrokken met eikenhout dat zowel sporen vertoont van bijlslagen als van zagen (afb. 89 en 95).

Gezaagd hout, waarschijnlijk handgezaagd, werd soms niet strak genoeg bevonden en werd daarom nageschaafd.[695] Het schaven kan met een bijl of met schaaf zijn uitgevoerd.[696] Zo stond in het bestek uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort dat voor de vlieringvloer rondhout en vloerdelen moesten worden geschaafd: **‘**Die revelaers schoen te schaven ende de delen aen beyde de sijden schoen te schaven’.[697] In het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 moesten de zichtbare vloerbalken aan drie zijden (de zichtzijden) worden geschaafd. Het hout van de kap moest met de gerfschaaf worden behandeld, om ‘het rouwe af te schaaven’.[698] Een gerfschaaf was een rond afgewerkte blokschaaf om het oppervlak min of meer vlak te maken.[699] Deze bewerking van een gerfschaaf is nog waarneembaar in de constructie en laat zich herkennen aan de zeer flauwe uitschulpingen in de lengterichting op de balken van de kap (afb. 107-108). Deze zijn minder zichtbaar dan de uitschulpingen als gevolg van een beslagbijl. In hetzelfde bestek stond de ‘dakkapel bekleden met […] vuure deelen, van binnen geschaaft’. Hier werd dus wel een vlak geschaafd oppervlak van de binnenbekleding gewenst. Over het algemeen werd echter in bestekken de bewerking van het constructiehout niet beschreven. Dit werd of aan de timmerman overgelaten of volgens de gangbare praktijk. Wel stond in het bestek uiteraard de algemene verwijzing ‘naer den eysch’ of ‘zo ’t behoort’.[700]

[695] Gedocumenteerde voorbeelden van na geschaafd, gezaagd hout zijn Rapenburg 14, achter, uit 1594, Rapenburg 29 uit 1664, Papengracht 6 uit 1668, Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 en Stille Mare 4 uit 1830.
[696] Janse 1998, 58-60 en Bláha et al. 2008, 134.
[697] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[698] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[699] Janse 1998, 58, 75 en 163, afb. 105.
[700] Zie ook Gerritsen 2006, 86.

107 Sporen gerfschaaf, Hooglandskerkgracht, 1738

108 Schaafsporen Rapenburg 29, 1664

Naast bijlen, zagen en schaven om het constructiehout te bewerken beschikte de timmerman over boren, beitels, vijlen en aftekengereedschap (afb. 23 en 83). Verbindingen, zoals pennen, pengaten, kepen enzovoort werden afgeschreven, door het inkrassen van lijnen met een scherp voorwerp, als een ritsmes of een priem, met behulp van winkelhaak, passer en duimstok.[701] De dunne afschrijf- of aftekenlijntjes op de constructieonderdelen ter plaatse van de verbindingen zijn vaak nog te herkennen (afb. 109-111). Een bijzondere aftekening werd aangetroffen bij het Weeshuis, Hooglandsekerkgracht 21 uit 1774. De pengaten van de verbindingen werden afgetekend met potloodlijnen. Dit is een vroege gedateerde toepassing van het gebruik van een potlood voor het afschrijven van verbindingen.[702]

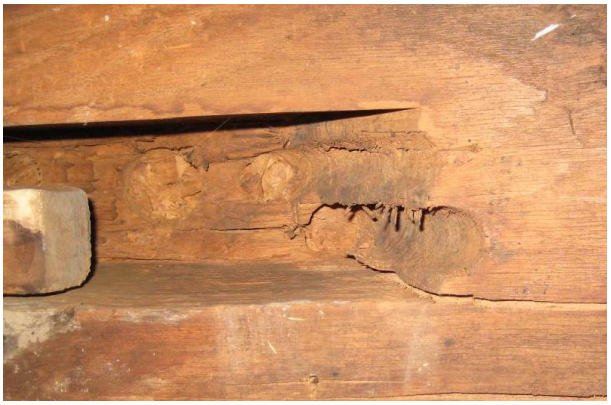
109 Breestraat 123, 1393 ±6 jr

110 Pieterskerkgracht 9, 1498

111 Oude Vest 159, 1681

[701] Janse 1998, 53-61. Aftekeningen met krijt of iets anders zijn niet waargenomen.
[702] Dirks en Kessels 2012; potloden kwamen voor sinds de 17de eeuw, na de ontdekking van grafiet in het midden van de 16de eeuw. In 1795 werd patent verkregen op het 'moderne' potlood.

Een pen of keep werd gezaagd en vervolgens afgewerkt met beitel, vijl of schaaf. Voor een pengat werd binnen de aftekening een reeks gaten geboord met een avegaar of lepelboor tot de gewenste diepte (afb. 112-113). Vervolgens werd het gat opgehakt met een kruisbijl en/of beitel.[703] De nagelgaten voor gesmede (taps en vierkante) nagels en toognagels werden voorgeboord met een omslagboor (afb. 114-115).[704] Een omslagboor is een C-vormige zwengel met aan de bovenzijde een ronde knop die om een spil draait en aan de onderzijde een (vast) boorijzer.[705]


112 Hooglandsekerkgracht 21, 1466-1472

113 Aalmarkt 11, 1455-1456 (d), voorgehakte gaten[706]

114 Voorgeboord nagelgat, Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)

115 Fout geboord nagelgat, Rapenburg 67, 1623

**4.2 Construeren**

Na alle voorbereiding kon de kapconstructie worden vervaardigd. Het historische constructieproces en eventuele ontwikkelingen daarin zijn bestudeerd op basis van literatuur, de onderzochte Leidse rekeningen en bestekken en de onderzochte kapconstructies. De rekeningen en bestekken gingen over het algemeen niet zozeer over het constructieproces. Het werd bij aangenomen werk blijkbaar aan de aannemer overgelaten hoe hij de spantconstructies vervaardigde. Wel uitgebreid omschreven in de bestekken werd de kwaliteit van de constructie, die moest voldoen aan de algemene eis, en de aard van de verbindingen. Dit laatste had te maken met de deugdelijkheid van de constructie.

**Termen**

Kapconstructies hadden vele verschillende onderdelen. De huidige benamingen werden in het verleden voor een deel ook gehanteerd, maar sommige gebruikte termen zijn voor ons soms niet meer geheel duidelijk. Voor de Leidse historische terminologie voor onderdelen van kapconstructies en hun uitvoering zijn de onderzochte rekeningen en bestekken een lokale en temporaine bron.
Een dak werd in de Vestmeestersrekeningen een ‘Cappe’ genoemd.[707]

---

[703] Janse 1998, 51 en 52.
[704] Bijvoorbeeld Aalmarkt 11, 1455-1456 (d), Morsstraat 32, direct na 1611 en Rapenburg 67, 1623.
[705] Janse 1998, 55 en 56.
[706] Foto BAAC, Geert Oldenmenger.
[707] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.

In de rekeningen van de Pieterskerk uit 1407 en 1409 waren spanten 'ghespannen' en in die van het Catharinagasthuis werd de constructie van een af te breken huis een 'spannaedze' genoemd.[708] In de bestekken kwamen als gevolg van de gedetailleerde omschrijvingen veel meer termen voor.[709] Alle constructiedelen en hun uitvoering werden genoemd, om voor de aannemer duidelijk te maken hoe de constructie diende te worden uitgevoerd. Een kapconstructie was een 'spannaets/spannasie' (herberg buiten de Zijpoort, 1593, Rapenburg 69, late 16de eeuw of Rapenburg 31, 1664) of een 'cap/kap' (huis Hogerbeets Rapenburg, 1592, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 31, 1664 of Hooglandsekerkgracht 23, 1738) of 'dack' (herberg buiten de Zijlpoort, 1593).[710] Deze constructies bestonden in het algemeen uit '(kap)binten' of 'gebinten', waarbij onderscheid werd gemaakt tussen de onderste en die daar bovenop stonden. De onderste spanten waren 'flierbinten' en die daarop stonden waren 'schaarbinten'. Hiermee werden spanten bedoeld, meestal dekbalkspanten. Bij Rapenburg 31 uit 1664 en Hooglandsekerkgracht 23 was voor het bovenste spant sprake van 'spruyten', dit waren driehoekspanten.[711] Deze kwamen ook voor bij het Rijnlandhuis uit 1597, maar daar werden ze omschreven als 'schaerbint met zijn span daer op tot de nock' of als 'scaerspan met een balckgen' (driehoekspant met spantbalk).[712] De spanten ('gebinten') bestonden uit 'stijlen', 'binten' en 'karbeels/kerbeels', respectievelijk spantbenen, (dek-)balken en korbeels. Dat de (onderste) spantbenen gekromd moesten zijn, werd duidelijk gemaakt door 'cromme stijlen, boechstijlen, buychstijlen of boochstijlen'. Als ze recht waren werd volstaan met 'stijl', een enkele keer met 'rechte stijl'. Mede omdat ze vanaf 1593 dateren was in alle onderzochte bestekken sprake van een nokgording: 'nock' of 'ock'. Deze werd gedragen door, de al genoemde, driehoekspanten of door nokstijlen: 'stijlen', 'manders' of 'maeckelaers'. Over de constructie lagen flieringen of gordingen: 'fliringen' of 'gordinghen'.

Omdat van een aantal bestekken ook de kapconstructie nog is bewaard en gedocumenteerd kan worden geconcludeerd dat het hedendaagse gangbare terminologische onderscheid tussen fliering (balk gelegen in het horizontale vlak van dekbalk) en gording (balk gelegen in het schuine vlak van dakhelling) niet wordt bevestigd door de Leidse historische bestekstermen 'fliering' en 'gording'. Zo hebben Breestraat 59, het Rijnlandhuis, uit 1597, Aalmarkt 21, de Waag, uit 1658 en Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 zowel flieringen als gordingen, terwijl in het bestek enkel sprake was van 'gordinge'.[713] Rapenburg 25 uit 1654 heeft flieringen, terwijl deze in het bestek 'gordinge' werden genoemd.[714] Hetzelfde geldt voor Rapenburg 29 (31) uit 1664.[715] Ook tegenwoordig worden de termen nog regelmatig verwisseld.

De verschillende onderdelen werden in de lengterichting geschoord door 'windbanden', tegenwoordig windschoren genoemd. Bij de kap van de Bibliotheca Thysiana uit 1654 was bovendien sprake van 'jachtschoor', dit was waarschijnlijk een windverband over de daksporen.[716]
In vrijwel alle voorbeelden was sprake van muurplaten, 'muerplaten, muyrplaeten'.[717] Deze lagen soms op een borstwering, 'burstweringe' en dan was er sprake van blokkeels, 'blockkeels'.
De constructie werd overspannen, 'spannen of spanning', met daksporen, 'capravens, sparren, revelaers, steyntgetgens, ribben of rubben'.[718] Daarop kwamen panlatten, 'latten' of beschot van planken, 'delen'.

---

[708] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409 en St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[709] Bijlage Rekeningen en Bestekken.
[710] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16de eeuw, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[711] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[712] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[713] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597, Waag, Aalmarkt 21, 1658 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[714] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654.
[715] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664.
[716] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654. Helaas is de dakdrager van Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25, vervangen, zodat dit niet kan worden gecontroleerd, zie catalogusblad Rapenburg 25, 1654.
[717] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16de eeuw, Marekerk, 1645, Bibliotheca Thysiana, 1654, Rapenburg 31, 1664, Hof Meermansburg, 1680-1685 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

Een enkele keer was sprake van hoeken in het dakvlak en werden er hoek- of kilkepers toegepast: 'slaepers' of 'huc- of huykepers'. Het schuin daar tegen aanbevestigen of stuiken werd omschreven als 'hayen' of 'haessenen'.[719] Naast de opbouw van de constructie werden in de bestekken ook de verbindingen tussen de onderdelen omschreven. Deze termen komen overeen met de huidige, bijvoorbeeld 'met pennen in die gaten gewrocht'. Dit wordt verder besproken bij het gedeelte over de verbindingen.

Historische rekeningen en bestekken verhalen over hoe kapconstructies moesten worden uitgevoerd. De gebruikte terminologie geeft inzicht in de constructieve opbouw van spanten. Aangezien er geen significante verschillen in de omschrijving zijn waar te nemen in de Leidse voorbeelden vanaf eind 16$^{de}$ eeuw tot begin 18$^{de}$ eeuw, zal ook de constructie in deze tijd niet wezenlijk zijn gewijzigd. Datzelfde geldt voor de gebruikte terminologie. In het algemeen was de terminologie overeenkomstig met het tegenwoordige taalgebruik. In verschillende bestekken uit dezelfde tijd werden soms voor eenzelfde onderdeel een andere benaming toegepast, bijvoorbeeld: 'capravens, sparren, revelaers, ribben of rubben'. Tegenwoordig wordt een een meer dwingende keuze in benaming gemaakt; in dit geval voor daksporen. In dezelfde lijn ligt het historische gebruik van fliering of gording, tegenwoordig duidelijk andere kaponderdelen, vroeger dus terminologisch door elkaar gebruikt. Een duidelijk verschil in de benaming ligt in de term spant besloten, hetgeen in de bestekken genoemd werd als 'gebint'. Volgens Janse heeft deze terminologische wijziging in de 17$^{de}$ eeuw plaats gevonden.[720]

**Werkplaats**

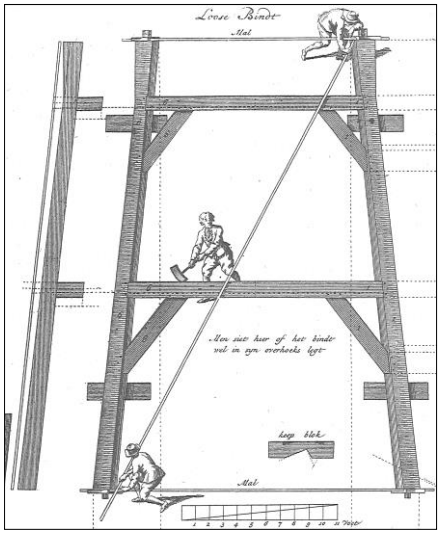
De voorbereidingen van de constructie vonden veelal niet plaats op de bouwplaats, maar op een werkplaats, die soms ver van de bouwplaats verwijderd kon zijn.[721] De werkplaats kon van een timmerman zelf zijn of gemeenschappelijk.[722] Dit laatste blijkt uit het bestek voor de kapconstructies van de Marekerk in 1645.[723] Hiervoor moest de bewerking van het hout verplicht plaatsvinden op de stadstimmerwerf.[724] De stad schreef wel vaker voor dat het werk door de aannemer op de stadstimmerwerf moest worden gemaakt, zoals bij het timmerwerk van de Waag in 1658 of bij het timmerwerk van de Hogewoerdsbinnenpoort in 1671.[725] Op de werf werden dan de materialen van stadswege verstrekt. Het voorschrijven van de vervaardiging op de stadstimmerwerf kan voortkomen uit de geschiktheid als plek voor het maken van grote constructies, maar wellicht ook omdat er dan toezicht was. De werkplaats kon ook een willekeurig terrein zijn, dat tijdelijk als zodanig werd ingericht.[726] Zo werd bij de aanbesteding van de koepel en toren van de Marekerk in 1647 bepaald dat het terrein van de stadsvolmolen buiten de Morspoort als werkplaats zou dienen.[727] Een werkplaats lijkt dus een niet overdekt werkterrein te zijn geweest.

De werkplaats stond ook bekend als 'winkel'.[728] In het timmerliedengilde-register was een aantal keren sprake van een (timmermans)winkel.[729] In het bestek van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 stond dat de aannemer op de werkplaats, 'winkel' genaamd, zelf het bier moest leveren.[730]

---

[718] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16$^{de}$ eeuw, Marekerk, 1645, Bibliotheca Thysiana, 1654, Rapenburg 31, 1664, Hof Meermansburg, 1680-1685 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[719] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593 en Rijnlandhuis, 1597.
[720] Janse 1989, 376.
[721] Janse 1965, 107; Großmann 1986, 18 en Binding 1989, 78.
[722] Großmann 1986, 18.
[723] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[724] Steenmeijer 2005, 175.
[725] Van Oerle 1975, 394 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.
[726] Großmann 1986, 18.
[727] Steenmeijer 2005, 176.
[728] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738; Baar 1986, 12 en Van Oerle 1975, 394.
[729] ELO, Archieven van de gilden, 0509, inv.nr.1115 register van het afleggen van de gildeproeven, uitsluitend voor de timmerlieden, 1615-1778.
[730] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

**Uitzetten**



116 Uitzetten volgens een mal (Natrus et al. 1736)

De kapconstructie werd door de timmerman vervaardigd via een uitslag die op de grond van de werkplaats was uitgezet.[731] Op basis van deze hoofdvorm werd op de werkplaats constructiehout gemeten, gezaagd en bewerkt tot onder meer spantonderdelen, die in de uitslag tot spant werden samengesteld.[732] Ook werd gewerkt met een mal, zoals zichtbaar en genoemd op afbeeldingen in het *Groot volkomen moolenboek* uit 1736 (afb. 116).[733] Het eerste vervaardigde spant kan ook als mal hebben gediend, waarop de andere spanten werden afgepast.[734] De basismaat van de uitslag of mal werdt in de historische bestekken aangehaald als spanroe, 'nae den eysch, alsoe 't spanroe wijsen sal'.[735] Volgens de omschrijving moest de lengte van balken in de kapconstructie van deze 'spanroe' worden afgeleid. Hierbij ging het om het herleiden van de balklengte aan een basismaat van de uitzetting of hoofdvorm.[736]

Het uitzetten werd ook genoemd in de aanbesteding uit 1464 van de kap van het Gravensteen en in de aanbesteding uit 1465 van drie muurtorens.[737] Hierin werd bepaald dat de kapconstructie op de maat en 'steeck' moest worden geconstrueerd. Met de 'steeck' werd hoogstwaarschijnlijk de schuinte of dakhelling bedoeld.[738] Van beide termen kan worden afgeleid dat bij het construeren allereerst de basis en vervolgens de hoofdvorm van het dak werd uitgezet. De constructie werd binnen deze hoofdvorm vervaardigd en daaraan ontleend. De maatvoering hierbij was in Leiden, tot de Franse periode, de Rijnlandse voet als lengtemaat.[739]

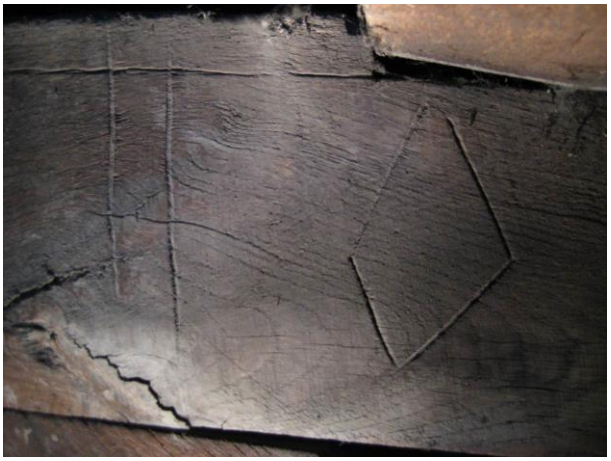
Een constructieonderdeel kreeg vaak over de lengte een kerflijn in het midden, de zogenaamde richtslag (afb. 117-118).[740] Deze lijn werd gebruikt voor de verdere aftekening. Zoals al eerder genoemd ging het aftekenen met een ritsmes, een priem of ander scherp voorwerp, langs een rei of winkelhaak of langs een zwei voor hoeken.[741] Een andere constructielijn die vaak wordt aangetroffen in Leidse kappen is een horizontale kraslijn over de dekbalken die de onderzijde van de flieringen (of gordingen) markeerde (afb. 119). Het lijkt erop dat binnen de uitslag van de gehele kap eerst de positie van de longitudinale elementen als muurplaten, flieringen (of gordingen) en eventuele nok (of nokgording) werd vastgelegd. Een voorbeeld van sporen van dit uitzetwerk van de timmerman zijn de verticale, horizontale en schuine (haaks op en parallel aan de hellingshoek van het dak) kraslijnen op de spantbenen, aansluitend op de hoek van de flieringen van Aalmarkt 11 (1455-1456 d) (afb. 120).[742] Vervolgens werden dan de spanten geconstrueerd op basis van de uitslag en de vastgelegde posities van de muurplaten, de flieringen (of gordingen) en de eventuele nok (of nokgording).

[731] Van Prooije 1984, 64; Großmann 1986, 18 en King 2007, 106.
[732] Janse 1965, 107 en Großmann 1986, 18.
[733] Natrus et al. 1736, afb. I.
[734] Bláha 2008, 145.
[735] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[736] De Vries 2009, 35-36 en De Vries 2010, 140-141.
[737] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[738] De 'steek' is ook bekend van de timmermansproef uit Hoorn; De Vries 2009, 34-35.
[739] Een Rijnlandse roede is 3,767 meter (= 12 voet). Een Rijnlandse voet is 31,4 centimeter (= 12 duim). Een Rijnlandse duim is 2,61 centimeter (= 12 lijn) en een Rijnlandse lijn is 0,21 centimeter. https://nl.wikipedia.org/wiki/Hoogheemraadschap_van_Rijnland. Gecontroleerd 2019-10-06. Zie ook Berends 2017.
[740] Janse 1998, 61.
[741] Janse 1998, 55 en 61.
[742] Orsel 2016.

Soms lagen de voorzijden van de spantonderdelen, met hun vaak verschillende formaten, verschoven, maar dan werden ze geconstrueerd op basis van de richtslag. Ook konden de onderdelen met één (voor)zijde in hetzelfde vlak liggen. Dit staat bekend als een constructievlak.[743]

117 Richtslag + kraslijnen Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)

118 Idem Hooglandsekerkgracht. 21, 1466 ±6 jr


119 Kraslijn fliering, Breestraat 95, 1405-1411

120 Uitzetlijnen, Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)

**Verbindingen**

In het samenstel van de verschillende onderdelen van de kapconstructie waren de verbindingen van cruciaal belang. Solide verbindingen werkten mee aan een stijve en stabiele constructie.[744] In de onderzochte constructies is een bepaald aantal verbindingen waar te nemen, waardoor duidelijk wordt welke verbindingen met de toenmalige stand van constructieve kennis en mogelijkheden toepasbaar bleken.[745] Op basis van hun ervaring pasten de timmerlieden verschillende verbindingen toe voor bepaalde oplossingen, die inspeelden op specifieke druk, trek of andere krachten. Deze krachten werden vooral veroorzaakt door de massa van de constructie en de dakdrager en -bedekking en de daarop uitgeoefende krachten door regen, sneeuw en wind. Hieronder zal worden ingegaan op welk type verbindingen in het algemeen in de loop van de tijd zijn toegepast in de onderzochte constructies, aangevuld met gegevens uit de onderzochte rekeningen en bestekken.

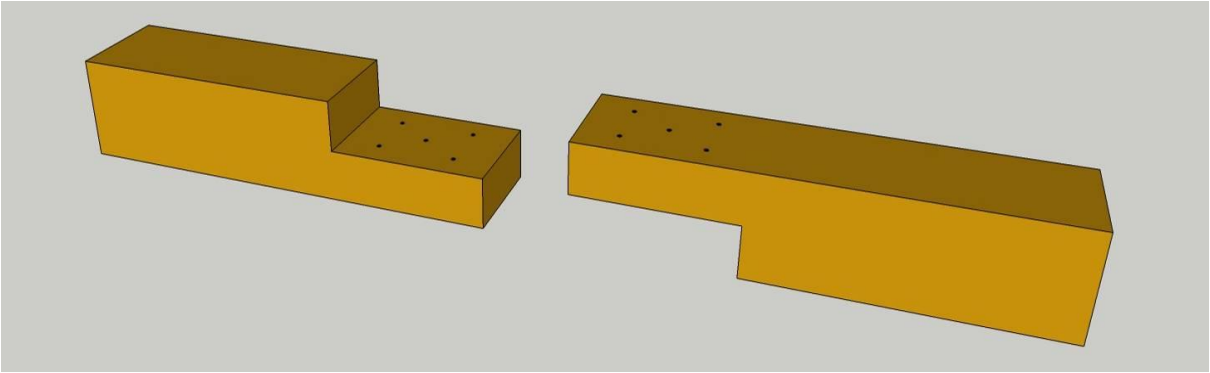
Om een goed sluitende, solide en sterke verbinding te verkrijgen, was een vakkundige uitvoering van groot belang, zoals ook blijkt uit algemene voorwaarden hierover in de onderzochte bestekken. Zo stond bijvoorbeeld in het bestek voor het huis aan het Rapenburg uit 1592: ‘Alle dit voors. werck werckelic te wercken ende sluyten ende glat vastnagelen ende spijckeren als ’t hoirt’.[746]

[743] Janse 1965, 107 en Großmann 1986, 24.
[744] Zwerger 2015, 100.
[745] Zwerger 2015, 134.
[746] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.

In het bestek voor de kap van de Marekerk stond: ‘Alle de voors werck als voore verhaelt wel ende werckelyck te wercken tot prijs van mrs hun drie verstaende gelyck sulcks werck is vereijsschende, alle pennen, gaeten, tanden, vough, ofte andere vergaederings dicht gewrocht, […] ende volgens het besteck volcomentlyck opgemaeckt ende voltrocken hebben gelyck sulcks werck is vereijsschende, alle pennen, gaeten, tanden, vough, ofte andere vergaederings dicht gewrocht met hout ende yserwerck over al wel te verseeckeren, ende te sluiten soo met houte nagels, spijckers, bouten anckers, ende houwvasten, alles ten genougen vande heeren besteeders’.[747] Als laatste voorbeeld het bestek voor Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738: ‘Dit alles wel en meesterlijk in den anderen te werken, zoals zulk werk behoord’ en ‘Den aanneemer zal al dit werk goed en deeglijk moeten maaken, tot genoegen van de besteeders of die zij desweegen zullen gelasten het opzigt te hebben’.[748] Ook in de timmermansproeven werd voorgeschreven dat de verbindingen goed sluitend moesten worden gemaakt.[749]

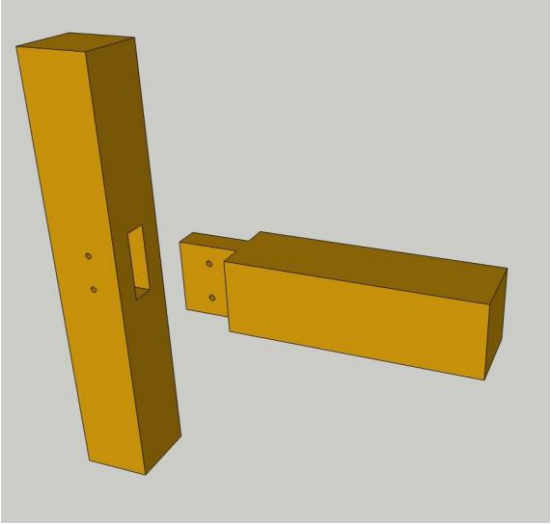
De spanten van de Leidse kapconstructies werden geconstrueerd met een beperkt aantal verbindingstypen. Het meest toegepast werden de pen-en gatverbinding, de vernagelde koude verbinding, de gelipte verbinding, de gekeepte verbinding en de lasverbinding, met allerlei variaties als hielen/borsten/tanden, loeven en zwaluwstaarten (afb. 121-132).[750] De oudere kapconstructies kenmerken zich door een overvloedig gebruik van pen- en gatverbindingen die waren vastgezet met (veel) houten nagels (afb. 126). De pen- en gatverbinding was een zeer stijve verbinding geschikt voor het opnemen van trekkrachten. Een nadeel was dat deze verbinding arbeidsintensief was. Het aantal pen- en gatverbindingen binnen de kapconstructie nam dan ook in de loop van de tijd langzamerhand af ten gunste van eenvoudiger te vervaardigen vernagelde koude verbindingen. Dit fenomeen is bij de onderzochte kapconstructies waarneembaar bij de bevestiging van het korbeel met het spantbeen en bij de bevestiging van de windschoren met het spantbeen en/of fliering. Ook in de onderzochte bestekken kwam de combinatie van beide verbindingswijzen voor. In het bestek voor het huis aan het Rapenburg voor R. Hogerbeets uit 1592 was sprake van ‘die kerbeels boven met pennen in die gaten gewrocht ende gesloten mit sluytnagels ende onderan gespijckert’.[751] De krachten waren in de verbinding tussen korbeel en spantbeen blijkbaar niet groot en vaak ging het om drukkrachten vanuit de stabiliteit. Daarbij stonden de spantbenen bovendien in een trekbalk gepend. Dit vormde een redelijk stijf geheel met de gepende verbindingen in de dekbalken, waardoor een gepende verbinding tussen korbeel en spantbeen blijkbaar niet noodzakelijk was.

*Verbindingstypen:*

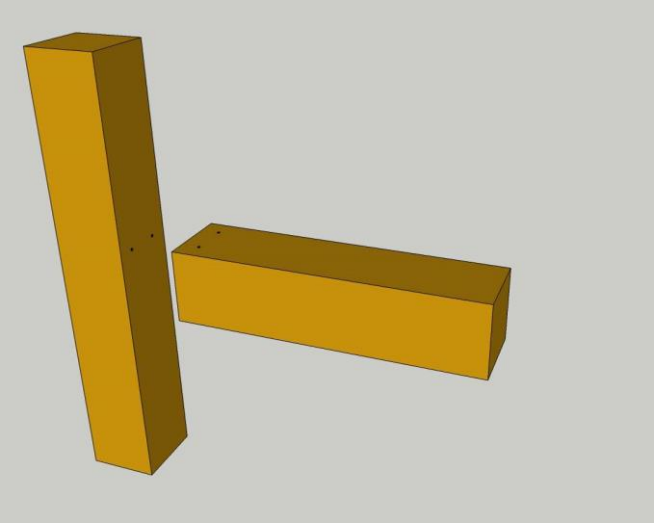


121 Lasverbinding

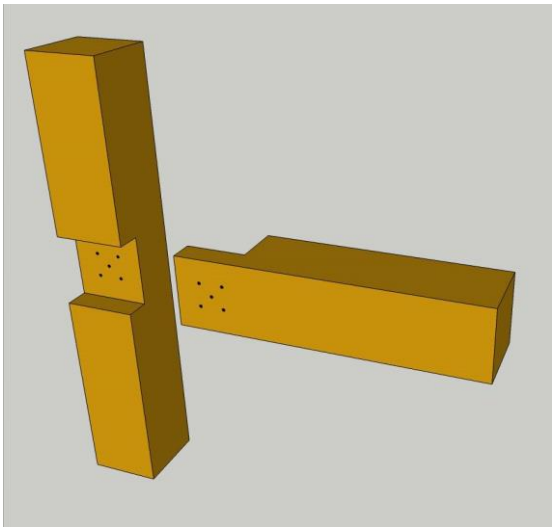
[747] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[748] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[749] De Vries 2009, 34-35.
[750] Zie voor verbindingstypen Berends 1996, 91-109.
[751] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.



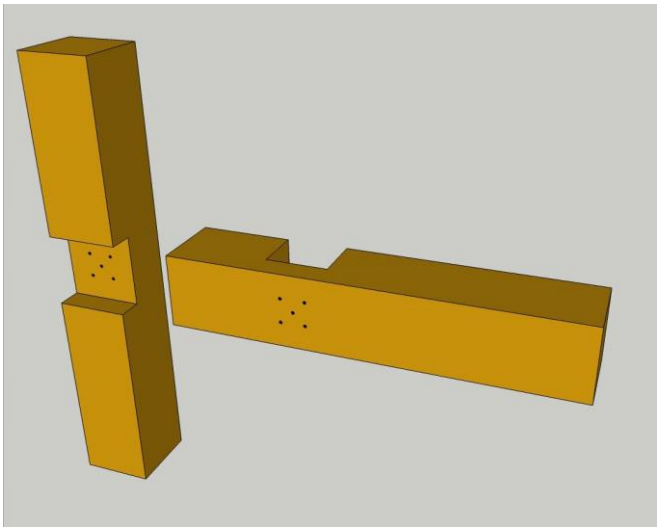
122 Pen-en gatverbinding



123 Vernagelde koude verbinding

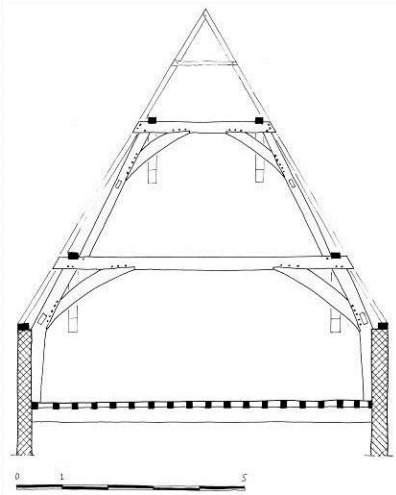


124 Gelipte verbinding

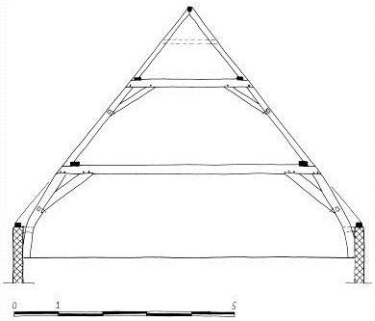


125 Gekeepte verbinding

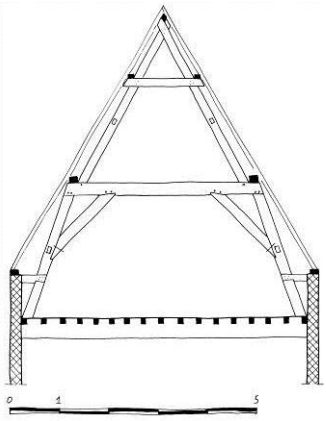
*Tekeningen voorbeelden verbindingen in spanten (afb.126-128)*



126 Breestraat 123,1393 ±6 jr



127 Pieterskerkgracht 9, 1543



128 Rapenburg 29, 1664

*Voorbeelden verbindingstypen (afb. 129-132):*

129 Pen en gat en lip, Hooglandsekerk, schip, 1393

130 Pen en gat, Breestraat 95, 1405-1411

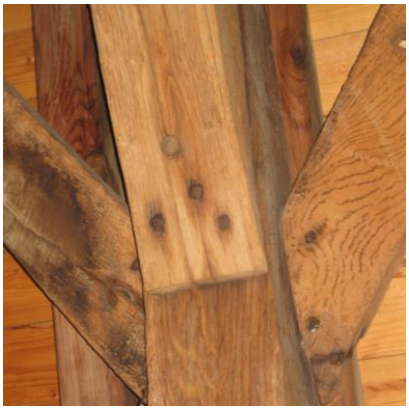
131 Pen en gat en koud, Haarlemmerstraat 224, 1612

132 Keep, Donkersteeg 5, 1602

Een overgangsvorm is de vernagelde, geheel vlakke verbinding van korbeel en spantbeen van Breestraat 161 uit 1435 ±6 jr uitgevoerd met gesmede nagels én een houten nagel (afb. 133). Voor de verbinding van het spantbeen met de dekbalk en van het korbeel met de dekbalk bleef de voor opname van trekrachten geschiktere pen- en gatverbinding toegepast. Wel nam in de loop van de 15$^{de}$ en 16$^{de}$ eeuw het aantal toegepaste houten nagels duidelijk af. Zo heeft de in omvang vergelijkbare constructie van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr nog vijf nagels per verbinding in het onderste spant, Breestraat 161 uit 1435 ±6 jr vier nagels en Hooigracht 67 uit 1450 nog maar twee nagels. Twee nagels of zelfs één nagel bij de verbindingen werd vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw de algemene norm. De pen- en gatverbinding werd in de bestekken veel genoemd, bij de aansluiting van de spantbenen en dekbalken, bij de korbeels en bij de nokstijlen. Soms werden de windschoren ook in de flieringen/gordingen gepend, zoals stond in het bestek van het Rijnlandhuis uit 1597: ‘Noch zal men de wintbanden op het een eynde met pennen ende gaten wercken inde twee neerste gordingen ende houte nagels sluijten ende onder aen stijlen wel vast spijkeren’ (afb. 134).[752]

[752] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

In de bestekken van een herberg buiten de Zijlpoort uit 1593, de Marekerk uit 1645 en de Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 stond daarbij dat sommige pen- en gatverbindingen met een tand (hiel met borst) moesten worden uitgevoerd, respectievelijk: 'die kerbeels met pennen ende gaten ende tanden wercken', 'onder op een tandt' en 'kapbinten met karbeels, van onderen en van booven met pennen en gaaten in malkanderen gewerkt en van onderen en booven op een tand gezet en met goede greene nagels opgeslooten' (afb. 135).[753]


133 Breestraat 161, 1435 ±6 jr

134 Breestraat 59, 1597

135 Hooglandsekerkgracht 23, 1738

Een andere vereenvoudiging om te besparen op arbeid, was het achterwege laten van borsten/hielen in de pen- en gatverbinding van de korbeels en deze vlak uit te voeren (afb. 130). Het oudste voorbeeld hiervan is te vinden in Langebrug 55 uit 1400 ±6 jr. Soms hadden spantbenen en korbeels een verticaal vlakje bij een vlakke pen- en gatverbinding met de dekbalk, met Haarlemmerstraat 224 uit 1480 als vroegste voorbeeld (afb. 136). De oorzaak hiervan was het uitzetten en vervaardigen van de pen. Soms werd ook de verbinding tussen spantbeen een dekbalk schuin oplopend uitgevoerd. De kapconstructie van Oude Singel 114 en 116 van direct na 1616 is hiervan het vroegste voorbeeld (afb. 135). Opvallend is dat het daarbij altijd gaat om een grenenhouten dekbalk, soms in combinatie met een gekromd eiken spantbeen, soms een recht grenen spantbeen. Mogelijk was de schuine verbinding in grenenhout beter te maken of werd deze sterker geacht. Door de vervaardiging van een schuine verbinding lijkt een iets grotere aansluitende verbinding te ontstaan. Een duidelijke voorkeur voor deze schuine verbinding is echter niet geconstateerd.[754]

Bijzondere pen- en gatverbindingen zijn aangetroffen bij Hooglandsekerkgracht 21 uit 1737, Nieuwe Rijn 10 uit 1785 en de Waag, Aalmarkt 21, uit 1657-1659. Bij Hooglandsekerkgracht 21 en Nieuwe Rijn 10 werden de verbindingen met het spantbeen en de dekbalk uitgevoerd met een borst, terwijl deze verbindingen normaal vlak of oplopend waren geconstrueerd (afb. 137). Bij Aalmarkt 21, de Waag, zijn spantbeen en dekbalk verbonden met een getande pen- en gatverbinding, vermoedelijk bedoeld voor een steviger constructie bij een grote overspanning waar geen middenondersteuning mogelijk was (afb. 138 en 392). De architect Pieter Post heeft daarvoor ook gekozen voor een constructie in extra zware dimensies.

136 Breestraat 66, 1570

137 Hooglandsekerkgracht 21, 1737

138 Aalmarkt 21, 1657-1659

[753] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Marekerk 1645 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[754] Vergelijk bijvoorbeeld Breestraat 31 uit 1742 en Rapenburg 65 uit 1749.

Pen- en gatverbindingen werden ook vervangen door gelipte of gekeepte verbindingen, die met gesmede nagels gezekerd waren. Deze ontwikkeling is bijvoorbeeld zichtbaar bij het blokkeel. Het blokkeel werd bij de oudere voorbeelden gepend, terwijl later het blokkeel gelipt werd en vastgezet met gesmede nagels. Vaak werd een gelipte verbinding wel ingelaten en bijvoorbeeld bij de blokkeels uitgevoerd met een (halve) zwaluwstaartverbinding om de trekkrachten beter te kunnen opnemen (afb. 139). De verbinding van blokkeel met spantbeen en muurplaat werd soms in de bestekken nader omschreven. In het bestek voor het huis voor R. Hogerbeets uit 1592 werd de muurplaat gewoon op de blokkeels gespijkerd: 'muerplaten op die blockeels wel vast gespijckert'.[755] In het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 moesten de muurplaten echter met een voorloef op de blokkeels worden bevestigd: 'inlegeren met een voorloich van een duijm diep, van gelijcken de muijrplaten opte blockeels'.[756] In datzelfde bestek moesten de blokkeels met een halfhoutse lipverbinding met zwaluwstaart aan het kromme spantbeen worden bevestigd: 'de blockeels met een verdecten swaluwstaert anderhalven duijm diep inde boochstijlen gewrocht'.[757] In het bestek voor het huis voor Hogerbeets uit 1592 en in dat uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort stond dat de blokkeels aan de spantbenen moesten worden gelipt: 'die blockeels in die boochstijlen inlaeten'.[758] De verbinding van blokkeel met spantbeen en muurplaat was van belang omdat de muurplaat, onder last van naar buiten gerichte horizontale krachten als gevolg van het dakschild (daksporen en/of dakbeschot en de dakbedekking), kon afschuiven.

Een heel enkele keer werd in plaats van een gepende verbinding een gelipte verbinding toegepast vanwege een te geringe houtmaat (afb. 140-141).[759] Het toepassen van een gepende of gelipte verbinding is ook waargenomen bij de sporenparen, zoals wordt behandeld in de paragraaf over de dakdrager. De eikenhouten sporenparen/gespannen waren bijna altijd uitgevoerd met gepende verbindingen terwijl naaldhouten sporenparen altijd een gelipte verbinding kregen. Het onderscheid is vermoedelijk verklaarbaar door de zwaardere maat van de eiken sporen, maar mogelijk ook door de betere bewerkbaarheid van het compactere eiken.

139 Rapenburg 12, 1724

140 Pieterskerkhof 40, 1384

141 Rapenburg 14, 1594

[755] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[756] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[757] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[758] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592 en Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[759] Voorbeelden zijn de gelipte verbindingen van spantbeen en dekbalk bij Pieterkerkhof 40 uit 1384 en Rapenburg 14 uit 1594. Bij Rapenburg 14 zijn beide verbindingen van het korbeel zelfs als een vernagelde vlakke koude verbinding uitgevoerd. Buiten de catalogus valt het voorbeeld van Oude Rijn 20 uit 1598-1600 (a en d), zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO. Deze verbinding lijkt veelvuldiger voor te komen in de jongere (met name 17de-eeuwse) kappen ten noorden van Leiden en is bijvoorbeeld bekend uit Haarlem, Amsterdam en Edam; respectievelijk vriendelijke mededeling Maarten Enderman, Van Tussenbroek 2012, 77 en Boschma-Aarnoudse 2007, 78 en 157-159.

De verbinding van de fliering (of gording) op de spanten moest longitudinale (langsgerichte) trek- en duwkrachten opnemen en transversale (dwarsgerichte) schuif- en drukkrachten als gevolg van belastingen op en van het dakvlak. Voor het opvangen van deze laatste krachten in de oudere kapconstructies, werd de fliering (of gording) ingelaten in de dekbalk, soms met een (schuin verlopende) voorloef en vastgezet met een houten of gesmede nagel (afb. 142-144). De verbinding met een voerloef in de dekbalk ingelaten fliering werd omschreven in het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597: 'de gordingen opte binten inlegeren met een voorloich van een duijm diep'.[760] In kapconstructies op huizen vanaf het einde van de 16de eeuw was in het algemeen de fliering niet meer ingelaten, maar koud vernageld op de dekbalk, met een houten of gesmede nagel. Waarschijnlijk werd er door de timmerman vanuit gegaan dat de fliering voor afschuiven werd tegenhouden door het spant dat de nok droeg of dat de vernagelde spijkerde verbinding sterk genoeg was zodat kon worden bespaard op de arbeidsintensievere ingelaten verbinding. Flieringen of gordingen op schuingeplaatste spantbenen bleven vaak nog wel deels ingelaten.

142 Pieterskerkhof 40, 1384

143 Breestraat 161, 1435 ±6 jr

144 Vlietweg 70-72, 1638

In het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 werd ook een las als verbindingswijze genoemd: 'de gordingen over malcanderen lassen'.[761] De lasverbinding diende om korte balken tot een balk van een grotere lengte te kunnen samenstellen (afb. 121). Al eerder is ingegaan op het feit dat het constructiehout in Leiden importhout is. Vanwege het transport met vlotten was de maximale balklengte circa twaalf tot 15 meter.[762] De verbindingen waren schuine lassen in het horizontale vlak, vooral van toepassing bij de longitudinaal geplaatste flieringen, gordingen en nokgordingen.[763] Meestal betroffen het schuine lassen, vernageld met gesmede nagels, zoals Groenesteeg 14 uit 1608 (afb. 145). De schuine liplas van Nieuwe Rijn 13 uit 1557 is uitgevoerd met rechte borsten (afb. 146). Soms was de vernageling niet alleen met gesmede nagels uitgevoerd, maar een combinatie van gesmede en vaak één houten nagel, zoals bij Nieuwe Rijn 13 uit 1557. Een bijzondere las komt voor in de dek- en trekbalk van de brede kapconstructie van Haven 36-38 uit 1645 en de verlengde dekbalk van Hooglandsekerkgracht 3 uit de 18de eeuw (afb. 147). Hier werden met gesmede nagels gezekerde schuine haaklassen toegepast, aangezien deze balken ook trekkrachten moesten kunnen opnemen. In de Engelse literatuur wordt de las in horizontale elementen vaak geduid als element waar de volgorde van het oprichten van de constructie kan worden afgelezen.[764] De lasverbinding, 'scarf', was dan aanwezig in de buurt van een gebint of spant.[765]

In enkele onderzochte kapconstructies is geconstateerd dat in alle longitudinale elementen ongeveer op dezelfde positie een las aanwezig is. Mogelijk hing dit samen met het opbouwen van de kap in delen en werd per bouwlaag eerst een gedeelte van de spanten opgericht, met daarop de flieringen/gordingen.

---

[760] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[761] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[762] Eißing 2009, 192.
[763] Berends 1996, 95-96.
[764] Harris 2013, 12-13.
[765] Bij de inventarisatie van de Leidse kapconstructies was dit geen element van onderzoek. Op basis van de bekende bouwhistorische gegevens zijn in Leiden hiervoor geen duidelijke aanwijzingen gevonden. De las als verlenging van horizontale elementen bij het oprichten van de constructie lijkt praktisch en voorstelbaar en is een onderwerp voor nader onderzoek.

Vervolgens volgden de rest van de spanten en tot slot het andere (of volgende) deel van de flieringen/gordingen. Wellicht kan van de richting van de schuinte van de las de oprichtingsrichting van de kap worden afgeleid. Ook kon dit te maken hebben met een verlenging in relatie tot een (tijdelijke) bouwstop. De lassen van alle flieringen en/of gordingen lagen dan vrijwel in één vlak naast de spanten.

145 Groenesteeg 14, 1608

146 Nieuwe Rijn 13, 1557

147 Haven 36-38, 1645

Een koude verbinding werd in de onderzochte kapconstructies in het algemeen vastgezet met gesmede nagels. In het bestek uit 1593 voor een herberg buiten de Zijlpoort werd dit ‘gespijckert’ of ‘wel vast naegelen’ genoemd.[766] Zoals al eerder aangegeven, moesten de gaten hiervoor worden voorgeboord. De verbinding kon ook worden gezekerd met een gesmede spiebout, moerbout of een anker als strip, strop of beugel. Deze verbindingselementen zijn al eerder behandeld bij de paragraaf over ijzer. Verbindingen met gesmede nagels, spiebouten en ankers kwamen al bij 14$^{de}$-eeuwse kapconstructies voor en de moerbout verscheen in Leiden vanaf het begin van de 18$^{de}$ eeuw (afb. 68, 73, 79 en 81-82).

Over het algemeen kan geconstateerd worden dat de verbindingen in de loop van de tijd steeds eenvoudiger werden uitgevoerd om te besparen op arbeid. Er is geen relatie geconstateerd tussen de soort verbinding en de overgang van het constructiehout van eiken naar grenen. De timmerman bleef dezelfde verbindingen toepassen in eiken als in grenen. Een verschijnsel dat alleen in grenenhout voorkwam was de iets schuin oplopende verbinding van spantbeen en dekbalk, om zodoende een iets grotere overlap in de verbinding te realiseren.

Bij afspraken tussen opdrachtgever en aannemer wordt duidelijk dat verschillende soorten verbindingen werden voorgeschreven, in tegenstelling tot de constructie of de vervaardiging van die verbinding die volgens de geldende norm moesten worden vervaardigd. Dat de soorten verbindingen zo uitgebreid in de bestekken omschreven stonden, leidt tot de conclusie dat voor een bepaalde verbinding in een constructie het verbindingstype niet standaard was. De opdrachtgever of ontwerper/bestekschrijver moest bepalen welke verbinding waar werd toegepast. Soms werden in het bestek de verbindingswijze wel in het midden gelaten en werden bepalingen opgenomen dat de constructie stevig in elkaar moest zitten volgens de geldende norm en praktijk, bijvoorbeeld in het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597: ‘sommige rechte stijlen moeten an die schaerbinten gewrocht worden na den eijsch vant werck’.[767] Overigens werd alleen het type verbinding omschreven. De uitvoering daarvan was blijkbaar algemeen gangbare praktijk, hoewel de verbinding ook moest worden gemaakt volgens de geldende normen en bepalingen.

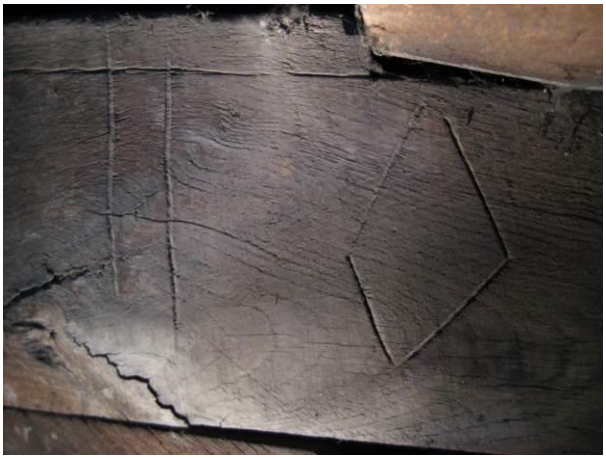
**Telmerken**

Op kapconstructies konden merken worden aangebracht die te maken hadden met de montage van de constructie. Ten behoeve van de assemblage van de vele verschillende constructieonderdelen werden, voordat de kant en klare constructie op de werkplaats weer uit elkaar ging, alle delen door de timmerman voorzien van een zogenaamd telmerk, ook wel bekend als plaats- of stelmerk (afb. 83 en 116).[768]

[766] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[767] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[768] Janse 1965, 107; Janse 1989, 28-61; Janse 1990a en Großmann 1986, 24.

Dit was nodig om nu de vele verschillende onderdelen op hun, vanwege de handmatig vervaardigde houtverbindingen, enige juiste positie te kunnen assembleren. Deze merken zijn te vinden in de buurt van de houtverbindingen en werden aangebracht met een scherp voorwerp zoals een haalmes, priem, beitel of zaag. Ze zijn ongeveer twee tot tien centimeter groot.[769]

Het telmerksysteem nummerde elk spant en bij toepassing van sporenparen deze ook. Zo stond bijvoorbeeld op het eerste spant één streep: / en op het tweede spant twee strepen: //. Vrijwel altijd werd er onderscheid tussen de ene en andere zijde van het spant aangebracht, door middel van een zogenaamd richtingsteken. Als onderscheid kon bijvoorbeeld een extra teken als richtingsteken zijn toegevoegd; bij het eerste spant / aan de ene zijde en /◊ aan de andere. Bij het tweede spant werd het dan // en //◊ (afb. 148-149). Zodoende konden de gelijke onderdelen van één spant, bijvoorbeeld de korbeels, niet worden verwisseld. Complexe telmerksystemen zoals toegepast bij grote kapconstructies, bijvoorbeeld op kerken, zijn bij het onderzoek naar kappen op Leidse huizen niet aangetroffen, omdat het relatief beperkte aantal spanten en de beperkte omvang van de constructie dat niet vereiste.



148 en 149 Telmerken // en // met zogenaamd visje, ◊, als richtingsteken; Breestraat 95, 1405-1411

De globale ontwikkeling van Nederlandse telmerken ving aan in de middeleeuwen met de zogenaamde gesneden, gehaalde of gekraste merken die werden aangebracht met een ritsmesje of een scherp voorwerp als een priem.[770] In de 15de en 16de eeuw kwamen telmerken voor die met een zaag werden aangebracht.[771] In het laatste kwart van de 15de eeuw kwam vanuit Vlaanderen het telmerksysteem met gehakte merken.[772] Het aanbrengen van de telmerken gebeurde over het algemeen heel systematisch. De merken werden in de buurt van de verbindingen aangebracht en vaak op dezelfde (zicht)zijde van een spant. Meestal was dit eveneens de zijde waarop de verbindingen werden afgeschreven, de zogenaamde constructiezijde. Ook konden de telmerken in de binnendriehoek tussen dekbalk, spantbeen en korbeel worden geplaatst, wat vaker het geval was bij de oudere constructies.

De ontwikkeling van de toegepaste telmerksoorten in Leiden is afleesbaar aan de gedocumenteerde kapconstructies en kwam in grote lijnen overeen met de algemene ontwikkeling van telmerken in Nederland (fig. 7).[773] In de oudste kapconstructies zijn gesneden merken aangetroffen. Dit was een met een scherp voorwerp, bijvoorbeeld een haalmes of priem, ingesneden telmerk. Dit type merk wordt ook wel als een gehaald of gekrast merk aangeduid.

---

[769] Orsel 2009f, 1120.
[770] Janse 1989, 29.
[771] Janse 1989, 46.
[772] Janse 1989, 50. Volgens Janse hing dit samen met de verbeterde ijzerkwaliteit. Ook andere voorbeelden zoals merken aangebracht met een passer, krijt of potlood zijn bekend, maar worden hier verder niet behandeld omdat deze merken in de onderzochte kapconstructies niet zijn aangetroffen.
[773] Janse 1989, 28-61; Janse 1990b en De Vries 2003, 2100-2103. Bepaalde typen merken zijn in Leiden niet aangetroffen, zoals Vlaamse merken (Janse 1989, 34), gehakte gaatjes (Janse 1989, 34-35), stoeltjesmerken (Janse 1989, 39), andere merken (Janse 1989, 41-44), cirkels (Janse 1989, 44), Arabische cijfers (Janse 1989, 54) en rood krijt en verf (Janse 1989, 55-56). Ook zijn (nog) geen voorbeelden bekend van het vroegste systeem van doornummeren van spanten en sporen (De Vries 2003, 2100-2102).

| Merk | Richtings-Teken | Voorbeeld merk II |
|---|---|---|
| Gesneden | Visje Extra | // – //◊ |
| Gesneden | Gebroken Alle | // – << |
| Gesneden | Gebroken Een | // – /< |
| Gesneden | Gebroken Extra | // – //< |
| Gesneden en gehakt | Verschillend | // – (( |
| Gezaagd | V-vorm Extra | II – IIV |
| Gehakt | Halve maan | II – (( |
| Gehakt | Ovaal | II – 00 |
| Gehakt | Lang-kort | II – ıı |
| Gehakt | Dun-dik | II – **II** |
| Gehakt | Rond nummerend | I – II |
| Gehakt | Geen | II – II |
| Gehakt Verborgen | - | II |

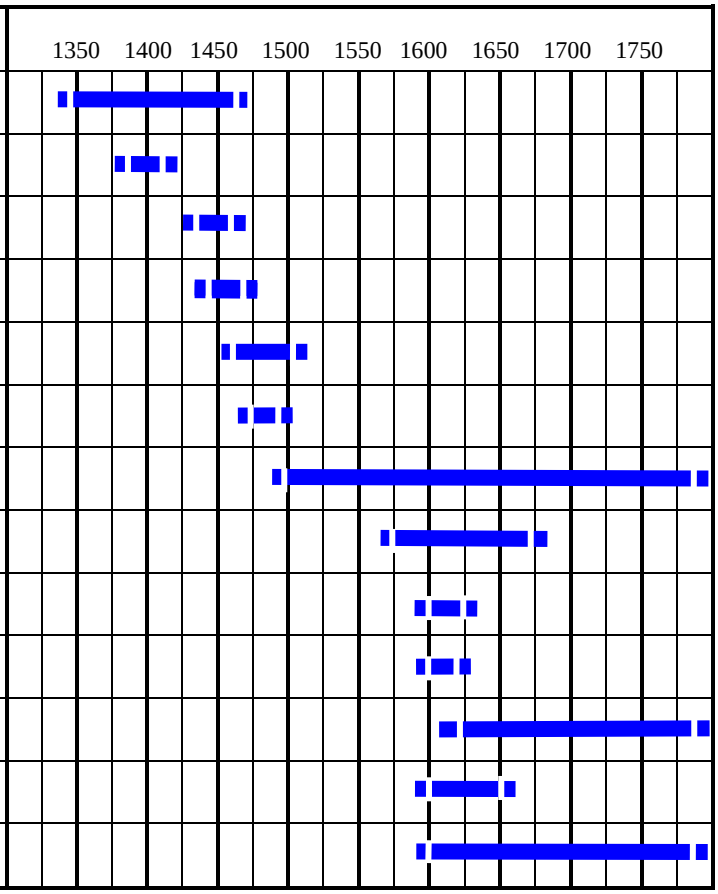
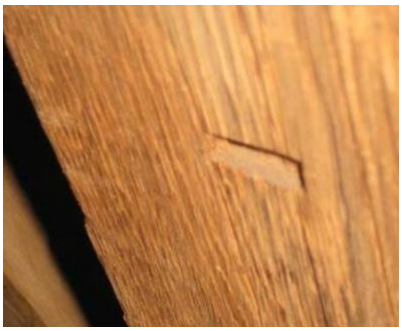



Fig. 7 Telmerksoorten in Leiden

Gesneden telmerken zijn in Leiden aangetoond tussen 1347 (Breestraat 113) en 1517 (Breestraat 121) (afb. 150). Dit oudere type merk werd in de tweede helft van de 16de eeuw langzamerhand afgewisseld door gehakte telmerken.[774] Dit zijn met een rechte of halfronde beitel ingehakte merken. De oudste toepassingen van gehakte telmerken in Leiden zijn gehakte halvemaanvormige merken in combinatie met gesneden merken en betrefen Pieterskerkhof 6 (het Gravensteen) uit 1463 en Steenschuur 11 uit 1488-1500. In de kap van Pieterskerkgracht 9 uit 1498 komen voor het eerst gehakte rechte telmerken voor, wel in combinatie met gesneden merken (afb. 152). In de overgangsperiode tussen gesneden en gehakte merken werden in Leiden, in zeldzame gevallen, ook gezaagde merken toegepast, met Haarlemmerstraat 224 uit 1480 als voorbeeld uit de catalogus (afb. 151).[775]

150 Breestraat 113, 1347, gesneden

151 Haarl.straat 224, 1480, gezaagd



152 Pieterskerkgracht 9, 1498, gehakt

[774] Janse 1989, 50; De Vries 1992, 27 en De Vries 1993, 64. Vroege voorbeelden van gehakte merken zijn aangetroffen in Vianen uit 1464 (d) en Utrecht, Duitse huis uit 1474 (d); De Vries 1992, 27 en De Vries 1993, 64. Een genoemd voorbeeld van gehakte telmerken uit Leiden, Haarlemmerstraat 174 (1479 d) blijkt onjuist; De Vries 1992, 31. De gehakte merken staan op het later toegevoegde bovenste gedeelte van het spant.

[775] Een ander voorbeeld buiten de catalogus zijn de gezaagde telmerken in de kap van Haarlemmerstraat 174 uit 1479 (d), zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.

Per type telmerk, gesneden, gezaagd of gehakt, is er bovendien een ontwikkeling in het bijbehorende richtingsteken waarneembaar. De oudste gesneden telmerken hebben als richtingsteken een extra bijgeplaatst zogenaamd visje. Dit is een ingesneden visje of ruitvorm: ◊. Het visje kwam voor tussen 1347 (Breestraat 113) en 1463 (Pieterskerkhof 6) (afb. 153). Een daaropvolgende vorm van richtingsteken bij gesneden merken is het zogenaamde gebroken merk: <. Hierbij staat aan de ene kant van het spant een recht merk en aan de andere kant een haakvormig merk, bijvoorbeeld telmerk 1: / en <. In de toepassing van het gesneden gebroken richtingsmerk is een variatie vastgesteld. De overstaande telmerken konden alle een gebroken richtingsmerk zijn, bijvoorbeeld telmerk 2: // en <<. Dit lijkt de oudste vorm en kwam voor rond 1400, met Langebrug 55 uit 1400 ±6 jr en Hooglandsekerkgracht 14 van circa 1400-1500 als voorbeelden (afb. 154). Ook kon één van de merken zijn uitgevoerd als gebroken richtingsmerk; bijvoorbeeld telmerk 2: // en /<. Gesneden telmerken met één gebroken richtingsteken werden toegepast tussen 1435 ±6 jr (Breestraat 161) en 1458 (Breestraat 99) (afb. 155). Tot slot kon het gebroken richtingsteken een extra bijgeplaatst merk zijn, net als het visje; bijvoorbeeld telmerk 2: // en //<. De toepassing van een extra toegevoegd gebroken richtingsteken is vastgesteld rond 1460; voorbeelden zijn Steenschuur 11 uit 1460-1466, Nieuwe Rijn 10 uit 1461 ±5 jr en Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466 ±6 jr (afb. 156). Bij de gezaagde merken is geconstateerd dat het richtingsteken werd toegevoegd; bijvoorbeeld telmerk 2: // en //<. Maar aangezien er slechts twee voorbeelden van de zeldzame gezaagde merken zijn gedocumenteerd, is er geen vergelijkingsmateriaal.

Gehakte telmerken vertonen veel variatie in de uitvoering.[776] Halvemaanvormige merken kwamen gedurende de toepassing van gehakte merken (1500-1800) veelvuldig voor als richtingsmerken, bijvoorbeeld telmerk 2; II – ((. Het oudste voorbeeld is Breestraat 109 uit 1500 en het jongste Rapenburg 67 uit 1760 (afb. 157). Het ovale merk, ingehakt door twee slagen met een halfronde beitel (guts), als richtingsteken, bijvoorbeeld telmerk 2; II – 00, kwam voor van 1570 (Breestraat 66) tot 1668 (Rapenburg 6) (afb. 158). Rond 1600 was er kort een toepassing van gecombineerde lange en korte rechte merken, bijvoorbeeld telmerk 2; II – ıı, voorbeelden zijn Botermarkt 11 uit 1594, Nieuwe Rijn 28 uit 1598 en Oude Singel 114 en 116 uit 1616. Ook kwamen dan dikke en dunne rechte gehakte merken voor, bijvoorbeeld telmerk 2; II – **II**, aangetroffen bij Oude Rijn 19 uit 1603 (afb. 159-160). Rond of door nummeren, waarbij de gehakte telmerken per spant doornummeren kwam eveneens voor, bijvoorbeeld spant één met telmerken I en II en spant twee met telmerk III en IIII, enzovoort. Het oudste voorbeeld van rondnummeren is Steenschuur 14 uit 1614-1624 en het jongste Breestraat 19 uit 1791.

Soms is in de aangebrachte telmerken geen logisch nummerend systeem te herkennen en lijken de merken meer bedoeld als plaats- of duidingsmerken die de plaats van de bij elkaar horende spantonderdelen duiden.[777] Vaak zijn bij het onderzoek geen telmerken aangetroffen, wat voor kwam vanaf het begin van de 17de eeuw.[778] Ook Janse had dit geconstateerd.[779] Volgens hem zou de overgang van eikenhout naar grenenhout een oorzaak hiervoor kunnen zijn, omdat het merken van grenenhout moeizamer zou gaan en dit het verdwijnen van het merken in de hand zou hebben gewerkt. Dit is te betwijfelen aangezien de toen gebruikelijke gehakte merken makkelijker in het zachtere naaldhout waren aan te brengen. Volgens Janse zou de oorzaak ook kunnen liggen in de opkomst van de nokgording en het daarmee samenhangende verdwijnen van sporenparen en dientengevolge de noodzaak tot het merken van de losse daksporen (kepers). De opkomst van de nokgording is echter eerder te dateren en de spanten bleven daarna gemerkt met gehakte merken. Een alternatieve verklaring zou kunnen zijn dat het verdwijnen van de telmerken samenhing met de optredende vereenvoudiging van de spantconstructies en zijn verbindingen en de standaardisering van de houtmaat door de opkomende zaagindustrie.[780]

[776] Gehakte merken hadden een grote variatie, vaak eenmalig voorkomend. De behandeling van gehakte merken is daarom hier beperkt tot de hoofdlijn van voorkomen en kenmerken.
[777] In Amsterdam komt dit ook voor; Derksen 2010, 106.
[778] De Vries 2008, 224.
[779] Janse 1989, 50 en 56.
[780] De Vries 2008, 224.

Hierdoor lijken onderdelen zelfs uitwisselbaar. Ook zouden de merken kunnen zijn aangebracht met een materiaal, bijvoorbeeld krijt, wat nu niet meer zichtbaar is.[781] Een andere mogelijkheid is dat merken in de verbindingen werden aangebracht. Eenmaal in elkaar gezet zijn de merken niet zichtbaar.[782] Slechts als er spantonderdelen ontbreken of de spanten uit elkaar worden genomen komen deze verborgen merken aan het licht. Bij de gedocumenteerde constructies is daarvan in Leiden één voorbeeld aangetroffen: Breestraat 84 uit 1672-1674.[783]

153 Breestraat 113, 1347, merk 1 met visje; /◊

154 Hooglandsekerkgracht 14, 1400-1500, merk 2; <<

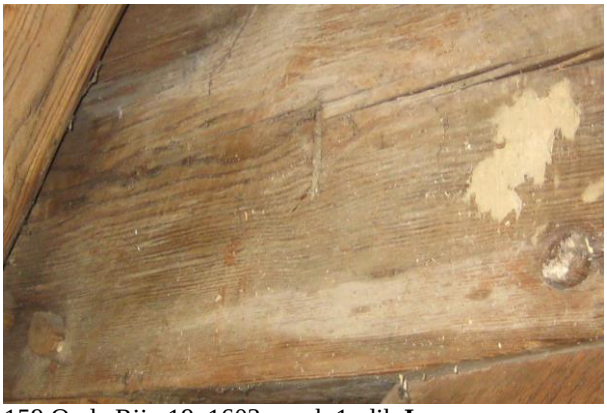
155 Breestraat 161, 1435 ±6 jr, merk 1; <

156 Steenschuur 11, 1460-66, merk 2 en extra merk; //<

157 Rapenburg 67, 1760, merk 4; ((((

158 Rapenburg 6, 1668, merk 8; 00000000

[781] Janse 1989, 55.
[782] Verborgen merken zijn ook in Amsterdam aangetroffen in de 17de eeuw; Derksen 2010, 106.
[783] Andere Leidse voorbeelden van verborgen merken, die niet in de catalogus zijn opgenomen, zijn Haarlemmerstraat 254 uit 1603 (d), het achterhuis van Nieuwe Rijn 28 uit 1598 (d), Herensteeg 13 uit de 17de-19de eeuw en Langebrug 63 uit het einde van de 19de eeuw (a). Zie voor de voorbeelden de dossiers in het bouwhistorisch archief van ELO.


159 Oude Rijn 19, 1603, merk 1; dik **I**

160 Oude Rijn 19, 1603, merk 3; dun I I I

Op spantonderdelen konden de merken ook aangebracht zijn om bepaalde onderdelen op elkaar aan te laten sluiten. Dit konden (tel)merken zijn die over twee onderdelen doorlopen, zogenaamde paringsmerken. Zo werden enkele gehaalde telmerken van Breestraat 99 (1458) doorlopend over het spantbeen en het koud aansluitende korbeel aangebracht (afb. 161). Ook de gehakte telmerken van Haven 42 uit 1645 werden dusdanig aangebracht dat ze doorliepen over de dekbalk en het ingepende korbeel (afb. 162). Een ander soort paringsmerken vormden identieke merken ter weerzijden van een lasverbinding in laterale spantonderdelen als flieringen en/of gordingen, om de positie van de twee aansluitende delen te kunnen bepalen. Een voorbeeld van een dergelijk paringsmerk komt voor in de fliering van Oude Singel 186 (direct na 1611, a) (afb. 163).[784]

161 Breestraat 99, 1458

162 Haven 42, 1645

163 Oude Singel 186, na 1611 (a)

### 4.3 Assemblage

Na het construeren en prefabriceren van de kapconstructie volgde de assemblage, waarbij de constructie werd samengesteld tot de definitieve vorm op een gebouw. Het assembleren vond plaats op de bouwplaats en volgens een bepaalde bouwvolgorde. Om inzicht te krijgen in het assemblageproces is gebruik gemaakt van gegevens uit literatuur, historische bronnen als de onderzochte rekeningen en bestekken en de kapconstructie zelf.

#### Bouwplaats

In de dichtbebouwde Leidse binnenstad was het vaak onmogelijk een werkplaats op of vlakbij de bouwplaats in te richten. Na het transport van het hout van de werkplaats naar de bouwplaats, moest het hout op, of tijdelijk op straat voor, de krappe bouwplaats zodanig worden neergelegd dat de assemblage logisch en spoedig kon verlopen.[785] Ook hier waren de telmerken nuttig en aan de hand daarvan konden de samenhangende onderdelen bij elkaar worden gestapeld, zoals een afbeelding in het *Groot volkomen moolenboek* uit 1736 laat zien (afb. 165).[786]

[784] Oude Singel 186 is niet opgenomen in de catalogus; zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.
[785] Großmann 1986, 29-35.
[786] Natrus et al. 1736, afb. I.

Aangezien vrijwel alle huizen zij aan zij werden gebouwd, was er meestal geen plaats voor steigers aan de zijden van het gebouw. Enkel de voor- en achterzijde leenden zich daarvoor, als daar voldoende ruimte was. Bij de Leidse huizen met hun dunne bakstenen muren konden constructief gezien nauwelijks 'vliegende steigers' worden toegepast.[787] Een dergelijke steiger lag op in de muur en maakte constructief gebruik van de inklemming. Bij dunne muren was deze inklemming onvoldoende. Het bestek van de kap van de Marekerk in 1645 geeft enig inzicht in het assemblageproces.[788] De aannemer moest, na het vervaardigen van de constructie op de stadstimmerwerf, het transport regelen van de werkplaats naar de bouwplaats: 't werck by de wercke te voeren'.[789] Tevens moest de aannemer het werk steigeren om de kap op te richten en goed vast te zetten: 'te besteygeren, te rechten, met hout ende yserwerck over al wel te verseeckeren, ende te sluiten soo met houte nagels, spijckers, bouten, anckers, ende houwvasten'.

**Bouwvolgorde**

Bij het opbouwen van een dak op een bouwwerk werkten in de onderzoeksperiode timmerlieden en metselaars in onderlinge afstemming op hetzelfde moment op de bouwplaats. Uit de bewaarde 15de-eeuwse rekeningen met betrekking tot de metsel- en timmerlieden van de Pieterskerk (1407), het Catharinagasthuis (1454) en het Gravensteen (1463-1465) kan worden geconcludeerd dat in de 15de eeuw geen scheiding in tijd bestond tussen metselwerk en timmerwerk, maar dat dit tegelijkertijd en dus op elkaar afgestemd werd opgetrokken.[790] De timmerlieden konden nog lang met de afbouw bezig zijn, als de metselaars al lang klaar waren. Ditzelfde werd ook door Goeree in zijn bouwkundige boek uit 1681 aangegeven: 'dit moetmen in zoodanigen orden en vervolg aantasten dat al de verscheiden handwerken, tot den huisbouw behoorende, elkander in de hand werken, en alzoo te gelijk bouwen'.[791] Uit de aanbestedingen blijkt duidelijk de afwisseling van metselwerk en timmerwerk. Bij de Marekerk moesten eerst de kapitelen worden geplaatst. Daarna kon de timmerman de balken plaatsen. Tot slot kon de metselaar deze balken aanmetselen en dus vastzetten.[792] De aannemer moest zelf voor de kosten opdraaien als bij het ophijswerk de kapitelen zouden worden beschadigd: 'de aennemer sal gehouden wesen int opwinden van de binten, ende int stellen van de kap te letten dat hij de kapitalen niet beschadigt, ofte indien daer enige quetsinge ofte schaede aen werde gedaen, sal tselve t synen costen moeten helpen ende repareren, sonder tegenseggen'. Ook de gegevens van de bouw van het Meermansburghof, Oude Vest 159, in 1680-1685 bieden inzicht in de werkvolgorde tussen metselwerk en timmerwerk.[793] In 1680 speelde de meestermetselaar de leidende rol. Hij nam op zich voor een bepaalde datum gereed te zijn, om vervolgens de timmerman en de steenhouwer gelegenheid te geven hun werk af te maken.[794] Uit het timmerbestek uit 1684 blijkt dat het timmerwerk diende te volgen na het fundament en het optrekken van muurwerk: 'op de alreets geleijde fondamenten en opgetrocken muir'. Als vervolgens de metselaar, die blijkbaar nog muurwerk moest optrekken, moest wachten omdat het timmerwerk niet op tijd klaar was, zou op de aanneemsom van het timmerwerk als boete een bedrag worden ingehouden: 'nogtans, dat indien door mijn ongereetheyt t'enigen tijden, de metselaer int minste naer mij mogte wagten met sijn werck […], en dat daer door de besteders ijetwes meer als de drie hondertsestig guldens, dat de somme is van zijn aenneminge, soude moeten betalen, dat ick soo veel dat sal bedragen, […] van mijne voors. bedongen penningen sal laten afhouden, en soo veel minder ontfangen'. Hieruit wordt duidelijk dat in 1684 eerst het opgaande muurwerk tot een bepaalde hoogte werd opgetrokken, waarop vervolgens het timmerwerk werd afgerond.

[787] Janse 1965, 99.
[788] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[789] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645 en Steenmeijer 2005, 175-176.
[790] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460, en Vestmeestersrekeningen, 1460-1465. Helaas zijn er geen jongere rekeningen met uitgebreide gegevens beschikbaar, zodat over latere perioden weinig bekend is over de omvang van bouwploegen.
[791] Goeree 1681, 144.
[792] Steenmeijer 2005, 175.
[793] Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Meermansburghof, 1680-1685.
[794] Terwen-De Loos 1952 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Meermansburghof, 1680-1685.

Hierop moest de metselaar wachten, voordat hij zijn metselwerk kon afmaken.[795]
Een vergelijkbare voorwaarde met boeteclausule over het ophouden van de metselaar door de timmerman kwam voor in het bestek van de Bibliotheca Thysiana uit 1654: 'Den aennemer sal maecken dat den metselaer naer hem niet en comt te wachten op pene dat hij van yder dach die den metselaer wacht sal verbeuren 2 gulden'.[796] Ook in het bestek voor de bouw van de Waag was iets dergelijks opgenomen: 'Den aennemer sal mede gehouden sijn in het werck van de metselaer, steenhouwer ofte leydeckers, soo deselfde in het werck yetswes souden moogen vereysschen ofte van noode hebben om haerluyder werck een voortgang soude mogen hebben'.[797] Dat timmerman en metselaar moesten samenwerken, blijkt bij de herbouw van Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738: 'En de nieuwe binten weeder te leggen met de metselaar'.[798]

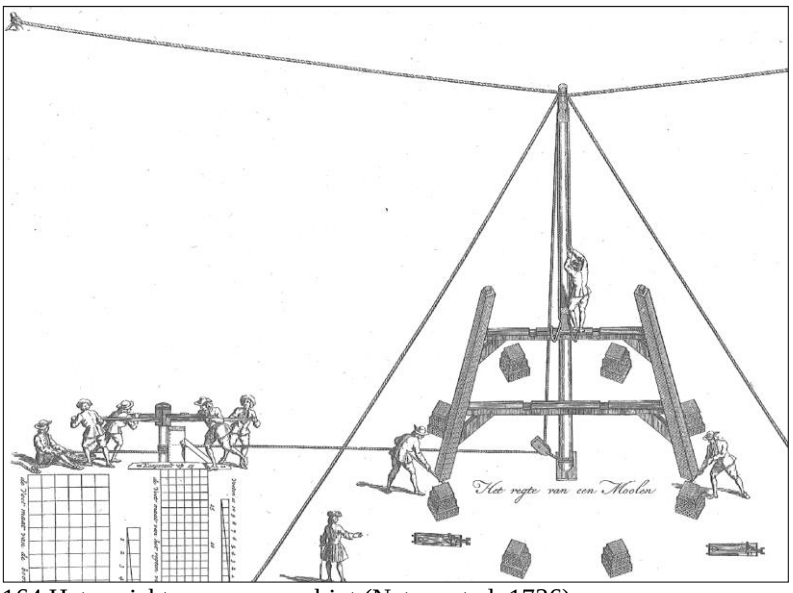
Het realiseren van het dak was het laatste onderdeel van het bouwen van het casco. Uit de historische bronnen, literatuur en aanwijzingen in de onderzochte kapconstructies is de logische en ideale gang van zaken rond de assemblage van de kapconstructie in hoofdlijn af te leiden (afb. 169).[799] Voordat de bouwploeg aan het optrekken van de kap toekwam, moest het gebouw voldoende hoog zijn opgetrokken. Dit betekende dat er een werkvloer gereed moest zijn waarop de kap kon worden geassembleerd.[800] Het ligt voor de hand dat dit de zoldervloer was. Het gebouw moest dus zover klaar zijn dat de vloerbalken van de zoldervloer in het opgaande muurwerk konden worden opgelegd. Over de balken werden de planken van de zoldervloer aangebracht.

Uit de aangetroffen bouwsporen bij contemporaine spantbenen en borstweringen blijkt dat eerst de spanten werden geplaatst en daarna de borstwering er omheen werd gemetseld.[801] Dit blijkt uit het feit dat de spantbenen vaak, deels, in het muurwerk van de borstwering staan en het muurwerk er omheen is opgetrokken (afb. 29). De vloerbalken en de spantbenen vormden constructief één geheel omdat de spantbenen ingepend stonden in die balken. Aangezien deze pen-en-gatverbinding al op de grond was vervaardigd, kon dit niet later zijn aangebracht en moet de conclusie zijn dat de spanten eerst werden gezet en dan pas de borstwering werd gemetseld. Uit dezelfde sporen, maar dan rond de muurplaten, flieringen, gordingen en bij de vroege kappen met de muurstijltjes blijkt ook dat de voorgevel na het plaatsen van de houtconstructie werd opgemetseld.

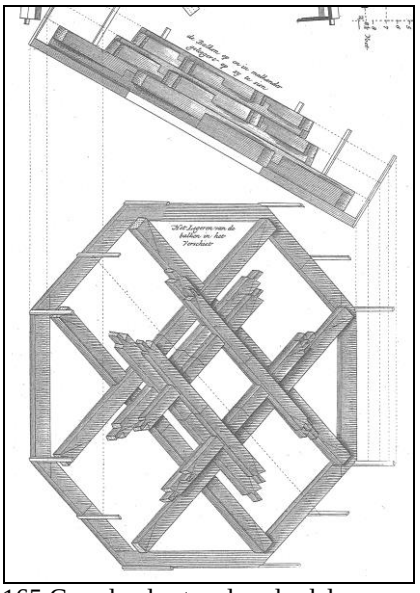
Het lijkt onwaarschijnlijk dat gehele spanten op de begane grond werden samengesteld. Eenvoudiger was het de losse delen per spant naar boven te dragen via een trap of steiger en bijvoorbeeld de grote delen zoals dekbalken en spantbenen naar de zolder te hijsen.[802] Hiervoor zullen handlieren, hijswielen, takels en windassen zijn gebruikt, eventueel aangevuld met paarden voor extra trekkracht.[803] Zeker voor het oprichten van grote spantconstructies zal dit materieel zijn gebruikt, zoals een afbeelding in het *Groot volkomen moolenboek* uit 1736 weergeeft (afb. 164).[804]

---

[795] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Meermansburghof, 1680-1685. Dit is vergelijkbaar met de regelmatige constatering bij bouwhistorisch onderzoek dat de verdiepingsvloerplanken iets in het muurwerk zijn ingelaten, hetgeen erop wijst dat eerst de planken werden aangebracht en vervolgens verder werd gemetseld.
[796] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654.
[797] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.
[798] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[799] Van Prooije 1984, 64: het oprichten van de spanten bij boerderijen is vergelijkbaar met dat van woonhuizen en ging als volgt: de spanten werden op de grond in elkaar gezet. De spantpoten werden opgehesen, zodat ze op de muurplaat lagen. De spanten hingen ondersteboven. Vanaf deze positie werden ze opgehesen en met een lat tijdelijk afgeschoord.
[800] Großmann 1986, 32.
[801] Geconstateerde voorbeelden zijn Nieuwstraat 15 (1434 ±6 jr), Hooglandsekerkgracht 21 (1466-1472), Haarlemmerstraat 224 (1480), Nieuwe Rijn 13 (1557), Vijfde Binnenvestgracht 7 (1588), Nieuwsteeg 17 (1592), Oude Rijn 25 (1599), Donkersteeg 9-11 (1601 +2 jr), Oude Rijn 19 (1603), Groenesteeg 14 (1608), Donkersteeg 9-11 (1609 ±6 jr), Haarlemmerstraat 224 (1612), Oude Singel 114 en 116 (direct na 1616), Doezastraat 2 (1632), Haven 36-38 (1645), Haven 42 (1645), Rapenburg 6 (1668) en Nieuwe Rijn 10 (1785). Ook komt het voor dat er al een opgaande zijgevel van een buurpand stond waardoor het spantbeen niet in de muur kon worden opgenomen. Haven 42 (1645) is hiervan een voorbeeld, met aan de ene zijde spantbenen in de eigen borstwering en aan de overzijde spantbenen voor het opgaande muurwerk.
[802] Janse 1965, 107.
[803] Janse 1965, 103.
[804] Natrus et al. 1736, afb. II.




164 Het oprichten van een gebint (Natrus et al. 1736)



165 Geordende stapel onderdelen (Natrus et al. 1736)

Een dergelijk 'wintgereetschap' (takel-/hijswerktuig) van de stad werd ter beschikking gesteld bij de bouw van de Marekerk in 1645 om de kap op te richten: 'sal mede van deser steede wege gelevert werden het windtgereetschap, omme de voorss: binten ende de kap te rechten'.[805] De aannemer moest dit materieel wel zelf aan- en af voeren. Dat gebeurde ook bij de bouw van de Waag in 1658, samen met het steigermateriaal.[806] Voor de aanvullende bouwwerkzaamheden aan de Boterhal moest de aannemer zelf het windgereedschap en steigermateriaal leveren.[807] Grote tredradkranen zullen waarschijnlijk niet zijn toegepast bij het bouwen van kappen op huizen. Ze waren wel bekend in Leiden. In 1399 werd namelijk Harman van Aken betaald om in de Pieterskerk 'den craen te versetten'. En in 1417 werd Jan die Backer naar Amsterdam gestuurd om een kraan te bekijken en na te maken.[808] In de rekeningen voor de Pieterskerk uit 1407 werd ook een hijswerktuig genoemd: 'van een balke dair men een gote of maecte dat hout mede op te winden'.[809]

Indien de kapconstructie was geconstrueerd met stapelspanten, werden in eerste instantie alleen de onderste spanten aangevoerd. Dit aanvoeren zal systematisch zijn gegaan in de volgorde van de telmerken, waarbij zal zijn begonnen met het achterste (of voorste) spant met bijvoorbeeld telmerk III (bij drie spanten). Dit spant werd in elkaar gepast en vlak op de zoldervloer neergelegd. Om een spant compleet in elkaar te zetten gebruikte de timmerman toogijzers of toognagels.[810] Dit is een taps toelopende ijzeren pen die in de voorgeboorde nagelgaten van de pen en gatverbindingen werd gestoken om de verbinding in elkaar te trekken en tijdelijk te zekeren. Als de spanten uiteindelijk goed gesteld waren, werden de toogijzers vervangen door iets taps toelopende houten nagels, die definitief werden aangedreven.[811] Bij enkele 18$^{de}$-eeuwse grenenhouten constructies waren bij de pen-en-gatverbinding wigjes aangebracht.[812] Deze dienden vermoedelijk om de verbinding of de houten nagel klemvast vast te zetten en te voorkomen dat de verbinding los raakte.

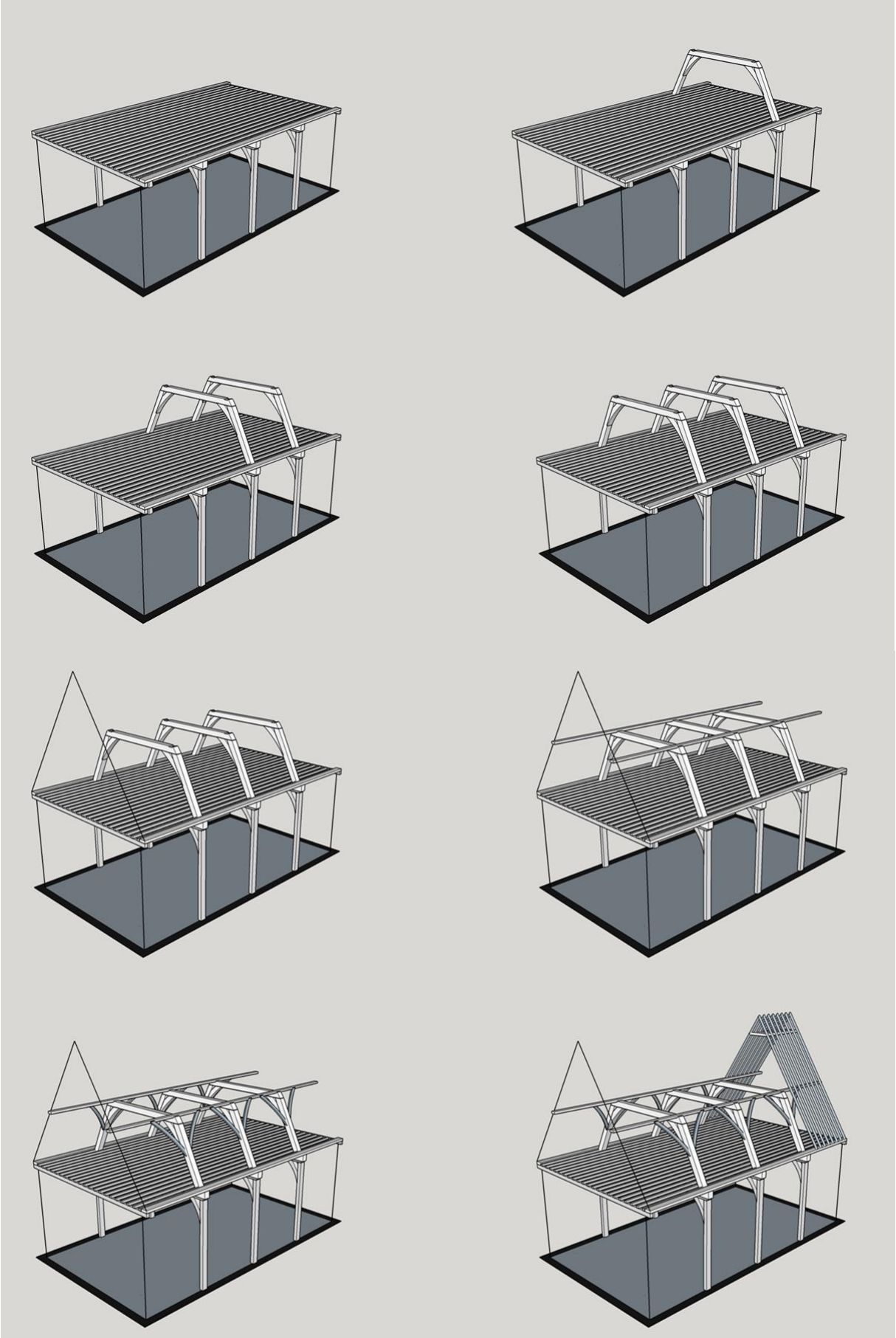
[805] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[806] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Waag, 1658.
[807] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Boterhal, 1659.
[808] Janse 1965, 102.
[809] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.
[810] Janse 1998, 87.
[811] Janse 1965, 108.
[812] Orsel 2015. Recent is ook een wigje aangetroffen in de kap van Herengracht 13 uit 1661 (a). Zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.

Het spant werd zo neergelegd dat het vervolgens eenvoudig kon worden opgericht, naar voren. Dan werd het opvolgende spant (in dit voorbeeld met telmerk II) aangevoerd, in elkaar gezet en ook neergelegd, eventueel op de eerdere. Ten slotte hetzelfde voor het voorste spant (telmerk I). Dan volgde het oprichten van de spanten, te beginnen met spant met telmerk I, dan spant II en spant III. De spanten werden tijdelijk afgeschoord. Hiervan zijn vermoedelijke sporen aangetroffen in de kap Rapenburg 29 (1664) (afb. 166-168). Deze manier van stapsgewijs in elkaar zetten, neerleggen en dan oprichten kon eventueel ook anders, waarbij de spanten nadat ze in elkaar waren gezet, direct werden opgericht. De spanten werden één voor één zo neergelegd dat ze met het constructievlak naar boven lagen, in de volgorde zoals de merken aangaven. Indien er strijkspanten waren, werd het laatste spant in tegengestelde richting gelegd. Hiervan staat dus het constructievlak aan een andere zijde dan de andere spanten.[813]

166 Rapenburg 29, 1664, nagelgaten in spantbalk van mogelijke tijdelijke afschoring (links)
167 Rapenburg 29, 1664, nagels in vloerdelen van mogelijke tijdelijke afschoring (midden)
167 Rapenburg 29, 1664, reconstructie positie mogelijke schoor tussen spantbalk en zoldervloer (rechts)

Als de spanten eenmaal waren opgericht, werden de flieringen of gordingen aangebracht, tegelijk met de gepende windschoren.[814] Als de windschoren boven en onder vernageld waren, konden ze na het leggen van de flieringen of gordingen worden aangebracht. De kap kon ook in gedeelten worden opgericht, door middel van lassen in flieringen/gordingen (afb. 145-146).[815] De flieringen waren meestal bovenop de dekbalkspanten vernageld, met een houten of gesmede nagel (afb. 142). Bij de vroege kappen werden de flieringen nog ingelaten in de dekbalken, soms met voorloeven (afb. 143-144).[816] Vervolgens werden de topgevels en eventuele borstweringen opgemetseld. In de borstweringen werden de blokkeels, die achter in de spantbenen werden gepend, of tegen de zijkant werden bevestigd, meegemetseld. Op de borstweringen kwamen de muurplaten te liggen, die werden bevestigd aan de blokkeels. Bij het optrekken van de topgevels, tot even boven dekbalkniveau, werden de flieringen of gordingen in het muurwerk meegemetseld en door middel van gesmede ankers daarmee verbonden (afb. 70-74). In dit stadium waren de onderste spanten zowel in lengte- als in dwarsrichting stabiel opgesteld.

[813] Janse 1965, 108.
[814] Goeree 1681, 145.
[815] Zie hiervoor de paragraaf Verbindingen.
[816] Zie hiervoor de paragraaf Verbindingen.



Bij een stapelspantconstructie was het noodzakelijk een tweede werkvloer te leggen.[817] In Leiden was dit (later) over het algemeen een (fliering-)vloer op zogenaamde hangbalken.[818] Bij de vroege kappen lijkt de werkvloer tijdelijk te zijn geweest en weer te zijn verwijderd. Deze is tot nu toe namelijk nergens meer aangetroffen. Op de werkvloer herhaalde zich de werkwijze van aanvoeren, samenstellen en oprichten van de spanten zoals beschreven voor de zolder. Als de topgevels tenslotte geheel waren opgemetseld, stonden de bovenste spanten ook stabiel.[819] Als de gehele draagconstructie van spanten en flieringen of gordingen en eventueel een nokgording stond en de gevels waren opgemetseld, dan werden de dakdragers en -bedekking aangebracht.[820] Windverbanden over de sporen zijn niet frequent aangetroffen in Leiden. Als ze voorkomen, dan waren ze aan de binnenzijde aangebracht en tegen de sporen genageld met gesmede nagels. Traditie was en is nog vaak om het bereiken van het hoogste punt van het dak te vieren.[821]

Het gereedschap van de timmerman bij deze assemblageklus bestond voornamelijk uit hamer en schietlood. Een hamer voor het aanslaan van houten en gesmede nagels en het schietlood voor het oprichten van de spanten. Als het goed ging, zouden zaag, beitel en boor niet meer nodig zijn, omdat alles reeds op de grond was geprefabriceerd. Vermoedelijk werd hier en daar dit gereedschap toch nog wel degelijk ter hand genomen voor aanpassingen en bijvoorbeeld het noodzakelijke voorboren voor gesmede nagels. Duidelijke sporen van het gebruik van de zaag tijdens de assemblage zijn bij verschillende kapconstructies aangetroffen aan de uiteinden van de dekbalken. De uiteinden van de dekbalken werden blijkbaar pas in de juiste vorm afgezaagd als de daksporen werden geplaatst (afb. 170). Wellicht gaf, tijdens het oprichten, dit uiteinde tijdelijke stevigheid aan de kwetsbare pen-en-gatverbinding in de dekbalk. Bij Hooglandsekerkgracht 21 (1737) hadden alle dekbalken een schuin uiteinde globaal in de hellingshoek van de kap, terwijl de dekbalk waarop een gemetselde dakkapel aansloot het uiteinde niet was afgezaagd (afb. 171).

170 Rapenburg 12, 1724, deels bijgezaagde dekbalk

171 Hooglandsekerkgracht 21, 1737

In de onderzochte constructies zijn diverse stel-oplossingen aangetroffen bij aansluitingen die bij de uiteindelijke assemblage nodig waren om de constructie stabiel en degelijk op te stellen. Dit duidt op wat ruimere stelmogelijkheden bij de assemblage, anders dan de goed sluitende pen- en gatverbindingen. Enkele sporenparen van Breestraat 95 (1405-1411) hebben uitvulklosjes tussen daksporen en fliering (afb. 172). Deze klosjes waren bedoeld om de verschillende formaten daksporen op één lijn te krijgen om zodoende een vlakke drager voor de dakbedekking te krijgen en daarmee een vlak dak.

[817] Janse 1965, 108 en Van Prooije 1984, 64; een tijdelijke geïmproviseerde zoldervloer. Spanten vervulden dus ook een rol bij het assembleren van een kap; Eißing 2009, 200.
[818] Orsel 2008.
[819] Bij een kap met een nokgording moest, na het aanbrengen van de flieringen of gordingen, eerst het spant ter ondersteuning van de nokgording worden geplaatst. Als een flieringspant gecombineerd was met een nokspant tot een driehoek- of schaarspant, dan moest de nokgording tegelijk met de flieringen of gordingen worden geplaatst.
[820] Goeree 1681, 145 en Janse 1965, 108.
[821] Goeree 1681, 145 en Van Prooije 1984, 64.

Een ander voorbeeld is Breestraat 99 (1458) waar bij één van de spanten een uitvulplaatje tussen een dakspoor en de dekbalk waarop het dakspoor staat was aangebracht (afb. 173). Aalmarkt 11 (1455-1456 d) heeft een uitvulklosje tussen de fliering en de keep in de dekbalk (afb. 174). De klosjes en plaatjes voor het uitvullen en uitvlakken maken het assemblagewerk van de timmerman nog steeds afleesbaar en beleefbaar.

172 Breestraat 95, 1405-1411

173 Breestraat 99, 1458

174 Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)

**4.4 Samenvatting Timmeren**

Na de voorbereiding en aankoop van materiaal kon de nieuwe kapconstructie daadwerkelijk worden vervaardigd, volgens de geldende norm en praktijk of een bestek. Het gereedschap van de timmerman voor het bewerken van hout is vanaf de middeleeuwen tot omstreeks 1850 grotendeels onveranderd gebleven en bestond uit aftekenmateriaal, beitels,bijlen, boren, hamers, schaven, vijlen en zagen. Hiermee kon de timmerman de kapconstructie vormgeven en de delen daarvan tot de juiste omvang, afmeting en afwerking bewerken en de verbindingen (pre)fabriceren. De gelijkblijvende vorm van het timmermansgereedschap zal niet van invloed zijn geweest bij veranderingen van vormen of uitvoering van de kapconstructie. Het gereedschap liet kenmerkende bewerkingsporen achter op het constructiehout, waardoor het werken van de timmerman afleesbaar is. Het behakken met een bijl, of het handmatig of machinaal zagen, laat zich duidelijk onderscheiden. De opkomst van de houtzaagmolenindustrie in de 17$^{de}$ eeuw leidde tot machinaal gezaagd hout, waardoor kon worden bespaard op de arbeid van de timmerman. In eerste instantie kwam dan constructiehout met zowel machinaal gezaagde als behakte zijden voor. Vanaf de 18$^{de}$ eeuw was het hout meestal zeer strak, meskant, gezaagd.

Het vervaardigen van constructies vond meestal niet plaats op de (in de binnenstad krappe) bouwplaats, maar op een werkplaats van de timmerman, of op een gemeenschappelijke of tijdelijke werkplaats, ook bekend als ‘winkel’. In de onderzochte periode veranderde het constructieproces niet. Op basis van een op de grond liggende of uitgezette uitslag of mal werden de spanten gemaakt, waarbij binnen de hoofdvorm de positie van de longitudinale elementen als muurplaten, flieringen (of gordingen) en eventuele nok (of nokgording) als eerste werden uitgezet. Vervolgens werd op basis van de uitslag het constructiehout gemeten, gezaagd en bewerkt tot spantonderdelen, die tot transversale spanten werden samengesteld. Om een stijve, stabiele en deugdelijke constructie in transversale en longitudinale richting te realiseren, moesten solide, goed sluitende en sterke verbindingen worden vervaardigd. De keuze voor een bepaalde verbinding werd bepaald door het krachtenspel van en op het dak en de constructieve kennis en kunde. Bij aangenomen werk bepaalde de opdrachtgever, of diens ontwerper/bestekschrijver meestal welke typen verbindingen moesten worden toegepast. Dit blijkt uit de uitgebreide omschrijvingen in de bestekken van vooral de verbindingstypes, of het werd voorgeschreven dat deze stevig moest worden geconstrueerd.

De Leidse kapconstructies werden geconstrueerd met pen- en gatverbindingen, koude vernagelde verbindingen, gekeepte en gelipte verbindingen. De oudere 14$^{de}$- en vroeg 15$^{de}$-eeuwse kapconstructies kenmerken zich door een overvloedig gebruik van pen- en gatverbindingen met (veel) houten nagels.

Deze stijve pen- en gatverbinding was geschikt voor het opnemen van trek- en drukkrachten, maar was tevens arbeidsintensief om te maken. In de loop van de 15de en 16de eeuw werden de verbindingen steeds eenvoudiger uitgevoerd om te besparen op arbeid, bijvoorbeeld door het achterwege laten van borsten/hielen of minder houten en meer gesmede nagels te gebruiken. Waar het krachtenspel het toeliet, werd de pen- en gatverbinding vervangen door de eenvoudige vernageling of door gelipte of gekeepte verbindingen, eventueel met een (halve) zwaluwstaartverbinding om trekkrachten op te kunnen nemen. De koude, gelipte of gekeepte verbinding werd vastgezet met gesmede nagels, maar kon ook worden gezekerd met een gesmede spiebout, beugel of stropanker. Vanaf het begin van de 18de eeuw kwam ook de gesmede moerbout in zwang. In de oudere kapconstructies was voor het opnemen van longitudinale en transversale krachten de fliering (of gording) ingelaten in de dekbalk, soms met een (schuinverlopende) voorloef. Vanaf het eind van de 16de eeuw werd hiervan afgezien en werd de fliering koud vernageld op de dekbalk. Met een liplasverbinding werden lange balken samengesteld, zoals de longitudinaal geplaatste flieringen, gordingen en nokgordingen.

De keuze voor een bepaalde verbinding was niet bepaald door de houtsoort. Zo is bij de overgang van eikenhout naar grenenhout geen wijziging in de verbindingstypen vastgesteld. Wel kan de beschikbare houtmaat van invloed zijn geweest op de gekozen verbinding. Door een geringe houtmaat moest bijvoorbeeld soms worden afgezien van een pen- en gatverbinding en worden gekozen voor een lipverbinding.

Na het vervaardigen en het passen van de verbindingen werden de spantonderdelen van de kant en klare constructie ten behoeve van een geordende logistiek voor transport en assemblage meestal voorzien van telmerken. Hierna werd de constructie uit elkaar gehaald en in kleine delen als een bouwpakket naar de bouwplaats getransporteerd. De telmerken werden aangebracht om de verschillende onderdelen met hun unieke handvervaardigde verbindingen op de bouwplaats weer in elkaar te kunnen passen. Het aanbrengen van de merken gebeurde systematisch, vaak stonden zij aan dezelfde zijde als waar ook de verbindingen werden afgeschreven, de zogenaamde constructiezijde. Maar er was veel variatie en soms ontbrak een logisch nummeringssysteem en lijken de merken meer bedoeld als plaats- of duidingsmerken.

Telmerken hebben een herkenbare ontwikkeling doorgemaakt. De Leidse ontwikkeling komt in grote lijnen overeen met de algemene ontwikkeling van telmerken. De telmerken in kappen van Leidse huizen waren in eerste instantie aangebracht met een haal- of ritsmesje of een priem. Rond 1480 werden telmerken ook aangebracht met een zaag, vanaf de tweede helft van de 15de eeuw met een halfronde beitel en vanaf het einde van de 15de eeuw kwam daar de rechte beitel bij. Voor het merken treed dus wel een verandering op van het gereedschap dat de timmerman hanteerde.
Per type telmerk is globaal een ontwikkeling in het bijbehorende richtingsteken waarneembaar, waarmee de positie links of rechts van gelijke onderdelen per spant werd geduid. Tot even na het midden van de 15de eeuw kon bij de gesneden merken een visje of ruitvorm als richtingsteken zijn toegepast. Rond 1400 kwamen ook gebroken merken voor, die tot ongeveer het einde van de 15de eeuw werden toegepast. Bij de gehakte telmerken (circa 1500-1800) werden veel varianten toegepast om onderscheid tussen links en rechts te maken. Het meest gangbaar was de halve-maanvorm, gevolgd door het ovaal. Vanaf het begin van de 17de eeuw kwam het voor dat er geen telmerken op een zichtzijde van het hout werden aangebracht. Soms waren deze onzichtbaar verborgen in de verbinding. Ook konden ze geheel ontbreken, wat waarschijnlijk samenhing met de optredende vereenvoudiging van de constructie, inclusief de verbindingen, de standaardisering van de houtmaat door de opkomende zaagindustrie of later niet meer zichtbare merkmethoden.

Na aanvoer op de bouwplaats werden de onderdelen van de constructie aan de hand van de telmerken op de zoldervloer samengesteld tot spanten en op plaatsingsvolgorde gelegd. Met handkracht en een hijsinstallatie werden de spanten en de flieringen/gordingen gefaseerd geplaatst, in afstemming met de metselaars die het opgaande muurwerk opmetselden. Bij uitvoering met stapelspanten kwam er een tweede (tijdelijke) werkvloer op de onderste spanten en werden de assemblagewerkzaamheden herhaald. Vervolgens werden de sporen geplaatst, met als laatste daarop de latten en dan de dakbedekking en daarmee was het huis afgedekt met een nieuw dak.

## 5 KAPPEN IN LEIDEN

175 Dakenlandschap Leiden

Na de vorige hoofdstukken die meer externe aspecten behandelden gaat dit hoofdstuk in op het dak en zijn constructie in Leiden tussen 1300 en 1800. De mens heeft op vele verschillende manieren vormgegeven aan het dak om beschut onder te leven. Volgens Haslinghuis-Janse is een dak 'een overdekking van een gebouw of onderdeel ervan, bestaande uit één of meer hellende vlakken (schilden) of uit een horizontaal vlak. Het dak dient om het gebouw inwendig te beschutten tegen zon, regen en andere schadelijke weerinvloeden'.[822] De belangrijkste functie van een dak is dus beschutting. Het dak op gebouwen heeft een grote variëteit. Zoals in de inleiding al is opgemerkt hangt de vorm en afwerking van het dak samen met het klimaat, de toe te passen dakbedekking, de draag- en ondersteuningsconstructie, maar ook met de gewenste, nuttige en mogelijke verschijningsvorm.

Om dit te onderzoeken is in dit hoofdstuk gekozen voor een van 'buiten naar binnen' benadering. Eerst wordt aandacht besteed aan de hoofdvormen van het dak en de dakhellingen die voorkomen in Leiden en de redenen daarvoor. De vraag is daarbij of ze afhankelijk waren van constructieve aspecten of het gevolg van geografische locatie en de beschikbare dakbedekkingen zoals traditioneel wordt aangenomen. Daarom is er ook ruime aandacht voor de toegepaste dakbedekkingen. Vervolgens staat de kapconstructie zelf centraal, onderverdeeld in de drager van de dakbedekking en de ondersteunende constructie. Er is daarbij aandacht voor de vormen en ontwikkelingen van de hoofdconstructie en constructieve details van kapconstructies op Leidse huizen. Nagegaan zal worden hoe deze zich verhouden tot bestaande hypotheses en discussiepunten zoals geschetst in de paragrafen 1.2 Historiografie en 1.3 Nederland in het Europese kappenlandschap. De ontwikkeling van de constructie zal worden gevisualiseerd in een overzichtelijke typo-chronologie. Het onderzoek in dit hoofdstuk is met name gebaseerd op gegevens uit de catalogus, aangevuld met informatie uit de onderzochte rekeningen en bestekken en literatuur.

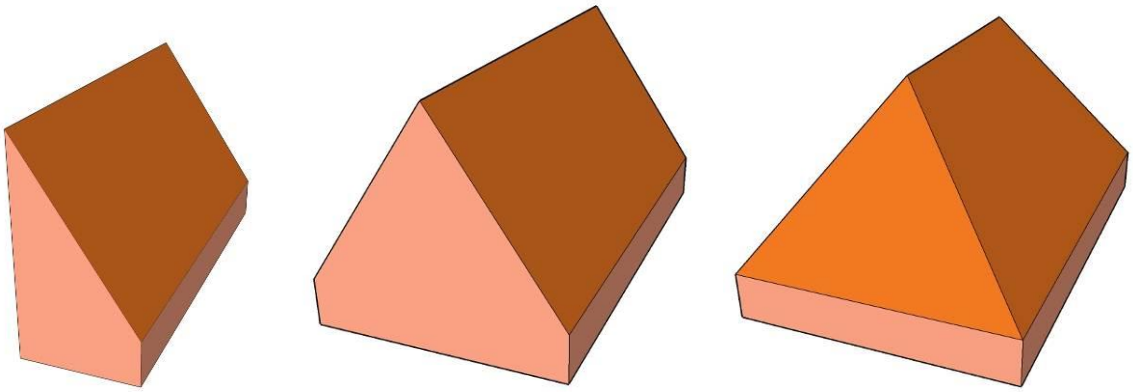
### 5.1 De dakvorm

De vormgeving van daken op gebouwen is tegenwoordig vrijwel onbegrensd, zolang het dak maar functioneel is en voor beschut zorgt. In het verleden waren er ook verschillende dakvormen, variërend van een simpel lessenaarsdak tot complexe samengestelde dakvormen.[823] In het algemeen kwam de dakvorm voort uit de bouwmassa('s) van het gebouw waarop het dak was aangebracht. Bij historische huizen betrof het vaak een rechthoekige bouwmassa, maar het kon ook een schakeling van rechthoekige of vierkante vormen of een totaal afwijkende hoofdvorm betreffen. Dit had gevolgen voor de dakvorm die op de totale bouwmassa moest komen. Aan het bovenaanzicht van een dakvorm is voor een geoefend (bouwhistorisch) oog daarom vaak de opzet van de bouwmassa('s) af te lezen en soms zelfs al een deel van de relatieve bouwgeschiedenis te voorspellen.

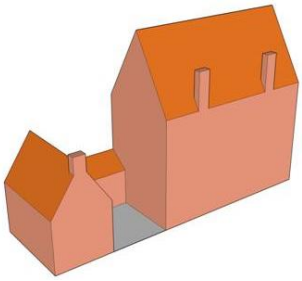
De eenvoudigste vorm van een dak is een lessenaardak. Dit is een dakvorm bestaande uit één hellend dakvlak (afb. 176-177). In het Leidse dakenlandschap kwam deze vorm veel voor op losse achterhuizen en verbindingsgangen. Het zadeldak is wellicht wel de meest basale dakvorm. Het is een dakvorm met twee tegen elkaar geplaatste hellende dakvlakken, tussen twee topgevels (afb. 176 en 178). In de middeleeuwen was dit de meest toegepaste vorm voor stadshuizen. Deze vorm paste zowel op haaks op de straat staande, zogenaamde diepe, huizen als op dwarsgeplaatste gebouwen.[824]

[822] Haslinghuis en Janse 1997, 135-136.
[823] Zwiers 1907, 246-251 en Jellema 1984, 114-115.
[824] In de catalogus zijn 84 voorbeelden van diepe gebouwen en 32 dwarse voorbeelden. Vier voorbeelden hebben een onbekende vorm, twee zijn vrijstaand en één gebouw is vierkant. Tot in de 18de eeuw overheerst het diepe huis. Vanaf die tijd wordt het beeld complexer met bijvoorbeeld diepe huizen met een dwarsgeplaatste leugenaar, waardoor zij aan de straat tonen als een groot dwarsgeplaatst huis.

In Leiden kwamen in het algemeen minder dwarshuizen voor, mogelijk omdat een perceel met dwarshuis breder en daarom waarschijnlijk duurder was.[825]



Lessenaarsdak Zadeldak Schilddak
176 Basis dakvormen



Er is geen duidelijke positie in de stad of datering voor het voorkomen van een dwarshuis in Leiden (afb. 178-179). In ieder geval werden vrijwel de gehele 17de-eeuwse uitbreidingswijken volgebouwd met diepe huizen. Er stonden enkele dwarshuizen tussen een massa diepe huizen. Wel stonden aan de dwarsstraatjes- en grachten kleine ondiepe dwarshuisjes. Tot in het begin van de 17de eeuw was het zadeldak in minimaal 90% van de onderzochte voorbeelden, zowel bij diepe als dwarse gebouwen, de kapvorm.[826] In de catalogus is de jongste kap, Steenstraat 35 uit 1860, het jongste voorbeeld van een zadeldak.

177 Zadeldaken op voorhuis en los achterhuis en een lessenaarsdak op de verbindingsgang van het 'standaard' laat 16de-eeuwse/17de-eeuwse Leidse huis[827]

178-179 Detail vogelvluchtkaart van P. Bast uit 1600 met gedeelte Breestraat en Apothekersdijk

Een zadeldak kon ook worden aangevuld met aankappingen.[828] Een verdwenen voorbeeld hiervan was Breestraat 117 dat in 1429 (d) een dwarsgeplaatst zadeldak had met een aankapping die aansloot op een schermgevel aan de straat.[829] Ook het dwarse achterhuis van Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466-1472 had een aankapping tegen een topgevel.

[825] Dolfin et al. 1989, p. 59 en 147 en Orsel 2007g, 122.
[826] Tot 1620 zijn er 73 (geteld op 20 juli 2014) voorbeelden in de catalogus. 65 daarvan hebben een (vermoede) zadeldakvorm. Dit is meer dan 90 %. Daarnaast hebben vier kappen een zadeldakvorm met aankapping (5,5 %) en drie voorbeelden hebben een andere vorm, een schilddak of kruisvormigdak (4 %).
[827] Orsel 2007c.
[828] Op relatief ondergeschikte aanvullingen op de hoofddakvorm zoals dakkapellen wordt in dit onderzoek niet ingegaan, omdat deze waarschijnlijk nauwelijks effect hebben gehad op de ontwikkeling van de hoofdopzet van de kapconstructie.
[829] Zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.

Een bijzondere en zeldzame vorm is het kruisvormige zadeldak van Hooigracht 41 van circa 1400-1500. Omdat het gaat om aankappingen op topgevels is geen sprake van een zogenaamde Vlaamse gevel, aangezien die term betrekking heeft op een vaak stenen dakkapel en niet op een topgevel.[830] In het Leidse keurboek van 1529 werd dit 'vlaems veynster' genoemd.[831] Met deze dakkapel kon in een dakvlak een opening worden gemaakt.

Rond 1600 kwam er in Leiden een aantal grote gebouwen voor met dwarsgeplaatste zadeldaken met aankappingen tegen decoratieve topgevels.[832] Voorbeelden zijn het stadhuis uit 1596 aan de Breestraat, Het Rijnlandhuis, Breestraat 59 uit 1597 en het verdwenen huis van burgemeester Van Werven aan de Marendorpse Achtergracht (afb. 180-182).[833] Blijkbaar was dit gevelschema voorbehouden voor omvangrijke representatieve gebouwen.

180-182 Details kaart P. Bast, 1600, met stadhuis, 1596, Rijnlandhuis 1597 en het huis van Van Werven (ELO)

In ongeveer dezelfde periode kregen Vijfde Binnenvestgracht 7 en 7a, uit respectievelijk 1588 en 1619, een zadeldak met aankapping tegen topgevels. Deze gebouwen behoorden bij het Cellebroedersklooster, vanaf 1594 Statencollege. De topgevels zijn verklaarbaar door de oriëntering van de langgerekte vleugels op een grote binnentuin.[834]

183 Zadeldak met aankapping, Nieuwstraat 21 (gemeente Leiden)

Delft heeft ook voorbeelden van aankappingen. Daar kwam het type van het diepe huis met kap en dwarskap(jes) voor.[835] Deze dwarskapjes lopen tegen een blinde topgevel, niet aan de zichtbare straat(of tuin-)zijde, maar op de perceelsgrens. Deze dwarskapjes hadden louter het functionele doel om de bruikbare zolderruimte te vergroten. Ook kwamen in Delft L-vormige huizen voor, waarbij op de kap van het diepe huis de kap van het dwarse zijhuis aankapt.[836] Deze beide vormen lijken in het algemeen geen overeenkomst te hebben gehad met de Leidse voorbeelden van aankappingen, die meer een architectonisch doel zullen hebben gehad. Nieuwstraat 21 heeft een zadelkap met dwarskapje uit het midden van de 17de eeuw (a), dat als enige wel lijkt op de Delftse voorbeelden (afb. 183).[837]

[830] Haslinghuis en Janse 1997, 493.
[831] Meischke 1988, 250-251.
[832] Van Oerle 1975, 436; Stades-Vischer en Stenvert 1996; Dröge 2001, 9-13 en Van Maanen 2003, 34.
[833] Van der Meule 2000, 195-207 en Dröge 2001, 9-11.
[834] Dröge 1996, 85 en Enderman 2004a.
[835] Weve 2002 en Weve 2013, 133-139.
[836] Weve 2013, 141-151.
[837] Zie dossier Nieuwstraat 21 in het bouwhistorisch archief van ELO. De kap van Nieuwstraat 21 is niet opgenomen in de catalogus.

Uit de catalogus blijkt dat het zadeldak tussen topgevels tot ruim in de 17de eeuw de meest toegepaste vorm was voor de Leidse huizen. De 17de eeuw was het startpunt van allerlei afwijkende dakvormen. Als er geen topgevels werden gewenst, was er de keuze voor het schilddak of tent- of piramidedak.[838] Het schilddak heeft een dakvorm met twee driehoekige schilden aan de smalle zijde en twee trapeziumvormige schilden aan de lange zijde (afb. 176). Het tent- of piramidedak is een schilddak met vier of meer gelijkvormige dakvlakken die in één punt samenkomen en heeft dus geen nok. De overgang van twee schilden bij deze daken wordt gevormd door een hoekkeper. De schilddakvorm was gebruikelijk in de landelijke bouwkunst, met een overstekend dak. Uit de stedelijke keurboeken is op te maken dat in de middeleeuwen ook in de stedelijke context al schilddaken voorkwamen, op de eenvoudiger huizen.[839] In de Leidse keurboeken werd het in 1529 verboden schilddaken te maken: 'zoe en zelmen van nu voirt an gheen nedergaende ofte hangende daecken, genaemt wolven moeten maecken, ende zoe wye enighe wolven ofbreect, die zel gehouden wesen eenen stienen gevel daer inne te stellen, om te verhoeden alle perikele van brande'.[840] De her-opkomst van de schilddakvorm in de stedelijke context hing samen met de opkomst van de renaissance-architectuur met kroonlijst, door het beschikbaar komen van classicistische architectuurtraktaten, zoals die van Palladio, Scamozzi, Serlio en Vignola.[841] De renaissance betrof de wedergeboorte van de Griekse en Romeinse bouwkunst met aandacht voor onder andere de tempelarchitectuur met zuilen en kroonlijst. De kroonlijst vond door de architectuurboeken van de Italiaanse architect Sebastiaan Serlio (1475-1554) zijn weg naar Noord-Europa, met het Antwerpse raadhuis uit 1560 als vroeg voorbeeld.[842] Vermaarsch en Goeree noemden het schilddak in hun bouwkundige boeken uit respectievelijk 1664 en 1681 'Italiaansche daken' of 'paviljoensche daken'.[843] In het bestek uit 1664 voor het achterhuis, met schilddak, van Rapenburg 31 werd dit ook zo genoemd: 'paviljoens, voorts rommenton [rondom] met bequame Keulsche gooten en boeyplancken'.[844]

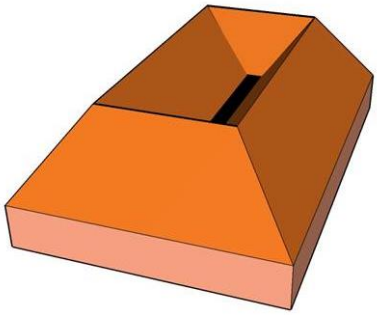
In hoofdstuk Bouwen is geconstateerd dat het stadsbestuur van Leiden vanaf het einde van de 16de eeuw een bewust welstandsbeleid voerde, om het aanzien en prestige en daarmee de concurrentiepositie van Leiden te vergroten. Hiervoor werden bekwame bouwmeesters van buiten aangesteld of ingehuurd, zoals Lieven de Key, Arent van 's-Gravensande, Pieter Post en Jacob Roman. Met de komst van deze bouwmeesters zal ook de moderne architectuur met kroonlijst en schilddakvorm zijn geïntroduceerd. In de stad Leiden komen de eerste gedocumenteerde schilddaken op huizen voor in het begin van de 17de eeuw, in combinatie met een kroonlijst. De vroegst bekende voorbeelden zijn Pieterskerkgracht 9 uit 1620 en Rapenburg 65 uit 1623. Oudere uitzonderingen zijn het steile schilddak op de vrijstaande toren van het Gravensteen uit 1463 en het schilddak van de herberg buiten de Zijlpoort uit 1593. Langebrug 87e uit 1642 kreeg een zeldzame dakvorm, met een mengvorm tussen een schilddak en zadeldak aangekapt tegen een topgevel. De lijstgevel vond verdere navolging bij de populaire architectuurstijl van het Hollands classicisme.[845] Met de komst in 1638 van Arent van 's-Gravensande (ca. 1610-1662) als nieuwe Leidse stadsfabriek, werd het Hollands classicisme in Leiden geïntroduceerd.[846]

---

[838] Na 1650 hebben 15 van de 58 voorbeelden nog een zadeldakvorm (26 %). Er zijn 40 schilddaken (69 %), waarvan de helft omlopende schilddaken. Drie (5 %) hebben een afwijkende dakvorm, zoals een tentdakvorm (Rapenburg 67 uit 1623) of een complexere vorm (Rapenburg 61 uit 1701 of Hooglandsekerkgracht 3 uit de 18de eeuw).
[839] Meischke 1988, 250 en Meischke et al. 1997, 15.
[840] Meischke 1988, 250-251.
[841] Het traktaat van Serlio kwam in 1539 beschikbaar door de vertaling van Coecke van Aalst. Een deel van Scamozzi kwam in 1640 in Nederland uit en een tweede deel in 1658. In 1646 verscheen in Nederland een samenvatting van Palladio en in 1661 een complete uitgave. Blijdenstijn en Stenvert 2000, 31-46 en Gerritsen 2006, 21, 154 en 166.
[842] Blijdenstijn en Stenvert 2000, 38-39; Meischke en Zantkuijl 2005, 117-118 en Bosma et al. 2007, 233-250.
[843] Stenvert 2013a, 63. Ook Danckers noemt een 'Italiaanse kap'; Danckers z.j., 4-5.
[844] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664.
[845] Blijdenstijn en Stenvert 2000, 47-56; Bosma et al. 2007, 246-250 en Prak 2012, 236-237.
[846] De Baar 1996, 33 en Steenmeijer 2005, 63-67 en 122.

Van ’s-Gravensande was, na zijn ontwikkeling van gezel tot meestertimmerman, werkzaam bij de nieuwe stadhouderlijke paleizen Honselaardijk en Ter Nieuwburg van Frederik Hendrik, waar hij met de nieuwe architectuurstroming ervaring zal hebben opgedaan.[847] Van ’s-Gravensande was daar werkzaam als ontwerper, tekenaar en opzichter en kwam in aanraking met de classicistische ontwerpers Simon de la Vallée, een Fransman, en Jacob van Campen.[848] Bij Van ’s-Gravensandes eerste ontwerpen voor de stad Leiden, zoals de Marekerk uit 1639-1649 en de Lakenhal uit 1639-1640, werd door hem de nieuwe architectuurstijl, het Hollands classicisme, toegepast.[849] Van ’s-Gravensande maakte voor de constructieve uitvoering ook gebruik van theorieboeken, zoals blijkt uit de grote koepelkap van de Marekerk, die geïnspireerd is op een afbeelding in *Le théâtre de l’art de charpentier* van M. Jousse uit 1627.[850] Van Van ’s-Gravensande zijn vele ontwerpen met kroonlijst bekend. De huizen Rapenburg 2 uit circa 1638 en Rapenburg 48 uit 1640 zijn de vroegste voorbeelden van een particulier ontwerp van zijn hand.[851] In de catalogus zijn Haven 36-38 (1645) en 42 (1645), Rapenburg 25 (1654) en 34 (1645) en Vlietweg 72 (1638) ook voorbeelden van ontwerpen met een kroonlijst van Van ’s-Gravensande.

Aan de hand van de voorbeelden wordt duidelijk dat met de nieuwe Hollands classicistische architectuur ook een andere dakvorm werd geïntroduceerd, namelijk het omlopende schilddak met middenzakgoot.[852] Een omlopend schilddak is een dakvorm van drie of meer schilddaken in carré- of U-vorm tegen elkaar geplaatst (afb. 184). Het omlopende schilddak zal zijn ontstaan uit de architectonische wens naar een zo laag mogelijke dakvorm, in verhouding met het gevelontwerp. Waarschijnlijk was dit geïnspireerd op de lage dakvorm van voorbeelden in de dan beschikbare architectuurtraktaten, zoals die van Serlio, Palladio en Scamozzi.[853] Simon Stevin (1548-1620), verbonden aan de Leidse universiteit, werkte tot zijn dood aan zijn verhandeling over de ‘Huysbou’ en propageerde een geringe zichtbaarheid van het dak ten gunste van de architectuur.[854] Respectievelijk in 1777 en 1780 noemden Adrianus Erzey en Pieter van Campen in hun bouwkundige boeken dit een dubbele spanning of kap met een zak.[855] Overigens blijkt uit het voorbeeld van Haven 42 dat Van ’s-Gravensande gelijktijdig ook goed zichtbare, hoog opgaande schilddaken ontwierp. Hij benadrukte deze zelfs door een nokbekroning met een schoorsteen. Dit was ook een populaire vorm voor belangrijke stedelijke gebouwen als stadhuizen, waaggebouwen, stadspoorten en voor buitenplaatsen in de 17de eeuw. Dit werd door Meischke en Zantkuijl gedefinieerd als het pronkdak.[856] Zowel het lage omlopende schilddak en het hoog opgaande pronk-schilddak waren dus passend bij de architectuur met kroonlijst. Het was waarschijnlijk aan de architect én opdrachtgever om te bepalen welke vorm de voorkeur had.



184 Omlopend schilddak

De lage dakvorm met omgaande schildaken met zakgoot leverde in Nederland, met zijn vochtige klimaat, wel een probleem op met de regenwaterafvoer. De omsloten zakgoot fungeert namelijk als een soort badkuip.[857]

[847] Steenmeijer 2005, 13-21.
[848] Blijdenstijn en Stenvert 2000, 50 en Steenmeijer 2005, 17-21.
[849] Steenmeijer 2005, 69-186 en 133-139.
[850] Steenmeijer 2005, 176 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[851] Steenmeijer 2005, 226-232.
[852] Janse 1989, 257; De Vries 2008, 230-232; Orsel 2009d; Van Tussenbroek 2009, 109-111 en Stenvert 2013a, 19-20 en 62-63.
[853] Blijdenstijn en Stenvert 2000, 38-39 en 47-53.
[854] Van den Heuvel 2005, 300 en Bosma et al. 2007, 266-268.
[855] De Vries 2008, 224, 227 en 228 en Van Campen 1780, 107.
[856] Meischke en Zantkuijl 2005, 119-131.
[857] Vanwege lekkages werden sommige zakgoten later dicht gelegd met een platdak, voorbeelden zijn Rapenburg 25 en Breestraat 117.

Om het regenwater af te voeren uit een zakgoot was een zogenaamde Keulse goot een oplossing.[858] Deze houten goot, bekleed met lood, voerde het regenwater van de zakgoot, binnendoor over de zolder, naar het buitenste dakschild of goot.[859]

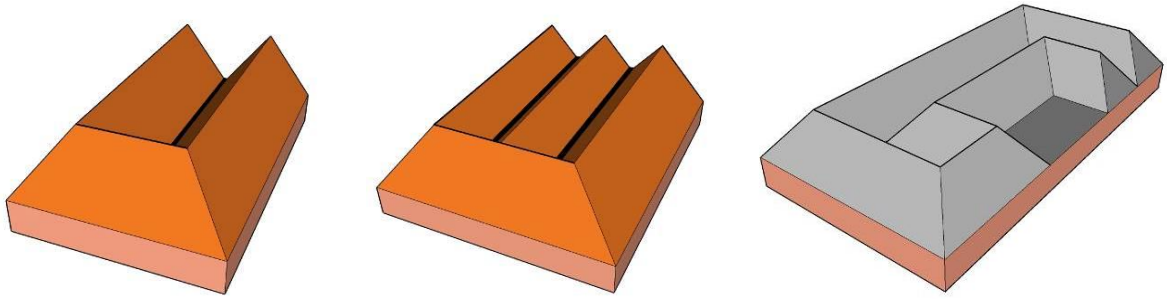
Later in de 17de eeuw bleef de architectuur van het Hollands classicisme, met de toepassing van kroonlijst en het omgaande schilddak als dakvorm, populair. Zo ontwierp, de eveneens door Jacob van Campen beïnvloede, Pieter Post (1608-1669) de Waag, Aalmarkt 21 (1657-1659) in de stijl van het Hollands classicisme met omgaand schilddak.[860] Vervolgens werd Willem van der Helm (ca. 1629-1675) in 1662 als stadsarchitect verantwoordelijk voor de dagelijkse gang van zaken van de Leidse Openbare Werken.[861] Daarnaast was hij ook stadsmeestertimmerman. Van der Helm kan worden gezien als Van ’s-Gravensandes belangrijkste leerling.[862] Van hem is een bouwtekening uit 1672 bewaard gebleven van een stadsmagazijn, uitgevoerd met een omlopend schilddak (afb. 206).[863] Ook heeft hij de Vierschaar met Schepenkamer in 1671-1672, met omlopend schilddak, ontworpen.[864] Het poortgebouw van het hofje Meermansburg, Oude Vest 159 uit 1681 kreeg eveneens een omlopend schilddak, ontworpen door stadsarchitect (1681-1689) Jacob Pietersz. Roman (1640-1716).[865]

Dat in Leiden niet enkel in de nieuwe architectuurvorm gebouwd werd, bewijzen de vele traditionele huizen, inclusief zadeldakvorm, in de stadsuitbreiding van 1659, zoals Hogewoerd 150, Hogewoerd 185 en Nieuwe Rijn 105.[866] Zelfs aan het voorname Rapenburg werd nog traditioneel gebouwd, bijvoorbeeld Rapenburg 29 (en tweelingpand Rapenburg 31), een ontwerp van Van der Helm uit 1664. Ook Van ’s-Gravensande ontwierp huizen met zadeldaken, gezien zijn niet uitgevoerd ontwerp voor wevershuizen uit 1643. Het diep geplaatste huis met zadeldak werd gebouwd tot in de 19de eeuw.[867]

De opkomst van de nieuwe dakvormen in de 17de eeuw was het startpunt van de toepassing van allerlei en complexe dakvormen, waarbij door lokale zelf-ontwerpende bouwmeesters/aannemers werd voortgeborduurd op de ontwikkelde vorm met het omgaande schilddak.[868] Zo kreeg bijvoorbeeld Haven 36-38 uit 1645 een omgaand schilddak met twee zakgoten, dat aan de achterzijde open was (afb. 186). Rapenburg 6 uit 1668 werd uitgevoerd met een omgaand schilddak in een U-vorm. Rapenburg 61 uit 1701 kreeg een samengestelde dakvorm met aan de straatzijde een omgaande leugenaarvorm en aan de tuinzijde een lager gepositioneerd omgaand U-vormig schilddak. Breestraat 70 van omstreeks 1764 en Eerste Binnenvestgracht 22 uit de laatste kwart van de 18de eeuw werden voorzien van een omgaand U-vormig schildak (afb. 185). Breestraat 24 uit 1768 kreeg twee parallelle zadeldaken in een U-vorm, zo gepositioneerd dat aan de voor- en achterzijde een (laag) dakvlak aanwezig was (afb. 187). En het samengestelde Breestraat 19 uit 1791 werd aan de straatzijde voorzien een leugenaar met een schilddak, daarachter twee parallelle zadeldaken, waarvan één aansloot op een omgaand schilddak aan de achterzijde. Door de open achterzijde hadden deze dakvormen niet het probleem van de omsloten zakgoot en kon het regenwater aan de achterzijde wegstromen.
De vrijheid van dakvorm hing mogelijk samen met de technische mogelijkheden, maar zeker ook met de gewenste architectuur. Vaak was het ook het gevolg van al bestaande bouwmassa’s, die werden verbouwd, samengevoegd en/of uitgebreid en voorzien van een nieuwe overkapping. Hoe complexer het huis, des te complexer de vorm van het dak.

---

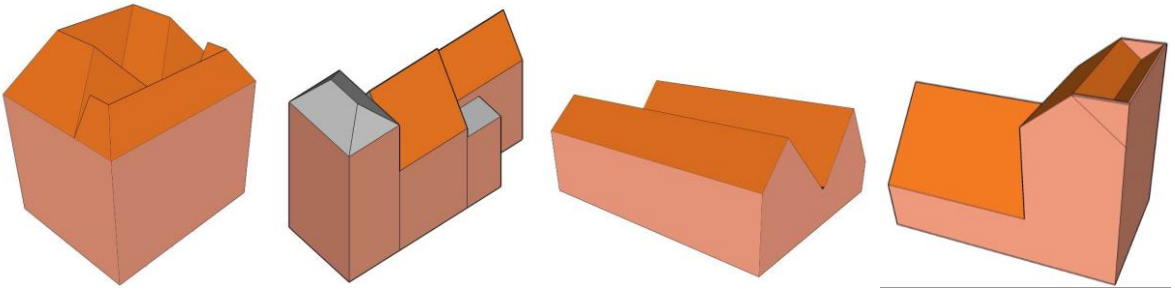
[858] Janse 1989, 257.
[859] De goot moet wel bekleed zijn geweest met lood, aangezien zink pas in het begin van de 19de eeuw als dakbedekking op de markt kwam; Haslinghuis en Janse 1997, 528. Voorbeelden met Keulse goot zijn Stille Rijn 11 uit 1735-1737 en Hooglandsekerkgracht 11-21 uit 1774.
[860] Ter Kuile 1944, 53-55; De Baar 1996, 33 en Blijdenstijn en Stenvert 2000, 50-51.
[861] De Baar 1996, 33.
[862] Steenmeijer 2005, 249.
[863] ELO PV20651. Zie catalogus en Gerritsen 2006, 49.
[864] Dröge 1996, 45.
[865] De Baar et al. 1983, 4-5 en De Baar 1996, 33.
[866] Zie ook Orsel 2007c.
[867] Bosma et al. 2007, 397-400.
[868] Meischke et al. 2007, 268-269.



185-187 Variaties op het omlopende schilddak, Breestraat 70, 1764, Haven 36-38, 1645 en Breestraat 24, 1768

Een opvallende ontwikkeling was de opkomst van verhullende bouwvormen, zoals de zogenaamde leugenaar.[869] Dit is een vorm waarbij een voorste deel van het huis aan de straat één of meer verdiepingen hoger werd opgetrokken dan de rest van het huis en voorzien van een apart dak. Vaak ontstond een leugenaar bij een verbouwing met daarbij een nieuwe lijstgevel. Hiermee werd de architectonische suggestie gewekt dat het huis meer verdiepingen telde dan het in werkelijkheid had. De aanschouwer werd voorgelogen over de omvang van het gebouw, vandaar leugenaar. De dakvorm van de verhullende leugenaar ging terug op de hiervoor behandelde vormen. Het oudste bekende voorbeeld van een leugenaar in Leiden is Rapenburg 61 uit 1701, een ontwerp van Jacob Roman (afb. 188). Andere 18de-eeuwse voorbeelden zijn de aanpassing met schilddak van Breestraat 95 uit 1758, het voorste dwarse schilddak van Nieuwe Rijn 10 uit 1785 en het dwarse schilddak van Breestraat 19 uit 1791 (afb. 189).

Een verwante verhullende vorm is een hoger opgetrokken voorgevel met daarachter een asymmetrische dakvorm. Ook hier werd een hoger en dus imposanter huis voorgesteld.[870] Voorbeelden zijn Rapenburg 12 uit 1724, Stille Rijn 11 uit 1735-1737, Breestraat 31 uit 1742 en Breestraat 117 uit 1762 (afb. 190). Ook Hooglandsekerkgracht 3 uit de 18de eeuw is een voorbeeld met een hoger opgetrokken voorgevel, waarbij het bestaande zadeldak werd aangepast met een aankapping tegen de nieuwe hogere voorgevel (afb. 191). Het hoger optrekken van de voorgevel was mede ten behoeve van de architectonisch verhoudingen in de voorgevel.[871]



188 Dakvorm Rapenburg 61, 1701
189 Dakvorm Nieuwe Rijn 10, situatie in 1785
190 Dakvorm Stille Rijn 11, 1735-1737
191 Dakvorm Hooglandsekerkgracht 3, 18de eeuw

[869] De Vries 2008, 228 en Derksen 2010, 98.
[870] Zie ook Erzey 1777, 77.
[871] Meischke 1997, 198.

*Elementen op het dak (afb. 192-205):*

Dakenlandschap

192 Rapenburg 65-59

Aankapping en dakkapel

193 Breestraat 59

194 Kort Rapenburg 19

195 Nieuwe Rijn 28

196 Rapenburg 120

Piron

197 Pieterskerkgracht 9

198 Rapenburg 25

199 Rapenburg 6

200 Nieuwe Rijn 16

201 Nieuwe Rijn 18

Schoorsteen

202 Rapenburg 2

203 Loridanshof 1

205 Rapenburg 27-25

In het geval dat de architectuur een steeds belangrijker rol ging spelen in de dakvorm, kon ook de bekroning van het dak meer worden benadrukt. Bij de zogenaamde pronkdaken werden de daken voorzien van decoratieve schoorstenen.[872] Bij de lijstgevels met (omlopende) schilddaken kwamen naast schoorstenen ook andere decoratieve elementen voor, zoals pironnen, vazen en globes op de hoeken van de nok (afb. 198-199). De nok zelf, de uitvoering van de hoekkepers, evenals de kleur van de dakbedekking speelden ook een rol in de architecturale werking van het dak. Daar zal in het gedeelte over de dakbedekking nader op in worden gegaan.

Een dakvorm die in de catalogus veel voorkomt als een wijziging van de oorspronkelijke dakvorm was de afwolving. Een wolfdak is een zadeldak waarvan de nok niet tot de geveleinden doorloopt, maar met driehoekige eindschilden wordt afgewolfd.[873] Het betrof vaak een wijziging van een origineel zadeldak van een diep huis, waarvan de geveltop van de voorgevel werd verlaagd en voorzien van een kroonlijst. Dit was een sobere en eenvoudige wijze om hetzelfde effect van een klassiek pand met lijstgevel te bereiken, wat aansloot bij de dan populaire classicistische architectuur. Het afwolven en aanbrengen van een kroonlijst was ook ingegeven door onderhoudsoverwegingen. Een topgevel, als een trap-, tuit-, hals- of klokgevel, staat voor het bovenste deel vrij en was daarmee (onderhouds)gevoeliger voor invloeden van weer en wind dan een lijstgevel en een topgevel was eenvoudig te verlagen en te wijzigen in een lijstgevel.

De dakvorm ging dus in de loop van de tijd een steeds belangrijker rol spelen in de architectuur van het gebouw. De ontwikkeling van de vormgeving van gebouwen in Leiden, vooral in de 17$^{de}$ en de 18$^{de}$ eeuw, leidde tot nieuwe complexere dakvormen. Dit paste binnen de algemene ontwikkelingen in de Hollandse bouwpraktijk. Na de middeleeuwen was een verschuiving opgetreden van grote kerkelijke projecten naar vorstelijke en adellijke paleizen en residenties en stedelijke en burgerlijke bouwopgaven. De vormgeving van stedelijke bouwprojecten en huizen was geïnspireerd door Franse paleisarchitectuur en het classicisme van Palladio en Scamozzi.[874] Gewone huizen hadden een traditionele diepe opzet met trap- of klokgevel, maar de grotere huizen ontwikkelden zich, op basis van de adellijke paleisvorm, naar een brede opzet met een classicistische gevel met rechte kroonlijst.[875] De omvangrijke bouwactiviteiten als gevolg van economische voorspoed in de 17$^{de}$ eeuw gaf ruimte aan het ontstaan van het specialisme van architectonisch ontwerper.[876] De eerste architecten die met strikte classicistische principes ontwierpen waren kunstenaars die zich ontwikkelden tot ontwerpers door bestudering van de klassieke bouwkunst en de mathematica, zoals Jacob van Campen.[877] Andere ontwerpers, zoals Arent van ’s-Gravensande in Leiden, waren traditioneel geschoold als timmerman, maar konden zich ook ontwikkelen door hun opleiding en/of studie naar de klassieken en de wiskunde.[878] Omdat de ontwerppraktijk in handen kwam van meer theoretische onderlegde architecten en dat niet meer de ambachtelijk opgeleide timmerman leidend was, werd de ontworpen vorm het uitgangspunt en moest de draagconstructie dusdanig worden vormgegeven dat de vorm mogelijk werd. Hierdoor bestond de mogelijkheid tot modernisering en vernieuwing van de bouwwijze.[879]

In de tweede helft van de 17$^{de}$ en 18$^{de}$ eeuw nam de economische bloei af en hield de bouwwereld zich vooral met kleinschalige vernieuwing of moderniseringen bezig.[880] De ontwerpers kwamen weer voort uit het bouwbedrijf, afgezien van enkele vooraanstaande architecten.[881] Cultureel bleef Frankrijk in de late 17$^{de}$ en 18$^{de}$ eeuw het inspiratiepunt voor de Hollandse architectuur. De invloed van nieuwe architectonische vormen en theorieën was het grootst bij de grootschalige bouwprojecten onder leiding van belangrijke architecten.[882] De bouwwereld voor de particuliere huizen werd echter gedomineerd door overwegend traditioneel ingestelde ambachtslieden en aannemers.

---

[872] Meischke en Zantkuijl 2005, 119.
[873] Haslinghuis en Janse 1997, 133 en 520.
[874] Blijdenstijn en Stenvert 2000, 47-49 en Bosma et al. 2007, 233-237.
[875] Bosma et al. 2007, 399-405.
[876] Bosma et al. 2007, 250.
[877] Huisken et al. 1995, 155-156.
[878] Steenmeijer 2005, 277.
[879] Orsel 2009d, 133.
[880] Bosma et al. 2007, 237.
[881] Bosma et al. 2007, 250.
[882] Bosma et al. 2007, 266-269.

Opdrachtgevers profileerden zich steeds meer als architectuurliefhebbers en bepaalden zelf ook de architectonische vormgeving van hun stads- en buitenhuizen.[883] De opdrachtgevers, de geschoolde ontwerpers en soms ook de ambachtslieden en timmerbazen hadden mede door beschikbare publicaties kennis van de internationale, voornamelijk Franse, soms Engelse architectuur.[884] In verschillende van de buitenlandse en Nederlandstalige publicaties was ook aandacht voor de, theoretische, bouwwijze.[885] Hierdoor waren op voorbeeldboeken geïnspireerde vernieuwing en verbetering van bouwconstructies mogelijk.

Een dakvorm die niet is waargenomen bij alle onderzochte kappen is het platte dak. Platte daken of hellende daken tot 40 graden kwamen tot het midden van de 19de eeuw niet tot nauwelijks voor omdat deze amper waterdicht waren te krijgen. Een opmerkelijk voorbeeld is daarom het 'dak daar 't waater op staat' van Rapenburg 6.[886] Het dak boven het trappenhuis werd zo aangeduid in de legenda bij plattegrondtekeningen van Rapenburg 6 uit 1716. Het ging vermoedelijk om een plat tot matig hellend dak, dat was voorzien van vermoedelijk een metalen afdekking, van koper of lood. Helaas is dit dak bij bouwhistorisch onderzoek ter plaatse niet meer aangetroffen.
Een andere dakvorm die niet is aangetroffen is het Mansarde of gebroken dak.[887] Deze dakvorm heeft steile ondervlakken en licht hellende bovenvlakken. Deze vorm deed pas in de 19de eeuw zijn intrede in de Leidse architectuur en dakenlandschap. Voorbeelden van 'vroege' Mansardedaken in Leiden zijn Plantage 12-16 uit 1876 of Plantsoen 67-71 uit 1881.[888] Janse benoemde het Mansardedak, of gebroken dak, wel, maar gaf geen tijdsbegrenzing voor de toepassing in Nederland.[889] In Amsterdam kwamen al in de 16de eeuw gebroken daken voor op pakhuizen.[890] Een vroeg voorbeeld van een Mansardedak voor een huis is een niet uitgevoerd ontwerp van Marot voor huis Schuylenburch aan de Lange Vijverberg in Den Haag uit circa 1715-1721.[891] In *Inleiding in de bouwhistorie* werd het Mansardedak ingedeeld bij de moderne kapconstructies in Nederland, toegepast in de 19de en 20ste eeuw.[892] Het Mansardedak valt daarom, en omdat in Leiden geen oudere Mansardedaken zijn aangetroffen, buiten de reikwijdte van dit onderzoek.

### 5.2 De dakhelling

Naast de hoofdvorm van het dak is ook de dakhelling van invloed op de opzet van de kapconstructie. De dakhelling is afhankelijk van het klimaat, de regionale traditie, de architectuurstijl, de tijdsperiode en het dakbedekkingsmateriaal.[893] De helling van een dak varieert tussen plat en steil. De term die hoort bij een bepaalde hellingshoek is vastgelegd (fig. 8).[894]

| 0° – 5° | 5° – 10° | 10° – 20° | 20° – 30° | 30° – 40° | Meer dan 40° |
|---|---|---|---|---|---|
| Plat dak | Laag hellend dak | Flauw hellend dak | Matig hellend dak | Hellend dak | Steil hellend dak |

Fig. 8 Nomenclatuur voor dakhellingen (Van Tol 1984)

[883] Lintsen et al. 1993, 199; Schmidt 2006, 13 en 19-24 en Röell 2010, 26-28.
[884] Meischke et al. 1997, 135-136 en Bosma et al. 2007, 252-257.
[885] Bosma et al. 2007, 268-269. Voorbeelden van dergelijke publicaties zijn, naast de al genoemde traktaten van Serlio, Palladio en Scamozzi; Vermaarsch 1664; Danckers z.j., ca. 1675; Bosboom z.j., ca. 1700; Goeree 1681; Natrus et al. 1736; Poley 1770 en Erzey 1777. Zie ook De Vries 2008.
[886] Lunsingh Scheurleer et al. 1987, 343, afb. 25, letter B op de plattegrond van de derde verdieping.
[887] De Roon 2018. Dit is een ander 'gebroken' dak dan het 'gebroken' dak met onderbroken daksporen (zie paragraaf Maat en lengte) of het 'gebroken werk' met gestapelde spanten van Poley (zie paragraaf Driehoekspanten).
[888] Dröge 1996, 151.
[889] Janse 1989, 320.
[890] Van Tussenbroek 2009, 108-109 en De Roon 2018, 34-35. Voorbeelden zijn het Bushuis uit 1550, het Oost-Indisch huis uit 1606, de Beurs uit 1611, het West-Indisch huis uit 1642 en een wat kleiner pakhuis Prinseneiland 151 uit 1650.
[891] Schmidt 2006, 26.
[892] Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 166-169.
[893] Hoffsummer 2002, 151.
[894] Van Tol 1984, 113. De Nedaco, de vereniging van dakpannenfabrikanten heeft deze nomenclatuur voor dakhellingen voorgesteld.

Nederland heeft een zeeklimaat, wat zich kenmerkt door een vrij constante temperatuur en tamelijk veel regen en wind.[895] Een steil dak is voor goede afvoer van veel regenwater geschikt.
Het voor het zeeklimaat geëigende dakbedekkingsmateriaal moet het vele regenwater snel en goed afvoeren en bij veel wind niet van het dak waaien.[896] Steenachtige dakbedekkingen, zoals gebakken pannen of tegels of natuurleien, waren daarvoor in verleden het meest geschikt. Voor dakpannen was een hellingshoek van 30 tot 60 graden geëigend en voor leien 60 tot 75 graden.[897] De hellingshoek mag niet te flauw zijn, omdat dan sneeuw en regen konden inwaaien. Ook natuurlijke materialen als stro of riet waren goed toepasbaar bij een steile dakhelling. Riet was vanaf 40 graden toepasbaar.[898] Volgens Hoffsummer vereiste riet, voor een goede waterafvoer, een minimale dakhelling in de orde van 45 – 48 graden.[899] Platte daken of hellende daken tot 40 graden kwamen in Nederland tot het midden van de 19de eeuw niet tot nauwelijks voor, omdat deze amper waterdicht waren te maken.
De hellingshoek was regiobepaald, vermoedelijk door andere klimatologische en geografische omstandigheden. In Engeland was bijvoorbeeld voor de 17de eeuw de hellingshoek van de daken ongeveer 48 graden. Dit was de hellingshoek die ook geëigend was voor de relatief zware dakbedekking en de beschikbare bouwmaterialen.[900] Voor de 17de eeuw waren in Engeland de traditionele dakbedekking leien of daktegels. Janse heeft de Nederlandse ontwikkeling van de dakhelling onderzocht. In de 11de en 12de eeuw was de dakhelling over het algemeen 45 graden. In de 13de eeuw werd de kap steiler en kwam boven de 50 graden en vanaf 1300 was de kaphelling tot 60 graden gestegen.[901] Dit sluit aan bij waarnemingen ten oosten en ten zuiden van Nederland. De ontwikkeling was echter niet rechtlijnig. Uitzonderingen zoals de kap uit 1416 ±5 jr (d) op het schip van de St.-Janskerk in Maastricht met een hellingshoek van 41 graden kwamen ook voor.[902] Voor Duitsland behandelde Binding in zijn boek over kerkkappen ook de algemene dakhelling en hij gaf aan dat deze afhankelijk was van het klimaat, het dakbedekkingsmateriaal, de kapconstructie en tijdspecifieke gewoonten (fig. 9).[903] De kaphelling begon in het begin van de 12de eeuw heel flauw met 30 tot 24 graden, maar steeg van de 12de eeuw tot in de tweede helft van de 14de eeuw tot 70 graden. In de 15de eeuw zette dan een daling in, tot dat in het begin van de 16de eeuw een hellingshoek van rond de 50 graden werd bereikt.

| XIIa | XII | XIIIA | XIIIB-XIVA | XIVB | XIVA | XVA | XVIa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30° – 34° | 40° – 43° | 44° – 54° | 50° – 60° | tot 70° | boven 60° | boven 50° | rond 50° |

Fig. 9 Dakhellingshoeken in Duitsland tussen 1100 en 1500 (Binding 1991)

In België en Noord-Frankrijk werden de dakhellingen van voornamelijk kerkkappen tussen 1100 tot 1800 door Hoffsummer onderzocht (fig. 10).[904] In dat gebied hadden de oudste kappen tussen 1100 en 1200 een hellingshoek onder de 45 graden. In het laatste kwart van de 12de eeuw kwamen al kappen voor met een helling van 45 tot 50, met nog enkele voorbeelden tot in het midden van de 13de eeuw. Vanaf 1200 had de meerderheid van de kappen een helling van 55 graden of meer. Vanaf het midden van de 13de eeuw tot het midden van de 17de eeuw kregen alle kappen op een enkele steilere uitzondering na een hellingshoek tussen de 55 en 60 graden. Dit ging onverminderd door na het midden van de 17de eeuw, maar daarna komen ook voorbeelden voor tussen de 50 en 55 graden.

[895] Wolters-Noordhoff 2000, 62. Het Europese zeeklimaat overheerst vooral in Nederland, België, het noorden en westen van Frankrijk, het westen en noordwesten van Duitsland en delen van Spanje, Portugal, Denemarken, Noorwegen, het Verenigd Koninkrijk, Ierland en Turkije.
[896] Buisman 2011, 79-85 en Van Tol 1984, 188.
[897] Zwiers 1907, 246-247. Dit waren hellingshoeken in het begin van de 20ste eeuw. Met de opkomst van allerlei nieuwe materialen en technieken in de 19de en 20ste eeuw werden nieuwe schema's ontwikkeld, zie bijvoorbeeld Van Tol 1984, 189 en Stenvert 2013a, 14.
[898] Van Tol 1984, 188.
[899] Hoffsummer 2002, 153.
[900] Yeomans 2009, 153-154.
[901] Janse 1989, 69.
[902] De Vries 1998, 240-241.
[903] Binding 1991, 11.
[904] Hoffsummer 2002, 151-153, fig. 120.

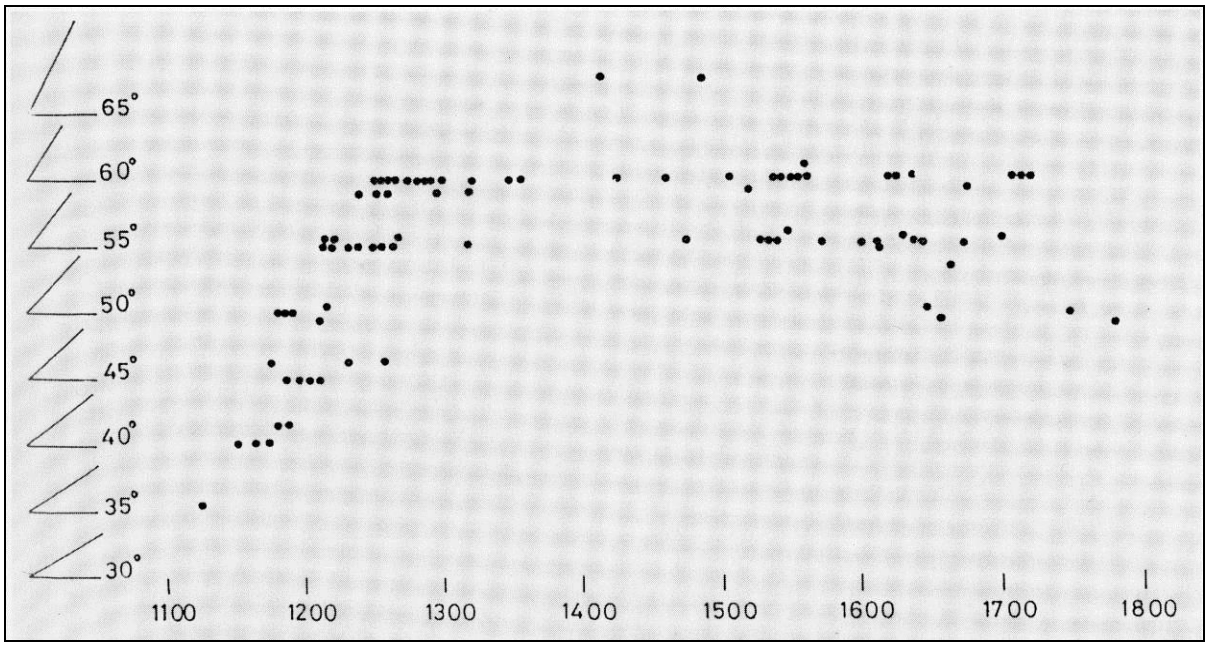



Fig. 10 Dakhellingshoeken in België en Noord-Frankrijk tussen 1100 tot 1800 (Hoffsummer 2002)

Uit de gedocumenteerde daken in Leiden blijkt dat de hellingshoek van dakvlakken in het algemeen lag tussen de 50 en 60 graden (fig. 11).

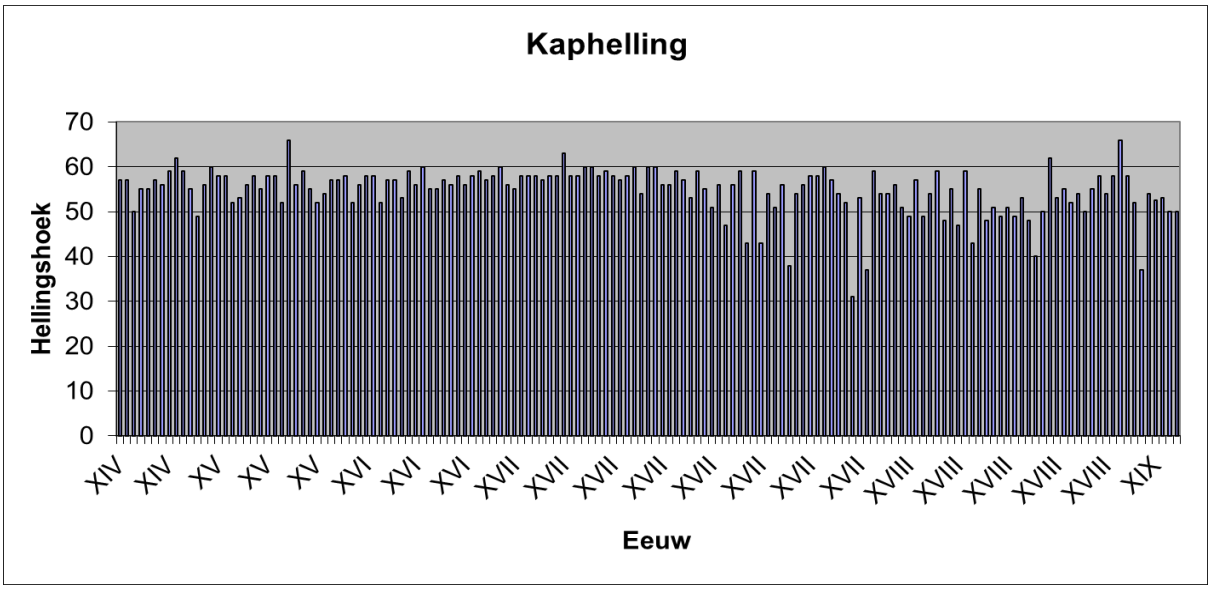



Fig. 11 De kaphelling tussen 1300 en het begin van de 19de eeuw in Leiden, op basis van de catalogus

De hellingen van de gedocumenteerde daken beperkten zich van 31 tot 66 graden. De binnendakvlakken van het in 1672 ontworpen stadsmagazijn waren 31 graden, de buitendakvlakken daarentegen 52 graden. Zowel het dak van het Gravensteen uit 1463 als de leugenaar van Breestraat 19 uit 1791 hadden een kap met een helling van 66 graden. De kaphelling van het Gravensteen is verklaarbaar door de toepassing van leien, zoals bekend uit de bronnen.[905] Zowel 31 als 66 graden waren uitzonderingen.

[905] Zie voor de bron het catalogusblad Pieterskerkhof 6, 1463.

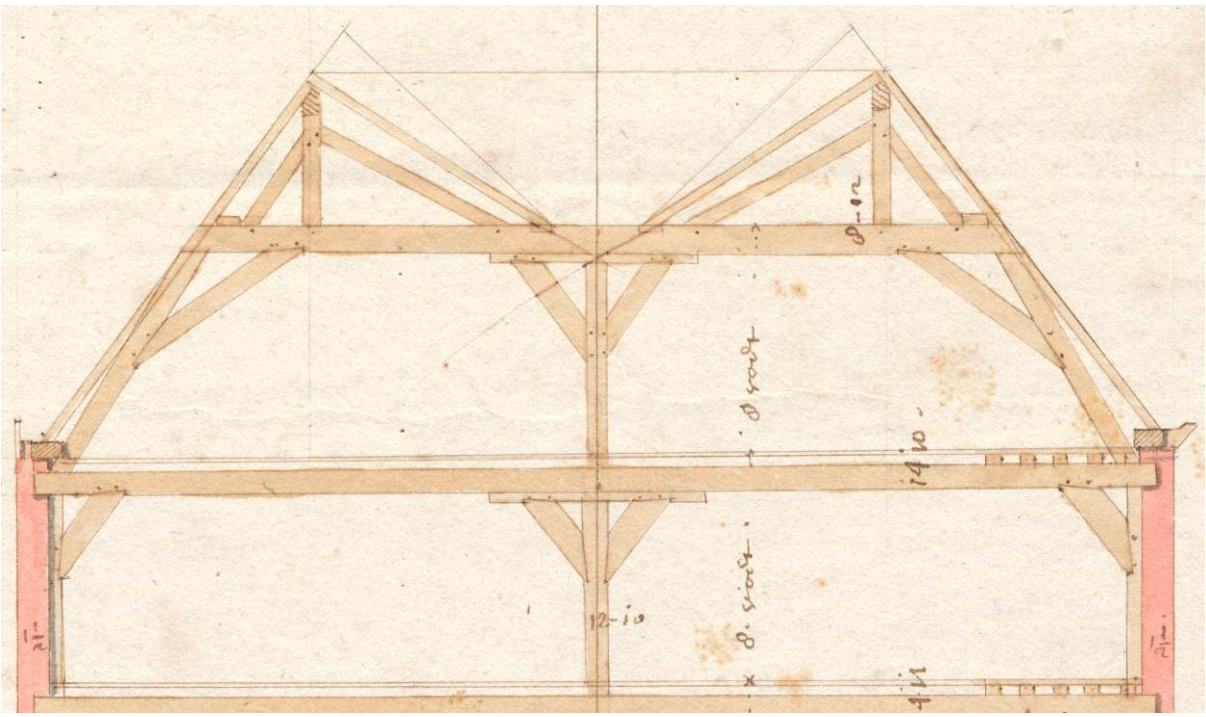
Uit het onderzoek naar de Leidse bestekken is gebleken dat de kapvorm werd uitgezet met een uitslag of mal, met de zogenaamde spanroede als basismaat hiervan.[906] De 16de-eeuwse gildebrief van de Hoornse timmerlieden schreef uitzetten van een korbeelstel 'in zijn vijfsteeck' voor, waarmee verwezen zal zijn naar de drie-vier-vijfsteek van Pythagoras.[907] Deze mathematische verhouding geeft bij een schuine zijde van vijf, een liggende zijde van drie en een staande zijde van vier een haakse hoek. Als een kap op deze wijze werd geconstrueerd, met in verhouding een hoogte van vier, de halve overspanning van drie en het dakvlak van vijf, dan volgde dat de hellingshoek ongeveer 53 graden is. In het bestek uit 1589 voor de Doelen in Gorinchem werd omschreven dat 'het huys soe hooch moet gespannen worden alst wijdt is.[908] Als de timmerman dit letterlijk uitzette, met een loodlijn op de basis met identieke maten, leverde dit een hoek van ongeveer 63 graden op. Als de kap werd uitgezet met gelijke zijden als de basis, had deze gelijkzijdige driehoek volgens de mathematische verhoudingen hellingshoeken van 60 graden.[909] Ook Goeree in zijn bouwkundige handboek uit 1681 gaf aan dat het de praktijk was de daken volgens een gelijkzijdige driehoek uit te zetten.[910] Als de kap van de Doelen volgens de bestekvoorschriften wordt gereconstrueerd, blijkt dat de kaphelling niet werd uitgezet vanaf de zoldervloer maar vanaf de borstwering van vier voet.[911] Danckers gaf in zijn bouwkundeboek aan dat leidaken moesten worden geconstrueerd volgens een gelijkzijdige driehoek.[912] Daken met daktegels of -pannen moesten echter minder steil worden uitgezet, in de verhouding van een basis met acht delen en de helling met zeven delen. Indien dit wordt gereconstrueerd levert dit een hellingshoek van 55 graden. Dit is vergelijkbaar met het uitzetten in het bouwkundige boek van Poley uit 1770, met een verschil tussen het leidak en het iets flauwere pannendak.[913] Zowel bij Danckers als bij Poley is op de afbeeldingen te zien dat de basis van de uitzetting de maat was aan de buitenzijde van de buitenmuren (afb. 369 en 399). De timmerman kon een kaphelling tussen de 53 en 60 graden ook realiseren door bij het bepalen van de uitzetmaat deze te variëren op de gegeven breedtemaat van het gebouw minus één of twee keer de muurdikte (of meer).[914] Zo ontstaat bijvoorbeeld bij een uitzetmaat van de huisbreedte minus één muurdikte van circa 20 centimeter een hellingshoek van ongeveer 58 graden. Waarschijnlijk werd hiermee de spanroede bedoeld. De positie van de muurplaat op het opgaande muurwerk had ook zijn invloed op de hellingshoek, aangezien de maten werden uitgezet uitgaande van de buitenzijde van de muurplaat (afb. 206). De kaphelling was dus deels het gevolg van de manier van uitzetten door de timmerman.

De in Leiden algemeen toegepaste kaphelling van 50-60 graden sluit redelijk goed aan bij de geconstateerde kaphellingen in België, Noord-Frankrijk en Duitsland (fig. 9-11).[915] Dit betroffen voornamelijk gegevens van kerkkappen. In de 14de, 15de en 16de eeuw werd in Leiden met de kaphelling gevarieerd, waarbij meerdere hellingen van 50 graden of er net boven voorkwamen en zelfs één kap met 49 graden, het voorhuis van Steenschuur 14 uit circa 1400.[916] Omstreeks de eerste helft van de 17de eeuw was er een voorkeur voor iets steilere kappen, die met de opkomst van de dakvorm van het omlopende schilddak in de tweede helft van de 17de eeuw weer afnam. De daarbij gewenste dakhelling zou volgens de nagevolgde architectuurvoorbeelden circa 22,5 graden moeten zijn, maar dat was in Nederland met de toenmalige dakbedekkingsmaterialen niet realiseerbaar.[917]

---

[906] Zie paragraaf Uitzetten.
[907] De Vries 2009, 34-35.
[908] Janse 1989, 340.
[909] Zie ook Janse 1990a, fig. 22, 58.
[910] Goeree 1681, 171.
[911] Janse 1989, 340.
[912] Danckers z.j., 6 en fol. 32, fig. 1.
[913] Poley 1770, 1-3, plaat I-III en De Vries 2008, 225 en 226, afb. 1-3.
[914] Eißing 2009, 67-70.
[915] Binding 1991, 11 en Hoffsummer 2002, 151-153, fig. 120.
[916] De geringe dakhelling en de opzet van een bescheiden éénlaags huis zou kunnen duiden op een 'weke' natuurlijke dakbedekking. Een vergelijkbaar voorbeeld is Steenschuur 11. In relatie met de steile dakhelling van 58 graden van het voorhuis van Steenschuur 11 uit 1460-1466, zou de 'geringe' dakhelling van 52 graden van het achterhuis uit 1488-1500 eventueel kunnen duiden op een 'harde' dakbedekking op het voorhuis en een 'weke' natuurlijke dakbedekking op het achterhuis. Hier zijn echter geen verdere aanwijzingen voor gevonden.
[917] Janse 1989, 26.

De afname van de hellingshoek in de tweede helft van de 17de eeuw en 18de eeuw die zich lijkt af te tekenen kan deels worden verklaard door verschillende hellingshoeken van de omlopende schilddaken en de complexere dakvormen. Een dak met ongelijke dakhellingen is opmerkelijk en zal het gevolg zijn geweest van de gewenste architectuur. Daarbij was de helling van het zichtbare buitendakvlak redelijk algemeen. De andere hellingshoek(en) weken af, wat verklaarbaar is vanuit de gewenste lage hoofdvorm of soms door de vorm van de constructie. Zo zijn de flauwe binnenvlakken bij een omlopend schilddak verklaarbaar door de toepassing van een onderste dekbalkspant, waardoor de zakgoot niet lager kon worden aangelegd (afb. 206). Volgens Erzey in zijn 18de-eeuwse traktaat was de hellingshoek van de binnenschilden onderschikt: 'nogthans heeft het niet te beduiden schoon men dezelve van binnen wat steilder, of vlakker kapte, indien dezelve van buiten maar egaal is'.[918] De ontwikkelingen in de architectuur en de daaruit voortvloeiende dakvorm zijn dus van invloed geweest op de dakhelling van de Leidse daken.



206 Ontwerp stadsmagazijn, W. van der Helm, 1672, met constructielijnen voor de kap (ELO)

Uit de bronnen is bekend dat op de Leidse daken verschillende dakbedekkingsmaterialen lagen.[919] De geconstateerde hellingshoeken van Leidse kappen geven, afgezien van de uitzonderlijke 63 graden kaphelling voor het leiendak van het Gravensteen, geen aanwijzingen voor het toegepaste dakbedekkingsmateriaal. De gemiddelde hellingshoek tussen 50 en 60 graden was namelijk geschikt voor zowel natuurlijke materialen als stro of riet, als voor dakpannen. Mogelijk hadden daktegels, net als leien, een wat steilere dakhelling nodig, maar hiervoor zijn geen aanwijzingen gevonden.
Een dakhelling in Leiden werd in eerste instantie bepaald door de klimatologische omstandigheden en het daarbij behorend dakbedekkingsmateriaal met geëigende dakhelling en in tweede instantie door de bij de architectuur gewenste dakvorm in combinatie met de constructieve mogelijkheden.
De utilitair noodzakelijke dakhelling diende te worden ondersteund, wat zal hebben geleid tot de ontwikkeling van de kapconstructie. De helling die nodig was leidde tot, soms grote, ruimte onder het dak.[920] Deze zolder en eventueel een vlieringzolder kon worden gebruikt voor opslag, als bergruimte, voor het ophangen van de was of voor het aftimmeren van vertrekken, bijvoorbeeld voor eventuele bedienden.[921]

[918] De Vries 2008, 228.
[919] Zie de behandelde rekeningen en bestekken in de Bijlage Rekeningen en Bestekken.
[920] Stenvert 2013a, 13-14.
[921] Orsel 2008.

### 5.3 De dakbedekking

De beschutting die het dak moest bieden werd in eerste instantie verzorgd door de dakbedekking. Voor de aangetroffen dakhellingen waren zowel zogenaamde weke dakbedekkingsmaterialen zoals stro en riet als harde dakbedekkingsmaterialen zoals natuurleien en gebakken pannen en tegels geschikt (fig. 8).[922] Voor vlakkere daken was in de onderzochte periode koper en lood beschikbaar, waarbij dat laatste materiaal ook voor allerlei hoekaansluitingen en goten werd toegepast. In de 19de eeuw kwamen allerlei moderne dakbedekkingsmaterialen op, zoals zink, kunststeen en bitumen, waardoor ook platte daken mogelijk werden, maar deze vallen buiten het tijdsbestek van dit onderzoek. Aangezien de dakbedekking veelvuldig werd vervangen, vernieuwd en gemoderniseerd en het moeilijk tot onmogelijk aantoonbaar is dat het gaat om een originele dakbedekking, zijn de gegevens van de onderzochte kappen niet de belangrijkste bron over historische dakbedekking. Betrouwbare gegevens kunnen worden verkregen uit historische bronnen zoals rekeningen en bestekken. De onderzochte rekeningen en bestekken laten zien wat erop de gebouwen aan dakbedekking werd toegepast. Er was sprake van vergankelijke 'weke' materialen als riet, spanen en zoden en 'harde' dakdekking als leien, daktegels, dakpannen en lood (fig. 12).

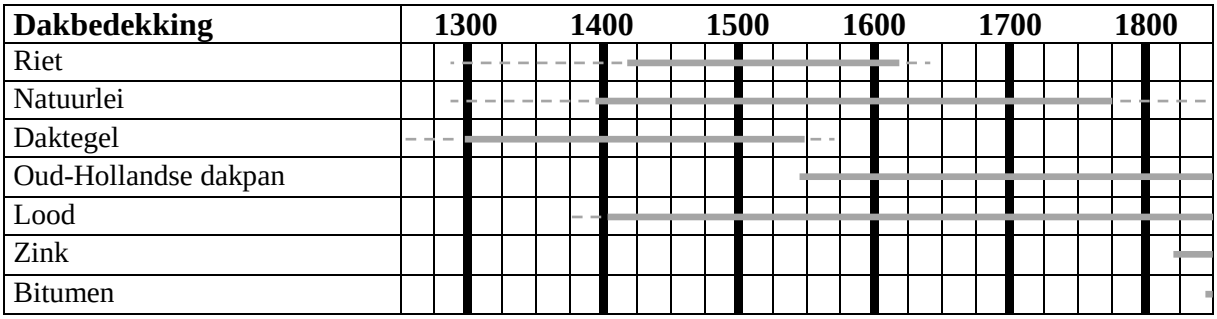


Fig. 12 Toepassing van dakbedekkingsmaterialen in Leiden

#### Weke bedekking, riet, stro, hout en zoden

De eerste daken die de mensen beschutting boden, waren waarschijnlijk gemaakt van lokaal voorhanden zijnde materialen, zoals hout, riet enzovoort. Het goedkope riet en stro bleven de gebruikelijke materialen voor de landelijke bouwkunst, terwijl in de steden vanwege het brandgevaar al snel werd gestreefd naar een harde dakbedekking.[923] Al in 1406 werd in een Leidse keur voorgeschreven dat nieuwe huizen, met wanden hoger dan 16 voet, een hard dak moest krijgen.[924] In de keur van 20 mei 1450 werden rieten daken voor nieuwe huizen geheel verboden.[925]

207 Vlietweg 7

208 Vlietweg 80

[922] In het kader van het onderzoek is gekeken naar de relatie van kapconstructies en dakbedekkingsmaterialen. Materiaaltechnische eigenschappen en kenmerken van dakbedekkingsmaterialen worden daarom op hoofdlijnen behandeld en vallen verder buiten beschouwing van het onderzoek.
[923] De Meyer en Van den Elzen 1982, 16-24; Meischke 1988, 228-234; Meischke et al. 1993, 15-16 en Meischke et al. 1997, 14-16.
[924] Meischke 1988, 217.
[925] Janse et al. 1990, 9; De Boer 1991, 39-40 en De Baar 1994, 25.

Riet geschikt voor dakbedekking is een grassoort van twee tot drie meter hoog, die groeit in moerassen en aan de rand van zoetwatergebieden zoals plassen.[926] Riet werd gedekt op een drager van horizontale rietlatten, die werden gedragen door daksporen (afb. 207-210).[927] Het werd met natuurlijk materiaal gebonden aan de rietlatten. De nok kon worden afgewerkt met riet, zoden, of gebakken rietvorsten.

209 Vlietweg 7

210 Vlietweg 7

Uit het bronnenonderzoek van het Catharinagasthuis blijkt de toepassing van riet als dakbedekking. Zo had het oude gasthuis aan het einde van de 14de eeuw een rieten dak. In 1417-1418 werden er een nieuw melkhuis en een loods gebouwd, beide met een rieten dak. In 1435 werd een nieuw gezellenhuis gebouwd, dat werd voorzien van een rieten dak. Dit rieten dak werd echter geleemd in verband met de brandveiligheid. Ook de nieuwe bakkerij en bakkerswoning uit 1448-1449 kregen een geleemd rieten dak. En in 1454, terwijl de nieuwe vleugels van het Catharinagasthuis leien daken kregen, werden ook nog rieten daken van andere bouwdelen hersteld.[928] Het afstrijken met leem van de onder- of bovenzijde van rieten (en strooien) daken verkleinde de brandgevoeligheid van het rieten (en strooien) dak.[929] Het bestrijken van de buitenzijde van een rieten dak lijkt in ons regenachtige klimaat echter minder voor de hand te liggen.[930] De bepaling dat het dak aan de binnenzijde met leem moest worden afgestreken zou kunnen duiden op lage huizen zonder een zoldervloer.[931] In het Leidse keurboek van 1406 werd bepaald dat elk huis zonder hard dak binnen een half jaar 'gheliemt' moesten worden.[932]

Een nog grotere brandveiligheid werd verkregen door het zogenaamde schindeldak.[933] Hierbij werd elk laag riet met leem bestreken, waardoor geleemde rietlagen een soort leiendak vormden.[934] De geleemde rietlagen hadden ongeveer een formaat van 90 x 25/20 cm. Vaak werd dit aan de binnenkant nog afgestreken met leem. In het Leidse keurboek van 1450 werd dit omschreven als: 'gheen huyse mit riet decken, ten sel gescindeldaect wesen, te weten bynnen den huysen ende op de vlechten geleymt'.[935] Dit betekende dat de huizen slechts met riet mochten worden gedekt als ze waren geschindelt, waarbij dan moest worden geleemd van binnenuit het huis en tegen de vlechtingen van de gevels.[936]

---

[926] Janse et al. 1990, 12. Het groeit zowel in zoet, zout als brak water.
[927] Janse et al. 1990, 22-32. Later zijn er ook metalen of kunststoffen bindmaterialen.
[928] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460. In 1583 was er sprake van riet, naast pannen en zoden voor het huis voor Pieter Cornelisz. Bakker; Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 3 en 5, ca. 1583. Het is onduidelijk waar dit riet voor werd gebruikt.
[929] De Vries 1988a, 1; Janse et al. 1990, 11-12 en Kipp 1990, 90.
[930] Hollestelle 1961, 61.
[931] Meischke 1988, 213.
[932] Meischke 1988, 231.
[933] Meischke 1988, 232 en Zantkuijl 1993, 21.
[934] Hollestelle 1961, 60-61 en Meischke 1988, 232.
[935] Hamaker 1873, 136-137.
[936] Hollestelle 1961, 60-61 en Meischke 1988, 232. De terminolgie rond schindel en schindelen is verwarrend. De aangehaalde tekst betekent volgens mij dat de huizen slechts met riet mochten worden gedekt als ze waren geschindelt, waarbij dan moest worden geleemd van binnenuit het huis en tegen de vlechtingen van de gevels. Het gaat hier dus om een geschindelt (geleemd) dak en niet om een geleemd dak van houten dakspanen. De tekst is volgens mij door De Boer in 1991 abusievelijk geïnterpreteerd als zou 'geschindeldaect' betekenen gedekt met hout; De Boer 1991, 39.

In het keurboek van 1508 stond het omschreven als 'van binnen, nae inhoudt der ouder kuere ende van buyten upte vlecht, zoe wanneer die decker een lage an leyt, zoe zal hij dat mi cleye leimen van lage te lage, tot dat tzelve huys up gedect is'.[937] Het Amsterdamse keurboek van 1413 maakte duidelijk dat de leemlaag ruim een duim dik moest zijn. Het keurboek van 1406 rekende het 'scindel van ride gehmaect' tot de harde daken, samen met leien en tegels.[938] Echter in de loop van de 16de eeuw werden de schindeldaken, net als de geleemde daken, tot de weke daken gerekend. Ze kwamen daarna in de keuren niet meer voor. Toch werd het lemen nog in 1843 door Storm van 's-Gravensande en 1871 door Van Grieken aangeraden om de brandbaarheid te verminderen.[939] In verband met de brandveiligheid gaf het stadsbestuur van Leiden subsidies op het vervangen van een week dak door een hard dak.[940] In de paragraaf Harddaksubsidie zal hierop worden ingegaan.

Naast riet werd in Nederland ook stro gebruikt als bedekking.[941] De bedekkingswijze komt overeen met die van riet. Het werd in de Leidse bronnen echter niet genoemd. Ook strodokken die onder pannen werden aangebracht om de openingen af te sluiten kwamen in de onderzochte bronnen niet voor.[942] Strooien dakbedekkingen werden vooral toegepast in het oosten van Nederland.[943]

Andere weke dakbedekkingen waren zoden en hout. Zoden, of plaggen, zijn met een schep afgestoken plakken stevig grasland of heidegrond.[944] Zoden werden in de onderzochte bronnen genoemd. Zo werd de nok van een vermoedelijk leien- of daktegeldak op een nieuwe ziekenzaal uit 1392-1396 van het Catharinagasthuis met zoden afgedekt.[945] En in 1583 werden op het huis voor Pieter Cornelisz. Bakker zoden gelegd, die waarschijnlijk waren bedoeld om de nok te verstevigen en te verzwaren.[946] Vaak werden de zoden vastgezet met pennen of latten.[947]

Hout kwam als dakbedekking voor in de vorm van spanen en beschot. Houten spanen als dakbedekking stonden ook bekend als 'schaliën', 'scindelen', 'docken', 'latten' of 'vuetlatten'.[948] De term schaliën werd in het verleden overigens ook gebruikt voor natuurstenen leien en de term schindelen betekende voor de 17de eeuw het maken van een leemlaag op riet of stro.[949] Houten dakspanen waren plankjes van voornamelijk eikenhout, circa 8-10 x 30-40 cm, die net als leien of daktegels, in een dubbele dekking werden bevestigd op latten of beschot.[950] De benaming 'vuetlatten' zou kunnen samenhangen met de lengte van ongeveer een voet.[951] Een zeldzame dakbedekking in het verleden was houten schotwerk of bebording. Dit werd waarschijnlijk voornamelijk gebruikt voor ondergeschikte bouwwerken als schuren en hokjes, en dan gepotdekseld en geteerd.[952] Houten dakbedekkingsvormen kwamen in de beschikbare Leidse bronnen niet voor.[953]

Van weke dakbedekkingen is bij het onderzoek naar de Leidse kapconstructies (nog) geen fysiek spoor aangetroffen. Dit komt door hun vergankelijkheid en waarschijnlijk voornamelijk door de Leidse keuren en harddaksubsidies die al sinds het begin van de 15de eeuw gericht waren op het vervangen van de weke dakbedekkingen door harde dakbedekkingen.

---

[937] Hamaker 1873, 276 en Meischke 1988, 232.
[938] Hamaker 1873, 8 en Meischke 1988, 232.
[939] Janse et al. 1990, 11.
[940] De Boer 1991, 39-41 en Dröge 2010.
[941] Beisterveld en Kok 1948, 22-23.
[942] Janse et al. 1990, 50 en Schellingerhout 2009, 30-31.
[943] Beisterveld en Kok 1948, 22 en Janse et al. 1990, 50.
[944] Beisterveld en Kok 1948, 23-24 en Janse et al. 1990, 52.
[945] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[946] Lunsingh Scheurleer et al. 1986, 133 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 3 en 5, ca. 1583.
[947] Janse et al. 1990, 52.
[948] Hollestelle 1961, 59-60; De Meyer en Van den Elzen 1982, 20-23; Meischke 1988, 233; De Vries 1988a, 2, Kipp 1990, 90 en De Vries 1994a, 42.
[949] Hollestelle 1961, 60 en Janse 1986, 25.
[950] Beisterveld en Kok 1948, 12-13; Hollestelle 1961, 59-60 en Janse 1989, 73.
[951] Hollestelle 1961, 59-60.
[952] Beisterveld en Kok 1948, 11-12.
[953] 'Geschindeldaect' had betrekking op lemen en duidde niet op een dekking met hout, zoals hiervoor uiteen is gezet.

**Dakleien**

211 Hooglandsekerk

212 Pieterskerk

213 Pieterskerk

214 Gravensteen

215 Zijlpoort

216 Morspoort

217 Breestraat 59

Een met leien gedekt dak was representatief en drukte een zekere welstand uit ten opzichte van riet of keramische bedekking.[954] De in Leiden in de onderzoeksperiode gebruikte leien waren voornamelijk afkomstig uit het Rijn- of Maasgebied. Er waren twee soorten leien die op verschillende wijze werden gedekt.[955] Een Rijndak werd gedekt met schubvormige leien in Rijndekking, ook wel Duitse dekking genoemd. Dit was een schuin oplopende dekking van enkel gedekte schubvormige Rijnleien, die slechts enkele centimeters overlapten. Een Maasdak werd gedekt met rechthoekige leien in Maasdekking. De rechthoekige Maasleien werden dubbel en in verband gedekt. Leien werden op horizontaal dakbeschot vernageld met twee of drie nagels per lei of met leihaken.[956] Een Maasdak tekent zich dus af op dakbeschot door rijen van horizontale nagelgaten en een Rijndak door rijen schuin oplopende nagelgaten. De maten van leien waren zeer uiteenlopend.

Het vervoer van leien ging over water en de verspreiding van de Rijn- en Maasdekking in Nederland is dan ook bepaald door de loop van de Maas en Rijn.[957] Dit is tevens een verklaring voor de naamgeving. Voor leien waren in Nederland twee grote stapelplaatsen: Dordrecht en Deventer.[958] Deventer en Utrecht voorzagen in de verspreiding van Rijnleien. Dordrecht is als stapelplaats alleen voor Maasleien van belang geweest. Bijzonder is de recente archeologische vondst in Dordrecht van een gedeelte van een beschoten kerkdak van rond 1350 (d) met daarop nog de contemporaine Rijndekking met leien uit Fumay.[959] Een globale inventarisatie van lei-toepassingen maakte duidelijk dat in Zuid-Holland de Maasdekking overheerst, maar dat rond Leiden zowel de Maas- als de Rijndekking voorkwamen.[960] Duitse leien werden in de onderzochte bronnen vermeld, maar in het algemeen minder vaak dan de Maasleien.

---

[954] De Meyer en Van den Elzen 1982, 24 en Janse 1986, 8 en 25.
[955] Janse 1986, 20-25 en Berends 1997, 1. De term koeverdak kan beter niet worden gebruikt als specifieke benaming omdat uit bronnen blijkt dat hiermee zowel een Rijn- als Maasdak werd bedoeld; Janse 1986, 20.
[956] Janse 1986, 58 en Berends 1997, 1. Maasleien konde eventueel ook worden vernageld op latten.
[957] Janse 1986, 29 en Berends 1997, 1.
[958] Janse 1986, 26 en 29.
[959] Nipius 2011.
[960] Janse 1986, 25-29 en Berends 1997, 1-2.

De oudste beschikbare archivalische aanwijzingen voor leien in Leiden zijn de rekeningen uit 1396 en 1398 over herstelwerkzaamheden aan het Catharinagasthuis.[961] In 1396 werden 12.000 'leynaghele' aangeschaft en in 1398 werd het dak van het koor van de kapel herdekt met leien. Het is helaas onduidelijk wat voor leien er waren toegepast.

De oudste aanwijzing voor Duitse leien in Leiden dateert uit 1407. De kooromgang van de Pieterskerk werd in dat jaar voorzien van leien die uit Utrecht werden gehaald door de leidekker.[962] De Pieterskerk werd in 1426 gedekt met leien uit Deventer.[963] In het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597 werd omschreven dat het werk gedekt moest worden met 'rins dack geseijt Coevers dack te weten Rynsche leyen, moesels off andernaeckels goet', dus via de Moesel of uit de Eifel via Andernach aangevoerd.[964]

Ook zijn er vroege aanwijzingen voor Maasleien. Voor de Leidse Pieterskerk werden in 1413 'Ludixe leyen'aangevoerd, dus via Luik over de Maas.[965] Deze leien waren afkomstig van de Fosse (=groeve) Martin in de omgeving van Fumay. In 1463 kreeg het Gravensteen deze leien: 'blaeu leyen, gehieten Martijn Vos', die aangevoerd werden uit Dordrecht.[966] De leien voor de nieuwe gasthuisvleugel van het Catharinagasthuis uit 1454 kwamen uit Dordrecht.[967] En nog in 1641 verkreeg het dak van de Marekerk leien uit Dordrecht.

Als gevolg van de omstandigheden rond de Tachtigjarige Oorlog werden ook leien uit Engeland ingevoerd, vooral uit Devon.[968] Zo was er bij de wijziging van de leidekking van de Marekerk in 1648-1649 sprake van 'Saycomse leyen', afkomstig uit Salcombe bij Plymouth.[969] Bij de Pieterskerk stonden in 17$^{de}$-eeuwse contracten en 18$^{de}$-eeuwse rekeningen 'Salscombse' leien.[970] In het herstelbestek uit 1775 voor de Leidse stadspoorten werden 'Schalcomse leijen' genoemd.[971] Het is onduidelijk of dit rechthoekige of schubvormige leien waren.

Deze voorbeelden hadden alle betrekking op representatieve gebouwen (afb. 211-217). Uit de catalogus blijken slechts enkele voorbeelden voorzien van horizontaal dakbeschot.[972] Drie hiervan zijn huizen, maar geen van deze drie hebben (nog) een leidak. Door vondsten tijdens de restauratie werd duidelijk dat op Pieterskerkgracht 9 uit 1620 Duitse leien hebben gelegen.[973] Problematisch bij onderzoek is dat nauwelijks vast te stellen is of het beschot authentiek is en of er lei op gelegen heeft. Uit dakdeksubsidiegegevens van 1449 tot 1488 is bekend dat van de 1346 uitbetalingen er 504 subsidies voor leien werden verstrekt.[974] Dit zullen ook subsidies voor representatieve gebouwen geweest zijn, maar het zijn er zoveel dat het ook betrekking zal hebben gehad op huizen. Er moeten dus meer voorbeelden van voorname huizen met een leidak zijn geweest, maar dit toont zich niet in de gedocumenteerde voorbeelden in de catalogus. Mogelijk is dit verklaarbaar door de grote populariteit van de latere oud-Hollandse dakpan, die het veel duurdere en onderhoudsgevoeliger leidak kan hebben verdrongen.[975]

---

[961] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[962] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.
[963] Janse 1986, 26.
[964] Janse 1986, 26 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[965] Janse 1986, 25.
[966] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Vestmeestersrekeningen, 1460-1465.
[967] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[968] Janse 1986, 26 en Berends 1997, 1.
[969] Janse 1986, 26 en Steenmeijer 2005, 178.
[970] Dröge en Veerman 2011, 18.
[971] Janse 1986, 26-27.
[972] Het Gravensteen, Pieterskerkhof 6, uit 1463, het Rijnlandhuis, Breestraat 59, uit 1597, Pieterskerkgracht 9 uit 1620, Rapenburg 65 uit 1623, Rapenburg 67 uit 1623 en de Waag, Aalmarkt 21, uit 1657-1659.
[973] Vriendelijke mededeling Jan Dröge, die bij de restauratie omstreeks 1980 bouwkundige medewerker was.
[974] De Boer 1991, 40-41 en Baar 1994, 25.
[975] De Meyer en Van den Elzen 1982, 24. Voorbeelden van leidaken waarop later dakpannen zijn aangebracht zijn de 15$^{de}$-eeuwse vleugels van het Catharinagasthuis, Breestraat 66, vleugel Catharinagasthuis, 1570 en Pieterskerkgracht 9, voorhuis, 1620.

**Daktegels**
De middeleeuwse Leidse huizen met een hard dak zullen gewoonlijk gedekt zijn geweest met daktegels, zogenaamde 'teghelen'.[976] Deze werden direct buiten Leiden geproduceerd, terwijl leien van ver moesten worden ingevoerd. Tot in de 20ste eeuw was langs de Oude Rijn een bloeiende grofkeramische industrie.[977] Daktegels, met hun platte, dunne en rechthoekige vorm, waren het eenvoudigste keramische dakbedekkingsmateriaal, geschikt voor een hard dak. De daktegel kan zijn voortgekomen uit het dakbedekkingsysteem uit de Romeinse periode van vlakke tegulae met opstaande randen en de afdekkende halfronde imbrices.[978] Het Romeinse systeem, geschikt voor een flauwe dakhelling, had geen nok, in tegenstelling tot alle Noord-Europese gebakken dakbedekkingssystemen, die vrijwel altijd voorzien waren van een nok om te kunnen blijven hangen op het dak met een grotere dakhelling. De daktegel, met een nok voor het ophangen, kan ook zijn afgeleid van de gebakken vloertegel.

De introductie van het 'nieuwe' gebakken dakbedekkingsysteem zou globaal rond 1000 hebben plaatsgevonden.[979] In Duitsland zou de daktegel door bisschop Bernward van Hildesheim (993-1022) zijn uitgevonden, maar waarschijnlijker is dat dit betrekking had op de Duitse 'Krempziegel' of 'Breitziegel', in Nederland bekend als de 'Hildersheimerpan'. Vroege Nederlandse daktegels zijn aangetroffen bij de opgraving van de Groningse St.-Walburgkerk. Deze vijf- en vierhoekige daktegels met een afmetingen van 30 x 30 x 2 cm waren vermoedelijk 13de-eeuws. Daktegels waren dubbel dekkend met in het algemeen een behoorlijke (twee-derde) overlap.[980] Daktegels hadden vaak een nok, boven aan de achterzijde, om ze op te hangen aan panlatten en soms nagelgaatjes.[981] Daktegels werden dus gehangen, vernageld en/of vermetseld. Uit archeologische vondsten in 's-Hertogenbosch wordt aangenomen dat de oudste daktegels (in de 13de eeuw tot het midden van de 14de eeuw) slechts werden vernageld, aangezien zij een spijkergat hadden en geen sporen van mortel vertoonden. Vanaf het midden van de 14de eeuw kwamen er daktegels voor zonder spijkergat en die dus met kalkmortel werden vermetseld. Het Bossche onderzoek heeft ook duidelijk gemaakt dat de oudste daktegels met een lengte van 27 cm slechts voor de onderste negen cm waren voorzien van loodglazuur en dus een overlap van tweederde kenden. Vervolgens verkleinde in 's-Hertogenbosch het formaat tot circa 24 x 14 x 1,5 cm in de 15de eeuw.[982] In Utrecht waren in de 13de tot de 16de eeuw de gangbare daktegels ongeveer 26 x 16 x 1,5/2 cm groot en uitgevoerd met een ophangnok. Deze tegels werden, met een tweederde overlap, opgehangen aan panlatten op een onderlinge afstand van circa negen cm en waren in het algemeen met mortel aangesmeerd.[983] In Engeland zijn zogenaamde vent tiles bekend, iets gebolde daktegels, waardoor de rook van een eventueel open vuur toch uit het huis met een tegeldak kon ontsnappen.[984]

In Leiden zijn in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO meerdere vondsten van middeleeuwse dagtegels aanwezig (afb. 218-221). Deze daktegels hebben alle (sporen van) een nok en geen nagelgaten. Veel daktegelfragmenten zijn bodemvondsten. Bij ontgravingen in de Waag, Aalmarkt 21, in juli 2014 werden in een voormalige osendrup veel fragmenten van daktegels aangetroffen.[985] Deze daktegels hebben een breedte van 15,1 tot 15,6 cm en een gereconstrueerde lengte van 23 cm. De dikte ligt tussen 1,5 en 1,8 cm, maar is over het algemeen 1,6 cm. De gevonden fragmenten hebben alle één ophangnok, breedte 3,7-4,5 cm en dikte 1,8-2,1 cm. De nok is aan de ophangkant vlak en recht gemodelleerd. De nok is onderdeel van de kleimassa voor het bakken en is er niet later aangezet. De onderzijde van de tegel is ruw en bezand. De bovenzijde is gladder, vermoedelijk door het afstrijken tijdens het fabriceren. De zijkanten lijken soms bijgesneden.

---

976 De Baar 1994, 25.
977 Van der Kloes 1925a, 39.
978 De Vries 1988a, 2-3.
979 De Vries 1988a, 3 en 11-12 en Cleijne et al. 2017, 316.
980 De Vries 1988a, 4.
981 Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 163.
982 De Vries 1988a, 4.
983 Kipp 1990, 93-95.
984 Barnwell en Adams 1994, 126.
985 Deze fragmenten zullen worden opgenomen in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO en dan zal een vondstnummer worden toegekend.

Af en toe zijn op de daktegels vingerafdrukken aanwezig als sporen van het fabricageproces. De kleur varieert van licht oranje tot rood-grijs, wat vermoedelijk het gevolg is geweest van een verschillende baktemperatuur door de positie in de oven en/of meer of minder zuurstof tijdens het bakken. De gevonden fragmenten hebben geen sporen van glazuur of mortel. Dit laatste kan het gevolg zijn van eeuwenlang verblijf in de ondergrond, waarbij de kalkmortel kan zijn losgeraakt. De muren aan beide zijden van de osendrup werden op basis van de bakstenen globaal gedateerd in de 14$^{de}$ eeuw.[986] De daktegels zullen gelegen hebben op (één van) de bijbehorende huizen en dus hoogstwaarschijnlijk dateren uit de 14$^{de}$ eeuw, hoewel het niet uit sluiten was dat de tegels later op de daken van de al bestaande huizen werden aangebracht.

218 Aalmarkt 21, 14$^{de}$ eeuw?

219 Breestraat 76, rond 1300?

220 Breestraat 90, 13$^{de}$/14$^{de}$ eeuw?

Bij de opgraving bij Breestraat 76 werd als losse vondst een daktegelfragment geborgen.[987] Het oranjerode fragment is uitgevoerd met één nok en 1,6 cm dik.[988] Door het beperkte fragment is de omvang van de daktegel niet vast te stellen, evenals sporen van eventuele glazuring. Het fragment vertoont wel sporen van mortel en was dus waarschijnlijk vermetseld. De funderingen werden gedateerd in de vroege 14$^{de}$ eeuw (rond 1300), mogelijk is dit ook de datering van deze daktegel.[989]
Bij een onderzoek in Breestraat 90 werden meerdere fragmenten van daktegels aangetroffen.[990] Deze daktegels hebben een breedte van 16/16,2 cm en de dikte ligt tussen 1,4 en 1,8 cm. De lengte is niet vast te stellen. Er werd één fragment gevonden met een ophangnok, breedte 3,7 cm, dikte 2 cm en hoogte 0,8 cm. De nok is aan de ophangkant vlak en recht gemodelleerd. De onderzijde van de tegel is ruw en bezand en de bovenzijde glad. Ook op deze daktegels zijn af en toe vingerafdrukken aanwezig. De kleur is licht oranje. Sommige fragmenten hebben sporen van een gelige, doorzichtige glazuur. In de voorkomende gevallen is dit de onderzijde van de daktegel. De strook glazuur is circa 9-10 cm hoog. Dit betreft vermoedelijk iets meer dan éénderde van de totale lengte van de daktegel, zoals de voorbeelden in ’s-Hertogenbosch en Utrecht aangeven. De lengte van deze daktegels kan, uitgaande van een overlap van circa 8,5-9 cm, worden gereconstrueerd op circa 25,5-27 cm. Er werd ook een fragment gevonden met een ongeglazuurde onderzijde, van het formaat ? x 15,2 x 1,8/1,9 cm.
Op de fragmenten zijn vage sporen van mortel waarneembaar, waaruit met enige voorzichtigheid kan worden aangenomen dat deze tegels waren vermetseld. De lagen waaruit de daktegels werden verzameld dateren globaal uit de 13$^{de}$ en 14$^{de}$ eeuw.[991]

Deze daktegels maken dus duidelijk dat in de 13$^{de}$ en 14$^{de}$ eeuw in Leiden daktegels van het formaat van circa 25,5/27 x 15/16 x 1,4/1,9 cm werden toegepast, geglazuurd en ongeglazuurd en met één ophangnok.

---

[986] Zie dossier Aalmarkt 21 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[987] Jezeer 2013, 33.
[988] Dit fragment is opgenomen in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO met vondstnummer MZ00088.
[989] Jezeer 2013, 25-26, 33 en 35.
[990] Deze fragmenten zullen worden opgenomen in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO en dan zal een vondstnummer worden toegekend.
[991] Orsel et al. 2016.

Bij een opgraving op de Garenmarkt werden in 2017 als losse vondsten resten van daktegels aangetroffen. Deze hadden geen directe context meer, maar gezien de opgraving zijn ze globaal in de 14de tot in de 16de eeuw te dateren. De afmeting van deze daktegels is 23,3 x 13,7 x 1,2/1,3 cm.[992] Ze zijn niet voorzien van glazuur en hebben één ophangnok.

221 Daktegel opgraving Garenmarkt, 14de-16de eeuw?

Geglazuurde daktegels waren waarschijnlijk duurdere varianten, waarmee een status- of siereffect kon worden bereikt.[993] De glazuurlaag had tevens het praktische voordeel dat regenwater veel moeilijker kon indringen en de tegels veel langer meegingen. Het glazuur kon in vier kleuren voorkomen (rood, geel, groen en zwart) waarmee een éénkleurig dak of een dak met sierpatronen kon worden gemaakt. Op basis van de gevonden daktegelfragmenten en de voorbeelden elders lijkt het erop dat de oudste 13de-eeuwse daktegels een iets groter formaat van 25,5/27 x 15/16 x 1,4/1,9 cm hadden. Omstreeks 1400 werd de tegel iets kleiner, met een formaat van 23/24 x 15 x 1,5/1,9 cm. Vervolgens werd de tegel vooral dunner, maar ook nog iets smaller, met het formaat 23,3 x 13,7 x 1,2/1,3 cm. De in Leiden toegepaste daktegel was van lokaal geproduceerd oranje-roodgebakken aardewerk, meestal ongeglazuurd en uitgevoerd met één ophangnok.

In de volgende paragraaf worden de dakdeksubsidies die het stadsbestuur van Leiden heeft verstrekt behandeld en zal duidelijk worden dat omstreeks 1545 de daktegel (en de rietdekking) werd verdrongen door de dakpan.[994] De zeer praktische en veel lichtere enkeldekkende dakpan kreeg zeer snel de voorkeur boven de dubbeldekkende daktegel en in Leiden zijn geen daktegeldaken bewaard gebleven.[995] Van de zogenaamde platte pannen uit circa het tweede kwart van de 16de eeuw, die in Amsterdam werden opgegraven en die de experimentele enkeldekkende opvolger zou kunnen zijn van de dubbel dekkende daktegels, is in Leiden vooralsnog geen spoor aangetroffen.[996]

**Harddaksubsidie**

De met riet gedekte huizen waren uiteraard zeer brandbaar. In een stedelijke context waar de huizen vrijwel tegen elkaar stonden was het gevaar groot dat door brandoverslag hele stadswijken konden afbranden. Leiden is van een omvangrijke stadsbrand gespaard gebleven, kleinere stadsbranden hebben wel plaatsgevonden, zoals in 1319 en 1381.[997] Bij de brand in 1381 brandden ongeveer 20 huizen af, inclusief het 'raethuys'. De laatste 'grote' stadsbrand in Leiden vond plaats op 14 augustus 1545 aan de Hogewoerd.[998] Op 2 oktober 1593 woedde, buiten de stad, nog een brand in een stadsdeel, net voor de Wittepoort.[999] De stedelijke groei met verdichting van de bebouwing leidde tot een toenemend brandgevaar. Het Leidse stadsbestuur trachtte met allerlei bepalingen en keuren de brandveiligheid van de stad te verbeteren. In de Leidse keur uit 1406 werd al voorgeschreven dat nieuwe huizen, met wanden hoger dan 16 voet (ca. 5 m.) een hard dak moest krijgen.[1000]

---

[992] Deze daktegel zal worden opgenomen in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO en dan zal een vondstnummer worden toegekend. De vindplaats is opgraving Garenmarkt, ter hoogte van Raamsteeg 97. De daktegel met afgebroken hoekjes weegt 794 gram en gereconstrueerd ca. 850 gram.
[993] Kipp 1990, 93.
[994] De Baar 1994, 28-30. Dit is gebaseerd op de Vroedschapsresolutie van 16 september 1545, waarin staat, nadat pensionaris mr. Jacob de Milde voorgedragen had dat de subsidie ('profijt') op hard dak (de 'tegelen') te laag was, 'ende indien tselfde profijte verhoecht ende vermeerdert worde datter meer huysen mit tegelen ofte pannen gedect souden worden, bijsonder die alsnu mit riet gedect zijn.' En in het besluit dat daarna werd genomen staat dat er voortgang moest worden gemaakt in verband met die subsidie 'zoewel van den tegelen als van den pannen'. Vriendelijke mededeling archivist Piet de Baar. Dröge noemde 1546 als eerste jaar waar voor het eerst in Leiden worden genoemd, maar dit is uitsluitend gebaseerd op de dakdeksubsidie-rekeningen; Dröge 2010, 271.
[995] De Vries 1988a, 7-12 en Schellingerhout 2009, 19-31.
[996] De Vries 1988a, 12.
[997] Van Maanen 2002, 52 en Dröge 2006, 44 en noot 5.
[998] De Baar 1994, 26.
[999] Dröge 2010, 271.
[1000] Meischke 1988, 217.

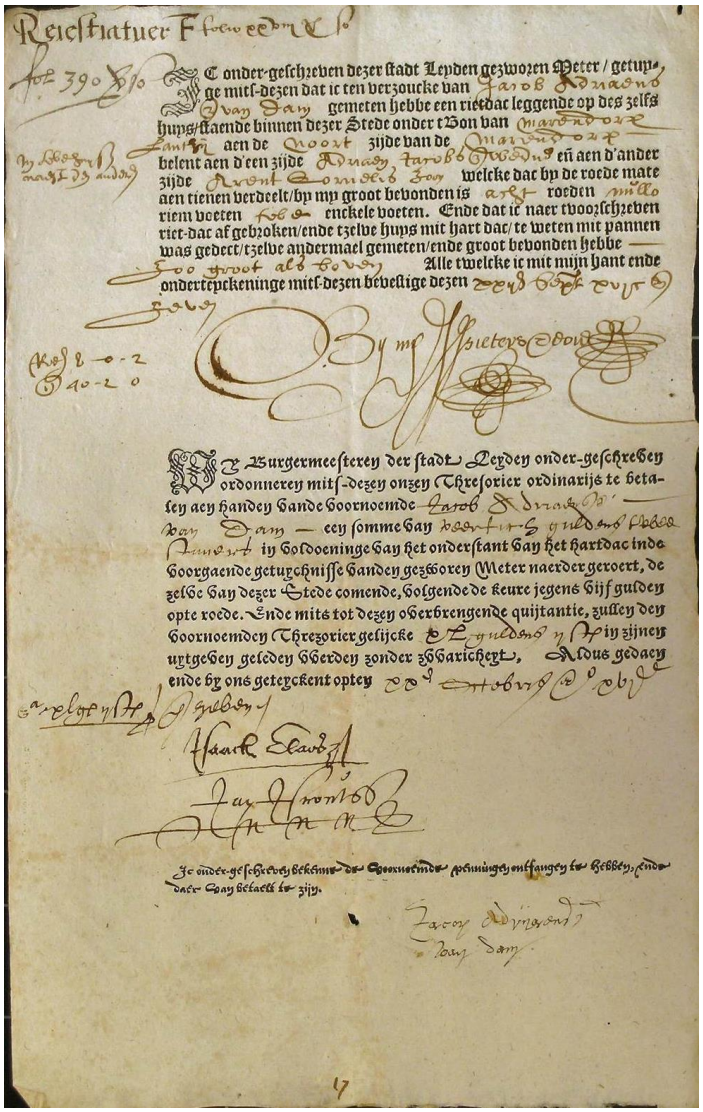
De Leidse stadssecretaris Jan van Hout noemde in zijn 'Afkeuringe van alle rietdaken ende vermeerderinge van de brantkeuren' uit 1593 dat al in 1292 de eerste bepalingen met betrekking tot brandveiligheid door de stad werden genomen.[1001] Het zou dan ook al vanaf de 13de eeuw zijn vastgelegd dat elk huis met gevels van meer dan 16 voet met een lei- of tegeldak gedekt moest zijn. Het stadsbestuur stuurde door middel van keuren bij wanneer de gelegenheid zich voordeed. Er was bijvoorbeeld een reeks van keuren uit 1444, 1446, 1447 en 1450, waarbij het stadsbestuur een toenmalige bouwgolf aangreep om brandveiligheidseisen af te kondigen en aan te scherpen.[1002] De keur van 1444 bepaalde dat nieuwe en te renoveren huizen met een zijgevel van meer dan 14 voet hoog (bijna 4,40 m.) met een 'harden dake' moest worden gebouwd. Huizen lager dan 14 voet mochten nog een week dak houden, zolang dit maar met leem afgestreken was.[1003]

De stad Leiden begon in 1446 met een subsidieregeling om burgers bij het vervangen van rietdaken door harde lei- of tegeldaken financieel te ondersteunen.[1004] Hiervoor was een subsidiebedrag van een pond 'payment' per vierkante roede beschikbaar.[1005] In 1447 werd de zijgevelhoogte, waarbij een hard dak verplicht was, aangescherpt en verlaagd tot 9,5 voet (bijna drie m.).[1006] Het subsidiebedrag voor nieuwbouw bleef gelijk, nu omschreven als 20 schellingen en voor renovatie werd het 24 schellingen. In 1450 werden het voor alle gebouwen geheel verboden houten gevels of rieten daken nieuw te bouwen of te vernieuwen, ''woenhuyse, turfhuysen, schueren, loedzen off schoeten, sij sijn groet of cleyn, hoge of lage'.[1007] Het stadsbestuur ging nog verder en kondigde af dat door een 'lootinge ende cavelinge' elk jaar een aantal huizen geheel moest worden vervangen door evenveel nieuwe huizen met stenen gevels en een hard dak. In 1462 werd de subsidieregeling aangepast. Voor nieuwbouw met 'teghelen' was het subsidiebedrag 20 schellingen (= één pond). Voor het vervangen van riet door 'teghelen' stond 24 schellingen (= één pond en vier stuivers). Het subsidiebedrag voor een nieuw leidak was 48 plakken (= drie pond en vier stuivers) en voor het vervangen van daktegels door leien 36 plakken (= twee pond en acht stuivers). Uit de veel hogere subsidiebedragen voor lei kan worden afgeleid dat het stadsbestuur streefde naar leien daken.[1008] De kostbare leien daken verhoogden, naast de brandveiligheid, de status van de huizen en dus van de stad.[1009]

De Boer behandelde de dakdeksubsidiegegevens uit 23 boekjaren tussen 1449 en 1488.[1010] Er werden 476 subsidies verstrekt voor nieuwbouw met daktegels, 366 voor het vervangen van een rietdak door daktegels, 377 voor nieuwbouw met leien (of vervangen van riet door leien) en 127 voor het vervangen van daktegels door leien. Uit de gegevens kan worden afgeleid dat er vooral in de periode 1449-1478 veel bouwactiviteit was. Na 1488 ging het economisch minder en werd er minder gebouwd en dus minder subsidie toegekend. In de jaren '30 en '40 van de 16de eeuw werden wel weer subsidies verstrekt, maar dit betroffen vooral harde daken van tegels. In 1545 was er bij een voorstel over het verhogen van de subsidie naast de bekende teghelen voor het eerst sprake van pannen. Na het vaststellen van een nieuwe keur in december 1545 volgden, naast subsidies voor tegels, veel uitbetalingen voor nieuwe pannendaken.[1011] Het keurboek van 1545 noemde voort het eerst ook pannen onder het materiaal voor harde daken.[1012] In juli 1546 werd het Jan Jansz., scheepmaicker, toegestaan om in Marendorp op een ledig erf binnen de stad een 'nieuwe neringe', een 'pannebackerie', te bouwen, om pannen te vervaardigen 'daer men huijsen mede decket'.[1013] De nieuwe keur met subsidieregeling en de aanwezigheid van een pannenbakkerij hebben het gebruik van dakpannen gestimuleerd.

---

[1001] Dröge 2010, 271.
[1002] Van Oosten 2014, 212.
[1003] De Boer 1991, 39.
[1004] Dröge 2010, 270
[1005] De Boer 1991, 39.
[1006] Hamaker 1873, 137 en De Boer 1991, 39. Meischke noemt abusievelijk 8,5 voet; Meischke 1988, 115.
[1007] De Boer 1991, 39-40 en De Baar 1994, 25.
[1008] De Baar 1994, 25.
[1009] In Utrecht gold hetzelfde en kreeg men voor duurdere een hogere subsidiebijdrage; Kipp, 1990, 86 en 91.
[1010] De Baar 1994, 25 en De Boer 1991, 40-41.
[1011] De Baar 1994, 27-29.
[1012] Meischke 1988, 234.
[1013] De Baar 1994, 28-29.



Na de eerste vermeldingen van pannen was het snel afgelopen met uitbetaling van subsidies voor daktegels. In 1546 kwamen nog twee keer uitbetalingen voor daktegels voor en vanaf 1547 slechts voor pannen, naast enkele subsidies van dakleien.[1014] In 1593 volgde de 'Afkeuringe van alle riet-daken ende vermeerderinge vande brantkeuren' en hiermee werd bepaald dat alle nog bestaande rietdaken moesten worden vervangen.[1015] Stelselmatig werden alle 17 stadswijken, de zogenaamde 'bonnen' gecontroleerd en werd bevolen de rietdaken om te zetten in harde daken, waarvoor nog steeds subsidies voor werden verstrekt. In 1594 werd begonnen met het bon Wanthuis en voor 1610 stond als laatste het bon Overmare landzijde op de rol. Het aantal aanvragen was zo groot dat een gedrukt standaard formulier werd ontwikkeld (afb. 222). De laatste dakdeksubsidie werd in Leiden verstrekt in 1618. Het beleid zal succesvol zijn geweest want vanaf het beleg van 1574 tot aan 1618 werden 2251 subsidies verstrekt terwijl het aantal huizen groeide van circa 2700 naar circa 5000 huizen.[1016] Dus voor zowel verbouw als nieuwbouw werd bijna de helft gesubsidieerd.

222 Ingevuld voorgedrukt aanvraagformulier voor 'hart dac' subsidie betreffende vervangen rietdak door pannendak Haarlemmerstraat 254, door Jacob Adriaensz. van Dam in 1607 (ELO)

De harddaksubsidies die werden uitgekeerd door het stadsbestuur geven inzicht in de gebruikte dakbedekkingen in de 15de, 16de en begin van de 17de eeuw. Eén van de oudste voorbeelden van een geregistreerde harddaksubsidie was die voor het Romaklooster uit 1449.[1017] In dat jaar ontvingen de nonnen subsidie voor 23 roeden nieuw tegeldak en in 1452 nogmaals.[1018] Dit was twee keer ruim 326 vierkante meter en dat zal betrekking hebben gehad op de hoofdvleugel langs het Rapenburg.[1019] In 1506 kregen ze nogmaals subsidie voor het vervangen van een tegeldak door leien (20,5 roeden).[1020]

---

[1014] Vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge.
[1015] Dröge 2010, 270-274.
[1016] Dröge 2010, 274. In totaal zijn er 5223 harddaksubsidies uitbetaald. Tot het beleg van 1574 2972 uitbetalingen en na het beleg 2251; lezing Jan Dröge op de Tagung van de Arbeitskreis für Hausforschung e.V. in Leiden op 30 september 2010.
[1017] Lunsingh Scheurleer et al. 1988b, 426-427.
[1018] 'Item den zusteren van Romen op Rapenburch van 23 roeden tegeldacx'; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge.
[1019] Vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge.
[1020] 'Item 't convent van Room op Rapenburch van 20½ roeden leydacx dat zij hebben doen decken ende tevoeren mit tegelen gedect was'; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge en Lunsingh Scheurleer et al. 1988b, 426-427.

De nieuwe gasthuisvleugel uit 1454 van het Catharinagasthuis werd gedekt met leien, waarvoor een subsidie werd verstrekt voor een nieuw hard dak, dat binnen een jaar moest worden gedekt met leien.[1021] In 1487/1488 ontving de eigenaar van Breestraat 115 subsidie voor het afbreken van een bestaand rietdak en het bedekken van dit dak met tegels.[1022] De St.-Pancraskerk kreeg in 1545 subsidie voor het vervangen van een rietbedekking op de tijdelijke noodkap door leien.[1023] In 1546 werd subsidie verleend voor pannen op een nieuwe pannenbakkerij met woonhuis en ook voor het vervangen van riet door pannen op een bestaande pannenbakkerij. In datzelfde jaar kreeg rietdekker Hubrecht Dircxz. een bedrag voor een tegeldak op zijn keuken, het vervangen van riet door pannen op een stal en pannen op zijn huis.[1024] De gasthuismeesters van het Catharinagasthuis kochten in april en september 1570 percelen aan voor de bouw van een nieuwe vleugel. Ondertussen verzochten ze de stad blijkbaar ook om een financiële bijdrage. Op 23 juli 1570 besloot het stadsbestuur een harddaksubsidie voor leien aan de gasthuismeesters te verstrekken, dat al op 9 november 1570 werd uitbetaald.[1025] Hierbij valt op dat er al subsidie werd betaald voordat het gebouw klaar was. De kapdatum van het hout van de kapconstructie van deze nieuwe vleugel werd dendrochronologisch bepaald op 1569.[1026] Dit hout zal dus vrijwel na kap in of direct na 1570 in de kap zijn toegepast.

Gecombineerde gegevens van harddaksubsidies en bouwhistorisch onderzochte kappen lijken erop te duiden dat bij wijziging van riet naar pannen de constructie van een rietgedekt dak niet voldeed voor een pannendak en moest worden vernieuwd. Dit valt af te leiden van een aantal objecten in de catalogus waarvan de rietgedekte daken met subsidie werden vervangen door pannen, naar aanleiding van de aangescherpte regels en de ‘Afkeuringe’ uit 1593. Het betreft Breestraat 135 in 1595, Lokhorststraat 16, de Latijnse school in 1599, Oude Rijn 25 in 1599 en Donkersteeg 5 in 1602.[1027] Deze objecten hebben alle een in die tijd vernieuwde kapconstructie. De bestaande kapconstructie van een rietgedekt dak was vermoedelijk niet geschikt voor een nieuwe dakbedekking met pannen. Het gevolg van de aangescherpte regelgeving, inclusief de ‘afkeuringe’ en harddaksubsidie na 1593 was een intensieve vernieuwing van Leidse daken en kapconstructies.

**Dakpannen**

De dakpan is een bekend Nederlands dakbedekkingsmateriaal, al eeuwenlang. Het is, net als de daktegel, een keramisch product en dus geschikt voor een hard, brandveilig dak. De middeleeuwse dakbedekking van zogenaamde boven- en onderpannen worden beschouwd als het oudste type keramische pan sinds de Romeinse tijd.[1028] Deze kwamen waarschijnlijk voor vanaf het einde van de 13$^{de}$ eeuw.[1029] De oudste benaming in bronnen was in de 14$^{de}$ eeuw ‘decstenen’, later in die eeuw werden ze ‘pannen’ genoemd. De naam pan werd mogelijk ontleend aan het woord voor een komvormige holte, vergelijkbaar met een duinpan of hersenpan. Net als de andere middeleeuwse keramische dakbedekkingsmaterialen hadden de boven- en onderpannen, in tegenstelling tot de Romeinse dakbedekking, een nokje om weerstand te kunnen bieden aan afglijden als gevolg van de grotere dakhelling. De boven- als onderpannen waren iets versmallende halfronde pannen. De onderpan had een nok voor het hangen aan de panlatten. De bovenpan had een laag nokje waar de volgende hoger gelegen bovenpan tegen aansloot.

---

[1021] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[1022] Van Berge Henegouwen 2000, 6-7. Ook in 1562 subsidie voor hard dak; Van Berge Henegouwen 2000, 10.
[1023] De Baar 1994, 27-28.
[1024] De Baar 1994, 29.
[1025] Brandenburgh et al. 2010, 317-319 en ‘Betaelt die gasthuysmeesteren van Ste Catrijnengasthuys van 28 roeden leydacx over tvoors. gasthuys gedect’; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge.
[1026] Zie catalogusblad Breestraat 66, vleugel Catharinagasthuis, 1570.
[1027] Ook van Langebrug 63 is dit bekend uit 1598; ‘noch betaald aan handen van erfgenamen van Pouwels Willemsz. van Toornvliet een somme van 67 gls. twee stuivers en 15 penningen uit zake zij van haar huizinge staande binnen deze stede opte Vollersgraft afgebroken ende weder met pannen gedaan decken hebben de nombre dertien roeden vijf riemvoeten ende twee enkele voeten (ca. 185 m 2) rietdecken volgende dat er statue als voren die men hier ordineert ende criteert overlevert hier zulks de zelve’; Tresoriers rekening 1598, SA II (1574 -1816), inv. nr. 7467 fol. 236v. Met dank aan onderzoeker Reint Meijer.
[1028] De Vries 1988a, 2-6. De boven- en onderpannen werden sinds de 19$^{de}$ eeuw ook wel monniken en nonnen genoemd; Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 163.
[1029] De Vries 1988a, 12-13 en Mombers 2000, 10-11.

Op de, met zijn holle zijde boven, onderpan werd de, met de bolle zijde boven, bovenpan met mortel vermetseld.[1030] Het systeem van boven- en onderpannen kwam vooral voor Noord- en Oost-Nederland.[1031] In Leiden zijn, zowel bij historisch, bouwhistorisch als archeologisch onderzoek, vooralsnog geen aanwijzingen voor of sporen van zogenaamde boven- en onderpannen aangetroffen, zodat kan worden aangenomen dat deze in Leiden zeer waarschijnlijk niet zijn toegepast.

In de IJsselstreek vond in de tweede helft van de 15de eeuw een ontwikkeling plaats van de dubbele dekking met boven- en onderpannen naar een enkele dekking.[1032] Het grote voordeel van een enkele dekking was de veel geringere massa van de dakbedekking. De eerste enkeldekker was de zogenaamde quackpan.[1033] Dit was een onderpan gecombineerd met een ongeveer een halve bovenpan. Hierdoor kon de quackpan gewoon worden verwerkt met de gangbare boven- en onderpannen. In de bronnen met betrekking tot harddaksubsidie in Zwolle kwamen ze voor sinds 1466. Vanaf 1500 kwam er een nieuwe pan, die in de Zwolse subsidielijsten in 1511 'nye zwolsche pannen brede' werden genoemd. In 1513-1514 was er sprake van 'nyer pannen'. Uit de omschrijving is afgeleid dat deze nieuwe pannen breder waren dan de gangbare onderpannen of quackpannen. Op basis van vondsten en bronnen werd vastgesteld dat de breedtemaat van de pan zich in de eerste helft van de 16de eeuw ontwikkelde van circa 19 cm naar circa 25 cm. De lengte varieerde van circa 32 cm tot circa 42 cm. Deze golfpan betrof de zo bekende Hollandse dakpan, of oud-Hollandse dakpan, zoals deze later werd genoemd met de opkomst van de machinale pannen. Volgens De Vries was Zwolle de bakermat van de enkeldekkende pan, de quackpan uit 1466 en lag ook de herkomst van de golfpan in de IJsselstreek, mogelijk ook in Zwolle.[1034] Naast de 'nye zwolsche pan' was er in de Zwolse subsidielijst uit 1511 ook sprake van 'pannen vriesch'. Dit waren andere vlakke enkeldekkende pannen, die ook bekend stonden als de Hildesheimerpan of krempziegel.[1035] Ook deze pan zou voornamelijk in het noordoosten van Nederland zijn toegepast. In Amsterdam is vanuit een archeologische context een andere vorm van een vroege enkelvoudige dakbedekking bekend. Deze platte pan van circa 25 cm breed, met een driehoekige opstaande rand aan de ene zijde en een wel aan de andere zijde, zou dateren uit het tweede kwart van de 16de eeuw.[1036] Op basis van zijn platte vorm lijkt het logisch dat deze platte pan zich heeft ontwikkeld vanuit de daktegel. Vooralsnog zijn er geen experimentele vormen van enkel dekkende pannen als de quackpan, de Hildesheimerpan of de platte pan bekend uit een Leidse context. Uit de gegevens kan worden geconcludeerd dat voor de geboekstaafde opkomst van de oud-Hollandse pan in de 16de eeuw in Leiden dus blijkbaar alleen gebakken daktegels, natuurleien en in het begin geleemde en geschindelde rietdaken beschikbaar waren voor een zogenaamd 'hard' dak.

Vanuit de Leidse dakdeksubsidiebronnen is duidelijk geworden dat in 1545 voor het eerst sprake was van pannen, naast de al bestaande gesubsidieerde dakbedekkingen van daktegels en leien. In Gouda werden pannen in de keuren genoemd in 1534, in Amsterdam in 1544, Rhenen 1546, Den Briel 1548, Hoorn 1550, Eindhoven 1554 en Brouwershaven 1567.[1037] In 1546 verzocht Jan Jansz., 'calcberner buyten de Zijlpoorte' aan de Leidse Vroedschap of hij een pannenbakkerij mocht bouwen, 'daer men huysen mede decket'.[1038] Dit werd hem echter verboden, maar na herhaald verzoek werd hem toegestaan een 'pannebackerie' op een ledig erf binnen de stadsmuren op te richten. Hij kreeg zelfs een dakdeksubsidie voor het dak van de pannenbakkerij. In de onderzochte rekeningen en bestekken kwamen pannen voor het einde van de 16de eeuw niet voor. Het oudste voorbeeld betreft het huis voor Pieter Cornelisz. Bakker.[1039] Het dak werd omstreeks 1583 bedekt met zoden, riet en pannen, waarbij de pannen werden aangestreken.

---

[1030] De Vries 1988a, 5-6.
[1031] De Vries 1988a, 12-13 en Mombers 2000, 10-11. In het IJsselgebied hadden de pannen een gemiddelde lengte van 31 cm en in Noord-Nederland gemiddeld 41 cm; De Vries 1988a, 5.
[1032] De Vries 1988a, 7-12.
[1033] De Vries 1988a, 7-9. Een quack zou wel (golf) betekenen; Mombers 2000, 12 en Schellingerhout 2009, 28.
[1034] De Vries 1988a, 8-11.
[1035] De Vries 1988a, 11-12 en Schellingerhout 2009, 28.
[1036] De Vries 1988a, 12. De pan zal van elders afkomstig zijn want in Amsterdam werden, voor zover bekend, geen pannen gebakken; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Gabri van Tussenbroek.
[1037] De Vries 1988a, 9.
[1038] De Baar 1994, 28-29.
[1039] Lunsingh Scheurleer et al. 1986, 133 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 3 en 5, ca. 1583.

In 1592 moest het huis aan het Rapenburg voor Hoogerbeets uit 1592 worden gedekt met pannen.[1040] Op de herberg buiten de Zijlpoort uit 1593 moesten goede 'Leytsche' pannen komen, die moesten worden aangestreken en onderstopt.[1041] Voorbeelden uit de 17de eeuw zijn Bibliotheek Thysiana, dat in 1654 een pannendak kreeg en Rapenburg 31 uit 1664 dat werd 'behangen' met rode pannen.[1042] Voor Hooglandsekerkgracht 23 schreef het bestek uit 1738 voor dat het dak moest worden belegd met pannen.[1043] Het bestek van Rapenburg 31 uit 1664 had het expliciet over rode dakpannen.[1044] De kleur van de dakpannen bepaalde uiteraard het beeld van het dak, voorzover zichtbaar. In eerste instantie waren de dakpannen als keramisch product oranje-roodbakkend, als gevolg van de voor de pannenbakkerij geschikte klei.[1045] Pannen konden uiteraard, net als daktegels, worden geglazuurd. Het stadsbestuur schreef bij een bouwproject in 1652 deze 'verglaesde pannen' voor, om zodoende het stadsbeeld te verfraaien.[1046] Aan het einde van de 17de eeuw kwam de zwart geglazuurde pan beschikbaar.[1047] In de 17de eeuw kwam ook het smoren van de pannen op, waardoor een grijze kleur wordt verkregen, ook wel blauwgrijs genoemd.[1048] In 1621 kreeg Adriaen Stalpart uit Leiden octrooi voor het 'backen ende smooren van blauwe estricken ofte tegelen ende metselsteenen'.[1049] Bij het smoren werden na het bakproces het rookgaskanaal en de vuurmonden afgesloten, waardoor de zuurstof verbrande, de oven doofde en de pan door dit smoren een grijze kleur verkreeg.[1050] Overigens kon een gesmoorde pan niet worden geglazuurd.[1051] Er was een voorkeur voor de 'blauwe' pan, omdat deze leken op de kleur van de duurdere en dus voornamere leiendaken. Een illustratief voorbeeld is het bestek uit 1723 voor een nieuw huis aan de Leuvehaven in Rotterdam. De dakdelen hiervan die in het zicht waren werden bekleed met 'blauwe pannen al dat gesien worde en dan niet gezien worden met rode pannen'.[1052] De Oranjerie in de Leidse hortus, een ontwerp uit 1744 van Daniel Marot, kreeg 'beste blaauwe pannen'.[1053] Een andere Leids voorbeeld is de vermelding uit 1781 in de onderhoudsrekeningen van het Rijnlandhuis waarin stond dat het achterhuis rode pannen had aan de Langebrug en 'beste blauw verglaasde' pannen aan de meer zichtbare binnenplaatszijde.[1054]

In Leiden komt de situatie veel voor met aan de zichtzijde van het dak blauwgrijze pannen en op de andere vlakken rode. Het is onbekend in hoeverre dit een historische situatie is, of ontstaan door de restauratiepraktijk. Een voorbeeld hiervan zijn de dakvlakken van Rapenburg 106 uit 1749 (afb. 223).[1055] Het voorste, meest van de straat zichtbare, dak heeft grijze gesmoorde pannen. Het tweede dak heeft enkel grijze pannen aan de zichtbare schilden en van straat het onzichtbare achterste dak heeft alleen rode pannen.[1056]

223 De drie parallelle schilddaken van Rapenburg 106, met op de zichtbare dakvlakken grijze pannen en op de minder zichtbare dakvlakken rode pannen

[1040] Lunsingh Scheurleer et al. 1990c, 568-570 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[1041] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[1042] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654 en Rapenburg 31, 1664.
[1043] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[1044] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664.
[1045] Schellingerhout 2009, 35.
[1046] Steenmeijer 2005, 279.
[1047] Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 164.
[1048] Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 164.
[1049] Bot 2009, 68.
[1050] Schellingerhout 2009, 35.
[1051] Schellingerhout 2009, 35-36.
[1052] https://www.rotterdaminkaart.nl/gebouwde-stad/patriciershuis-van-josua-van-belle-leuvehaven-103/pointofinterest/MoreInfo/verhaal. Gecontroleerd 2019-04-28.
[1053] Kamphuis 2001, 18.
[1054] Van der Meule 2000, 110.
[1055] Dröge 1996, 248.
[1056] Dit verschil komt ook tot uitdrukking in de afwerking van de hoekkepers en nokken. De voorste zijn bekleed met lood en de achterste met grijze of rode vorstpannen.

Bij pannenbedekking is het tijdens bouwhistorisch onderzoek altijd de vraag of er sprake is van originele of later vervangen dakpannen. Van de onderzochte daken in de catalogus blijkt dat in het algemeen keramische oud-Hollandse pannen voorkwamen met het formaat 35/40 x 2/25 x 1,5/1,7 cm. Voorbeelden hiervan zijn Rapenburg 14, voor en achter, uit 1594, Oude Rijn 25, voor en achter, uit 1599, Oude Singel 100 van direct na 1611 en Rapenburg 12 uit 1724 (afb. 224-227).[1057] De pannen zijn alle rechtsdekkend, wat inhoudt dat de overlappende golf aan de rechterzijde van de pan zit. Linksdekkende pannen zijn (nog) niet aangetroffen.

224-225 Oud-Hollandse pan Rapenburg 14 (1594?)

226-227 Oud-Hollandse pan Oude Singel 100 (na 1611?)

Vroege voorbeelden van in Leiden toegepaste oud-Hollandse dakpannen zijn mogelijk te herkennen aan hun fysieke kenmerken. Zo zijn bij Nieuwsteeg 17 uit 1592 en Oude Singel 100 van direct na 1611 uit de catalogus waarschijnlijk contemporaine oud-Hollandse pannen gevonden met een holling in de nok.[1058] Ook de rode oud-Hollandse pannen van Oude Singel 24 hebben een holle nok (afb. 236).[1059] Een holle nok hebben ook de oud-Hollandse pannen op de aangepaste kap van het voorhuis van Breestraat 123 uit 1565/1566 (afb. 228-230).[1060] Bijzonder hieraan is de uitermate vlakke, ondiepe golf. Deze pan is in Leiden nu zeer zeldzaam en bij bouwhistorisch onderzoek verder alleen aangetroffen op het losse achterhuis van Nieuwe Rijn 18 en bekend van een foto van het achterhuis van Pieterskerkgracht 11 (afb. 231-232).[1061] Helaas is van beide bouwdelen de datering onbekend. Het zou kunnen dat deze vlakke oud-Hollandse pan één van de oudste vormen van de enkeldekkende pannen was in Leiden. Omdat de oud-Hollandse dakpan zeer goed kon worden hergebruikt en herlegd, is het bij vrijwel geen enkele kapconstructie met zekerheid te zeggen of het gaat om de contemporaine dakpan.

---

[1057] Zie catalogusblad Rapenburg 14, voor en achter, 1594. Rapenbrug 14 heeft, waarschijnlijk contemporaine, ongeglazuurde rode oud-Hollandse dakpannen. Deze pannen hebben het formaat van 36/37 x 23/25 x 1,5/1,7 cm. De pannen hebben verder een enkele nok en sporen van kalkmortel, die duiden op een overlap van ca. 5 cm en op een aansmering. Een dakpan van Rapenburg 14 is opgenomen in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO, met vondstnummer MZ00077. Deze pan heeft een afmeting van ca. 37 x 24 x 1,7 cm en een gewicht van 2342 gram. Zie catalogusblad Oude Rijn 25, voor en achter, 1599. Oude Rijn 25 heeft, vermoedelijk originele, ongeglazuurde rode rechtsdekkende oud-Hollandse pannen van het formaat 35/36 x 24/25 x 1,5 cm. Zie catalogusblad Oude Singel 100, direct na 1611. Oude Singel 100 heeft, mogelijk originele, ongeglazuurde rode rechtsdekkende oud-Hollandse dakpannen. Eén van de pannen heeft een afmeting van ca. 40 x 24 x 1,6 cm en een hoogte van zes cm. Deze dakpan zal worden opgenomen in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO en dan zal een vondstnummer worden toegekend. De nok van deze pan met een hoogte van 1,4 cm is hol uitgevoerd, waardoor deze dubbel lijkt. De pan heeft sporen van kalkmortel, die wijst op een overlap van ca. elf cm en dat de pan aangesmeerd is geweest. Zie catalogusblad Rapenburg 12, 1724. Rapenburg 12 heeft, waarschijnlijk authentieke, ongeglazuurde grijze rechtsdekkende oud-Hollandse pannen met een maat van 35 x 24 x 1,5 cm en een hoogte van zes cm.

[1058] Zie catalogusbladen Nieuwsteeg 17, 1592 en Oude Singel 100, direct na 1611.

[1059] Zie dossier Oude Singel 24 in het bouwhistorisch archief van ELO.

[1060] Zie catalogusblad Breestraat 123, voorhuis, 1393 ±6 jr. De geglazuurde rode rechtsdekkende dakpan van Breestraat 123 heeft een afmeting van ca. 35 x 24 x 0,7 cm.

[1061] Helaas werd deze laatste dakbedekking bij een restauratie vervangen door gewone oud-Hollandse pannen.

228-229 Vrij vlakke oud-Hollandse pan met holle nok van Breestraat 123 (1565/1566?)

230 Breestraat 123, 1565/1566 (?)

231 Nieuwe Rijn 18

232 Pieterskerkgracht 11 (ELO)

De eerdergenoemde dakpannen van Oude Singel 100 en Rapenburg 14 in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO hebben sporen van aansmering. Meerdere daken in Leiden hebben of hadden tot voor kort nog een aansmering, zoals als bijvoorbeeld Breestraat 95 en Nieuwsteeg 17 uit de catalogus of Breestraat 108a en Oude Singel 24 (afb. 233-236). Het aansmeren van een pannendak was bedoeld om de kieren wind- en waterdichter te maken, vooral bij een onbeschoten kap.[1062] Het aansmeren diende met de flexibele kalkmortel te worden uitgevoerd aan de binnenzijde van het pannendak. Zo moesten de kieren van het in de 19de eeuw met pannen uitgevoerde dak van het Rijnlandhuis, Breestraat 59, door een metselaar van binnenuit worden dichtgestreken met goede vette kalk, zodat lekkage tot het verleden zou behoren.[1063] Een draagconstructie moest voldoende stevig, stabiel en trillingsvrij zijn om te voorkomen dat de kalkmortel zou losraken.[1064]

[1062] Beisterveld en Kok 1948, 35 en Schellingerhout 2009, 31.
[1063] Van der Meule 2000, 105-107.
[1064] Beisterveld en Kok 1948, 29 en 35; De Vries 1988a, 2 en Janse 1989, 26.

233 Breestraat 95

234 Nieuwsteeg 17

235 Breestraat 108a

236 Oude Singel 24

**Lood/koper**

Naast leien, dakpannen en daktegels en de weke dakbedekkingsmaterialen stonden in de onderzochte periode ook lood en koper ter beschikking als dakbedekking. Lood was veel goedkoper dan het kostbare koper.[1065] Al in de rekeningen uit 1402 over de bouw van de toren van het Catharinagasthuis kwam de aanschaf van 'rolle loets' voor.[1066] Ook in de rekeningen uit 1407 met betrekking tot het dak op de kooromgang van de Pieterskerk werd lood genoemd.[1067] Dit dak werd voorzien van leien op beschot, het lood was vermoedelijk voor de nokken, goten en de kepers. Lood was al ruim voor onze jaartelling bekend. Het werd in de middeleeuwen in de bouw gebruikt voor daken, goten, waterleidingen, afvoeren, vochtwering enzovoort (afb. 237-238). Het werd voornamelijk in ruwe vorm, als zogenaamd 'bloklood' aangevoerd vanuit mijnen in Engeland, Duitsland en Spanje, waarbij het Engelse lood de beste kwaliteit vertegenwoordigde.[1068] Voor de toepassing op het dak werd dit bloklood samen met oud lood gesmolten en uitgegoten op een met fijn zand bestrooide giettafel, waarna het werd afgestreken en opgerold. Dit zogenaamde 'strijk-' of 'rollood' kenmerkte zich daarom door een vlakke (boven)zijde en een (onder)zijde met afdrukken van zandkorrels.[1069] Het lood werd verhandeld in ponden, tot in het begin van de 19de eeuw in oude ponden per vierkante Rijnlandse voet.[1070] Voor goten, nokken en kepers was zes ponds lood geschikt, voor grote platte daken eerder zeven ponds.

Als dakbedekking werden loden platen op dakbeschot vernageld en aan de onderzijde met klangen vastgezet tegen het uitzakken en opwaaien.[1071] De platen werden met een kraalnaad aan elkaar verbonden. Uit Leiden zijn historische loden daken nauwelijks bekend, voorbeelden zijn de koepel van de Marekerk, die in 1648-1649 werd voorzien van lood, het met lood gedekte platte tussendeel van de kap van de Waag uit 1657-1659 en waarschijnlijk was het al eerder genoemde platte dak van Rapenburg 6 uit 1668 met lood (of koper) bekleed.[1072] Het lood was in beperkte lengte leverbaar en moest voor goten, kepers en nokken aan elkaar worden gezet, door middel van felsen of solderen.[1073] De maximale lengte voor lood in goten was ongeveer 4 meter, omdat het anders onhandelbaar werd.

[1065] Beisterveld en Kok 1948, 45.
[1066] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[1067] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409.
[1068] Stokroos 1988, 8-9.
[1069] Stokroos 1988, 10-13.
[1070] Stokroos 1988, 26.
[1071] Stokroos 1988, 27-28.
[1072] Marekerk: Steenmeijer 2005, 178. Waag: catalogusblad Aalmarkt 21, 1657-1659 en vriendelijke mededeling Bouwhistoricus Jan Dröge die het bestek heeft getranscribeerd. Rapenburg 6: Lunsingh Scheurleer et al. 1987, 343, afb. 25, letter B op de plattegrond van de derde verdieping.
[1073] Stokroos 1988, 28-29 en 33.

237 Loden bedekking Breestraat 59

238 Loden bedekking accijnshuisjes, Nieuwstraat 22-26, 1665 (a)

Naast lood kon ook koper als dakbedekking worden toegepast. Hiervoor werd bladkoper gebruikt, dit is roodkoper, dat groen oxideert in de buitenlucht.[1074] In de middeleeuwen werd het koper voornamelijk gewonnen in mijnen in Zweden en Duitsland, waar in de loop van de 16de eeuw Engels koper bijkwam.[1075] De dikte van koperen dakplaten was ¾ tot één mm en de platen werden vastgezet op beschot of latten met klangen, felsen en roefen, zodanig dat ze ten opzichte van elkaar konden bewegen, aangezien het materiaal onder invloed van temperatuurschommelingen rekt en krimpt.[1076] Voor koperen dakbedekkingen zijn in de onderzochte Leidse rekeningen en bestekken en gedocumenteerde kappen geen aanwijzingen gevonden.

**Nok en hoekkepers**

De afdekking van de nok en hoekkepers van een week-, leien-, tegel- of pannendak had verschillende oplossingen.[1077] Al in de Romeinse tijd werden gebogen pannen, 'imbrices', gebruikt om de nok van daken af te dichten.[1078]

239 Dakenlandschap Rapenburg 100-106

240 Dakenlandschap Rapenburg 12-20

[1074] Beisterveld en Kok 1948, 49-52.
[1075] Stokroos 1990, 9.
[1076] Beisterveld en Kok 1948, 49-52 en Stokroos 1990, 37-39.
[1077] De Meyer en Van den Elzen 1982, 20-23; De Vries 1988a en Schellingerhout 2009.
[1078] De Vries 1988a, 2-3 en Schellingerhout 2009, 15-16.

Een week dak kan op vele verschillende wijzen worden afgedekt, zoals met het materiaal zelf, met zoden of met keramische producten als gebogen rietvorsten.[1079] Ook zullen andere natuurlijke producten zijn toegepast, die maar voorhanden waren en enigszins geschikt. Zoden werden in de 14de- en 16de-eeuwse bronnen genoemd als afdekking van de nok.[1080] Zoden werden vaak vastgezet met pennen of latten.[1081] Nokken en hoekkepers van middeleeuwse leiendaken werden in het algemeen afgedekt met lood.[1082] Het ligt voor de hand dat de harde daken van daktegels van middeleeuwse huizen een 'harde' nokafdekking hadden. Het tegeldak kon worden afgedekt met lood, gebogen nokvorsten of de speciaal voor daktegeldaken geschikte vorsttegel.[1083] Naast deze (nok)vorsttegel bestonden nog allerlei bijzondere vormen om aansluitingen af te dekken, zoals de kilkepertegel en hoektegel.[1084] Dit specifieke, zogenaamde 'cromwerk' werd voornamelijk in Utrecht vervaardigd en geëxporteerd.[1085] In Leiden zijn hiervan nog geen sporen aangetroffen, behalve mogelijk bij een opgraving in 2001 aan het Steenschuur. In het opgravingsverslag werd gesproken van een bijzondere vondst, 'een nokpan, een dakpan die op het puntje van het dak stond'.[1086] Deze nokpan werd in de periode 1250-1325 gedateerd. Helaas zijn hiervan geen foto's of tekeningen bekend en ook bij de verzamelde vondsten in het archeologische depot van ELO komt het niet voor. De nok van een pannendak kon worden afgewerkt met zoden, nokvorsten en lood. De meest gebruikelijke afdekking was een keramische holle nokvorst in de kalkmortel. Lood zou als nokafdekking voorkomen vanaf de 17de eeuw.[1087] Omdat de dakbedekking veelvuldig werd onderhouden en vervangen zijn bij het onderzoek naar de Leidse daken geen bewijzen gevonden voor vroege loodafdekkingen. Het vroegste aangetoonde voorbeeld van een pannendak met loden nokafdekking is Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738, maar vermoedelijk kwam het al eerder voor.

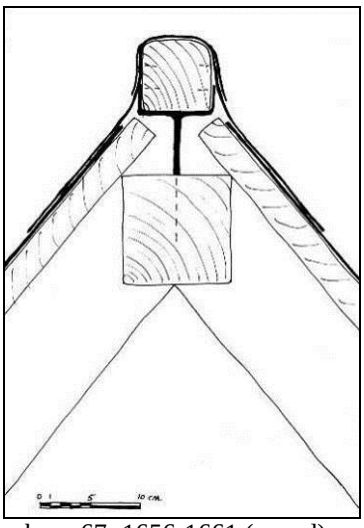
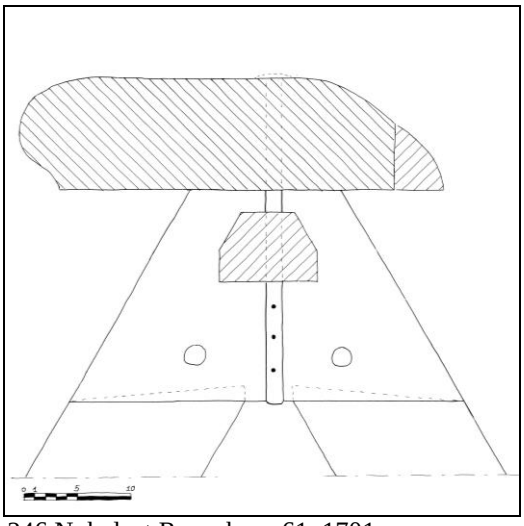
Onderzoek naar de bevestigingsconstructie van de nok- of hoekkeperafdekking heeft noodgedwongen beperkt moeten blijven aangezien geen originele middeleeuwse bedekkingen zijn waargenomen en omdat de bevestiging op nok of keper over het algemeen moeilijk bereikbaar en waarneembaar was. Of de bevestiging van de afdekking van de nok bij een kap met sporenparen een constructieve aanpassing of oplossing behoefde is daarom onduidelijk gebleven. De vorsten werden over het algemeen met een flinke hoeveelheid mortel op de tegels en de sporen vermetseld. Hiervoor was geen aanpassing of oplossing benodigd. Wel was er bij een dak met sporenparen blijkbaar een wens voor een stijvere, stabielere nok, zoals van een enkele keer aangetroffen plankje als bovenste panlat valt af te leiden (afb. 256).[1088] Door een stijvere nok zal de kans op het losraken van de mortel door beweging als gevolg van winddruk geringer zijn geweest. In de paragraaf Haanhout of nokgording zal worden ingegaan op de relatie tussen de opkomst van de gegolfde oud-Hollandse dakpan in Leiden in 1545 en het gebruik van de nokgording ten behoeve van een stijvere nokconstructie.

---

[1079] Janse et al. 1990, 30-32.
[1080] Zie paragraaf Weke bedekking, riet, stro hout en zoden.
[1081] Janse et al. 1990, 52.
[1082] Stokroos 1988, 8 en zie paragraaf Lood/koper.
[1083] Van speciale vorsttegels zijn in 's-Hertogenbosch voorbeelden bekend; Janssen 1990, 169.
[1084] De Vries 1988a, 3-4 en Kipp 1990, 95.
[1085] Kipp 1990, 95.
[1086] Brandenburgh 2011, 22 en 135, vondst 01KOLV091314.
[1087] Beisterveld en Kok 1948, 41-42 en Stokroos 1988, 28-29.
[1088] Voorbeelden van een plankje als bovenste panlat zijn Breestraat 95 (1405-1411) met gekantrechte vuren sporenparen en de latere voorbeelden Oude Singel 100 (direct na 1611) en Oude Singel 116 (direct na 1616), beide met gekantrechte naaldhouten losse sporen. De plank zorgde voor een stabielere nok bij sporenkappen en dan was het – later – niet noodzakelijk de sporenparen met haanhout te vervangen en een nokgording te plaatsen.

241 Nok en kepers Breestraat 121-127 242 Nok en gording Rapenburg 23 243 Nok Hooglandsekerkgracht 23, 1738

De nokgording was ook geschikt om een nokruiter op te plaatsen, waarop de nokafdekking kon worden bevestigd.[1089] In de onderzochte 16de- en 17de-eeuwse bestekken werd deze uitvoering niet genoemd, daar was slechts sprake van een 'nock' of 'ock'.[1090] Pas in het bestek uit 1738 voor Hooglandsekerkgracht 23 met een pannendak was sprake van 'nokruiters'.[1091] Uit onderzoek bleek dat deze ruiters bevestigd waren op zogenaamde nokruiterbokjes (afb. 243). Dit kwam echter al eerder voor, zoals de nokruiterbokjes op de nokgording van het rechterachterhuis van Rapenburg 67 uit 1656-1661 (a en d) aantoonde (afb. 244-245).[1092] Bij de kap van Rapenburg 67 bleek het te gaan om een loden nokafdekking bij een leiendak (afb. 245). Andere Leidse nokruiterbokjes zijn Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 en Breestraat 115 uit 1755.[1093]

244-245 Nokruiterbokje Rapenburg 67, 1656-1661 (a en d) 246 Nokplaat Rapenburg 61, 1701

[1089] Hier wordt met een nokruiter een verticaal geplaatste plank bedoeld en dus niet de dubbele nokgording op een nokruiterbokje. Doordat de nok over het algemeen op grote hoogte zit, moeilijk bereikbaar is en het gedeelte boven de nokgording daardoor slecht waarneembaar is, is onderzoek naar de nokruiter slechts sporadisch uitgevoerd. In de onderzochte voorbeelden, met pannendaken, is echter geen nokruiterplank aangetroffen. De opzet voor een nokruiterplank werd wel toegepast in de 19de en 20ste eeuw, zie Zwiers 1907, 297-298. Mogelijk was de nokruiterplank een 'modern' element in kapconstructies en hing zijn introductie samen met de introductie van de machinale pan met sluiting.
[1090] Bijlage Rekeningen en bestekken.
[1091] Bijlage Rekeningen en Bestekken Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[1092] Orsel 2009e en dossier Rapenburg 67 in Bouwhistorisch archief ELO.
[1093] Zie dossier Breestraat 115 in het bouwhistorisch archief van ELO.

Van een andere bijzondere vorm van een loden afdekking is sprake bij Rapenburg 61.[1094] De zichtbare nok aan de straatzijde werd uitgevoerd met een met lood omklede geprofileerde nokplaat (afb. 246). Deze maakte dus deel uit van de architectuur van de voorgevel, ontworpen in 1701 door Jacob Roman. De niet zichtbare nokken van het huis hadden een afdekking met nokvorsten, de vanuit de tuin zichtbare nok een vlakke met lood afgewerkte nok. De niet zichtbare nokken en kepers waren afgedekt met vorsten. Dit maakt duidelijk dat er met de opkomst van de loden nok een hiërarchisch onderscheid was tussen een afdekking met lood of met vorsten. Dit sluit aan bij de al geconstateerde hiërarchie tussen grijze en rode dakpannen. Het dak van Rapenburg 106 uit 1749 is zowel voor de hiërarchie tussen grijze en rode pannen als tussen loden en keramische nok- en hoekkeperafdekking een illustratief voorbeeld (afb. 223 en 239).

Uit deze voorbeelden wordt duidelijk dat de met lood beklede nok en hoekkepers gingen meespelen in de architectuur van de gevel- en dakcompositie, vermoedelijk vanaf de introductie van het Hollands classicisme.[1095] De aanwezigheid van gesmede nokruiterbokjes zal met de opkomst van de loden nok hebben samengehangen.

**Panlatten**

De bedekking van een dak, bijvoorbeeld pannen, tegels, leien, stro of riet, werd bevestigd op daksporen of dakbeschot. Natuurleien werden vrijwel altijd direct op beschot genageld, maar veel dakbedekkingsmaterialen werden bevestigd aan latten. Evenals de dakbedekking werd de directe drager van de dakbedekking veelvuldig vervangen of gemoderniseerd zodat het moeilijk is op basis van de onderzochte voorbeelden uitspraken te doen over panlatten, -regels of -tengels als drager van dakbedekkingen als riet, daktegels of pannen. Bij het bouwhistorisch onderzoek naar de kappen zijn panlatten daarom nauwelijks onderzocht. Dit onderwerp wordt daarom kort beschouwend behandeld, vooral op basis van historische bronnen.

Een zogenaamd week dak van een natuurlijk product als riet of stro was over het algemeen gebonden op latten, tengels of regels met een organisch of metalen bindmateriaal (afb. 209-210).[1096] In zijn bouwkundige handboek uit 1843 gaf C.H. Storm van ’s-Gravensande aan dat latten voor riet of strodak 26 duim (ca. 67 cm) uit elkaar moesten liggen.[1097]

Dakpannen en daktegels werden over het algemeen door middel van een meegebakken neus gehangen aan latten, tengels of regels die op sporen of beschot waren genageld (afb. 247).[1098] In de behandelde bestekken werden deze latten genoemd. Zo werden de pannen van het huis aan het Rapenburg voor Hoogerbeets uit 1592 op eiken latten gelegd.[1099] De herberg buiten de Zijlpoort uit 1593 kreeg op de daksporen ook eiken latten, waar ‘Leytsche’ pannen aan werden gehangen.[1100] Bij Rapenburg 31 uit 1664 werden de daksporen belat, waaraan rode pannen kwamen te hangen.[1101] En tot slot kwamen in 1738 op de daksporen van Hooglandsekerkgracht 23 panlatten van ‘goed gezond greenenhouwt’ en werd het dak belegd met pannen.[1102] Slechts bij één onderzocht dak is het zeker dat het zijn originele en contemporaine panlatten nog had. De Waag, Aalmarkt 21 uit 1657-1659 heeft originele aankappingen waaronder tijdelijke noodkapjes uit de bouwtijd bewaard zijn gebleven. Kort daarna werden deze overdekt door de definitieve leidekking op beschot en gezaagde eikensporen. De nooddakjes hebben de authentieke panlatten behouden. Deze ruw gezaagde naaldhouten panlatten met het formaat 2,5 x 3,5 cm zijn op hun plat met gesmede nagels op de daksporen bevestigd (afb. 248). De panlatten liggen 29 cm hart-op-hart.

[1094] Zie catalogusblad Rapenburg 61, 1701 en Orsel 2009c.
[1095] Zie ook de paragraaf Betoonde nok.
[1096] Janse et al. 1990, 25. Een historisch week dak is in Leiden tijdens het onderzoek niet aangetroffen en blijft verder buiten beschouwing.
[1097] Janse et al. 1990, 11.
[1098] De Vries 1988a, 3.
[1099] Lunsingh Scheurleer et al. 1990c, 568-570 en Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.
[1100] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[1101] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664.
[1102] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

247 Beeld dakschilden Donkersteeg 9-11, 1601 +2 jr

248 Authentieke panlatten Aalmarkt 21, 1657-1659

Van de beperkte voorbeelden en bronnen kan voorzichtig worden geconcludeerd dat panlatten in Leiden tot eind 16$^{de}$ eeuw van eikenhout waren en dat in de 17$^{de}$ eeuw werd overgegaan naar grenenhouten panlatten. De panlatten hadden globaal het formaat van 2,5 x 3,5 cm en werden vermoedelijk meestal op hun plat vernageld op de onderliggende drager. Hoe panlatten vervaardigd werden is onduidelijk gebleven. De onderlinge afstand van de latten werd bepaald door het dakbedekkingsmateriaal. Voor riet lagen de latten relatief ver uiteen, tot wel 67 cm. Op basis van de gedocumenteerde daktegels was de onderlinge latafstand bij daktegels met hun kenmerkende tweederde overlap heel kort, circa 8,5/9 cm voor de 13$^{de}$ eeuw en circa 7,5/8 cm vanaf ongeveer 1400. Voor dakpannen was, ook op basis van de gedocumenteerde voorbeelden, de afstand tussen de panlatten ongeveer 29-32 cm.

### 5.4 De dakdrager

De bedekking van een dak werd bevestigd op latten, tengels, regels of beschot, dat op hun beurt was aangebracht op daksporen of dakbeschot, de hier zogenoemde dakdrager. In de paragraaf Houtkwaliteit is al geconstateerd dat beschot en daksporen vaak werden aangeduid naar de plaats van herkomst of uitvoerhaven om de kwaliteit van het hout mee aan te duiden. Op basis van de gedocumenteerde kapconstructies en andere onderzochte voorbeelden is een ontwikkeling van de drager van de dakbedekking, sporen en beschot, in Leiden vastgesteld (fig. 13).

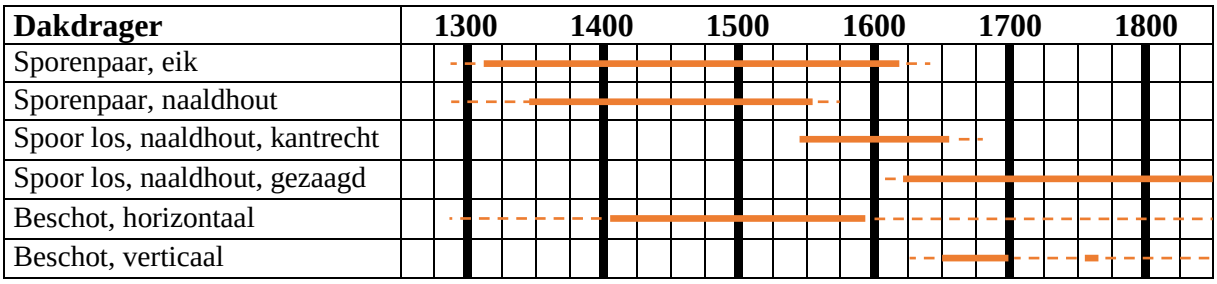



Fig. 13 Voorkomen van dakdragers in Leiden

**Daksporen**
Verondersteld wordt dat de constructie van Nederlandse daken ontstond vanuit de zuivere sporenkapconstructie.[1103] Die ontwikkelde zich in de 13de en het begin van de 14de eeuw tot een sporenkap ondersteund met een spantconstructie.[1104] Deze oplossing kwam voort uit experimenten met langsverbanden en flieringen om zodoende een grotere stabiliteit in lengterichting te verkrijgen. Aangenomen wordt dat dit samenhang had met de opkomst van de vermetselde 'harde' gebakken dakbedekking, waarvoor een stabiele en trillingvrije draagconstructie noodzakelijk was.[1105] In Leiden zijn tot nu toe geen aanwijzingen gevonden voor deze ontwikkeling. Bij bouwhistorisch onderzoek is (nog) geen zuivere sporenkap aangetroffen. Ook zijn er geen zware rechthoekige sporen gevonden, in de vorm die kenmerkend was voor de vroege zuivere sporenkappen.[1106] De oudste Leidse kapconstructies uit de 14de eeuw hadden al een sporenkap met ondersteuning door flieringen of gordingen gedragen door spanten. De constructie met spanten en flieringen en/of gordingen ondersteunde de sporen één of meerdere keren. Mogelijk is de toepassing van daktegels in Leiden een verklaring voor het ontbreken van sporendaken en het ontbreken van de toepassing van boven- en onderpannen. De veronderstelling van de ontwikkeling van sporenkappen naar kappen met een langsondersteuning werd gebaseerd op vondsten in het gebied waar boven- en onderpannen werden toegepast, het oosten en noorden van Nederland.[1107] Een tegeldak was echter veel stijver dan een boven- en onderpannendak. De panlatten lagen namelijk veel dichter op elkaar (ca. 8/9 cm bij daktegels, ten opzichte van minimaal 25 cm bij boven- en onderpannen) en dit vormde samen met de daksporen een behoorlijk stijf en stabiel framewerk.[1108] De onderlinge aansluiting voor een vermetseling was bij de vlakke tegels ook veel beter dan bij boven- en onderpannen, bovendien was bij daktegels een vermetseling zelfs niet noodzakelijk. De voorwaarde voor een trillingvrij dak gold dus voornamelijk voor vermetselde of aangesmeerde pannendaken. De primaire ondersteuning door flieringen of gordingen in Leidse kapconstructies hing vermoedelijk samen met het gewicht van de steile dakvlakken met de vroege dakbedekkingsmaterialen.

De onderzochte voorbeelden maken duidelijk dat de oudste kappen voorzien waren van sporen. Deze konden zijn uitgevoerd in eikenhout of naaldhout. Het waarschijnlijk oudste voorbeeld van een kap met sporen is aangetroffen op de Waalse kerk, Breestraat 62. In de huidige kap, dendrochronologisch gedateerd in 1445, zijn oudere sporen hergebruikt. Mogelijk behoorden deze sporen bij een kap uit 1314-1320 (d).[1109] Het zijn eikenhouten sporen, die zijn gekantrecht (ca. 10 x 10 cm) (afb. 249). Voor zover zichtbaar waren deze sporen voorzien van twee haanhouten. Uit de keep van de haanhouten in de sporen en die van de lip van de (hergebruikte) haanhouten kon de hellingshoek van het dak, waar de sporen en haanhouten bij hoorden, worden gereconstrueerd, tussen de 57 en 63º. De sporen van deze kap met dubbele haanhouten blijken gezien de hellingshoek van de daksporen en de bouwhistorische documentatie van de scheidingsmuur tussen voormalige ziekenzaal (nu Waalse kerk) van het Catharinagasthuis en het verdwenen koor, niet op de voormalige ziekenzaal, maar op het verdwenen koor te hebben gestaan. Het dak van de ziekenzaal had een hellingshoek van ongeveer 52-53º en de het dak van het koor een hellingshoek van 57º. Uit de verdere bouwsporen van flieringen, gording en doorgang kon globaal een kapconstructie met dekbalkspant en ondersteunde hanebalkfliering worden gereconstrueerd, die dus de sporen had ondersteund (afb. 406).[1110] Bekend is dat op het koor van het Catharinagasthuis leien lagen.[1111] In de kap van het schip van de Hooglandsekerk (1392 d) werden gezaagde eikenhouten sporen toegepast (haanhout 1399 d). Eikenhouten sporen kwamen voor tot het einde van de 16de eeuw.[1112]

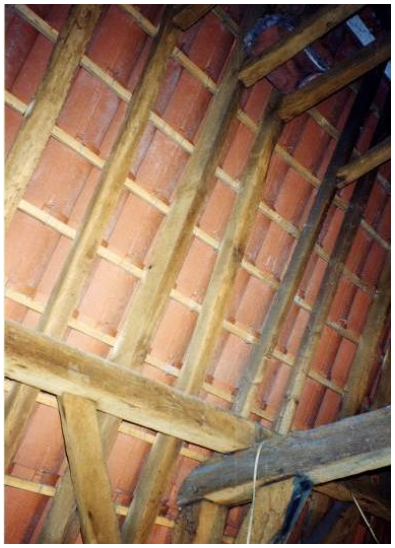
---

[1103] Janse 1989, 69-93; Janse et al. 1990, 51 en De Vries 2003.
[1104] Janse 1989, 81 en 87 en De Vries 1994a, 80-81.
[1105] De Vries 1994a, 80-81.
[1106] Janse 1989, 71-73.
[1107] De Vries 1988a, 2.
[1108] De Vries 1994a, 80-81.
[1109] Zie dossier Breestraat 62 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1110] Orsel 2011d. Dit kaptype bespreekt Janse in hoofdstuk II, 1, d, 5: 'Kapgebinten met één kromstijl- of schaargebint, waarop een stijl'; Janse 1989, 97-100.
[1111] Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[1112] Andere voorbeelden van kappen met eikenhouten sporen zijn de sacristie van de Pieterskerk (1398 d); Dröge en Veerman 2011, 27, het Romaklooster (Rapenburg 41-45, 1450 (afb. 250), het Catharinagasthuis (Aalmarkt

249 Breestraat 62, 1314-1320 (d?)

250 Rapenburg 41-45, 1450

251 Aalmarkt 11, 1455-1456 (d)


252 Breestraat 99, 1458

253 Pieterskerkhof 6, 1463

254 Breestraat 59, 1597

Opvallend is dat de sporen van deze kappen allemaal waren gezaagd. De sporen waren in de nok met een pen-en-gatverbinding geconstrueerd, gezekerd met een houten nagel. De verbinding van de haanhouten met de sporen kon zijn uitgevoerd met een pen-en-gatverbinding of zijn gelipt en gezekerd met gesmede nagels.[1113] Omdat dit allemaal handmatige verbindingen waren, die niet met elkaar verwisselbaar waren, werden deze sporen en haanhout voorzien van (gehaalde) telmerken. Het jongste voorbeeld van eikenhouten sporen is de kap van het Rijnlandhuis (Breestraat 59) met daksporen van 'Luycks hout' (1597).[1114] Deze sporen moesten uit één ononderbroken lengte bestaan.

---

11, 1455-1456 d) (afb. 251); Brandenburgh et al. 2010, Breestraat 99 (1458) (afb. 252), het Gravensteen (Pieterskerkhof 6, 1463) (afb. 253), de kooromgang en de transepten van de Hooglandsekerk (respectievelijk 1472 en 1490 d); rapport RING juli 1999 en het Rijnlandhuis (Breestraat 59, 1597) (afb. 254).

[1113] Voorbeelden van een pen-en-gatverbinding tussen sporen en haanhout zijn het schip van de Hooglandsekerk (1392 d), het Catharinagasthuis (Aalmarkt 11, 1455-1456 d), het Romaklooster (Rapenburg 41-45, 1450), Breestraat 99 (1458), het Gravensteen (Pieterskerkhof 6, 1463) en de kooromgang en de transepten van de Hooglandsekerk (respectievelijk 1472 en 1490 d). De daksporen van het voormalige koor van het Catharinagasthuis (1314-1320 (d)?, hergebruikt in de Waalse kerk, Breestraat 62) hadden gelipte haanhouten en het Catharinaggasthuis (Aalmarkt 11, 1455-1456 d) heeft een enkel haanhout die is gelipt aan de daksporen. Het Rijnlandhuis (Breestraat 59, 1597) heeft geen haanhouten, maar een kap met sporen tegen een nokgording.

[1114] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

De voorbeelden lijken wel voorbehouden aan ‘belangrijker’ gebouwen, zoals kerken en kloosters. Er is maar één huis aangetroffen met eikenhouten sporen, namelijk Breestraat 99 (1458). Dit was blijkbaar al vroeg een belangrijk huis, want het werd in 1316 al als stenen huis genoemd.[1115]

Het blijft onduidelijk of de gezaagde sporendaken kunnen worden gekoppeld aan een dakbedekking van leien, zoals vaak gebruikelijk voor de ‘belangrijkere’ gebouwen. Op het dak van het koor van het Catharinagasthuis, vermoedelijk uit 1314-1320 (d), lagen zoals gezegd leien, evenals op de nieuwe gasthuisvleugel uit 1454 van het Catharinagasthuis, het Gravensteen (Pieterskerkhof 6, 1463) en het Rijnlandhuis (Breestraat 59, 1597).[1116] Op de hoofdvleugel van het Romaklooster (Rapenburg 41-45, 1450) kwamen echter daktegels.[1117] Van de overige voorbeelden van eikenhouten gezaagde daksporen, Breestraat 99 (1458), de sacristie van de Pieterskerk (1398 d) en de kooromgang en de transepten van de Hooglandsekerk (respectievelijk 1472 en 1490 d), is het helaas onbekend wat de dakbedekking was. Op basis van de gegevens lijkt in de meeste gevallen sprake van een combinatie van gezaagde eikenhouten sporen en leien op beschot. Het voorbeeld van het Romaklooster (1450) met gezaagde sporen en daktegels maakt echter duidelijk dat dit niet altijd opging.

Naast de voorbeelden van eikenhouten sporen waren er ook kappen met sporen van naaldhout. Het oudste voorbeeld is Breestraat 113 uit 1347 met gekantrechte naaldhouten sporen. Hiervan zijn de bovenste delen vervangen, zodat onduidelijk is hoe de sporen en een vermoedelijk haanhout bevestigd waren. Ook Breestraat 135 uit 1365 had vermoedelijk naaldhouten sporen. De vlieringzolder van de kap van Breestraat 135 uit 1595 bestaat uit hergebruikte daksporen, vermoedelijk ook afkomstig van de kap uit 1365. Het zijn naaldhouten sporen, met aftekeningen van gelipte haanhouten en een gelipte nokverbinding. Naaldhouten sporen werden over het algemeen gekantrecht. Maar vanwege de natuurlijke gegroeide tapse vorm, vermindert de omvang naar boven toe. Hoe verder naar boven zijn de sporen dan niet meer gekantrecht, maar geschild. Bij de herberg buiten de Zijlpoort heette dit in 1593 ‘schoen te schaven’.[1118] Breestraat 123 met een kap uit 1393 ±6 jr heeft ook gekantrechte naaldhouten daksporen (afb. 255). De verbindingen in de nok en met het haanhout zijn gelipt en gezekerd met gesmede nagels. Deze sporen zijn zonder twijfel oorspronkelijk, aangezien ze met de achterzijde van de dekbalken zijn verbonden en mee nummeren met de telmerken van de spanten. Uit het dendrochronologisch onderzoek is gebleken dat deze sporen van Picea Abies (fijnspar) zijn en voor zover onderzocht 29, 31 en 34 jaarringen hebben. Picea Abies staat in de timmerwereld bekend als vuren.[1119] Een vroeg 15$^{de}$-eeuws voorbeeld van gekantrechte naaldhouten sporen is de kap van Breestraat 95 uit 1405-1411 (afb. 256). Deze sporen van Picea Abies/vuren zijn eveneens met de spanten mee genummerd.[1120] De sporen zijn in de nok gelipt verbonden en gezekerd met gesmede nagels. De verbinding sporen en haanhout komt overeen. Andere 15$^{de}$-eeuwse vergelijkbare voorbeelden zijn Hooigracht 41 (ca. 1400-1500) en het achterhuis van Hooigracht 67 (1450 en Hooigracht 86 (1487 d).[1121] Bij Hooigracht 86 zijn alle sporen genummerd. Deze vorm zette zich door in de 16$^{de}$ eeuw, zoals de gekantrechte naaldhouten sporen van Breestraat 121 uit 1517 laten zien (afb. 257). Ook deze kap is uitgevoerd met gelipte nok en gelipte haanhouten en hier zijn alle sporen genummerd.[1122]

---

[1115] Van Maanen, 2002, 51-52.
[1116] Zie voor het Catharinagasthuis Bijlage Rekeningen en Bestekken, St.-Catharinagasthuis, 1396-1460.
[1117] ‘Item 't convent van Room op Rapenburch van 20½ roeden leydacx dat zij hebben doen decken ende tevoeren mit tegelen gedect was’; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge en Lunsingh Scheurleer et al. 1988b, 426-427.
[1118] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[1119] Picea Abies is de fijnspar en het bouwhout staat bekend als vuren. Abies Alba is de zilverspar en het bouwhout is dennen.
[1120] Monstername Maarten Enderman en datering Preßler GmbH; rapportage 16-11-07. Een datering is niet gelukt als gevolg van het geringe aantal jaarringen.
[1121] De sporen van het achterhuis van Hooigracht 67 zijn niet meer aanwezig, maar zijn als bouwspoor behouden in de opgehoogde bouwmuren. De sporen van Hooigracht 86 zijn genummerd, maar staan niet meer op volgorde; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge. Hooigracht 86 maakt geen onderdeel uit van de catalogus.
[1122] Uit de weinige voorbeelden van genummerde naaldhouten sporen valt geen conclusie te trekken, afgezien van het feit dat bij de oudere naaldhouten sporen met haanhout telmerken voorkomen. Bij Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr en Breestraat 95 uit 1405-1411 zijn de sporenparen alleen bij de spanten genummerd. Bij Hooigracht 86 (1487 d) en Breestraat 121 uit 1517 zijn alle sporen genummerd.

255 Breestraat 123, 1393 ±6 jr

256 Breestraat 95, 1405-1411

257 Breestraat 121, 1517

Latere kapconstructies laten in het algemeen geen toepassing van haanhouten meer zien, maar sporen koud tegen een nokgording, bijvoorbeeld Haarlemmerstraat 213 uit 1554 of Nieuwe Rijn 13 uit 1557 (afb. 258). De sporen bleven uitgevoerd in gekantrecht naaldhout. In het bestek voor de herberg buiten de Zijlpoort moest één op de drie sporen uit één stuk zijn.[1123] De vorm van de losse, enigszins gekantrechte, ronde naaldhouten daksporen zette zich door in de 17de eeuw, met voorbeelden als het voorhuis van Donkersteeg 9-11 uit 1601 +2 jr, Oude Rijn 19 uit 1603 (afb. 259), het rechterdeel van 5de Binnenvestgracht 7a uit 1619 en Haven 36-38 en 42, beide uit 1645 (afb. 260).[1124] De laatste voorbeelden van gekantrecht naaldhout komen voor in de laatste 17de-eeuwse stadsuitbreiding van 1659. Voorbeelden van kort na de uitbreiding van 1659 zijn Hogewoerd 150 en Nieuwe Rijn 105.

258 Nieuwe Rijn 13, 1557

259 Oude Rijn 19, 1603

260 Haven 42, 1645

[1123] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593.
[1124] Een bijzonderheid zijn de in de lengterichting gehalveerde gekantrechte sporen van Lammermarkt 57, vermoedelijk origineel van direct na 1611. Hierop waren panlatten en pannen bevestigd. Hier speelde vermoedelijk een economisch motief. Het betreffen vrij lange sporen uit één stuk, ca. 9,5 m. Door ze gehalveerd toe te passen, behoefde slechts de helft van deze lange sporen te worden gekocht.

In het begin van de 17de eeuw kwamen naast de gekantrechte rondhouten sporen ook, rechthoekig gezaagde, naaldhouten sporen voor, ook in combinatie met een nokgording, dus zonder onderlinge verbinding in de nok of haanhouten. Dit viel samen met de mechanisatie van het zaagproces door de opkomst van de zaagmolen in het begin van de 17de eeuw.[1125] De rechthoekige sporen waren eenvoudig te zagen en waren mogelijk zelfs vervaardigd van het afkomende materiaal van het balken zagen. Het grote voordeel van de gezaagde sporen ten opzichte van de gekantrechte ronde sporen is de regelmatige en constante doorsnede, waardoor de sporen eenvoudiger konden worden verwerkt en dat bovendien een veel strakkere drager voor de dakbedekking opleverde. Opmerkelijk is dat de machinaal gezaagde naaldhouten sporen, kenmerkend voor de Leidse kappen, op hun plat geplaatst werden. Het oudste voorbeeld van rechthoekige machinaal gezaagde naaldhouten sporen is de kap van het voorhuis van Pieterskerkgracht 9 uit 1620 (afb. 261). Andere vroege voorbeelden zijn Rapenburg 65 uit 1623 (afb. 262) en het linkerachterhuis van Rapenburg 67 uit 1623 (afb. 263).

261 Pieterskerkgracht 9, 1620

262 Rapenburg 65, 1623

263 Rapenburg 67, 1623

Deze vroege voorbeelden zijn ook de vroegste voorbeelden van lijstgevels in Leiden. Daar lijkt een verband, hoewel het toepassen van gezaagde of gekantrechte sporen niet direct iets van doen lijkt te hebben met een uitvoering met lijstgevel. De regelmatig machinaal gezaagde sporen zorgden wel voor een strakker dakvlak. Ook was door de geringere hoogte het totale dakpakket wat dunner. Maar het gaat hier slechts om enkele centimeters. Vermoedelijk was er een verband met de dakbedekking. Rapenburg 65 en 67, beide uit 1623, waren van origine uitgevoerd met horizontaal dakbeschot en dus waarschijnlijk met een leidekking. Pieterskerkgracht 9 uit 1620 is inderdaad voorzien geweest van een leidak in Duitse dekking.[1126] Bij de uitvoering met een lijstgevel kwam het dak prominenter in beeld en gezien de toepassing van beschot werd, omwille van dit, gekozen voor een luxueuzere leidekking. In de loop van de 17de eeuw kregen de machinaal gezaagde naaldhouten sporen de overhand op de gekantrechte.[1127] Uit de bestekken van Rapenburg 31 uit 1664 (tweelingpand Rapenburg 29) en Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 blijkt dat deze gezaagde sporen ribben of rubben werden genoemd.[1128] Voorheen werden de gekantrecht rondhouten sporen capravens, sparren of revelaers genoemd. De vroegste vermelding van ribben staat in het bestek voor de Marekerk uit 1645.[1129]

[1125] Zie paragraaf Houtzaagmolenindustrie, Janse 1965, 46-47 en Janse 1998, 50-51.
[1126] Vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge.
[1127] Voorbeelden van machinaal gezaagde naaldhouten sporen zijn: Rapenburg 29 uit 1664, Rapenburg 6 uit 1668, Haarlemmerstraat 163 uit 1675-1700 (afb. 264), Oude Vest 159 uit 1681 (afb. 265), Rapenburg 61 uit 1701, Stille Rijn 11 uit 1735-1737, Hooglandse Kerkgracht 23 uit 1738 en Breestraat 19 uit 1791 (afb. 266).
[1128] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.
[1129] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.

264 Haarlemmerstr.163, 1675-1700

265 Oude Vest 159, 1681

266 Breestraat 19, 1791

Windverbanden bij sporen waren in Leiden niet zeer frequent.[1130] De windlatten tegen de daksporen in de kap van Breestraat 62 (1314-1320 d?) zijn een zeldzaam voorbeeld uit de middeleeuwen (afb. 249). Uit de 17de en 18de eeuw zijn enkele toepassingen gedocumenteerd.[1131] Deze windlatten waren tegen de binnenzijde van de daksporen genageld met gesmede nagels. De 'jachtschoren' in het bestek uit 1654 voor Rapenburg 25 waren vermoedelijk deze windlatten.[1132] De geringe toepassing van windlatten is mogelijk verklaarbaar doordat de verstijving in lengterichting door de flieringen/gordingen/ eventuele nokgording in combinatie met de dragende spanten en eventuele windschoren voldoende werd geacht.

**Dakbeschot**

Bij het onderzoek naar de kappen op Leidse huizen zijn vrijwel alleen voorbeelden gevonden van onbeschoten pannendak en vrijwel geen kappen met contemporain dakbeschot. Problematisch bij onderzoek naar horizontaal beschot is dat tijdens het van de voorbeelden met mogelijk authentiek beschot, zoals het Gravensteen, Pieterskerkhof 6, uit 1463, het Rijnlandhuis, Breestraat 59, uit 1597, Rapenburg 65 uit 1623 en de Waag, Aalmarkt 21, uit 1657-1659, het niet of zeer moeilijk vast te stellen was of het beschot oorspronkelijk was of niet.[1133] Een dak met daktegels bestaat in Leiden niet meer, maar aangezien de bevestiging van pannen en tegels, met een nok, overeenkomen, kan worden aangenomen dat een tegeldak meestal ook onbeschoten was. In 's-Hertogenbosch had Kerkstraat 73-75 van kort na 1472 echter een dak met daktegels op beschot.[1134]

Bij dakbeschot is een onderscheid te maken tussen horizontaal en verticaal dakbeschot. Horizontaal dakbeschot was vrijwel altijd aangebracht op daksporen als drager. Verticaal beschot kon direct aangebracht worden op de langsdragers en daksporen zijn niet nodig.
Horizontaal beschot op sporen is nog wel aangetroffen bij de belangrijke bouwwerken als de kerken, het Gravensteen, het Catharinagasthuis en de Waag.[1135] Dit beeld wordt bevestigd door de onderzochte bestekken en rekeningen. Zo kreeg de Pieterskerk in 1407 leien op wagenschot (op sporen), zo ook het Gravensteen in 1463 en in 1597 kreeg het Rijnlandhuis leien op 'denemarcxe' delen (ook op sporen).[1136] De 'gewonere' gebouwen als het huis van Hoogerbeets uit 1592, de herberg buiten de Zijlpoort uit 1593 en de huizen Rapenburg 31 uit 1664 en Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 werden voorzien van pannen op latten (op sporen).[1137]

---

[1130] Windlatten zijn in Nederland al bekend sinds het midden van de 13de eeuw; Janse 1989, 77.
[1131] Voorbeelden zijn Oude Singel 110 en 112 (direct na 1611), Hogewoerd 150 (direct na 1659), Papengracht 6 (1668) en Breestraat 95 (toevoeging uit 1758) (afb. 300-302).
[1132] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654. Helaas zijn de dakdragers van de Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25. Zie catalogusblad Rapenburg 25, 1654.
[1133] Op basis van deze constatering valt nader onderzoek naar beschot buiten dit onderzoek.
[1134] Enderman 2016a, 77-78.
[1135] Origineel horizontaal beschot is aangetroffen op de vleugel van het Catharinagasthuis, Aalmarkt 11 uit 1455-1456 (d) (eikenhout, breed ca. 29-37 cm, dik 22-23 cm, met visbekverbinding) en op de Waag, Aalmarkt 21 uit 1657-1659 (naaldhout, breed ca. 23-28 cm en dik drie cm).
[1136] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409, Gravensteen, 1463 en Rijnlandhuis, 1597.
[1137] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

Op basis van bovenstaande constateringen kan in het algemeen worden gesteld dat in Leiden contemporain horizontaal dakbeschot duidt op een leienbedekking. De uit de dakdeksubsidiebronnen bekende huizen met leien zullen dus vermoedelijk ook voorzien zijn geweest van horizontaal beschot.

De toepassing van verticaal beschot is in Leiden op huizen met pannendaken zeldzaam. In Leiden zijn daarvan twee voorbeelden uit de tweede helft van de 17de eeuw bekend, waarvan Rapenburg 32 uit 1650-1700 deel uit maakt van de catalogus (afb. 267).[1138] Het beschot loopt van nokgording tot muurplaat, ondersteund door flieringen. Over dit beschot van geploegde en gegroefde delen waren panlatten aangebracht, waaraan de pannen waren opgehangen. Het gaat hier dus niet om beschot voor leidekking. De reden om dit beschot toe te passen in plaats van daksporen was vermoedelijk een beter of specifiek gebruik van de zolder. Janse noemde in zijn overzicht de ontwikkeling in de 17de eeuw van de 'keperloze beschoten gordingenkap'.[1139] De reden om voor dit beschot te kiezen zou volgens Janse vermoedelijk een betere vochtkering zijn, dan bij de onbeschoten sporendaken, om zodoende op de zolders opgeslagen goederen beter droog te houden. Deze oplossing kwam al voor bij turfpakhuizen uit 1610 op het Waterlooplein in Amsterdam en had al snel een grotere verspreiding, vooral in Noord-Holland.[1140] In Leiden hing het daarnaast vermoedelijk ook samen met het gebruik van de zolders voor bewoning.[1141]

267 Rapenburg 32, 1650-1700

268 Rapenburg 67, 1760

269 Breestraat 24, 1768

Twee 18de-eeuwse voorbeelden met verticaal beschot in plaats van daksporen zijn Rapenburg 67 uit 1760 en Breestraat 24 uit 1768 (afb. 268-269). Het is van deze twee 18de-eeuwse kappen niet duidelijk of ze van oorsprong met leien of dakpannen waren gedekt.
De uitvoering van het spant bij verticaal beschot was niet anders dan bij een uitvoering met sporen. Voor de bevestiging lag een uitvoering met gordingen voor de hand, maar de voorbeelden laten naast gordingen ook het gebruik van (afgeschuinde) flieringen zien.

**Haanhout of nokgording**
Een duidelijke ontwikkeling bij de daksporen was de overgang van gekoppelde daksporen met haanhouten naar de toepassing van losse sporen tegen een nokgording. De introductie rond 1500 van de nokgording was kenmerkend voor de ontwikkeling van kapconstructies in Nederland.[1142] Opmerkelijk is dat deze ontwikkeling van gekoppelde sporenparen naar losse sporen op een nokgording in de Duitse literatuur wordt beschouwd als hét onderscheid tussen de basistypologieën van de sporenkap en de gordingenkap.[1143] De gekoppelde sporenparen worden ook anders genoemd, 'sparrendach', sporen in het Nederlands. De losse sporen heten 'rofen', in het Nederlands kepers. Ook Janse signaleerde dit en gaf aan dat er geen eenheid van mening is over het onderscheid tussen sporen en kepers.[1144]

---

[1138] Het originele verticale naaldhouten beschot van Rapenburg 32 uit ca. 1650-1700 is ca. 31-48 cm breed en ca. 2,8 cm dik. Een contemporain voorbeeld is Oude Varkenmarkt 12; zie dossier in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1139] Janse 1989, 281 en Janse 1990a, 58.
[1140] Janse 1989, 280-281; Meischke et al. 1993, 44 en Van Tussenbroek 2009, 108-110.
[1141] Orsel 2008, 31-35. Vanaf het einde van de 16de eeuw werden de zolders van Leidse huizen bestemd tot verblijfsruimte.
[1142] Janse 1989, 134-146; Orsel 2001, 27-29 en Orsel 2018.
[1143] Zie paragraaf Kappenonderzoek in Noordwest-Europa.
[1144] Janse 1989, 23-24.

Aangezien in Leiden het een doorgaande ontwikkeling betreft van gekoppelde sporenparen naar solitaire sporen, waarbij de draagconstructie met langsdragers op dwarsgeplaatste spanten niet wijzigde en er dus geen sprake was van een typologische ontwikkeling, wordt in dit onderzoek geen terminologisch onderscheid gemaakt en de term 'spoor' gebruikt.

270 Pieterskerkgracht 9, 1543

271 Haarlemmerstraat 213, 1554

272 Nieuwe Rijn 13 1557

Uit het onderzoek in Leiden is duidelijk geworden dat de oudste kappen met naald- of eikenhouten sporenparen met haanhouten waren uitgevoerd. Gebleken is dat de introductie van de nokgording in Leiden rond 1545 plaatsvond, met als vroegste voorbeeld de kap van het middenhuis van Pieterskerkgracht 9 uit 1543 (afb. 270).[1145] Voor Pieterskerkgracht 9 werd in 1546 een dakdeksubsidie uitbetaald, vermoedelijk dus voor dit dak.[1146] In deze kap werd voor het eerst een spantconstructie opgenomen voor het dragen van een nokgording. Andere vroege voorbeelden zijn Haarlemmerstraat 213 uit 1554 en Nieuwe Rijn 13 uit 1557 (afb. 271-272). Deze kappen hadden als eerste een uitvoering met losse sporen tegen een nokgording. Een haanhout ontbrak. Deze constructieve modernisering is te koppelen aan de overgang naar een andere dakbedekking. Uit bronnenonderzoek van dakdeksubsidies door de Leidse overheid blijkt dat in eerste instantie sprake was van subsidie voor leien en tegels, ter vervanging van een week dak.[1147] In 1545 werden dan voor het eerst dakpannen genoemd. De introductie van de nokgording in Leiden viel dus samen met de overgang van daktegels naar dakpannen (afb. 228-230). Ook lijkt er een constructief verband tussen de introductie van de nokgording en het pannendak.
Vaak is de introductie van de nokgording gekoppeld aan de zwaardere pannendekking, maar dit kan worden betwijfeld. Daktegels werden vermetseld, met een behoorlijke (twee-derde) overlap.[1148] De hoeveelheid keramiek en mortel van een tegeldak zal dus veel zwaarder zijn dan een pannendak (fig. 14).[1149] In de collectie Historische bouwfragmenten van ELO is een dagtegel met een ophangnok aanwezig.[1150] De afmeting van een daktegel is 23,3 x 13,7 x 1,2/1,3 cm en deze weegt circa 800 gram. De oudere daktegels zijn iets groter en dikker en waren dus zwaarder. Een oud-Hollandse pan in de collectie heeft een afmeting van 37 x 24 x 1,7 cm en deze weegt 2342 gram.[1151]

---

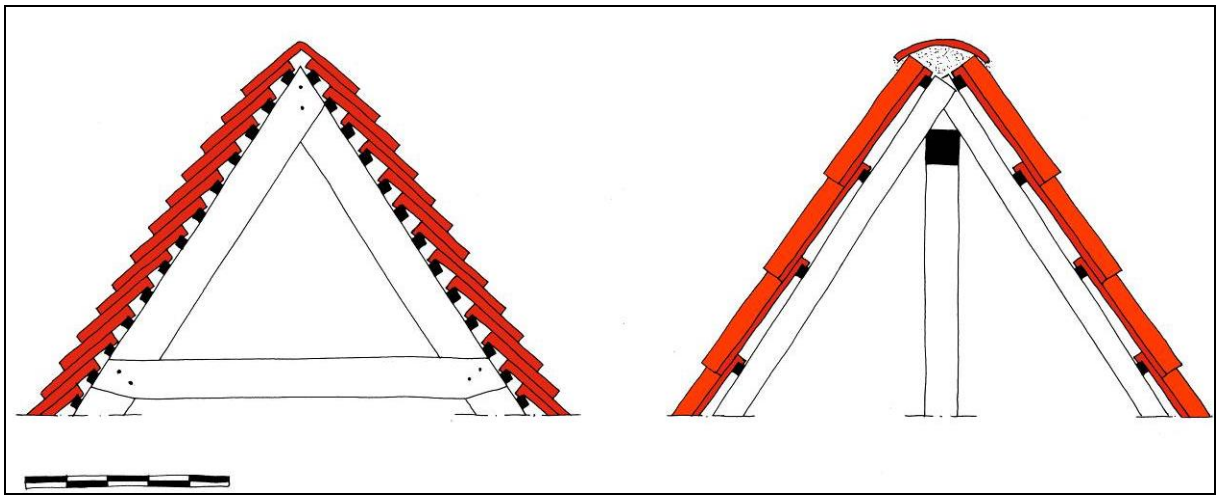
[1145] Orsel 2009f, zie ook paragraaf Introductie nokgording.
[1146] Dröge 2010, 274.
[1147] De Baar 1994, 28-30 en Dröge 2010, 267-276. Van bijvoorbeeld Breestraat 135 is bekend dat in 1595 het rieten dak werd vervangen door een pannendak; Dröge 2010, 273-274. Het heeft een kapconstructie met een door een afgeschoorde nokstijl gedragen nokgording.
[1148] De Vries 1988a. Uit archeologische vondsten in 's-Hertogenbosch wordt aangenomen dat de oudste daktegels (in de 13de eeuw tot het midden van de 14de eeuw) slechts vernageld, aangezien zij een spijkergat hebbben en geen sporen van mortel vertonen. Vanaf het midden van de 14de eeuw kwamen er daktegels voor zonder spijkergat en die dus met kalkmortel werden vermetseld. Dit onderzoek heeft ook duidelijk gemaakt dat de oudste daktegels met een lengte van 27 cm slechts voor de onderste negen cm werden voorzien van loodglazuur en dus een overlap van tweederde kenden. Op basis van de Leidse vondsten kan een vernageling in Leiden worden betwijfeld.
[1149] De waarden voor leien in fig. 15 zijn ontleend aan Janse 1986, 64-65.
[1150] De vindplaats is opgraving Garenmarkt, ter hoogte van Raamsteeg 97. De daktegel met afgebroken hoekjes weegt 794 gram en gereconstrueerd ca. 850 gram. Deze daktegel zal worden opgenomen in de collectie Historische bouwfragmenten van ELO en dan zal een vondstnummer worden toegekend.
[1151] ELO, collectie Historische bouwfragmenten, vondstnummer MZ00077. De vindplaats was Rapenburg 14.

Als er wordt uitgegaan van een tegeldak met tweederde overlap betekend dat er voor een vierkante meter dakvlak ongeveer 95 daktegels nodig zijn, met een totaalgewicht van bijna 81 kilo.[1152] Een vierkante meter dakpannen bestaat ongeveer uit circa 17,5 pannen en dit weegt ongeveer 41 kilo.[1153] Een pannendak weegt dus bijna de helft minder dan een daktegeldak.[1154] En dit is nog zonder mortel.

| Natuurlei, Maasdekking | Natuurlei, Rijndekking | Daktegel | Oud-Hollandse dakpan |
|---|---|---|---|
| ± 35 – 45 Kg/M$^2$ | ± 30 – 35 Kg/M$^2$ | ± 81 Kg/M$^2$ | ± 41 Kg/M$^2$ |

Fig. 14 Gewicht dakbedekkingen per vierkante meter dakoppervlak (Janse 1989)

Een belangrijke reden voor de introductie van de nokgording lijkt stabiliteit. Een dak met gebakken dakbedekkingsmaterialen moest namelijk voldoende stijf en stabiel zijn, zodat er bij windstoten geen trillingen ontstonden die de specie in de voegen deed losgaan.[1155] Voor een rieten dak of beschoten leidak deed dit veel minder ter zake. De panlatten van een daktegeldak zaten veel dichter op elkaar, dat meer lengtestabiliteit over de losse sporenparen in het nokgedeelte gaf (afb. 273). Dit werd nog versterkt door de vermetseling van de daktegels, dat door het grote oppervlak van overlap een behoorlijk stijf daktegelvlak opleverde. Door de panlatten en deze vermetseling zal bij de daktegels de nok bij losse sporenparen voldoende stabiel zijn geweest. Bovendien was het daktegeldak vlak en dus minder windgevoelig. Dakpannen hadden slechts een kleine overlap (slechts een strookje langs de zijden en vormen een veel minder stijf dakpannenvlak). Bij de losse sporenparen met dakpannen was het nokgedeelte, als gevolg van de mindere stijfheid van het dakpannenvlak en de grotere afstand van de panlatten, waarschijnlijk te instabiel en kon de aansmering lostrillen. Door de introductie van de nokgording werd de nok gefixeerd en zorgde dus voor veel meer stabiliteit voor een pannendak. Een enkele keer is een plankje als bovenste panlat aangetroffen, mogelijk ook aangebracht vanuit de gedachte van een stabieler geheel (afb. 256).[1156]



273 Nokconstructie van tegeldak op sporenparen met haanhout (links) en een nokconstructie van pannendak met sporen ondersteund door een nokgording (rechts)

[1152] Voor een vierkante meter zijn in de hoogte ca. 13 tegels benodigd door de tweederde overlap (100 cm : 23,3 x 3). In de breedte zijn er 7 en ⅓ tegel nodig (100 cm : 13,7 = 7⅓). In totaal dus 13 x 7⅓ = 95 stuks, met een gezamenlijk gewicht van 95 x 850 = 80750 gram.
[1153] Voor een vierkante meter was in de hoogte ca. 3 en ⅓ dakpan nodig, uitgaande van ca. 7 cm overlap (100 cm : 37 – 7 cm). In de breedte waren 5 pannen nodig, uitgaande van ca. 4 cm overlap (100 cm : 24 – 4 = 5). In totaal dus 3½ x 5 = 22,5 stuks met een gezamenlijk gewicht van 17,5 x 2342 = 40985 gram. Zie Van Tol 1984, 194.
[1154] Maarten Enderman heeft een vergelijkende berekening opgesteld voor een leiendak en een daktegeldak in ’s-Hertogenbosch en komt tot de conclusie dat een daktegeldak ongeveer tweemaal zo zwaar was dan een leiendak; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Maarten Enderman.
[1155] Beisterveld en Kok 1948, 29; De Vries 1988a, 2 en Janse 1989, 26.
[1156] Voorbeelden van een plankje als bovenste panlat zijn Breestraat 95 (1405-1411) met gekantrechte vuren sporenparen en Oude Singel 110 (direct na 1611) en 116 (direct na 1616) met gekantrechte naaldhouten losse sporen. De plank zorgde voor een stabielere nok bij de sporenkappen en dan was het – later – niet noodzakelijk de sporenparen met haanhout te vervangen en een nokgording in te brengen.

Ook was de uitvoering met nokgording een behoorlijke vereenvoudiging van het bouw- en constructieproces. Voor alle sporen hoefden bij de toepassing met een nokgording niet meer de vele verbindingen te worden gemaakt voor de koppeling tussen de sporen en de sporen en de haanhouten. Bij het construeren konden de sporen zo tegen de nokgording en/of flieringen/gordingen worden geplaatst. Voorheen moesten eerst de sporenparen in elkaar worden gezet, inclusief haanhouten en vervolgens over de flieringen worden geplaatst. Het nieuwe constructieprincipe met nokgording en nokspanten leverde echter geen besparing van materiaal op, waarschijnlijk was er zelfs iets meer voor nodig. De vereenvoudiging van de nieuwe constructie woog hier blijkbaar in economische zin ruim tegen op, want na een korte tijd werden vervolgens alle Leidse kappen geconstrueerd met een nokgording en werden haanhouten niet meer toegepast.[1157] Hoffsummer stelde dat de nokgording het gevolg zou zijn van houttekorten door de afname van het bouwhoutbestand.[1158] Uit het onderzoek in Leiden blijkt de nieuwe constructie echter dus wat meer hout te hebben gevergd. De constructie had evenveel sporen. Slechts de haanhouten kwamen te vervallen, terwijl een nokgording en nokspanten met schoren extra benodigd waren.

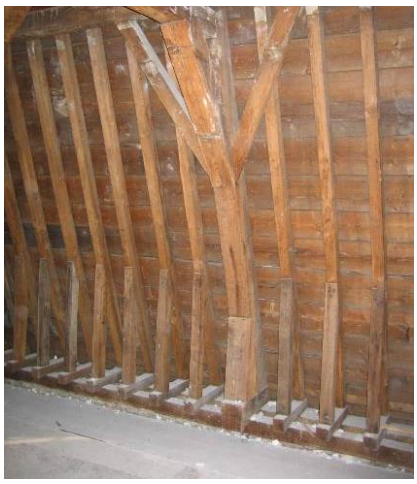
De invoering van de nokgording in de Leidse kappen hing samen met de introductie van de dakpan, in plaats van riet en daktegels, en leidde tot een steviger en stabieler geheel, dat eenvoudiger en efficiënter – en dus economischer – was te fabriceren en te assembleren. Met de introductie van de revolutionaire, efficiënte en economische gegolfde dakpan en aangescherpt stedelijk beleid op de regelgeving rond harde daken inclusief subsidiëring werd in Leiden de definitieve afronding van het versteningsproces gericht op een brandveilige stedelijke bebouwing ingezet. De introductie rond 1545 van de nokgording in Leiden sloot aan op die in de rest van Nederland die. De introductie ging geleidelijk vanuit het zuiden.[1159]

**Bevestiging**

Sporen en beschot stonden op de muurplaat en werden verder ondersteund door flieringen en/of gordingen en vanaf de 16de eeuw door een nokgording. De sporenparen stonden meestal koud vernageld op de muurplaat (afb. 274). Hiervoor was de onderzijde van de sporen schuin afgezaagd.

274 Hooglandse kerkgracht 11-21, 1774

275 Pieterskerk, sacristie, 1398 (d)



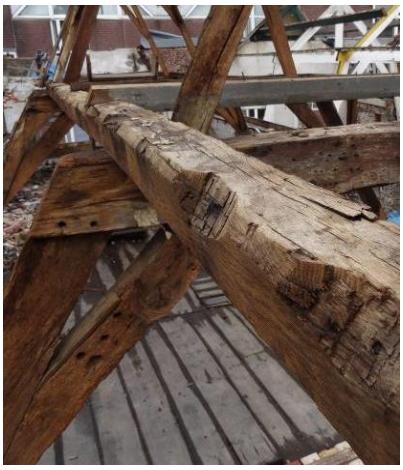
276 Pieterskerkhof 6, 1463

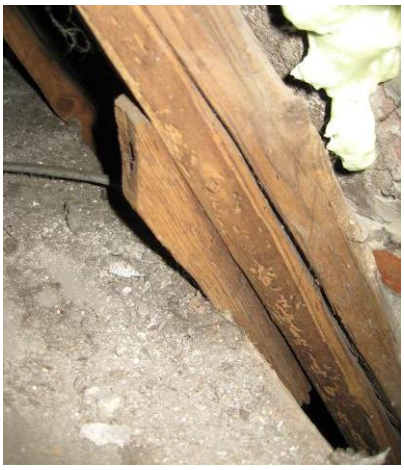
[1157] Orsel 2011a, de ziende kap uit 1618 van de eerste kerkmeesterskamer van Pieterskerk heeft een afwijkende combinatie van haanhouten én nokgording. Met deze archaïsche vormgeving werd waarschijnlijk doelbewuste aansluiting gezocht bij de oudere ziende kappen van de Pieterskerk.

[1158] Hoffsummer 1998, 229-230.

[1159] Janse 1989, 134; Janse 1990a, 57-58; De Vries 1998, 238-243 en De Vries 2003, 2103. Vroege Maastrichtse voorbeelden van kappen met een nokgording zijn het schip van de Franciskanenkerk uit 1392 (d) en het schip van de Dominikanenkerk uit 1397 (d); De Vries 1998, 238-239. Iets later en noordelijker zijn de gordingen en nokgording van de kerkkap van de Grote Kerk in Breda uit 1445-1453 (d). In Breda kregen de kappen van de huizen Havermarkt 5 van kort na 1490 (a), Visserstraat 16 van kort na 1490 (a), Reigerstraat 4-6 uit 1502 (d) en Tolbrugstraat 15 uit 1501-1503 (d) al een nokgording. Een kap van Tolbrugstraat 15 uit 1517 ±6 jr (d) kreeg geen nokgording, maar werd nog uitgevoerd met sporenparen; Orsel 2001.

Bij uitvoering met verticaal beschot, dus zonder sporen, is bij de kap van Rapenburg 32 (1650-1700) geconstateerd dat het beschot in een groef bovenin de muurplaat stond. Soms was er sprake van sporenparen met standzoontjes en blokkeels, bijvoorbeeld bij de 14de- en 15de-eeuwse kappen van de Hooglandse- en Pieterskerk (afb. 275), bij de kap van het Gravensteen uit 1463 (afb. 276) en bij de eerste kerkmeesterskamer uit 1618 van de Pieterskerk. Maar hiervoor was een aanleg met brede muur noodzakelijk, zodat deze uitvoering eigenlijk niet voorkwam bij Leidse huizen met hun over het algemeen slechts steens dikke muren. Het enige, gereconstrueerde, voorbeeld is de voorbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383, vermoedelijk door de oudere aanleg met muren van circa 50 centimeter. De achterbouw uit 1383 met borstweringen van circa 25 centimeter kreeg een normale uitvoering.
De bevestiging van de sporen op flieringen was vaak een koude vernageling.[1160] Omdat de rondhouten sporen afweken in formaat moesten er oplossingen worden bedacht om een redelijk buitenvlak te krijgen voor de bevestiging van panlatten (of beschot). Bij gezaagde eikenhouten sporen met hun uniforme doorsnede was dit niet nodig. Voor de bevestiging van rondhouten sporen werd een oplossing gevonden in het uitschulpen van de fliering (afb. 277).[1161] Hierin werd een bij het formaat van het spoor passende uitholling ingehakt, waardoor de buitenzijde van de verschillende sporen in één vlak kwamen te liggen. Een andere oplossing is aangetroffen bij de kap van Breestraat 95 uit 1405-1411. Hier werd tussen een dunner spoor en de fliering een vullatje tegen het spoor bevestigd, om zodoende het spoor wat verder naar buiten te plaatsen en het in te vlak van de overige dikkere sporen te brengen (afb. 278). Om de aansluiting van de in de dakhelling staande sporen beter te laten aansluiten op de horizontaal liggende flieringen waren deze soms afgeschuind of geheel schuin.[1162] Voor gordingen was er dit probleem niet, deze liggen in dezelfde hoek als de sporen (of beschot). Zeldzaam is dat de sporen, naast de vernageling op de fliering, ook met de achterzijde van de dekbalken van de kapspanten verbonden waren. Dit komt voor bij de gezaagde eikenhouten sporen van het schip van de Hooglandsekerk (1392 d) en bij het hoogkoor (1405 ±6 jr d) en het schip (1424 d) van de Pieterskerk.[1163] Ook in de kap van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr zijn de gekantrechte naaldhouten daksporen verbonden met de dekbalken (afb. 279). Het zijn vooralsnog de enige aangetroffen voorbeelden van een verbinding tussen dekbalken en daksporen.


277 Haarlemmerstraat 105, ca. 1600


278 Breestraat 95, 1405-1411

279 Breestraat 123, 1393 ±6 jr

[1160] Vrijwel altijd was er sprake van sporen uit één stuk, maar soms waren de sporen onderbroken bij de fliering. Het bovenste spoor stond dan op de fliering als zijnde een muurplaat en de onderste spoor staat dan tegen de zijkant van de fliering. Een voorbeeld hiervan is Breestraat 150 uit ca. 1640-1650. Hierdoor kon een knik in het dakvlak ontstaan. In het bestek voor de herberg buiten de Zijlpoort uit 1593 was sprake van ‘revelaers’ en ‘steyntgetgens’. Met dit laatste werd vermoedelijk de onderste sporen tussen gording en muurplaat aangeduid.
[1161] Zie voor Haarlemmerstraat 105 het dossier in het Bouwhistorisch archief ELO.
[1162] Vroege voorbeelden van afgeschuinde flieringen zijn Breestraat 109 van ca. 1500, Hooglandse Kerkgracht 14 uit ca. 1400-1500, Nieuwe Rijn 28 uit 1598 en Groenesteeg 14 uit 1608.
[1163] Dröge en Veerman 2011, 43-51. Ook bij de transepten (1539 d) zijn verbonden sporen weergegeven, afb. 35. Deze toepassing lijkt uitzonderlijk laat en vermoedelijk werd teruggegrepen op de vormgeving van schip en hoogkoor.

De bevestiging van sporen (of beschot) op een nokgording kwam overeen met die op flieringen of gordingen. Meestal was de nokgording rechthoekig en werden de sporen er koud tegenaan genageld. Soms was er sprake van een aan de bovenzijde iets afgeschuinde nokgording.[1164] In een enkel geval werd de nokgording gekanteld en kan er werkelijk worden gesproken van een gording.[1165] Bij de gezaagde sporen (vanaf het begin van de 17de eeuw) is te constateren dat bij alle voorbeelden de sporen op hun 'plat' werden vernageld. Dit was constructief niet de meest gunstige plaatsing, maar hing waarschijnlijk samen met het vernagelen. Waarschijnlijk werd de smalle zijde te gering geacht om een nagel aan te kunnen brengen, met als mogelijk gevolg het splijten van de daksporen.

**Maat en lengte**

Over het algemeen waren daksporen niet onderbroken en uit één stuk. Een dak met onderbroken sporen werd een 'gebroken' dak genoemd.[1166] De sporen zijn dan onderbroken op de fliering en het bovenste deel staat op de fliering en het onderste deel ertegen. De keuze voor een gebroken dak met onderbroken daksporen werd vermoedelijk bepaald door de maat van het dakvlak tussen de voet en de nok en de verkrijgbaarheid van lange sporen. Zoals al aangegeven was de maximale lengte van vlothout ongeveer twaalf tot 15 meter.[1167] Voor de kappen op ordinaire huizen voldeed deze lengte en waren de sporen uit één lengte. Het specifieke voorschrijven van sporen uit één stuk bij Breestraat 59, het Rijnlandhuis, uit 1597, zou erop kunnen wijzen dat de voorkeur uit ging naar een dak met doorgaande sporen.[1168]

Uit de gedocumenteerde voorbeelden kan een algemeen beeld over het formaat van daksporen en de toegepaste lengtes worden afgeleid.[1169] Het formaat en de lengte werden mede bepaald door de (meervoudige) ondersteuning door flieringen en/of gordingen op spanten.[1170] De afmetingen van het toegepaste materiaal werden hierdoor beperkt.[1171] De afstand van de ondersteuningspunten varieert enorm, maar komt niet boven de 3,5 meter. Veelal schommelen de afstanden tussen de 1,5 en 2,5 meter. Opvallend is wel dat de oudere kapconstructies zonder nokgording wat vaker een grotere afstandsmaat tussen de ondersteuningspunten van boven de 2,5 meter hebben.

De oudste eikenhouten sporen zijn de gekantrechte sporen van de Waalse kerk, Breestraat 62, vermoedelijk uit 1314-1320 (d). Deze hebben een formaat van circa 10 x 10 cm.[1172] Rapenburg 41-45 uit 1450 heeft gezaagde sporen van 9,5 x 9,5 tot 7 x 8 cm. Breestraat 99 uit 1458 heeft gezaagde sporen van circa 10 x 7 cm. De sporen uit 1463 van het Gravensteen zijn circa 8,5 x 7,5 cm. Bij de laatste drie voorbeelden is bekend dat de sporen circa 30 cm hart op hart staan. De lengte van eiken sporen varieert tussen circa 7 meter (Breestraat 99 uit 1458), circa 8,5 meter (Gravensteen uit 1463) en circa 9 meter (Rapenburg 41-45 uit 1450).

---

[1164] Voorbeelden zijn Aalmarkt 21 uit 1657-1659, Rapenburg 6 uit 1668, de leugenaarkap van Rapenburg 61 uit 1701en Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738.

[1165] Voorbeelden zijn Lammermarkt 57 van direct na 1611, Hogewoerd 185 van direct van 1659, Rapenburg 29 uit 1664, Breestraat 19 uit 1791, de theekoepel Utrechtse Veer uit 1797 en Stille Mare 4 uit 1830.

[1166] Een kap met onderbroken daksporen werd in de bestekken uit 1541 en 1544 voor de Oude Kerk in Delft een gebroken kap genoemd; Janse 1989, 337-340. Dit is een ander gebroken dak dan die met geknikte dakvlakken, ook wel het Mansardedak.

[1167] Zie paragraaf Hout.

[1168] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

[1169] Dit geldt niet voor beschot, aangezien bij veel kappen de dakbedekkingdrager is vervangen. Daarnaast zijn er weinig betrouwbare voorbeelden van origineel beschot.

[1170] Helaas is bij veel kappen de drager van de dakbedekking vervangen. Ook zijn niet in alle gevallen de sporen gedocumenteerd. Echter een algemeen beeld kan wel worden gegeven. Bij de documentatie is niet gelet of de sporen uit één stuk zijn vervaardigd, of dat er sprake is van stapeling op flieringen of gordingen.

[1171] Alle afstanden tussen de steunpunten zijn vanuit de vervaardigde tekeningen bepaald. Logischerwijs nemen de afstanden wat af, als er ook een nokgording in de kap is toegepast. Deze kappen hebben soms bij de nok een zeer kleine afstandsmaat van minder dan een meter. Vooralsnog lijkt het niet mogelijk om aan deze maten verdere conclusies te verbinden.

[1172] De lengte van de sporen van de Waalse kerk is onbekend.

In het bestek uit 1597 voor het Rijnlandhuis, Breestraat 59 was sprake van een 'spanning van Luycx hout'.[1173] Volgens Janse werd met Luycx hout eikenhout aangeduid.[1174] De sporen moesten onder 4 duim (10,4 cm) en boven 3 en 3,5 duim (7,8 en 9,1 cm) in het vierkant zijn. Ze moesten 12 duim (31,32 cm) hart op hart worden geplaatst en bestaan uit één lengte: 'deurgaende spannen sonder lassen'. Uit de documentatietekening blijkt dat deze gezaagde eikenhouten sporen met een afmeting van circa 9,5 x 10,5 cm een lengte hebben van circa 9 meter.

De formaten van gekantrechte naaldhouten sporen verliepen vaak van een bredere onderzijde, tot een soms zeer geringe bovenzijde. Gedocumenteerde formaten zijn rond 7,5/9 cm (Breestraat 113, 1347), circa 13 x 9 cm (Breestraat 123, 1393 ±6 jr), rond 9/10 cm (Breestraat 95, 1405-1411), rond 8 cm (Breestraat 121, 1517) en rond 7 cm (Oude Singel 110 en 112 van direct na 1611). Breestraat 123 (1393 ±6 jr) is tevens één van de voorbeelden met lange gekantrechte naaldhouten sporen van circa acht meter. Uit de laat 16$^{de}$-eeuwse bestekken blijkt dat voor de sporen als capravens en revelaers geen maten werden genoemd.[1175] Deze hadden blijkbaar een gangbare 'standaard'maat.[1176] Wel was er opgenomen dat ze één voet (31,32 cm) hart op hart moesten worden geplaatst.

De 'ribben' die als sporen voorkomen vanaf het begin van de 17$^{de}$ eeuw hadden volgens de het bestek uit 1664 voor Rapenburg 31 een maat van 3 en 2,5 duym (7,8 en 6,5 cm) en volgens het bestek uit 1738 voor Hooglandsekerkgracht 23 2 en 3 duym (5,2 en 7,8 cm). Het tweelingpand van Rapenburg 31, nr. 29 heeft sporen van circa 7 x 6 cm met een lengte van 6,20 meter en de sporen van Hooglandsekerkgracht 23 meten ook circa 7 x 6 cm met een lengte van 5,5 meter. Rapenburg 65 uit 1623 is een voorbeeld van één van de langste gezaagde daksporen, met een lengte van 8,60 meter. Veel kappen hadden echter daksporen met een veel geringere lengte. Ook voor deze sporen was de hart op hart maat circa 30 centimeter (één voet).[1177]

**5.5 De ondersteuningsconstructie** (fig. 15)

Uit het voorgaande is gebleken dat er veel externe factoren zijn die invloed konden hebben op de hoofdopzet van de kapconstructie. Van belang was de lokale setting met klimatologische, menselijke, economische, materiaal- en constructief-technische factoren. In Leiden, waar een zeeklimaat heerst, was een dakhellingshoek van 50-60 graden het meest praktisch. Vorm en uitvoering van de kap werden ook beïnvloed door de beschikbaarheid van materiaal, waarbij in Leiden vrijwel alles, met name hout, ijzer en natuursteen, moest worden geïmporteerd. Ook menselijke factoren, gevoed door economische afwegingen, speelden een rol, zoals de ideeën/wensen van de opdrachtgever en de kennis, achtergrond en traditie van degene de het dak vormgaven en vervaardigden.

Hoe de opzet en uitvoering van de ondersteuningsconstructie op Leidse huizen wijzigde in de loop van de tijd en welke factoren daaraan ten grondslag lagen zal worden onderzocht op basis van analyse van de gecatalogiseerde voorbeelden.

---

[1173] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.

[1174] Janse 1989, 24.

[1175] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, herberge buyten de Zijlepoort, 1593 en Rapenburg 69, eind 16$^{de}$ eeuw.

[1176] Het laat 16$^{de}$-eeuwse bestek voor Rapenburg 69 gaf aan: 'naer 't werck vereyst'; Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 69, eind 16$^{de}$ eeuw.

[1177] Gedocumenteerde voorbeelden van daksporen met een hart-op-hart afstand van ca. 30 cm zijn Breestraat 123 (1393 ±6 jr), Rapenburg 41-45 (1450), Pieterskerkhof 6 (1463), Breestraat 121 (1517), Nieuwsteeg 17 (1592), Breestraat 59 (1597), Lammermarkt 57 (direct na 1611), Oude Singel 100 (direct na 1611), Oude Singel 114 en 116 (direct na 1616), Haven 36-38 (1645), Aalmarkt 21 (1657-1659), Rapenburg 29 (1664), Papengracht 6 (1668), Haarlemmerstraat 163 (1675-1700), Oude Vest 159 (1681) en Rapenburg 12 (1724). Opvallend is dat de twee jongere gedocumenteerde voorbeelden met Philibertspanten een grotere h.o.h. afstand van 37-38 cm hebben: Hooigracht 67 (ca. 1825-1850) en Maredijk 36 (1840).

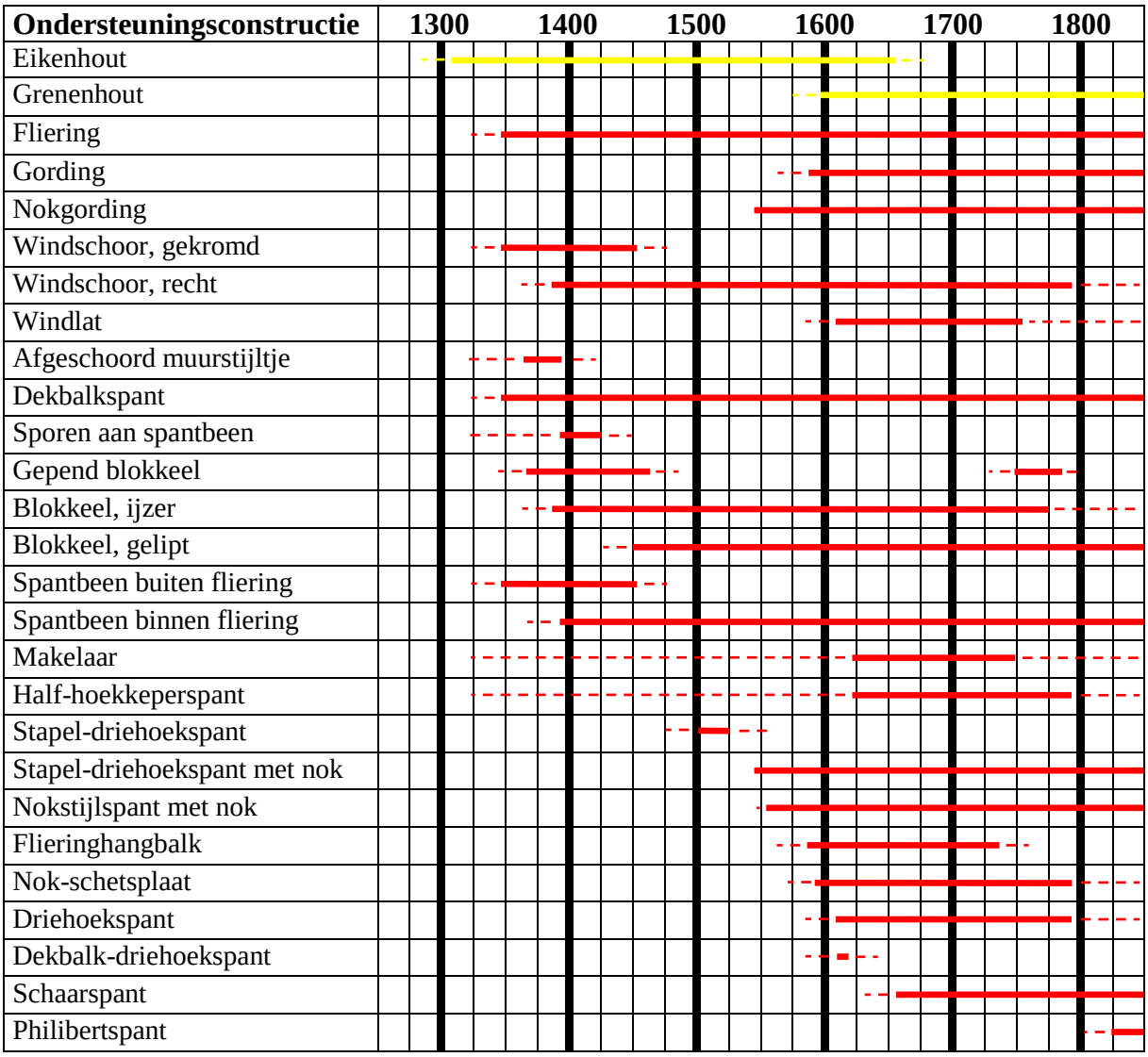
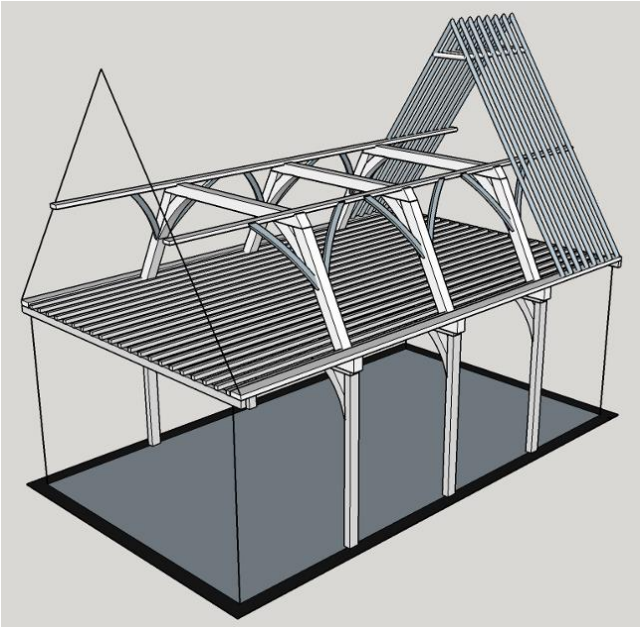


Fig. 15 Aspecten van de ondersteuningsconstructie op Leidse huizen

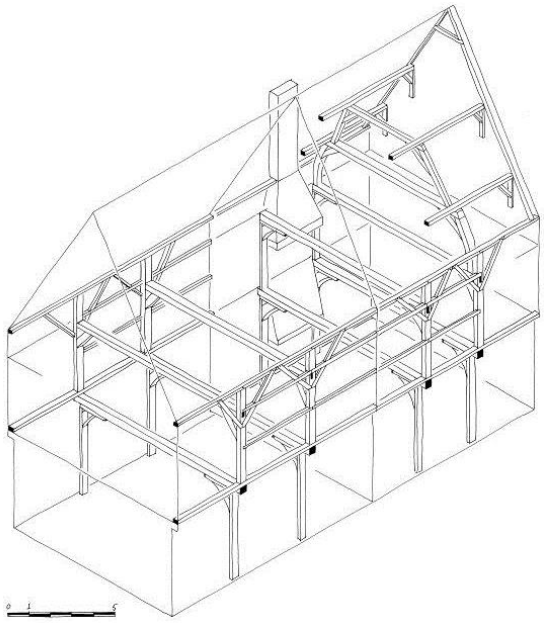
**Constructieve opzet**
De ondersteuningsconstructie van Leidse huizen was opgebouwd met een stapeling van dwars- en langsgeplaatste elementen om de dakdrager en dakbedekking te ondersteunen. De ruimtelijke constructie was typerend voor Leiden en de omringende regio. De hoofdopzet van de constructie speelde in op omstandigheden en factoren die lokaal en regionaal bepaald waren en werd daar ook door beïnvloed.

***Ruimtelijke framewerk***
De opzet van de kapconstructie is voortgekomen uit de rechthoekige bouwmassa van de huizen en de zadeldakvorm. In het westen van Nederland hadden de in baksteen opgetrokken huizen tot in de 17de eeuw een ondersteunend houtskelet voor de krachtenafvoer.[1178] De kapconstructies maakten onlosmakelijk onderdeel uit van deze houtconstructies. Op basis van de kortste overspanning werden de gebinten dwarsgeplaatst en dus de daarop staande spanten van de kapconstructie ook (afb. 280-281).

[1178] Janse 1989, 17-19; Meischke et al. 1997, 35-36; Orsel 2007g, 118-119 en 128-131 en Orsel 2009f, 1113-1114. Houtskeletconstructies bleven echter om stabiliteitsredenen tot ruim in de 18de eeuw toegepast; Orsel 2012b.



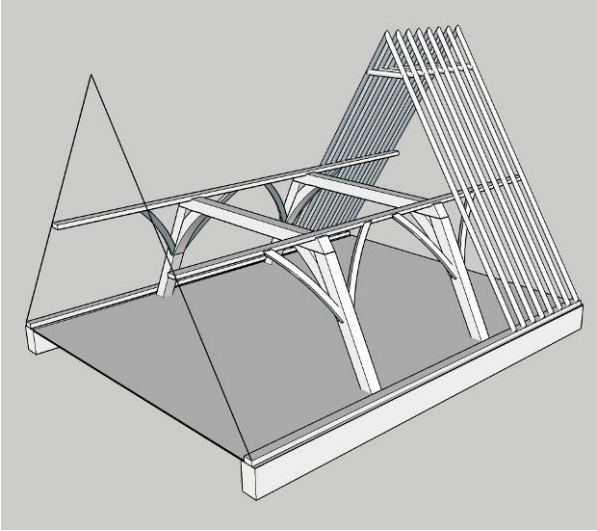
280 Constructief schema houtskelet en kapconstructie



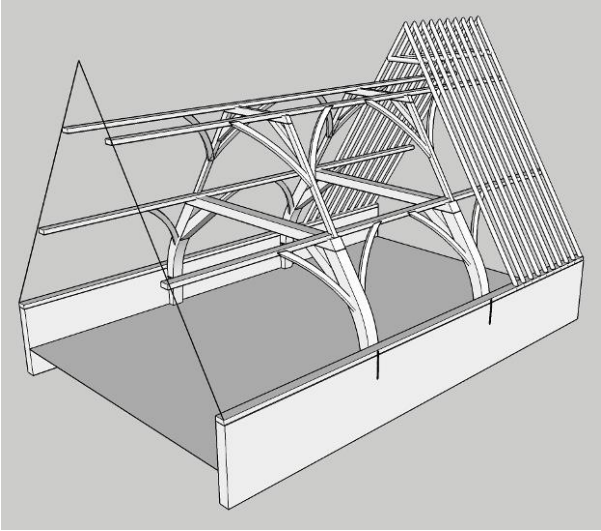
281 Breestraat 135, 1365, constructieve opbouw

In Leiden bestonden de daken op de huizen in de onderzochte periode uit een dakbedekking en -drager die werd gedragen door een ondersteuningsconstructie van hout (afb. 282-288). De uitvoering in hout zal zijn ingegeven door zijn (relatieve) beschikbaarheid, goede verwerkbaarheid en bovendien zijn geschiktheid om te dienen als constructief belastbaar materiaal.[1179] De opbouw van de Leidse ondersteuningsconstructie bestond uit langsgeplaatste (longitudinale) balken, de 'muurplaten, flieringen' en/of '(nok)gordingen', onder de dakdrager, die werden ondersteund door dwarsgeplaatste (transversaal) portaalachtig jukken, de 'spanten'. Door de stapeling en koppeling van longitudinale en transversale elementen ontstond een ruimtelijke constructie die de dakdrager en -bedekking ondersteunde en de krachten geconcentreerd afvoerde. De Leidse spantconstructie met transversale jukvormige spanten en longitudinale dragers paste binnen de groep van Vlaams-Nederlandse kapconstructies. Het 'ruimtelijke framewerk' werd in de lengterichting van het dak gefixeerd door schuin geplaatste elementen, '(wind)schoren' genaamd, tussen de longitudinale balken en de transversale spanten. De transversale spanten waren dusdanig constructief stijf opgebouwd met driehoeken dat de schoring in dwarsrichting werd verzorgd door de spanten. Deze constructief stijve spanten kwamen voor als portaalachtige jukken of driehoekige jukken en waren opgebouwd uit schuin (of recht) staande stijlen, de 'spantbenen', horizontale balken, de 'dek-, tussen- of spantbalken' en tussen de stijlen en balken schoren voor transversale stabiliteit, de 'korbeels' of 'schoren'. De spanten hadden een economisch en optimaal materiaalgebruik door hun opbouw van relatief korte lengtes constructiehout.[1180] In de vorm van een stapeling van spanten waren hier grote overspanningen mee mogelijk. Deze spantvorm werd ontwikkeld om in te spelen op de relatieve schaarste van hout, dat van ver moest worden geïmporteerd. Bij de constructieve opbouw van de transversale spanten hoorden ook de vloerbalken van de zolder, waarop de spanten werden geplaatst. Deze vloerbalken dienden daarmee als drager van de spanten, maar ook als trekverbinding om de spatkrachten van spant en dak op te nemen. Bij de afdracht van de krachten die uit de kapconstructie voortkwamen behoorden ook de zij-, voor- en achtergevels. Deze gevels vervulden primair een ondersteunende/dragende functie voor de afvoer van verticale krachten. De koppeling van de houten kapconstructie met de gevels was daarom van groot belang, waarbij ook gesmede ankers functioneel waren.

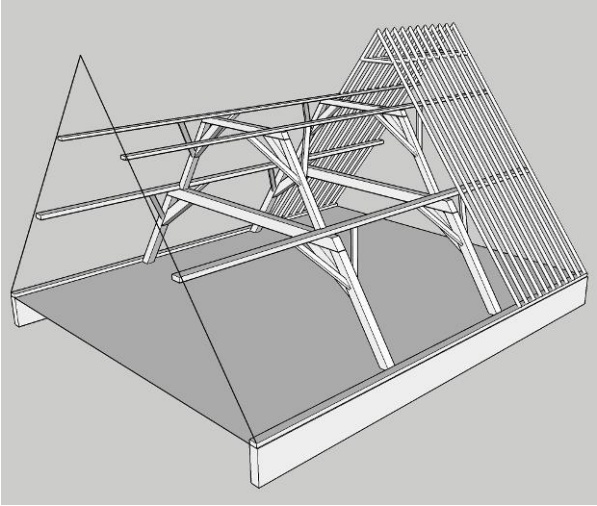
[1179] Er waren bovendien weinig geschikte alternatieven voor de kapconstructie of de dakvorm.
[1180] Nuytten 2005b, 28 en De Jonge et al. 2009, 208.



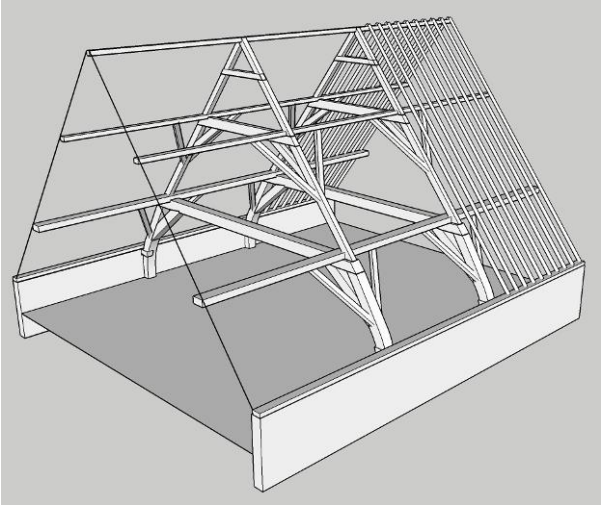
282 Breestraat 113, 1347



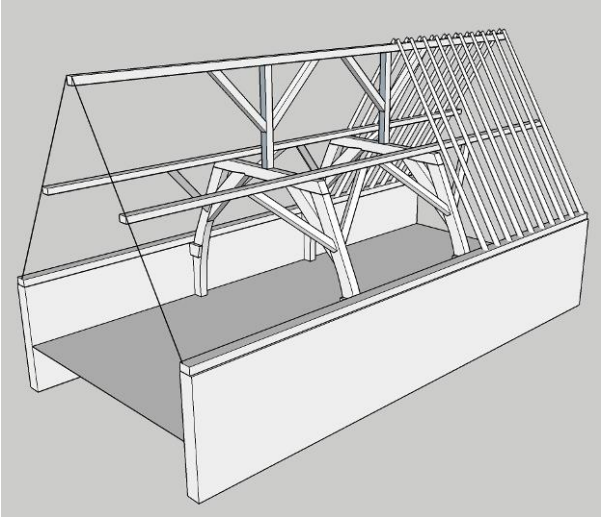
283 Breestraat 95, 1405-1411



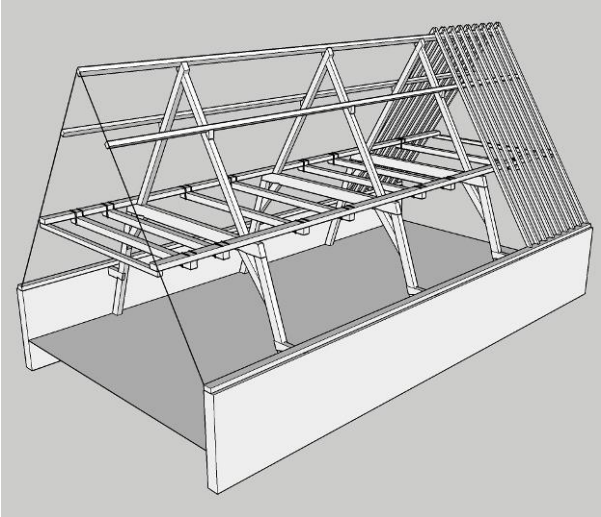
284 Breestraat 161, 1443 ±6 jr



285 Pieterskerkgracht 9, 1543

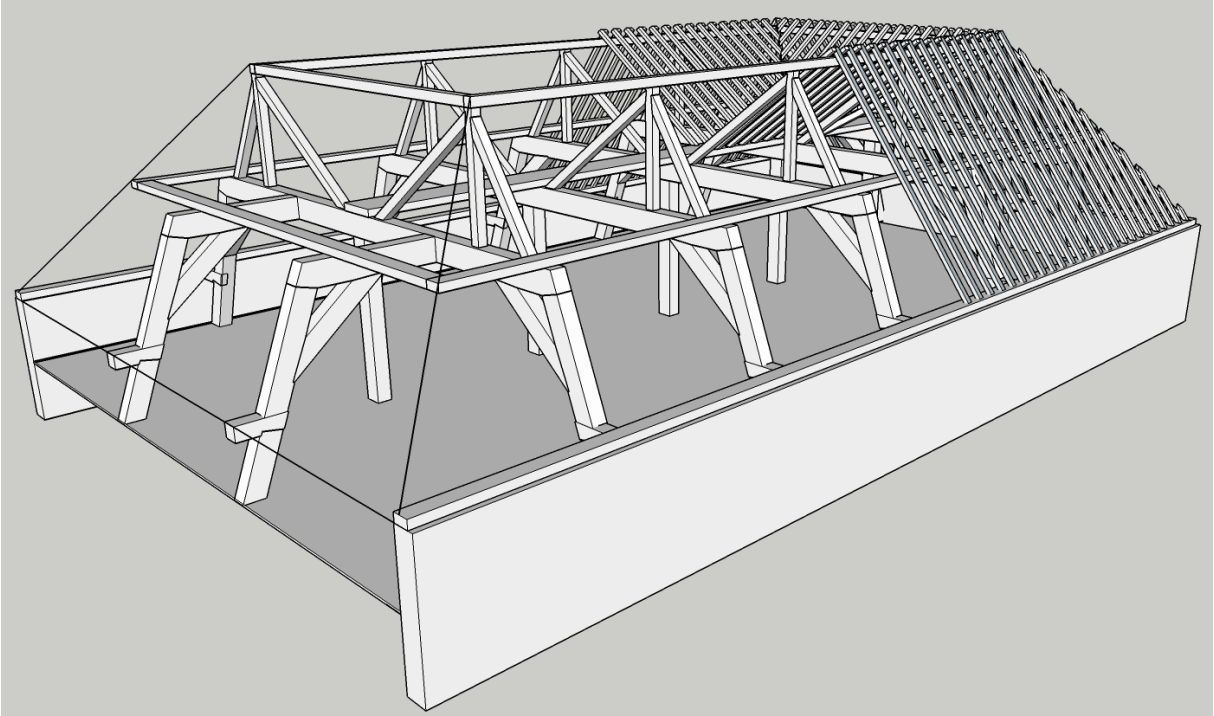


286 Nieuwsteeg 17, 1592



287 Hogewoerd 185, direct na 1659

Naast het langgerekte zadeldak waren er ook meer complexe dakvormen.[1181] Hierbij was de ruimtelijke constructie ingewikkelder met hoek- en kilkepers, zogenaamde 'slaepers' of 'huy-, of hoeckepers', en aangepaste spantvormen om de aansluitende dakschilden te ondersteunen.[1182] Bij schilddaken onderbrak de aansluiting op een topgevel, maar waren er extra dakschilden.[1183] Flieringen en gordingen waren dan vaak verbonden aan de hoek- of kilkepers. Om de extra dakschilden te ondersteunen werden halfspanten, 'halve binten', haaks op de hoofdspanten, toegepast, alsmede hoekkeperspanten, 'houckkepers ofte houckbinten', die de omlopende fliering/gording droegen (afb. 288).[1184] Bij een uitvoering met halfspanten moest ook een (onderste) trekbalkverbinding tot stand worden gebracht. Dit werd in de 17de eeuw in de zoldervloerbalklaag vaak opgelost door een kinderbint zwaarder uit te voeren en deze de trekkrachten te laten opvangen. Ook werden trekbalken of sloffen toegepast.[1185]



288 Breestraat 84, 1672-1674

***Spantafstand***

De langsgeplaatste flieringen en/of gordingen werden ondersteund door de dwarsgeplaatste spanten op een zekere onderlinge afstand. Deze spantafstand varieert in de Leidse voorbeelden tussen de 1,3 en 4,5 meter.[1186] De variatie in afstand is groot, maar een gemiddelde afstand bewoog zich tussen de twee en drie meter. Uit de catalogus komt geen duidelijke voorkeur voor een bepaalde afstand in een tijdsperiode naar voren. De spantafstanden waren gerelateerd aan de vakindeling van de onderliggende houtconstructie van het gebouw.

---

[1181] De aangepaste constructie bij complexere dakvormen is in hoofdlijn gesignaleerd, maar de constructieve aanpassingen vallen buiten de beschouwing van dit onderzoek.

[1182] Vroege voorbeelden zijn het kruisvormige zadeldak van Hooigracht 41 uit ca. 1400-1500, het schilddak van het Gravensteen uit 1463 en het zadeldak met aankapping van Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466-1472. Voor de termen zie Bijlage rekeningen en bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16de eeuw, Bibliotheca Thysiana, 1654 en Waag, 1658.

[1183] De eerste gedocumenteerde schilddaken op Leidse huizen zijn Pieterskerkgracht 9 uit 1620 en Rapenburg 65 uit 1623.

[1184] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654 en Waag, 1658.

[1185] Voorbeelden zijn Pieterskerkgracht 9 uit 1620, Langebrug 87e uit 1642, Oude Vest 159 uit 1681 en Breestraat 19, achterhuis uit 1791.

[1186] Oude Vest 159 uit 1681 heeft de kortste spantafstand met 1,3 m en de langste Breestraat 121 uit 1517 met 4,5 m.

De oudste vloerconstructies in Leiden kenmerkten zich door een samengestelde balklaag van een in regelmatige vakken opgebouwd houtskelet, met moerbalken in de kortste dwarse overspanning.[1187] Als gevolg hiervan werd de spantafstand bepaald door de plaatsing van de moerbalken, waarop de spantbenen stonden. Rond 1600 ontwikkelde in Leiden zich de enkelvoudige balklaag met meerdere parallelle vloerbalken die over de kortste overspanning lagen en dienden als drager en trekbalk voor de spanten.[1188] Hierdoor werd de spantafstand minder bepaald door de plaats van de onderliggende balklaag. Aangezien de indeling van de balklaag ook beïnvloed kon worden door de indeling van een gebouw, kon de plaats van de spanten, en dus de spantafstand, hierdoor worden bepaald.[1189] Dit kon leiden tot een onregelmatige spantafstand, zoals bij vele kappen is vastgesteld. In de 18$^{de}$ eeuw werd de koppeling spant en vloerbalk losgelaten. Het spant hoefde niet meer direct op de vloerbalken staan, maar werd op een slof dwars op de balklaag geplaatst. De vloerbalklaag bleef op deze wijze zijn trekverbinding behouden. Rapenburg 12 uit 1724 is hiervan het vroegste voorbeeld.[1190]

***Stapelen***

Het aantal ondersteuningspunten onder een dakvlak door muurplaten, flieringen en/of gordingen was onder meer afhankelijk van de hoogte en hellingshoek van een dakvlak en zijn gewicht en constructie. Ook was er een relatie met de breedte van het gebouw. Hoe breder het gebouw, hoe hoger het dak wordt bij een gelijke dakhelling, met als gevolg een groter dakvlak tussen voet en nok. Daarnaast heeft, bij een even breed gebouw, een flauw hellend dak een veel korter dakvlak tussen voet en nok dan een steil dak. Om een hoger dakvlak te ondersteunen, konden, bij een globaal gelijkblijvende dakdrager, meerdere ondersteuningspunten boven elkaar worden geplaatst. Een andere optie kon een uitvoering met steviger, dus zwaardere, flieringen en/of gordingen zijn. Uit de catalogus blijkt echter dat meestal werd geopteerd voor meerdere ondersteuningspunten boven elkaar.

Een ander aspect bij het bepalen van de ondersteuningspunten van een dakvlak was afhankelijk van het materiaal. Lange, en dus vaak zwaardere, spantbeen, vooral gekromde, waren moeilijker verkrijgbaar en zullen dus ook kostbaarder zijn geweest.[1191] Hetzelfde gold voor dekbalken van een lange lengte. Langere spantbenen leverden een grotere vrije hoogte onder de dekbalk op. Relatief hoge spanten met langere spantbenen zouden in het algemeen een karakteristiek zijn van vroege spanten.[1192] Uit de catalogus blijkt een vrije spanthoogte van rond de twee meter als gemiddelde. Enkele laat 14$^{de}$-eeuwse kappen hadden een relatief grote vrije spanthoogte van 285-290 cm.[1193] Maar in dezelfde periode kwamen ook hoogtes van 200 cm voor.[1194] Het jongste voorbeeld met een relatief grote vrije spanthoogte is Hogewoerd 33 uit 1476 met vrije hoogte van 270 cm. Na deze periode kwamen er geen kappen voor met een grotere vrije hoogte dan 250 cm.[1195] Lage vrije spanthoogtes kwamen ook voor, zelfs tot 85 cm.[1196] De verklaring hiervoor is dat deze hele lage zolders onder deze kappen niet of nauwelijks bedoeld waren om te betreden. Van de catalogus kan worden afgeleid dat de vrije spanthoogte geen samenhang vertoonde met een relatief hoge borstwering.

---

[1187] Orsel 2007g, 128-131. Elders, zoals in Utrecht, is bekend dat deze samengestelde balklaag voorafgegaan werd door een enkelvoudige balklaag van naaldhout; Meischke et al. 1997, 30 en Dolfin et al. 1989, 431-434. Hiervoor zijn in Leiden tot nu toe geen aanwijzingen gevonden.
[1188] Orsel 2007g, 128-131.
[1189] Orsel 2007g, 134.
[1190] Naast Rapenbrug 12 uit 1724 zijn Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738, Rapenburg 67 uit 1760, Eerste Binnenvestgracht 22 uit ca. 1775-1800, het achterhuis van Breestraat 19 uit 1791, Stille Mare 4 uit 1830 en Maredijk 36 uit 1840 andere voorbeelden hiervan.
[1191] Zie de gegevens in paragraaf Hout.
[1192] De Vries 2003, 2102.
[1193] Het betreffen drie kappen van Pieterskerkhof 40 uit 1383 en een kap van Pieterskerkhof 40 uit 1393 ±6 jr.
[1194] De kap van de tuinvleugel van Pieterskerkhof 40 uit 1384 heeft een vrije hoogte van 200 cm. De oudste kap van Breestraat 113 uit 1347 heeft een hoogte van 215 cm.
[1195] De kap van Rapenburg 29 uit 1664 heeft een vrije hoogte van 250 cm.
[1196] In de catalogus zijn drie kappen met opvallend lage vrije hoogtes aanwezig, 110 cm bij het achterhuis van Oude Rijn 25 uit 1599, 120 cm bij Breestraat 70 uit 1764 en 85 cm bij Breestraat 24 uit 1768.

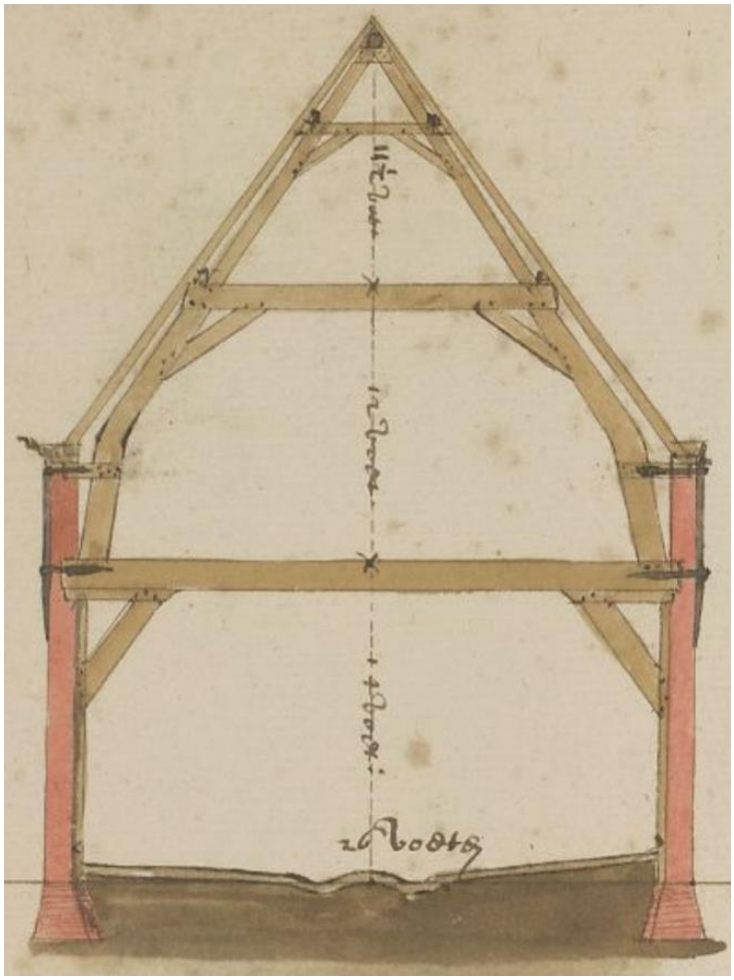
Meerdere ondersteuningspunten onder een dakvlak in combinatie met beperkte balklengtes hebben geleid tot de ontwikkeling van gestapelde spanten. In opzet werd de flliering of gording opgelegd op een dekbalk van een spant. Bij meerdere boven elkaar gelegen flieringen of gordingen waren er dus meerdere dekbalken en was de constructie een stapeling van spanten. De toepassing van een enkel spant of een stapelspant was dus voornamelijk afhankelijk van de perceelbreedte en de hellingshoek van de kap. Uit de catalogus blijkt dat voor de Leidse huizen het omslagpunt voor het toepassen van een enkel spant of een stapelspant ongeveer zat tussen de 6,5 en zeven meter, bij een gemiddelde hellingshoek van 50-60 graden.[1197] Uitvoeringen met enkele spanten of stapelspanten kwamen in de hele onderzoeksperiode voor en blijken dus niet specifiek tijdgebonden.

***Borstwering***

Een aspect dat invloed had op de kapconstructie was dat veel Leidse huizen (langs)gevels hadden die tot boven de zoldervloer waren opgetrokken, de zogenaamde borstwering, 'burstweringe'.[1198] De oudere voorbeelden in de catalogus laten zien aan dat in Leiden al zeker kort na het midden van de 14de eeuw huizen met borstweringen voorkwamen, maar waarschijnlijk zijn ze al ouder.[1199]
Aangenomen werd dat de borstwering samenhing met de ontwikkeling van het 'verdiep', het plaatsen van de zoldervloer tussen borstweringen dat een beter bruikbare zolder opleverde.[1200]
Van de 107 onderzochte huizen hebben 79 wel en 28 geen borstwering.[1201] De hoogte van de borstwering varieert bij de gedocumenteerde voorbeelden tussen de 30 en de 160 cm.[1202]
In de borstweringshoogte lijkt zelf geen specifieke ontwikkeling te onderkennen. Waarom gekozen werd voor een bepaalde hoogte is onduidelijk, maar was mogelijk afhankelijk van de lengte en/of de vorm van de kromming van de beschikbare spantbenen. De hoogte kan echter ook het gevolg zijn geweest van andere aspecten, bijvoorbeeld de breedte en hoogte van de kap, zijn helling en het aantal ondersteuningspunten, aangrenzende gebouwen of de gewenste architectuur. Het opgaande relatief dunne muurwerk, meestal steens dik van circa 30 tot 18 cm, van de borstwering met daarop de muurplaat was echter constructief onvoldoende geschikt om de spatkrachten van de dakvoet op te nemen.[1203] De oplossing waren blokkeels, 'blockkeels', die de krachten constructief afleidden naar de spantbenen van de spanten en vervolgens werden deze opgenomen door de vloerbalken.[1204] De oudere spanten hadden dan de kenmerkende uitvoering met gekromde eikenhouten spantbenen.[1205]

---

[1197] Orsel 2009f, 1114. Bij een wat smaller pand was een enkel spant voldoende, bijvoorbeeld Pieterskerkgracht 9 uit 1498 met een breedte van 6,15 meter en een hellingshoek van 57 graden. Breestraat 95 uit 1405-1411 met een breedte van 6,7 meter en een hellingshoek van 58 graden kreeg een stapelspant, terwijl Breestraat 113 uit 1347 met een gelijke breedte en een iets kleinere hellingshoek van 57 graden van een enkel spant werd voorzien.
[1198] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597 en Rapenburg 69, late 16de eeuw.
[1199] Het oudste voorbeeld van een Leids huis met borstwering en spanten met gekromde spantbenen is Breestraat 135 uit 1365.
[1200] De Vries 1983, 58; Meischke 1988, 216-219; Janse 1990a, 52-55; Meischke et al. 1993, 21-23; Zantkuijl 1993, 31 en 34; Meischke et al. 1997, 19-21 en Meischke et al. 2000, 50-51.
[1201] Breestraat 113 uit 1347 heeft als oudste voorbeeld geen borstwering en Steenstraat 35 uit 1860 als jongste.
[1202] Hooigracht 41 (1400-1500) heeft een borstwering van 30 cm en die van de achterbouw van Pieterskerkhof 40 (1383) is 160 cm hoog.
[1203] Orsel 2007h. De dikte van muurwerk was afhankelijk van de historische ontwikkeling van de baksteen in Leiden. Het relatief dunne muurwerk was onder andere het gevolg van een bepaling van de graaf van Holland die in 1351 en 1352 verbood in Leiden, Dordrecht en Delft om huizen te bouwen met een muurdikte van twee stenen dik, later teruggebracht tot anderhalve baksteen dik. Dergelijk opgaand muurwerk werd namelijk gezien als een gevaarlijke verdedigbare sterkte, die alleen met toestemming van de graaf mocht worden gebouwd.
[1204] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597 en Rapenburg 69, late 16de eeuw.
[1205] Janse 1990a, 52-55.



289 Huis en stal, 1657 of 1659 (ELO)

Een houten blokkeel kon op verschillende manieren verbonden zijn met een spantbeen, waarbij deze verbinding zo was vormgegeven dat deze de trekkrachten als gevolg van het spatten/afschuiven van de dakvoet kon overbrengen op de spantbenen.[1206] Bij de toepassing van gesmede blokkeel- of balkankers voorkwam de verticale schieter aan de buitenzijde van de muur het uitwijken van de muurplaat. Bij de uitvoering met een borstwering konden de schieters van de vloerbalkankers en de blokkeelankers uit één geheel bestaan (afb. 289). Dit onderstreept bovendien de constructieve samenhang van de kapvoet, met dakschild, opgaande (langs)gevel, muurplaat, vloerbalken en spanten. De spanten van een gebouw met een borstwering hadden in hoofdopzet een gelijk constructieprincipe als die van borstweringsloze gebouwen. Bij een uitvoering met borstwering kregen de spanten een aanvullende constructieve oplossing om de hoger aangrijpende spatkrachten van het dak over te brengen naar de trekbalk.

***Strijkspanten***

Uit de onderzochte voorbeelden blijkt dat in Leiden in het algemeen de kapconstructies waren uitgevoerd zonder strijkspanten langs de kopgevels. De nog aanwezige complete telmerkenreeksen zijn een aanwijzing dat strijkspanten ook niet aanwezig zijn geweest. De flieringen en/of gordingen waren dus constructief opgelegd in de dragende kopgevels. Ter verbinding waren de flieringen en/of gordingen meestal met gesmede ankers met het gevelmuurwerk verbonden.[1207] In relatie met de constructieve (laat-)middeleeuwse opzet van Leidse huizen valt op dat ook strijkgebinten in de houtskeletconstructies niet (of nauwelijks) voorkwamen.[1208] Dit lijkt te wijzen op de toepassing van dragende (bak)stenen gevels in de onderzochte periode. Mogelijk is dit deels verklaarbaar door de verplichting tot het bouwen van stenen gevels in de keur van 1450.[1209] Uit historische afbeeldingen blijken echter ook houten en vakwerkgevels in de middeleeuwen te zijn voorgekomen.[1210] In de catalogus zijn slechts twee voorbeelden met een strijkspant te vinden: Pieterskerkhof 40 uit 1383 en Langebrug 55, uit 1400 ±6 jr (afb. 290-291). Buiten de catalogus is ook een strijkspant aangetroffen bij Haarlemmerstraat 174 uit 1479 (d).[1211] Bij de drie voorbeelden is het strijkspant slechts bij de straatgevel aanwezig en ontbreekt het bij de bakstenen achtergevel. Pieterskerkhof 40 heeft bij de achtergevel een uitvoering met muurstijltjes tegen een loodrecht staande achtergevel.

---

[1206] Deze verbindingen zijn behandeld in de paragraaf Verbindingen.

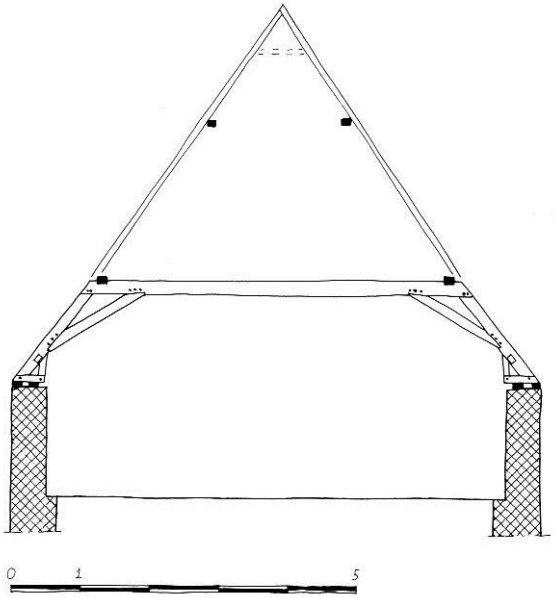
[1207] Zie de paragraaf IJzer. In het bestek voor Rapenburg 69 was sprake van ‘strijckhouten’ langs de gevel, waarop de gordingen moeten worden bevestigd; Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 69, late 16de eeuw.

[1208] Orsel 2007g.

[1209] De Boer 1991, 39-40 en De Baar 1994, 25.

[1210] Orsel 2007g, 119.

[1211] Zie voor Haarlemmerstraat 174 het dossier in het Bouwhistorisch archief van ELO.



290 Pieterskerkhof 40, 1383, strijkspant

291 Langebrug 55, 1400 ±6 jr, strijkspant

De meest logische verklaring voor de aanwezigheid van alleen strijkspanten aan de voorzijde is daarom een schorende functie voor een voorgevel op vlucht. Dit wordt bevestigd door over het strijkspant doorstekende flieringen van Langebrug 55. Deze moeten naar alle waarschijnlijk hebben op gelegen in een (bakstenen) gevel.[1212] Het strijkspant zal dan de gevel hebben geschoord. Aangezien strijkspanten bij de andere voorbeelden uit dezelfde periode niet voorkomen, is dit voorbeeld van Langebrug 55 uitzonderlijk en mogelijk te koppelen aan een grote of bijzondere gevel op vlucht. Bij bouwen op vlucht werden, met name voorgevels, vooroverhellend gebouwd, vermoedelijk om glas-in-lood in houten kozijnen tegen waterdoorslag te beschermen.[1213] Het bouwen op vlucht kwam vooral voor in westelijk Nederland.

Het strijkspant kan eventueel ook worden verklaard door een uitvoering met een voorgevel van hout of in vakwerk en de overige gevels in baksteen. Bij de stenen achtergevel ontbrak daarom van origine het strijkspant. In een latere periode zal dan, waarschijnlijk onder invloed van de stedelijke keuren gericht op brandveiligheid, de voorgevel vervangen zijn in baksteen.

Andere, jongere, voorbeelden van strijkspanten zijn aangetroffen bij de grote kapconstructies van het Rijnlandhuis, Breestraat 59 uit 1597 en de Latijnse school, Lokhorstraat 16 uit 1599. In het bestek van het Rijnlandhuis werd het strijkspant ‘gevelbint’ genoemd.[1214] Bij deze laat 16$^{de}$-eeuwse voorbeelden vervulden de strijkspanten primair een schorende functie voor omvangrijke stenen trapgevels.[1215] Bij de gewonere topgevels van huizen kwam dit niet voor.[1216]

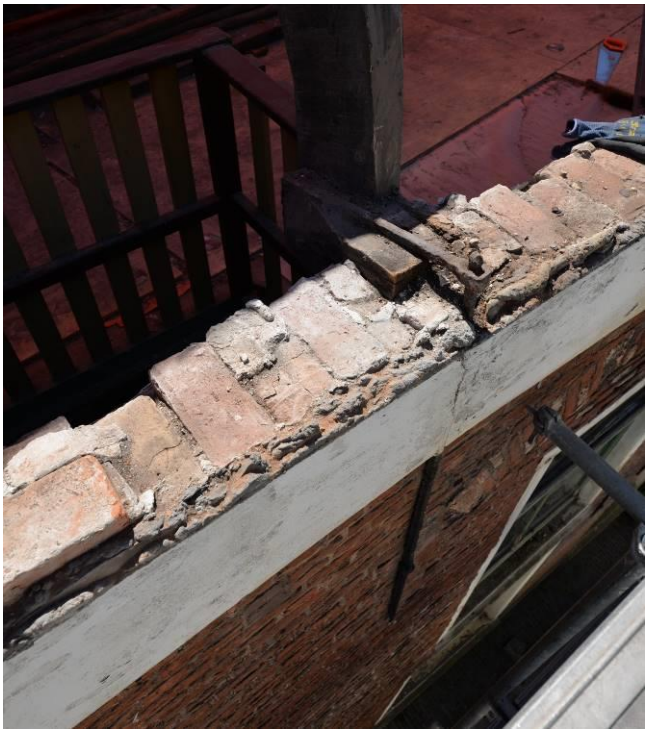
**Langsondersteuning**

Zoals hierboven aangegeven speelden de langsgeplaatste dragers een belangrijke rol in de kenmerkende stapeling van het ruimtelijke framewerk. De muurplaat, flieringen/gordingen en eventueel een nokgording ondersteunden de dakdrager en dakbedekking en zorgden voor de verdere afleiding van krachten. Bovendien waren de langsdragers een wezenlijk onderdeel van de lengtestabiliteit van het constructieve framewerk.

---

[1212] De middeleeuwse gevel werd later vervangen waardoor de oplegging niet meer controleerbaar is.
[1213] Meischke 1996; Meischke et al. 1997, 37 en 40-41 en Rouwhorst 2013.
[1214] Bijlage rekeningen en bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[1215] Orsel 2013b.
[1216] Het enige voorbeeld is de leugenaarkap van Rapenburg 61 uit 1701. Maar deze strijkspanten waren niet nodig voor het schoren van gevels of iets dergelijks. De uitvoering met strijkspanten bij Rapenburg 61 was noodzakelijk vanwege de bijzondere en unieke nokconstructie met blok en de daaraan gekoppelde geprofileerde nokplaat. Buiten de catalogus valt een uitzonderlijk voorbeeld Rapenburg 23 uit de 17$^{de}$ eeuw. Maar deze kap vertoont meerdere uitzonderingen en waarschijnlijk werd deze kap gebouwd door een Amsterdamse, of in Amsterdam opgeleide, timmerman; Orsel 2017, uitzondering.

***Muurplaat***
De muurplaat, 'muerplaat, muyrplaet', was de onderste van de ondersteunende langsgeplaatste dragers en droeg de voet van de dakdragers.[1217] De constructieve (soms indirecte) verbinding van de muurplaat met de (trek)balken van de zoldervloer voorkwam het afschuiven van de dakvoet (als gevolg van spatkrachten). Bij vrijwel alle onderzochte kappen op huizen is sprake van enkele muurplaten. Dit hing samen met de hierboven al genoemde beperkte dikte van de onderstaande gevels uit baksteen, van meestal één steen breed (circa 18 tot 30 cm). Slechts één voorbeeld van een huis, Pieterskerkhof 40 uit 1383, heeft dubbele muurplaten. Deze kap staat dan ook op een oudere bouwmassa met borstweringen van circa 50 cm dik. Ook het Gravensteen, Pieterskerkhof 6, uit 1463 heeft dubbele muurplaten, op relatief dik muurwerk. Een enkele muurplaat op dunnere (huis)muren en dubbele muurplaten op dik muurwerk zijn vergelijkbaar met de vele voorbeelden in het werk van Janse.[1218] Meestal was de muurplaat van eikenhout, ook indien de kapconstructie van grenenhout was, vermoedelijk omdat deze duurzame houtsoort zich beter hield bij de aansluiting op het baksteenwerk van de gevel.


292 Nieuwsteeg 17, 1592, borstwering, blokkeel en anker

293 Haarlemmerstraat 163, 1675-1700, muurplaat voor muur

Een muurplaat lag op de opgaande langsgevels, die ter hoogte van de zoldervloer konden eindigen of iets hoger als het gebouw met borstweringen was opgetrokken (afb. 292). Als het huis geen borstwering had, ruste de muurplaat direct op de vloerbalken, die in het opgaande muurwerk waren opgelegd.[1219] Bij de uitvoering met een borstwering werden de spatkrachten van de dakvoet echter niet overgebracht via de borstwering, maar werden via blokkeels constructief afgeleid naar de spantbenen van de kapconstructie en vervolgens opgenomen door de vloerbalken. De muurplaat werd in het algemeen vernageld op de vloerbalken of op de blokkeels. Deze verbindingswijze stond in het bestek voor het huis voor Hogerbeets uit 1592: 'muerplaten op die blockeels wel vast gespijckert'.[1220]

[1217] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16de eeuw, Bibliotheca Thysiana, 1654, Rapenburg 31, 1664, Hof Meermansburg, 1680-1685 en Hooglandse Kerkgracht 23, 1738.
[1218] Janse 1989.
[1219] Het oudste voorbeeld hiervan is Breestraat 113 uit 1347.
[1220] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592.

Ook kon vanwege de spatkrachten een complexere verbinding met voerloef tussen muurplaat en blokkeel zijn toegepast, zoals in het bestek voor het Rijnlandhuis uit 1597: 'inlegeren met een voorloich van een duijm diep, van gelijcken de muijrplaten opte blockeels'.[1221] Daarnaast voorkwamen de schieters van gesmede balkankers en eventueel blokkeelankers het afschuiven van het opgaande muurwerk en tevens het wegschuiven van de muurplaat (afb. 292).

Een andere, opmerkelijke uitvoering was de plaatsing van de muurplaat tegen opgaand muurwerk (afb. 293).[1222] De algemene verklaring hiervoor is dat een nieuw dak werd gebouwd tegen hoger muurwerk dat er al stond, doorgaans een buurhuis. De muurplaat moest dan voor het muurwerk in plaats van erop worden gelegd. De muurplaat lag in zo'n geval op de blokkeels. Er was in dit geval sprake van een door beide gebouwen gedeelde, zogenaamde gemene, muur.

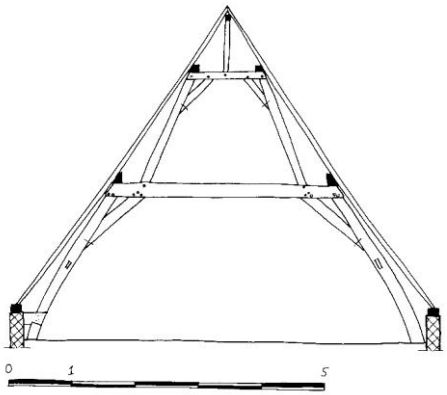
***Flieringen en gordingen***

Langsgerichte balken ter ondersteuning van daksporen of -beschot tussen de kapvoet en de nok waren flieringen of gordingen, die op hun beurt werden gedragen door de spanten.[1223] Het tegenwoordige onderscheid tussen flieringen en gordingen is dat de fliering horizontaal ligt en de gording gekanteld ligt in de schuinte van het dakvlak. In de onderzochte historische bronnen heten de ondersteunde balken zonder onderscheid 'fli(e)ringen' of 'gordinghen', zoals al eerder behandeld in de paragraaf Construeren.[1224] De oudste van de twee is de fliering. De voorbeelden in de catalogus laten zien dat de oudste flieringen meer een plaatvorm hadden en de latere een meer vierkante balkdoorsnede.[1225] De sporen of het beschot werden op de hoek van de fliering vernageld.[1226] In een enkel geval werd, voor een betere bevestiging van de in de dakhelling liggende daksporen, de fliering aan één zijde afgeschuind (afb. 294).[1227] De positie van de flieringen bij een dak met onderbroken sporen was verder naar buiten, in de buitenlijn van de dakporen, dan die van de flieringen van een kap met sporen uit één stuk.

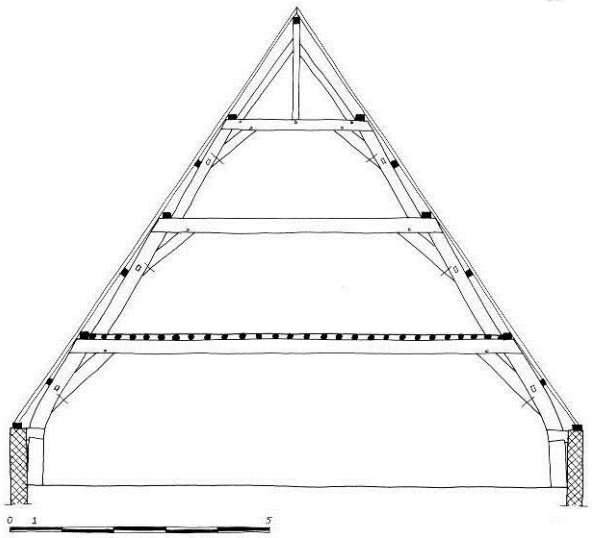
Uit de catalogus komt naar voren dat vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw flieringen in combinatie met gordingen voorkwamen.[1228] De combinatie van flieringen met daartussen geplaatste gordingen kwam al in de 14$^{de}$ eeuw in Limburg voor, maar drong pas laat door in het westen van Nederland.[1229] De flieringen werden op de dekbalken geplaatst en de gordingen tussen de flieringen en/of nokgording op de spantbenen. Vanwege de vermelding van flieringen en gordingen in het bestek voor de herberg buiten de Zijlpoort uit 1593 is archivalisch bekend dat de combinatie dan al als originele opzet voorkwam (afb. 295).[1230] De oudste daadwerkelijk aangetroffen voorbeelden in huizen in de catalogus zijn Oude Rijn 25, voor en achter van 1599 en het voorhuis van Donkersteeg 9-11 uit 1601 +2 jr. Mogelijk is de eerder niet als oorspronkelijk geïnterpreteerde gording van Oude Rijn 166 uit 1585 wel oorspronkelijk en daarmee een iets ouder voorbeeld.[1231]

---

[1221] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597.
[1222] Voorbeelden hiervan zijn Oude Singel 218, van direct van 1611, Haven 42 uit 1645, Rapenburg 32 van ca. 1650-1700 en Haarlemmerstraat 163 van 1675-1700.
[1223] Aan het aantal ondersteuningspunten en de onderlinge afstand is aandacht besteed in de paragraaf De ondersteuningsconstructie.
[1224] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16$^{de}$ eeuw, Marekerk, 1645, Bibliotheca Thysiana, 1654, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandse Kerkgracht 23, 1738.
[1225] Breestraat 113 uit 1347 en Breestraat 135 uit 1365 hebben platen als fliering. Pieterkerkhof 40 uit 1383 is het oudste voorbeeld met vrij vierkante flieringen.
[1226] De bevestiging van sporen of beschot op flieringen en gordingen is behandeld in paragraaf Bevestiging.
[1227] Voorbeelden van afgeschuinde flieringen zijn Hooglandsekerkgracht 14 (ca. 1400-1500), Breestraat 109 (ca. 1500), Nieuwe Rijn 28 (1598), Hooglandsekerkgracht 3 (1618-1619), Rapenburg 32 (1650-1700) en dan in combinatie met gordingen i.v.m. verticaal dakbeschot, Haarlemmerstraat 163 (1675-1700) en Rapenburg 12 (1724).
[1228] Vroege voorbeelden zijn Breestraat 59 uit 1597, Lokhorststraat 16 uit 1599, Oude Rijn 25, het voor- en achterhuis, uit 1599 en Donkersteeg 9-11, voorhuis, uit 1601 +2 jr.
[1229] Janse 1989, 129-133.
[1230] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593
[1231] Orsel 2004e.

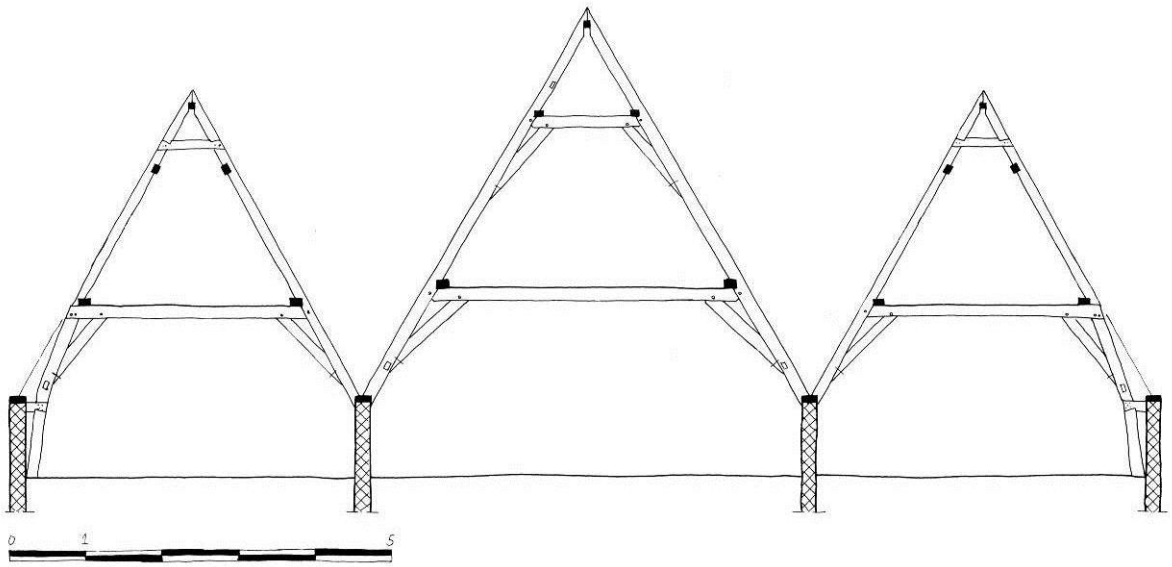



294 Nieuwe Rijn 28, 1598




295 Herberg buiten de Zijlpoort, 1593

In Leiden lagen de gordingen in eerste instantie aan de buitenzijde op de spantbenen, maar in de stadsuitbreiding van 1611 kwamen ook spantconstructies met de gordingen gekeept tegen de binnenkant van de bovenste driehoekspanten voor (afb. 296).[1232] Een aanleiding voor de toepassing van de in de hellingshoek van de kap liggende gording kan het opkomende gebruik van de nokgording op een driehoekspant in de 16de eeuw zijn geweest. Bij driehoekspanten was een extra ondersteuningsbalk tussen fliering en nokgording eenvoudig aan te brengen op de buitenzijde van het spantbeen. Het meest logische was dan een plaatsing onder de hoek van het spantbeen en dus een keuze voor een gording. De fliering werd echter niet geheel verdrongen bij de driehoekspanten, vooral niet bij plaatsing op een (horizontale) spantbalk.[1233]




296 Oude Singel 110-112, direct na 1611

[1232] De oudste voorbeelden van gordingen aan de binnenzijde van spantbenen zijn Oude Singel 110-112 van direct na 1611. Deze opzet kwam vanaf dan vaker voor. Opmerkelijk bij deze opzet is de toepassing van flieringen in plaats van gordingen bij Oude Vest 97 van direct na 1611.

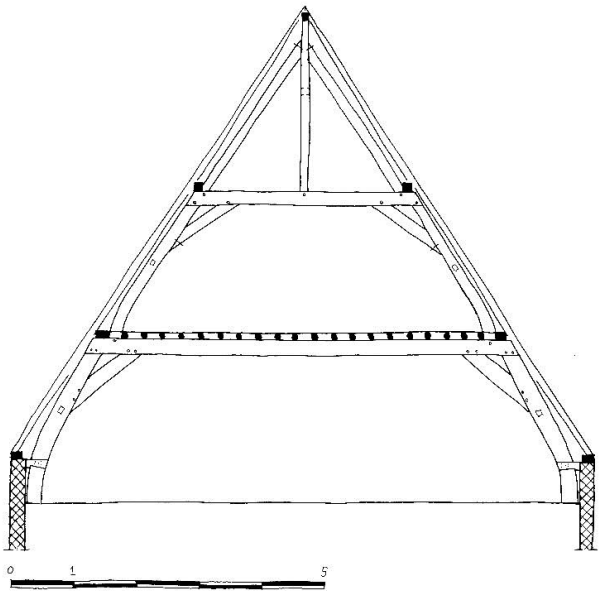
[1233] Latere voorbeelden van een driehoekspant met flieringen zijn Nieuwe Beestenmarkt 9, direct na 1611, Steenschuur 14, 1614-1625, Vijfde Binnenvestgracht 7a, 1619, Hogewoerd 150, direct na 1659, Papengracht 6, 1668, Rapenburg 6, 1668, Stille Rijn 11, 1735-1737, Hooglandsekerkgracht 21, 1737, Oude Rijn 1b, 1750-1760, Rapenburg 67, 1760, Breestraat 70, 1764, Eerste Binnenvestgracht 22, ca. 1775-1800 en de drie kappen van Breestraat 19, 1791.

De vroegste kapconstructie met enkel gordingen is de leugenaarkap van Rapenburg 61 uit 1701. Latere voorbeelden van gordingenkappen zijn twee ontwerpen uit 1737 en Breestraat 24 uit 1768 (afb. 356 en 398). Deze gordingenkappen werden zo geconstrueerd om staand beschot te dragen. Kappen met enkel gordingen kwamen in Zuidoostelijk-Nederland voor vanaf de 15de eeuw.[1234] Volgens Janse dienden bij een zuivere gordingenkap de spantbenen ononderbroken van de voet tot de nok te lopen en werden de gordingen daarop ingelaten.[1235] De leugenaarkap van Rapenburg 61 uit 1701 en de kap van Breestraat 24 uit 1768 zijn in die zin dus op te vatten als voorbeelden van een zuivere gordingenkap op een Leids huis.

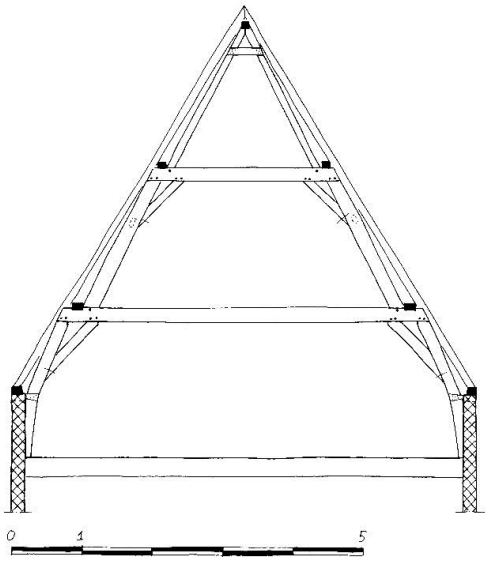
In de paragraaf Verbindingen is uitgebreid aandacht geschonken aan de verbinding van flieringen en gordingen met de spantconstructie. Samengevat waren in eerste instantie de flieringen iets ingelaten, soms met een voorloef, in de dekbalk. Bij huizen werd vanaf circa 1600 dit achterwege gelaten en werd de balk slechts met een nagel vastgezet.

***Nokgording***

De nokgording was de hoogste langsgerichte balk in een kap. De nokgording, 'nock' of 'ock' genaamd, kwam in Leiden pas voor vanaf ongeveer 1545, als gevolg van de introductie van de oud-Hollandse dakpan en de bijbehorende noodzaak voor een steviger en stabielere nok.[1236] Voorheen waren de kappen voorzien van 'los van elkaar' geplaatste sporenparen met haanhouten. Bij de toepassing van de nokgording moest ook een nokspant worden geïntroduceerd.
Dit bovenste spant, bedoeld om de nokgording te ondersteunen, kon bestaan uit een (afgeschoorde) nokstijl en/of een driehoekspant (afb. 297-298).[1237]




297 Breestraat 135, 1595




298 Donkersteeg 9-11, achterhuis, 1609 ±6 jr

De nokgording had in vrijwel alle gevallen een vierkante of rechthoekige vorm en was relatief licht gedimensioneerd. De houtmaat bleef in het algemeen onder de tien cm in het vierkant. In dwarsdoorsnede gezien werd de nokgording meestal liggend op zijn plat aangebracht. In enkele gevallen werd de nokgording een kwartslag gedraaid en overhoeks geplaatst (afb. 343-344).[1238]

---

[1234] Janse 1989, 128.
[1235] Janse 1989, 125.
[1236] Zie paragrafen De dakbedekking en De dakdrager en Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16de eeuw, Bibliotheca Thysiana, 1654 en Hooglandse Kerkgracht 23, 1738.
[1237] In de paragraaf Introductie nokgording zal hierop verder worden ingegaan.
[1238] De oudste voorbeelden van overhoekse nokgordingen zijn Hogewoerd 185 (direct na 1659) en Rapenburg 29 (1664). Deze kappen hebben ook schaarspanten in plaats van driehoekspanten. Latere voorbeelden zijn de theekoepel aan de Utrechtse Veer (1797) en Stille Mare 4 (1830).

Waargenomen is dat de nokgording aan de bovenzijden soms iets was afgeschuind om schuin verlopende sporen of beschot beter te kunnen bevestigen (afb. 242-243). De horizontale langsgeplaatste balk was, naast zijn dragende en stabiliseerde functie ten behoeve van de dakvlakken, tevens geschikt om een nokruiter op te plaatsen. Deze ruiter diende om een nokafdekking van vorsten of lood op te bevestigen (afb. 239-241).[1239]

***Langsschoring***

In de ruimtelijke constructie van de kap zorgden windschoren voor lengtestabiliteit, door hun schorende schuingeplaatste positie tussen de langsgerichte flieringen en gordingen en de dwarsgeplaatste spanten (afb. 299 en 301). Deze in de bronnen genoemde 'windbanden' waren houten schoren die vanaf een spantbeen schuin omhoog liepen naar de fliering of gording.[1240] Gebruikelijk was dat aan beide zijden van het spant windschoren werden toegepast.[1241] Zodoende werden in de lengterichtingen meerdere constructieve driehoeken gevormd en ontstond een stijf geheel.[1242] Vanaf het moment dat er een nokgording in de kapconstructie werd toegepast, werd deze meestal ook voorzien van een schoring in langsrichting.[1243] Deze nokgordingschoring kon dan zijn aangebracht tussen de nokgording en de nokstijl of de spantbenen of de spantbalk van het spant dat de nokgording droeg (afb. 247 en 286).

De vorm, materialisering en verbindingen van de windschoren laten een chronologische ontwikkeling zien, waarbij sprake was van een geleidelijke overgang. De oudste windschoren waren eikenhouten platen van gekromd hout (afb. 299). Deze kwamen voor tot in de 15$^{de}$ eeuw.[1244] Langzamerhand werd aan het einde van de 14$^{de}$ eeuw overgegaan naar rechte eikenhouten schoren.[1245] Met de algemene overgang van eikenhout naar grenenhout werden de windschoren ook van grenen vervaardigd. Wel is geconstateerd dat voor dit onderdeel vaak gebruikt werd gemaakt van hergebruikt hout, van weinig bewerkt hout of zelfs van zeer onregelmatig gegroeid hout (afb. 301). Dit gebruik is voor windschoren verklaarbaar aangezien het relatieve korte stukken hout waren en daarvoor restmateriaal kon worden gebruikt. Bovendien was bij koud vernagelde windschoren de verbinding en bevestiging eenvoudig.

De ontwikkeling van de verbindingen van de windschoren is al eerder behandeld in de paragraaf Verbindingen. De oudere gekromde windschoren waren in het algemeen gekeept om de fliering en koud tegen de spantbenen genageld (afb. 300).[1246] Het kwam ook voor dat ze gepend waren verbonden met de fliering en spantbenen.[1247]

---

[1239] Door de slechte bereikbaarheid van de nok was verder onderzoek naar nokruiters niet mogelijk.

[1240] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16$^{de}$ eeuw en Bibliotheca Thysiana, 1654.

[1241] De oudere voorbeelden hebben flieringen. De oudste afgeschoorde gordingen zijn Breestraat 59, het gemeenlandshuis uit 1597 en het voorhuis van Donkersteeg 9 uit 1601 +2 jr. In Zwolle hebben de oudere voorbeelden bij ieder tweede spant windschoren; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Dirk Jan de Vries.

[1242] Een afwijkend voorbeeld buiten de catalogus is Pieterskerkhof 38 uit 1657 (a) met windschoren die vanaf de flieringen omhooglopen naar de spantbenen van een bovenstaand spant. Zie bouwhistorische notitie in het bouwhistorisch archief van ELO.

[1243] Bij de oudste voorbeelden van een kap met nokgording zijn geen sporen van lengteschoring bij de nokgording aangetroffen. Het oudste voorbeeld hiervan is Oude Rijn 166 uit 1585 met schoren om en om tussen nokgording en spantbeen van driehoekspant. Het jongste voorbeeld met nokgordingschoren ten behoeve van het langsverband is Nieuwe Rijn 105 uit 1660.

[1244] De jongste voorbeelden van gekromde windschoren zijn Breestraat 95 uit 1405-1411 en Aalmarkt 11 uit 1455-1456 (d).

[1245] Het oudste voorbeeld van rechte eiken windschoren is de voorbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383. Opmerkelijk is dat de kap van de achterbouw van hetzelfde pand uit hetzelfde jaar is uitgevoerd met gekromde windschoren.

[1246] Voorbeelden van gekeepte en koud vernagelde gekromde windschoren zijn Breestraat 113 uit 1347 en Breestraat 95 uit 1405-1411.

[1247] Voorbeelden van gepende gekromde windschoren zijn Pieterskerkhof 40 uit 1383 en Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr.

299 Breestraat 123, 1393 ±6 jr, gekromde windschoren

300 Pieterskerkhof 40, tuinvleugel, 1384, gelipte schoor

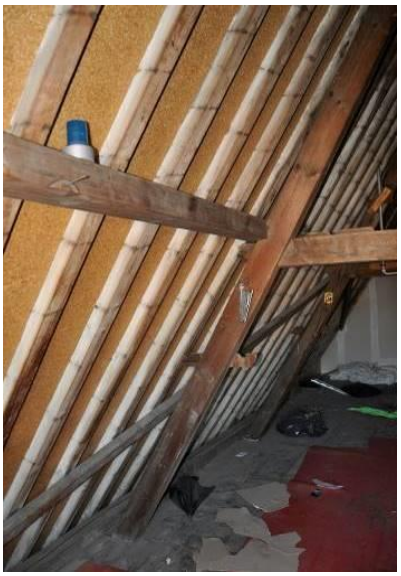
301 Donkersteeg 5, 1602, vernagelde windschoren

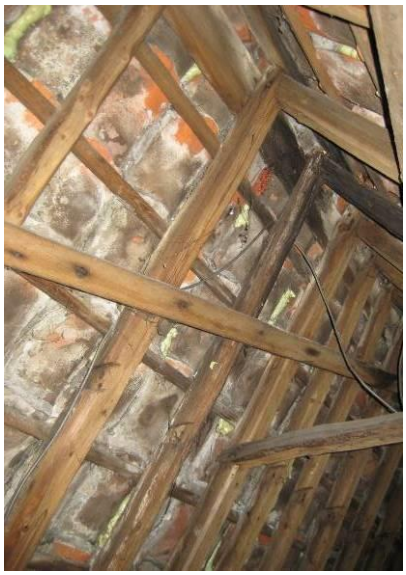
302 Steenschuur 11, 1460-1466, afgesnoten hoek

Vanaf het begin van de 15de eeuw werden de dan rechte windschoren gepend verbonden met de flieringen en koud vernageld tegen de spantbenen.[1248] Vanaf het einde van de 15de eeuw werd de verbinding nog verder vereenvoudigd en waren de windschoren zowel tegen de spantbenen als tegen de flieringen, of gordingen, koud vernageld.[1249] Een opmerkelijk detail was dat van de koud vernagelde windschoren bij de aansluiting soms een hoekje van de schoor werd verwijderd. Mogelijk had dit van doen met het beschadigen of afbreken met dit meest kwetsbare hoekje (afb. 302).
Vanaf het begin van de 17de eeuw nam het gebruik van windschoren af.[1250] Schilddaken lijken hiervan de vroegste voorbeelden. Mogelijk werd voor de lengteschoring vertrouwd op de schuingeplaatste kopse dakschilden. Bij enkele zadeldaken lijkt ook een andere vorm van schoring, door middel van windlatten onder tegen de daksporen, dan toepassing te hebben gevonden (afb. 303-305). Dit waren waarschijnlijk de in de bronnen genoemde ‘jachtschoren’.[1251]

[1248] Het oudste voorbeeld is Breestraat 161 uit 1435 ±6 jr.
[1249] Het oudste voorbeeld van geheel koud vernagelde windschoren is Haarlemmerstraat 224 uit 1480 en het jongste Breestraat 19 uit 1791.
[1250] Het schilddak van Pieterskerkgracht 9 uit 1620 heeft nooit windschoring gehad. De panden met omlopende schilddaken kregen ook geen windschoring. Er zijn meerdere voorbeelden van zadeldaken zonder windschoring in de stadsuitbreiding van 1611, Morsstraat 32, Oude Singel 100 en 218 en Oude Vest 97. Maar het is onduidelijk gebleven of dit originele opzet was of dat de windschoring later werd verwijderd.
[1251] Het oudste voorbeeld van windlatten is Oude Singel 110-112, direct na 1611. Andere voorbeelden zijn Hogewoerd 150, direct na 1659, Papengracht 6, 1668 en Breestraat 95, toevoeging uit 1758. De term ‘jachtschoor’ kwam voor in een bestek uit 1654; Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654. Helaas zijn de dakdragers van de Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25, vervangen, zodat dit niet kan worden gecontroleerd, zie catalogusblad Rapenburg 25, 1654.

303 Oude Singel 110-112, na 1611


304 Papengracht 6, 1668


305 Breestraat 95, aanpassing 1758

Een bijzondere langsschoring, die in Leiden is vastgesteld bij 14de-eeuwse kapconstructies, was de toepassing van afgeschoorde muurstijltjes bij de oplegging van flieringen in de stenen topgevels.[1252] De stijltjes werden deels verzonken in een muurstijlsleuf in het metselwerk, wat duidelijk maakt dat muurstijl en muurwerk contemporain zijn. Bovendien blijkt dat het muurstijltje, en de flieringen en de kapconstructie, als eerste werden geplaatst en het muurwerk erna. De verbindingen tussen fliering, muurstijl en windschoor/korbeel werd even zorgvuldig uitgevoerd als bij de spanten. Dat de zorgvuldige constructie van deze bijzondere langsschoringsconstructies in één keer werd opgezet, wordt bevestigd door de aanwezigheid van een telmerksysteem op de onderdelen.[1253] De redenen voor de toepassing van de afgeschoorde muurstijl zijn niet geheel duidelijk. De kapconstructie op de voorbouw van Pieterskerkhof 40 (1383) kreeg aan de achterzijde afgeschoorde muurstijltjes tegen een (niet op vlucht staande) bakstenen topgevel (afb. 306). De voorzijde kreeg van origine een strijkspant tegen een (later vervangen) topgevel. Het vermoeden is dat het strijkspant behoorde bij een voorgevel op vlucht of bij een houten gevel of een gevel van vakwerk. Op historische afbeeldingen van Leiden zijn dergelijke gevels afgebeeld. De even oude achterbouw van Pieterskerkhof 40 (1383) heeft aan beide kopse zijden (niet op vlucht staande) bakstenen topgevels. Hier zijn onder de flieringen afgeschoorde muurstijltjes aanwezig (afb. 307). Ook bij Breestraat 123 (1393 ±6 jr) staan de muurstijltjes tegen (niet op vlucht staande) bakstenen kopgevels van het dwarse voorhuis (afb. 308). Uit de voorbeelden kan worden geconcludeerd dat de afgeschoorde muurstijltjes een schorende en stabiliserende functie hadden ten behoeve van de loodrechte bakstenen gevels. Dergelijke muurstijltjes zijn ook bekend uit andere steden, zoals Delft en Haarlem, maar ook verder weg zoals in Deventer en Zutphen.[1254] Dit type muurstijltjes kon een relatie hebben met vroege vakwerk- of houtbouw-constructies.[1255] Ze zijn wellicht voortgekomen uit muurstijlen van oudere vakwerkgevels of houten gevels. De bakstenen gevels zouden dan daarvan de opvolger zijn.

---

[1252] Het oudste, gereconstrueerde, voorbeeld met afgeschoorde muurstijltjes is Breestraat 135 uit 1365. Andere voorbeelden zijn de voor- en achterbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383 en het voorhuis van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr.

[1253] Deze merken zijn aangetroffen bij de voor- en achterbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383 en het voorhuis van Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr. Ook bij Breestraat 95 uit 1405-1411 zijn merken aangetroffen op de gekromde windschoren, maar dit zijn plaatsmerken.

[1254] Enkele voorbeelden: Delft, Oosteinde 173; Weve 2013, 223-225. Haarlem, Pesthuis, Grote zaal 1463 (d); Janse 1989, 112-113 en Kamphuis 1999. Deventer, Bergschild 7, midden 14de eeuw (d); Meischke en Berends 1978, 77-78 en vriendelijke mededeling bouwhistoricus Dirk Jan de Vries. Zutphen, Zaadmarkt 101, 1343 (d) en Houtmarkt 42-44, XIV A; Janse 1989, 83.

[1255] Glaudemans 2001, 31-32.

Bij het onderzoek naar de Leidse kapconstructies zijn echter geen andere aanwijzingen hiervoor aangetroffen.[1256] De verschoven positie van de muurstijltjes boven elkaar bij de stapelspanten van alle voorbeelden lijkt deze optie van het ontstaan uit muurstijlen van vakwerkgevels echter uit te sluiten.

306 Pieterskerkhof 40, voor, 1383

307 Pieterskerkhof 40, achter, 1383

308 Breestraat 123, 1393 ±6 jr

***Vlieringhangzoldering***

Aan het einde van de 16de eeuw is bij de Leidse kapconstructies de opkomst van de aan de langsdragers 'opgehangen vloer' van de vlieringzolder waar te nemen.[1257] Deze vloer werd aangebracht over de dek- of tussenbalken van de kapspanten. Zoals al eerder aangegeven, stonden de spanten op een dusdanige afstand (meestal twee meter of meer), dat vloerplanken dit niet zonder een tussenondersteuning konden overspannen. Een samengestelde balklaag kon daarvoor de oplossing zijn, waarbij de dek- of tussenbalken als moerbalken fungeerden.[1258] In plaats van een samengestelde vloerconstructie kon ook worden gekozen voor het enkelvoudige balklaagprincipe. Tussen de dragende spanten werden één of meer balken geplaatst om de vlieringvloer mede te ondersteunen (afb. 309). Het meest logisch was dan de bevestiging van deze balken onder tegen de fliering. Voorwaarde was daarbij dat de flieringen niet meer in de dekbalken werden ingelaten, zodat de bovenkant van de dekbalk gelijk lag met de onderkant van de flieringen en de vlieringvloer op één niveau kon worden aangebracht. De bevestiging van de balken aan de flieringen was een hangconstructie en daarom is voorgesteld ze te benoemen als 'flieringhangbalken'.[1259] Het tot nu toe oudst bekende Leidse voorbeeld van een constructie met hangbalken is Oude Rijn 166 uit 1585. Vroege hangbalkconstructies zijn overigens al bekend uit de 15de eeuw in Groningen en van rond 1500 in Zwolle en Kampen.[1260] In Amsterdam kwam dit verschijnsel pas vanaf de vroege 17de-eeuw voor.[1261] De gedocumenteerde hangbalken in Leiden zijn alle van grenenhout, ook als de kapconstructie geheel of gedeeltelijk in eikenhout was uitgevoerd. Voor de ophanging van de hangbalken aan de flieringen zijn in Leiden vier verbindingsvormen aangetroffen (afb. 75-78).[1262] Het vaakst kwam de gesmede strop voor. Minder vaak voorkomende verbindingsvormen waren gesmede nagels of de gesmede spiebout met verdikte kop of in een T-vorm.

---

[1256] Door het ontbreken van aanwijzingen vallen de afgeschoorde muurstijltjes verder buiten dit onderzoek, maar nader onderzoek hiernaar is wenselijk.
[1257] Orsel 2008.
[1258] Een voorbeeld van een vlieringvloer met kinderbinten is de brouwerijvleugel van Haarlemmerstraat 213 uit 1554. Voor de kinderbinten kon ook materiaal worden hergebruikt, dat over was gebleven van een grote verbouwing. Een voorbeeld is de vlieringvloer van de nieuwe kap uit 1595 van Breestraat 135 met hergebruikte dennen daksporen (met aftekeningen van haanhouten) van de voorgaande kap uit 1365.
[1259] Orsel 2008, 31.
[1260] Janse 1989, 251 en Stenvert 2013a, 18.
[1261] Derksen 2010, 98-100.
[1262] Zie paragraaf IJzer.

309 Hooglandsekerkgracht 3, 1618-1619

310 Hogewoerd 177, direct na 1659 (a)

De ophangconstructie was feitelijk een technische onvolkomenheid omdat de balk niet was opgelegd zoals gebruikelijk maar opgehangen. Vanwege de opgehangen constructie van de vlieringvloer, konden hier in het algemeen geen grote lasten door worden gedragen. De vlieringvloer zal dus bedoeld zijn geweest als plafond of zoldering van de zolder. Met de komst van de hangzoldering aan het einde van de 16de eeuw werd de zolder als ruimte afgeschoten en daarmee beter geschikt als gebruiksruimte. Waarschijnlijk werden op de zolder slaapruimtes ingericht.[1263] Ander nuttig gebruik kan de opslag van brandstof en het drogen van de was zijn geweest.[1264]

Een specifiek met de vlieringvloer als zoldering samenhangend fenomeen is een groef in de zijkant van de fliering (afb. 310).[1265] De groef zal bij een vloer van delen met groef en messing of veer hebben behoord en zo stofdoorslag hebben moeten voorkomen. Ook in 17de-eeuwse Amsterdamse flieringen komt deze groef, in combinatie met de vlieringvloer voor.[1266] De vlieringvloer gaf natuurlijk ook de mogelijkheid om de vlieringruimte eenvoudig te kunnen bereiken, bijvoorbeeld voor het aansmeren van het pannendak.

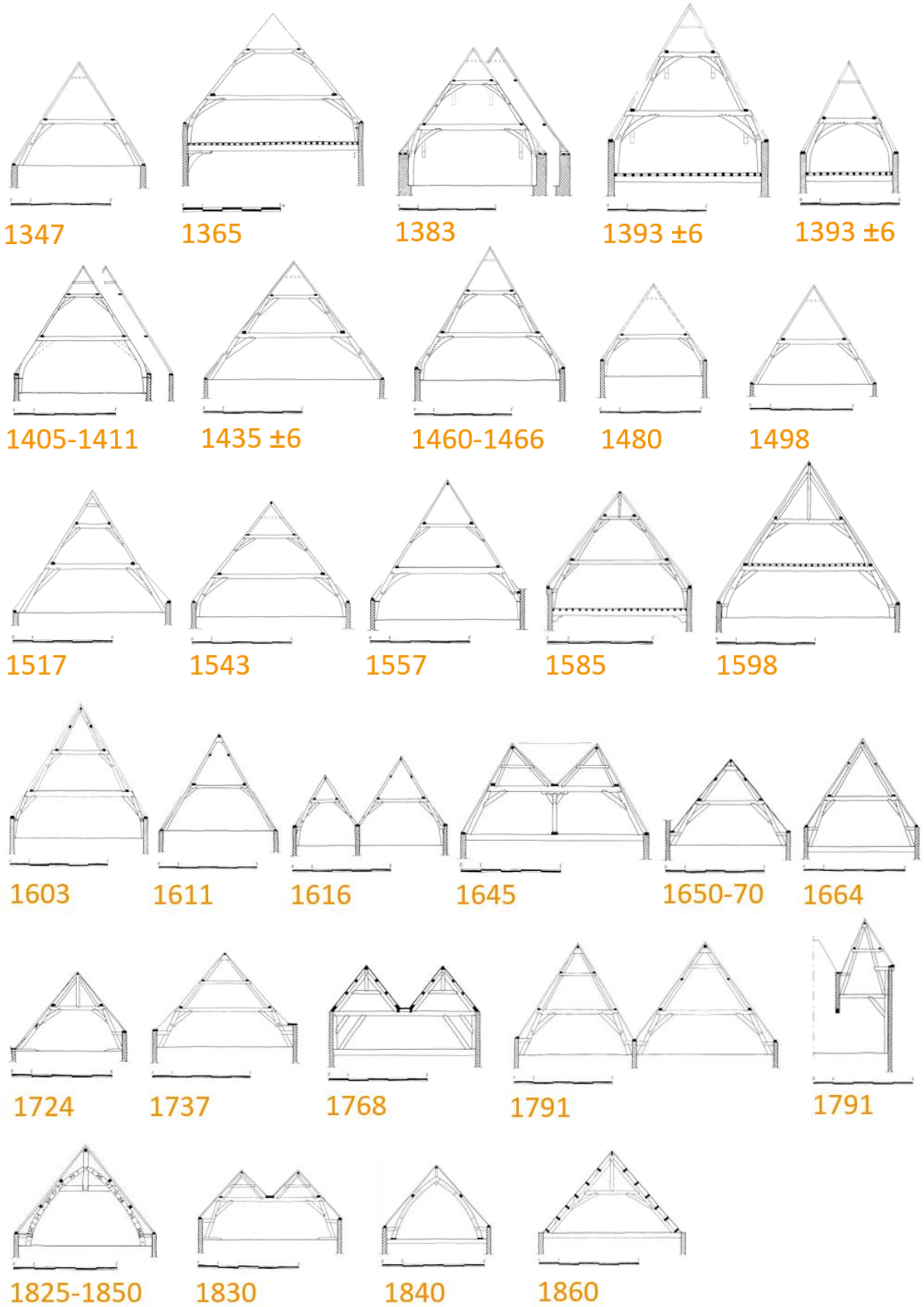
De oplossing van opgehangen vlieringvloeren lijkt in Leiden te verdwijnen in de late 17de of 18de eeuw.[1267] De reden hiervoor is onbekend. Het lijkt erop dat er minder behoefte aan ruimte was, wellicht door de krimpende bevolking in deze tijd of bijvoorbeeld door veranderingen in het bewonen van de huizen.

**Spantconstructies**

De spantconstructie was de ondersteuningsconstructie onder de dakbedekking en de flieringen en gordingen. In de bronnen werd de spantconstructie ‘ghespannen’, ‘(kap)binten’ of ‘gebinten’ genoemd.[1268] Bij spanten met gestapelde dekbalkspanten, waren de onderste ‘flierbinten’ en daarop stonden ‘schaarbinten’.[1269] In deze paragraaf worden de verschillende vormen en aanpassingen van spantconstructies op Leidse huizen chronologisch behandeld, op basis van de catalogus met kenmerken in bepaalde tijdvakken (afb. 311).

---

[1263] Op zolder werden sporen aangetroffen van gebruik, zoals indelingen, afschottingen en afwerkingen, zoals verf- en behang. Dit valt echter buiten de scope van dit onderzoek.
[1264] Derksen 2010, 106-107.
[1265] Voorbeelden van een groef in de fliering zijn Hogewoerd 150 van direct na 1659, Nieuwe Rijn 105 uit 1660 en Rapenburg 29 uit 1664. Voorbeelden buiten de catalogus zijn Hogewoerd 177 van direct na 1659 en Rapenburg 23 van omstreeks het derde kwart van de 17de eeuw. Zie voor de afb. 310 dossier Hogewoerd 177 in het bouwhistorisch archief van ELO. De groef is herkenbaar als een ‘horizontale’ wittige lijn op de binnenkant van de fliering.
[1266] Derksen 2010, 106-107 en Van Tussenbroek 2012, 113.
[1267] Het jongste voorbeeld van vlieringhangbalken is Hooglandse Kerkgracht 21 uit 1737.
[1268] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Pieterskerk, 1407 en 1409, huis Hogerbeets, 1592, Rijnlandhuis, 1597, Marekerk, 1645, Bibliotheca Thysiana, 1654, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandse Kerkgracht 23, 1738.
[1269] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597 en Rapenburg 69, late 16de eeuw.




311 Selectief overzicht van gecatalogiseerde kapconstructies op Leidse huizen

De oudste Leidse daken kenmerkten zich door een zadeldak opgebouwd met een dakbedekking op sporenparen ondersteund door flieringen op dekbalkspanten. Deze basale hoofdopzet kwam voor vanaf de middeleeuwen tot even na het midden van de 16de eeuw.[1270] De kapconstructie bleef daarna in het algemeen wel opgebouwd met dekbalkspanten, maar de grootste wijziging was de invoering rond het midden van de 16de eeuw van de nokgording, 'nock' of 'ock', en losse sporen.[1271] Hiervoor is al aangetoond dat dit te maken had met de introductie van de oud-Hollandse dakpan.[1272] Voor de ondersteuning van het nieuwe element, de nokgording diende een nokspant te worden ingevoegd. Dit kon een nokstijl of schaar- of driehoekspant zijn. Nokstijlen werden 'stijlen', 'manders' of 'maeckelaers' genoemd.[1273] Een schaar- of driehoekspant werd aangeduid met 'schaerbint met zijn span daer op tot de nock' of als 'scaerspan met een balckgen' (schaar- of driehoekspant met spantbalk) of 'spruyten'.[1274] De dekbalkspanten vertonen vele variaties inspelend op de specifieke eisen van het betreffende gebouw. In het algemeen valt op dat van alle onderzochte kapconstructies geen enkele exact hetzelfde waren uitgevoerd.

***Oudste kappen***

Het oudste voorbeeld in de catalogus is de kap van Breestraat 113 uit 1347 (afb. 312). De spantconstructie van de zolder zonder borstweringen is een enkelvoudig dekbalkspant met rechte spantbenen, uitgevoerd in eikenhout. Voor de dwarse schoring is het spant uitgevoerd met gekromde korbeels. De verbindingen van korbeel met dekbalk en spantbeen zijn uitgevoerd als een pen-en-gatverbinding. Dit oudste Leidse voorbeeld heeft op het uiteinde van de dekbalk flieringen, die iets zijn ingelaten. Het inlaten van de fliering kwam voor tot in de 17de eeuw. Tussen spantbenen en flieringen zijn voor de lengteschoring windschoren aanwezig.[1275] Opvallend is dat de uiteinden van de dekbalk een schuinte hebben die verband hield met de hellingshoek van de kap en het verloop van de sporen. Dit fenomeen is veelvuldig geconstateerd en ook het afschuinen van spantbenen kwam voor.[1276] Deze aanpassing hing samen met de vervaardiging van de kap en was noodzakelijk om het dakschild in een doorlopend vlak aan te kunnen brengen. De één na oudste kap in de catalogus, Breestraat 135 uit 1365, heeft gestapelde dekbalkspanten (afb. 313). Vanwege de uitvoering met een borstwering heeft het onderste spant gekromde spantbenen. De koppeling met de borstwering en muurplaat wordt verzorgd door een gepend blokkeel. Gepende blokkeels komen beperkt voor bij de onderzochte spanten en lijken vooral een ouder fenomeen te zijn.[1277] Gepende blokkeels zijn in Leiden vastgesteld tussen 1365 en 1460-1466 (afb. 313-314).[1278] Pieterskerkhof 40 met de kappen op de achterbouw uit 1383 en de tuinvleugel uit 1384 is het eerste voorbeeld van gesmede ijzeren blokkeelankers (afb. 315).

---

[1270] Het oudste voorbeeld van dekbalkspanten met sporenparen is Breestraat 113 uit 1347 en het jongste Nieuwe Rijn 22 uit 1559 ±6 jr.

[1271] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16de eeuw, Bibliotheca Thysiana, 1654 en Hooglandse Kerkgracht 23, 1738.

[1272] Zie paragrafen De dakbedekking en De dakdrager.

[1273] Bijlage Rekeningen en Bestekken, huis Hogerbeets, 1592, Herberge buyten de Zijlepoort, 1593, Rijnlandhuis, 1597, Rapenburg 69, late 16de eeuw, Waag, 1657 en Boterhal, 1659.

[1274] 'Schaerbint' en 'scaerspan' wordt genoemd in het bestek uit 1597 voor het Rijnlandhuis, zie Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597. 'Spruyten' komen voor in het bestek uit 1664 voor Rapenburg 31 en het bestek uit 1738 voor Hooglandsekerkgracht 23. Zie Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rapenburg 31, 1664 en Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

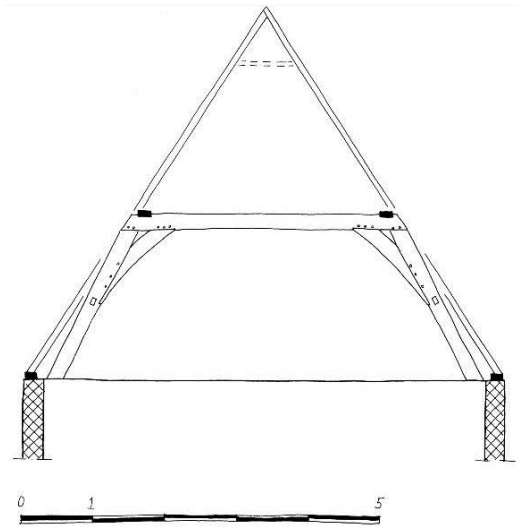
[1275] De vormontwikkeling van windschoren en hun verbinding met fliering en spantbenen is eerder behandeld in de paragrafen Hout, Verbindingen en Langsondersteuning.

[1276] Het oudste voorbeeld van aanpassen van spantbenen op de dakhelling is Breestraat 135 uit 1365 en het jongste Rapenburg 32 uit ca. 1650-1670.

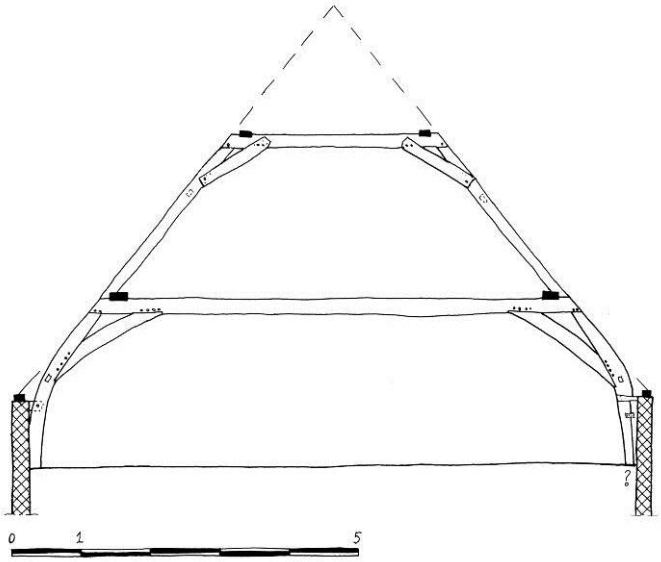
[1277] Ook De Vries benoemde dit als een ouder constructieprincipe; De Vries 1993, 65-66; De Vries 1996, 133 en De Vries 2003, 2102.

[1278] De oudere voorbeelden van gepende blokkeels zijn Breestraat 135 uit 1365, de voorbouw van Pieterskerkhof 40 uit 1383, het voorhuis van Steenschuur 14 uit ca. 1400 en het voorhuis van Steenschuur 11 uit 1460-1466. Gepende blokkeels konden, vanwege een technische noodzaak, ook later nog worden toegepast, zoals de kappen van Rapenburg 65 uit 1749 en Nieuwe Rijn 10 uit 1785 laten zien.

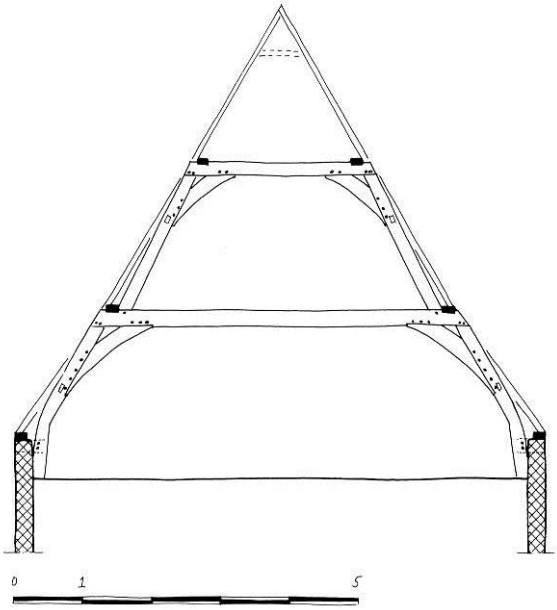
In het midden van de 14de eeuw werd, bij Hooigracht 67 uit 1450, voor het eerst een gelipt en vernageld houten blokkeel toegepast (afb. 316). Het gelipte houten blokkeel was tussen 1450 en 1830 de algemeen toegepaste vorm voor koppeling tussen spantbeen en borstwering/muurplaat.[1279] Breestraat 135 uit 1365 bezit in het bovenste dekbalkspant een bijzondere toepassing van gelipte verbindingen bij de korbeels. Ook dit lijkt een oud fenomeen en komt in de catalogus verder alleen voor bij Nieuwe Rijn 60 uit 1404-1416 (afb. 317). Een ander voorbeeld is de kap op het schip van de Hooglandsekerk uit 1392 (d) (afb. 129).[1280] Ook in Duitsland en in België werd vastgesteld dat voor de middeleeuwse kappen de eenvoudiger gelipte verbinding ouder is en voorafging aan de gepende verbinding.[1281]



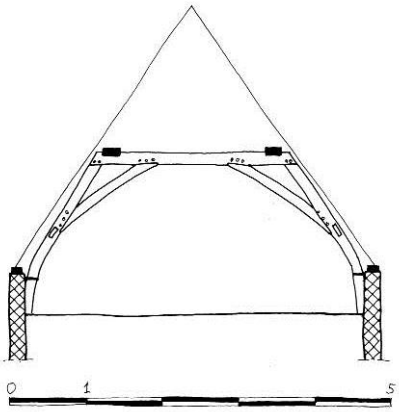

312 Breestraat 113, 1347




313 Breestraat 135, 1365

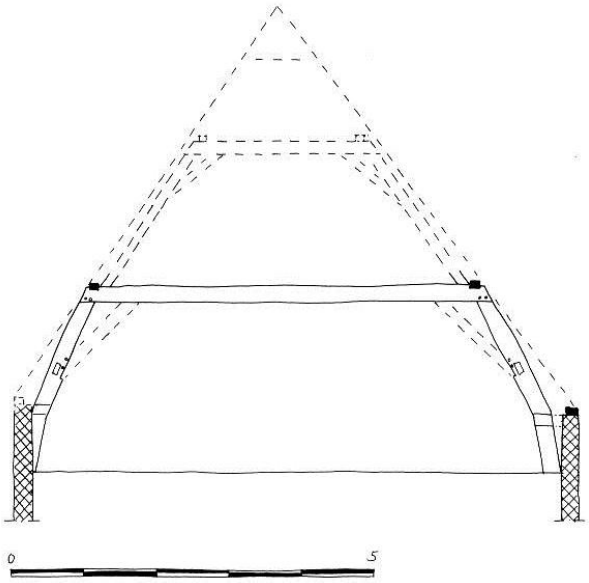



314 Steenschuur 14, 1460-1466, gepend blokkeel

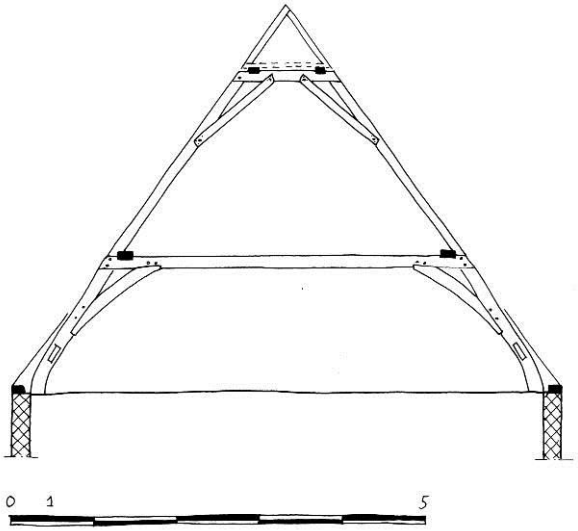



315 Pieterskerkhof 40, 1384, gesmeed blokkeel

[1279] Gelipte houten blokkeels werden toegepast tussen 1450 (Hooigracht 67 uit 1450) en 1830 (Stille Mare 4 uit 1830).
[1280] In Haarlem heeft de kap uit 1383 (d) van Spaarne 38 ook gelipte korbeels (zie afb. 400); Glaudemans en Steehouwer 1995, 21-24.
[1281] Binding 1991, 17 en Nuytten 2005b, 27. Zie ook Smith 1960, 118. In de paragraaf Verbindingen worden ook de veel jongere, met name 17de-eeuwse, voorbeelden in Haarlem, Amsterdam en Edam genoemd.

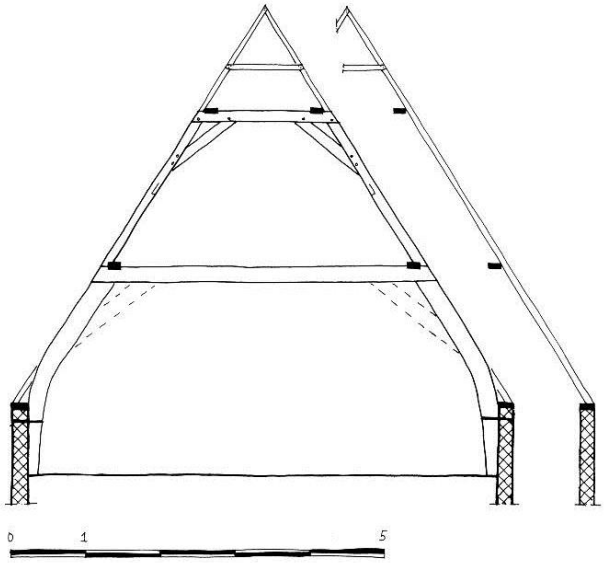



316 Hooigracht 67, 1450, gelipt blokkeel

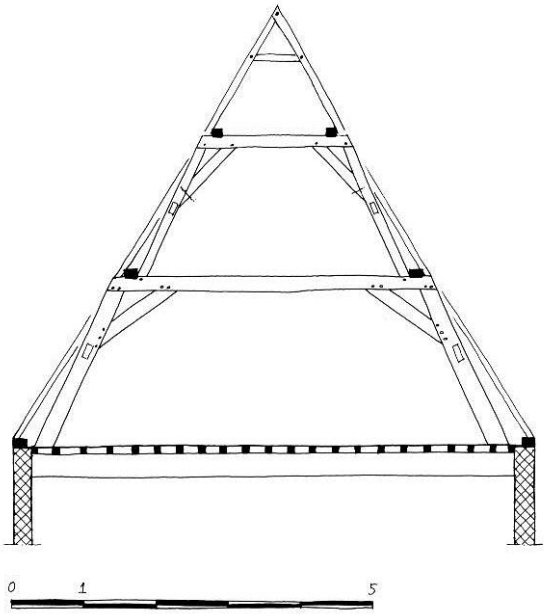



317 Nieuwe Rijn 60, 1404-1416, gelipte korbeels

Bij de voorbeelden van stapelspanten in de catalogus valt op dat bij de plaatsing van de spantbenen van de bovenste spanten twee uitvoeringen mogelijk waren. De spantbenen van de bovenste spanten konden aan de binnenkant of aan de buitenkant van de fliering op het onderstaande spant worden gepositioneerd (afb. 318-319).




318 Breestraat 95, 1405-1411




319 Breestraat 99, 1458

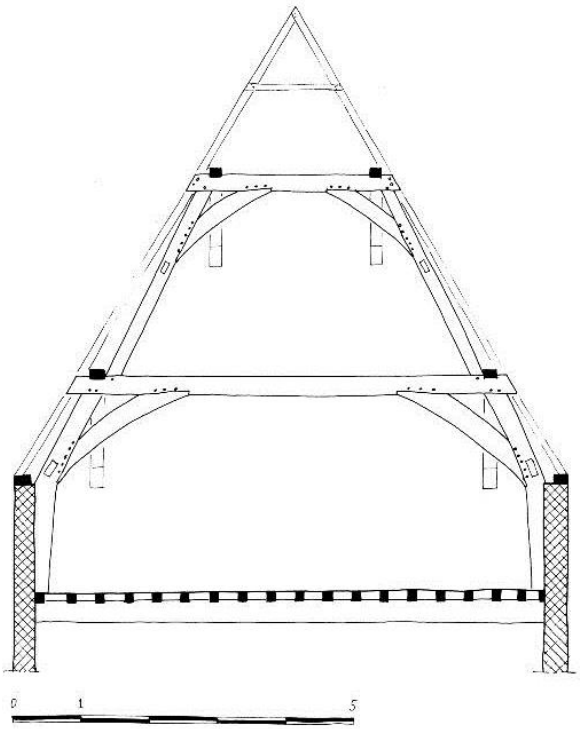
De oudste voorbeelden hebben spantbenen aan de buitenzijde van de fliering en dit komt voor tot 1557 (afb. 313 en 333).[1282] Het plaatsen aan de binnenzijde van de fliering kwam al voor vanaf 1393 ±6 jr en werd vanaf de 15de eeuw de algemene vorm.[1283] Als de spantbenen aan de buitenzijde van de fliering stonden, is er het voordeel dat de buitenzijde van de spantbenen gelijk lagen aan de sporen. Er kon dus een sporenpaar worden uitgespaard.

[1282] Het oudste voorbeeld van dekbalkspanten aan de buitenzijde van een fliering is Breestraat 135 uit 1365 en dit is nog toegepast bij Nieuwe Rijn 13 uit 1557. Overigens komt deze plaatsing ook voor bij meerdere voorbeelden met driehoekspanten.

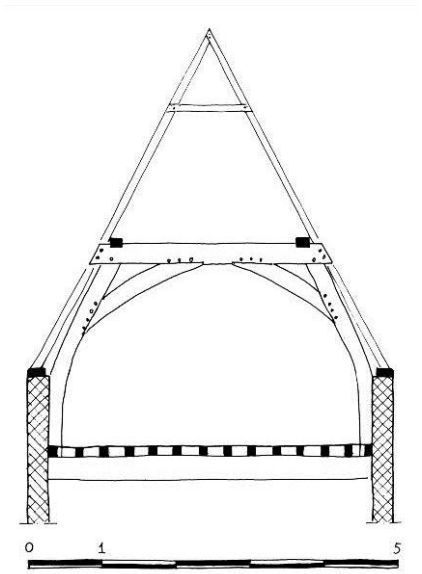
[1283] De oudste kap met spantbenen aan de binnenkant van de flieringen is Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr.

Een tweede voordeel is dat het voor de timmerman makkelijker was dit spant te vervaardigen, omdat hij geen nieuwe hellingshoek hoefde te introduceren, maar uit kon gaan van de hellingshoek van de kap. Een nadeel van de spantbenen aan de buitenzijde van de fliering is, dat er weinig oppervlak was om het spantbeen in de onderliggende dekbalk te pennen.[1284] Ook een nadeel is de constructief ongunstiger ligging van de fliering. Deze wordt namelijk door het dakvlak van buitenaf op druk belast. Het gevolg was dat de fliering naar binnen kon gaan schuiven. Bij de oplossing met het spantbeen aan de binnenzijde van de fliering werd deze tegengehouden tegen wegschuiven, bij de inwendige oplossing niet. De fliering kon al moeilijk verschuiven als gevolg van het feit dat deze iets werd ingelaten in de dekbalk. Wellicht werd gedacht dat met het spantbeen tegen de buitenzijde van de ingelaten fliering werd voorkomen dat de fliering kon wegkantelen door de druk van het dakvlak.
Bij de oplossing met de spantbenen aan de binnenzijde van de fliering is de goede bevestiging van het spantbeen in de dekbalk een tweede voordeel. Wel was deze plaatsing nadelig voor de timmerman met meer aftekenwerk. Vaak was ook een extra dakspoor benodigd in de vorm van een aanloper.[1285] Waarschijnlijk vanwege zijn betere constructieve eigenschappen werd de uitvoering met het spantbeen aan de binnenkant van de fliering de algemeen toegepaste vorm.

De al genoemde kap van de tuinvleugel van Pieterskerkhof 40 uit 1384 toont ook een specifieke materiaalbesparende oplossing. Het middelste spant werd doelbewust in een veel lichtere houtmaat geconstrueerd aangezien deze op een deelmuur stond, in plaats van op een houtskeletgebint zoals de andere spanten. De gedachte van de timmerman was blijkbaar dat de muur extra steun gaf en dat het spant lichter kon worden gedimensioneerd. De timmerman kon dus één of meer van de spanten afwijkend vormgeven om in te spelen op een specifiek aspect.




320 Breestraat 123, voorhuis, 1393 ±6 jr

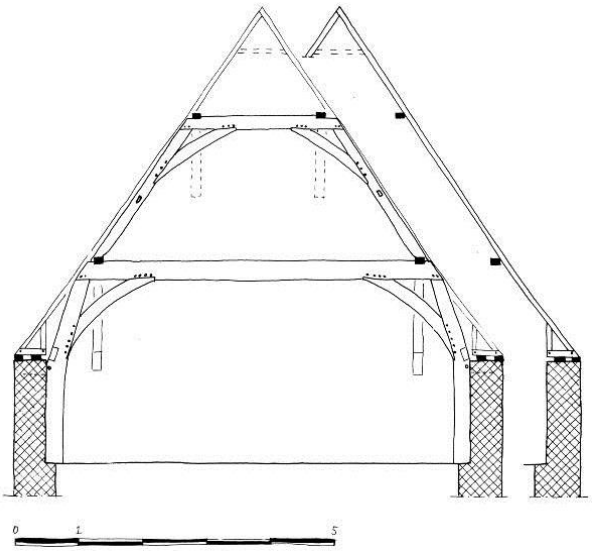



321 Breestraat 123, achterhuis, 1393 ±6 jr

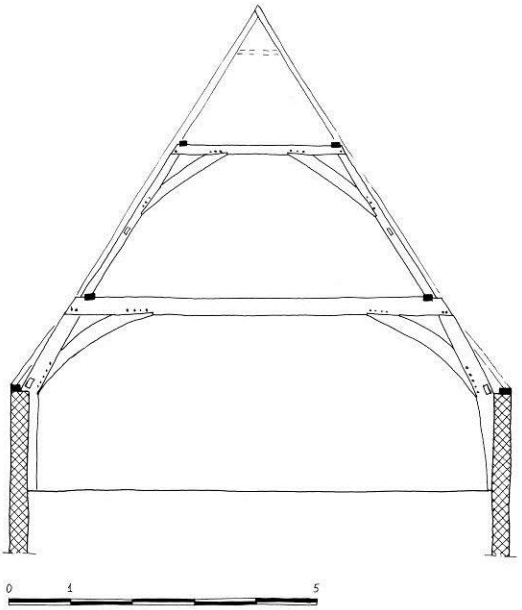
De laat 14de-eeuwse kappen van Breestraat 123 hebben een zeldzame koppeling tussen de sporenparen en de spanten (afb. 320-321). De sporen werden verbonden met een doorstekend uiteinde van de dekbalk. Door middel van houten nagels zijn de vuren sporen aan de dekbalk vastgezet. Bij het stapelspant van het voorhuis is de koppeling slechts aanwezig bij het bovenste dekbalkspant. Deze verbinding is zeer zeldzaam en wordt als een vroeg constructieprincipe gezien.[1286]

[1284] Zie bijvoorbeeld de marginale oplossingen bij Pieterskerkhof 40 uit 1383.
[1285] Dit wordt ook een vals spoor genoemd; De Roon 2009, 40 en Derksen 2010, 98.
[1286] De Vries 1983, 49-50 en De Vries 2003, 2100 en 2102.

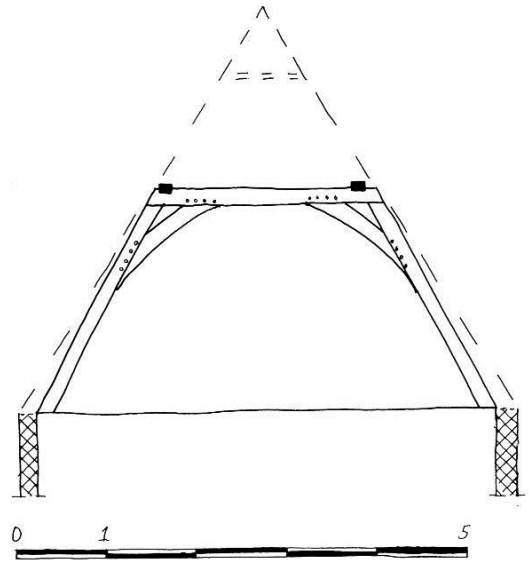
In Leiden zijn andere voorbeelden alleen bekend van de kappen op het vroeg 15de-eeuwse hoogkoor, op het schip uit circa 1424 (d) en op de transepten uit circa 1539 (d) van de Pieterskerk.[1287]
De oudere Leidse kapconstructies kenmerkten zich door uitvoering in (gekromd) eikenhout en een overvloedig gebruik van pen- en gatverbindingen die werden vastgezet met (veel) houten nagels (afb. 320-323).[1288] De arbeidsintensieve pen- en gatverbindingen werden langzamerhand vereenvoudigd door het achterwege laten van borst/hiel, te besparen op het aantal houten nagels of in plaats van een pen- en gatverbinding een vernagelde koude en vlakke verbinding toe te passen. Het vroegste voorbeeld van een vlakke gepende verbinding zonder borsten/hielen bij de aansluiting van de korbeels is Langebrug 55 uit 1400 ±6 jr (afb. 324).



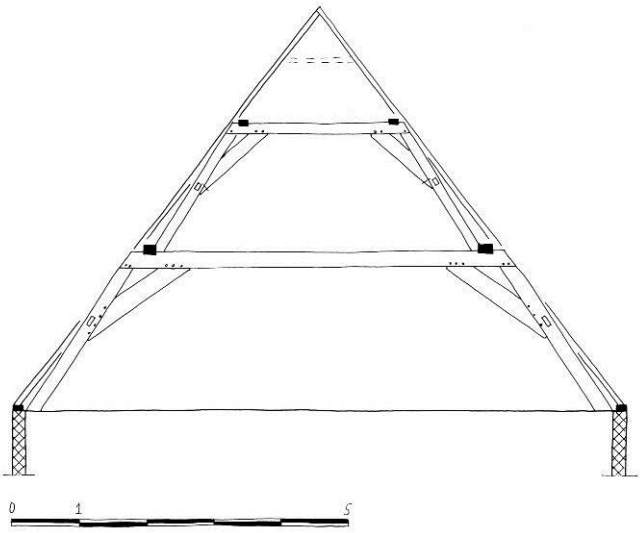
322 Pieterskerkhof 40, voorbouw, 1383



323 Pieterskerkhof 40, voorbouw, 1383



324 Langebrug 55, 1400 ±6 jr



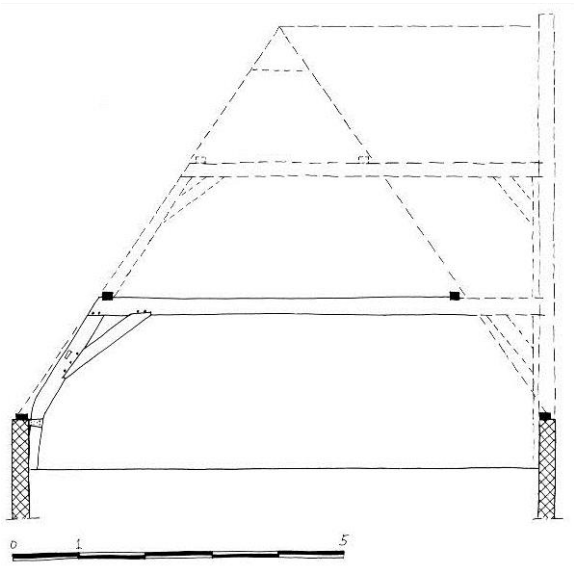
325 Breestraat 161, 1435 ±6 jr

[1287] Dröge en Veerman 2011, 43-52. Het late voorbeeld uit ca. 1539 is verklaarbaar doordat om aan te sluiten op de oudere kap het als kopie werd uitgevoerd.
[1288] Gekromde eikenhouten spantbenen zijn geconstateerd tussen 1365 (Breestraat 135) en 1659 (Aalmarkt 21, de Waag of het huis Herengracht 37). Gekromde korbeels komen voor tussen 1347 (Breestraat 113) en 1585 (Oude Rijn 166). Gekromde windschoren zijn gebruikt tussen 1347 (Breestraat 113) en 1455-1456 (d, Aalmarkt 11).

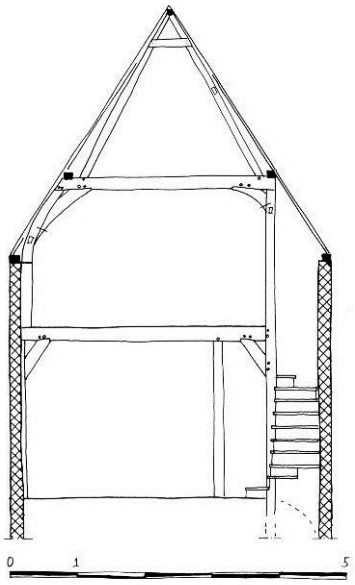
In de loop van de 14de t/m 16de eeuw nam het aantal houten verbindingsnagels geleidelijk af tot twee of één, wat de algemene norm werd vanaf het einde van de 16de eeuw. De overgang naar de vernagelde koude vlakke verbinding is zichtbaar bij Breestraat 161 uit 1435 ±6 jr (afb. 325). De vernagelde, geheel vlakke verbinding van korbeel en spantbeen werd uitgevoerd met gesmede nagels én een houten nagel (afb. 133). Het al genoemde niet meer inlaten van de fliering kan ook worden gezien als een besparing op arbeid. Hetzelfde geldt voor het lippen van houten blokkeels, in plaats van deze te pennen in de spantbenen.

Naast de meest algemene zadeldakvorm met gelijkvormige spanten kwamen ook kappen voor met aankappingen. Deze specifieke vorm leidde tot aangepaste spantvormen. In de catalogus komt hiervan één middeleeuws voorbeeld op een huis voor, Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466-1472 (afb. 326). De spanten hebben aan de ene zijde een normale uitvoering met gekromde spantbenen en aan de andere zijde een (gereconstrueerde) vorm met muurstijlen tegen een topgevel van een aankapping. Dit zal vermoedelijk ook de vorm zijn geweest bij de verdwenen kap van Breestraat 117 uit 1429 (d).[1289] De timmerman kon dus, zoals het uitkwam, de dragende stijl van een dekbalkspant schuin plaatsen als spantbeen of verticaal plaatsen als muurstijl. Dit onderstreept nogmaals de al genoemde samenhang tussen de houtskeletconstructie en kapconstructie.Deze functionele oplossing met combinatie spant-gebint, waarbij één van de spantbenen afwijkend rechterop werd geplaatst, werd ook in later tijd, waar nodig, ingepast (afb. 328).[1290] Het spant met de specifieke vormgeving week af van de overige toegepaste spanten in dezelfde kap. Zo kon de timmerman met het spant inspelen op de aanwezigheid van een aankapping, een lichthof, een afwijkende plattegrond of elementen als een schoorsteenkanaal, een vloerluik of een trapgat.[1291] Hetzelfde fenomeen is ook bekend van Delftse kapconstructies, met voorbeelden al uit de 16de eeuw.[1292]

Een bijzondere afwijking is de uitvoering van één van de spantbenen als voorzetting van een spiltrap. Voorbeelden van een ‘trapspilspantbeen’ zijn Oude Rijn 166 uit 1585 en Botermarkt 11 van direct na 1594 (afb. 327).

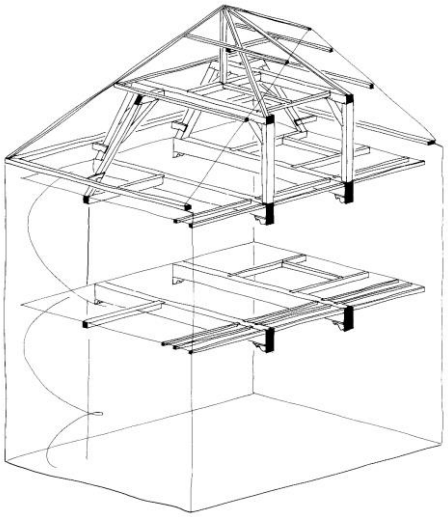



326 Hooglandsekerkgracht 21, 1466-1472

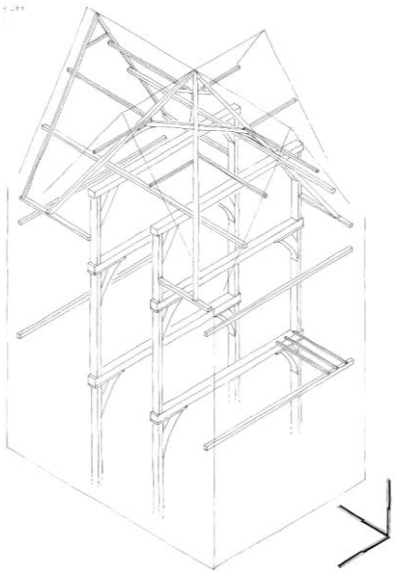



327 Oude Rijn 166, 1585

[1289] Orsel 2014, 151.
[1290] Latere voorbeelden van combinatie spant en gebint zijn Breestraat 59 uit 1597 met aankappingen, Rapenburg 65 uit 1623 met een lichthof, Langebrug 87e uit 1642 met een driezijdig dak tegen een topgevel en meerdere 18de-eeuwse voorbeelden met een hoge lijstgevel waarop later wordt ingegaan.
[1291] Een voorbeeld is Rapenburg 6 uit 1668 dat een afwijkend spant kreeg met een verticaal staand spantbeen als gevolg van een uitgemetseld rookkanaal.
[1292] Weve 2013, 226.



328 Langebrug 87e,1642



329 Hooigracht 41, ca. 1400-1500

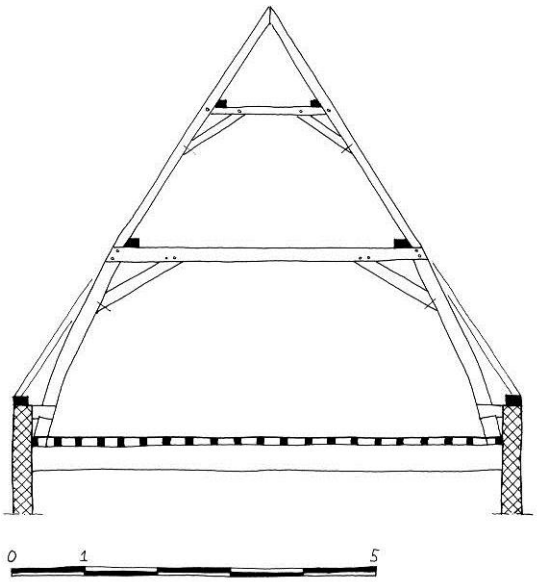
Om de bijzondere en afwijkende 15de-eeuwse kruiskap van Hooigracht 41 vorm te geven, werd gekozen voor een zeer specifieke oplossing met houtskeletconstructie van dekbalkgebinten met daarop hoekkeper-halfspanten tegen een koningsstijl (afb. 329). Deze voor Leiden unieke constructie op een huis werd mogelijk ontleend aan constructieve oplossingen voor middeleeuwse meerzijdige kapconstructies van kerkkoorsluitingen, kruisingen of aankappingen in kerkkappen of torenspitsen.[1293]

***Stapelspant met driehoekspanten***

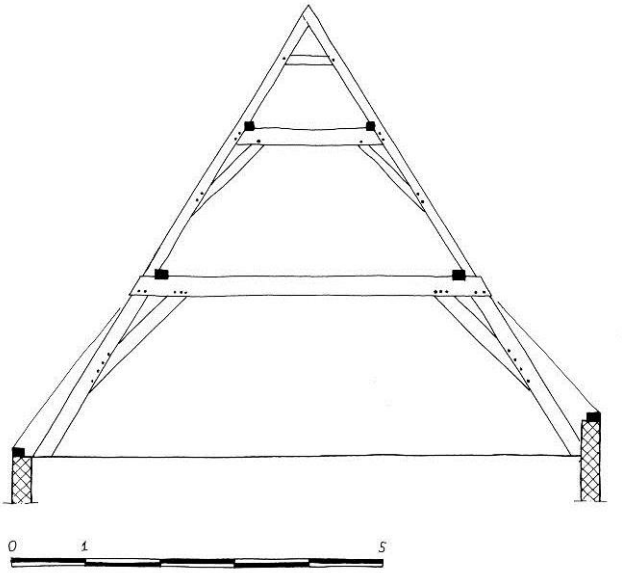
In de 15de eeuw ontwikkelde zich vanuit het bovenste dekbalkspant van de stapelspantvorm het driehoekspant. Breestraat 109 van circa 1500 en Breestraat 121 uit 1517 zijn hiervan de vroegste voorbeelden op huizen (afb. 330-331). Deze driehoekspanten bestaan uit twee rechte spantbenen met een gepende spanttussenbalk. Breestraat 121 heeft bovendien nog een gepend haanhout boven in het driehoekspant. Voor de dwarsstabiliteit zijn korbeels aanwezig. Opvallend is dat de spantbenen van het driehoekspant weer aan de buitenzijde van de spantbenen staan. De kap van het Romaklooster, Rapenburg 41-45, uit 1450 is hiervan een iets ouder voorbeeld en heeft in het driehoekspant twee gepende spanttussenbalken.[1294] Deze driehoekspanten droegen nog geen nokgording en functioneerden samen met sporenparen. De vrij hoog, op de spanttussenbalk, aangebrachte flieringen ondersteunden de sporenparen. Deze driehoekspantvorm zal zich hebben ontwikkeld vanuit een combinatie van een sporenpaar en een dekbalkspantvorm. De aanleiding was vermoedelijk de wens voor meer stabiliteit in het bovenste deel van de sporenparenreeks. Deze waren namelijk voordien, vanaf de bovenste fliering, onderling niet gekoppeld of anderszins gestabiliseerd, afgezien van panlatten en/of eventueel dakbeschot. Bij de grotere gebouwen konden de sporen ook gekoppeld zijn door een centrale hanebalkfliering, zoals bij de koorpartij van het Catharinagasthuis uit circa 1300 (afb. 406). Het driehoekspant zonder nokondersteuning werd bij de introductie van de nokgording rond 1545 een nokgording-dragend driehoekspant.

[1293] Janse 1989, 169-170, 190-193, 230-234 en Zweers 1996. Een Leids voorbeeld is de Pieterskerk; Dröge en Veerman 2011.

[1294] De vergelijkbare kap van het Catharinagasthuis, Aalmarkt 11, uit 1455-1456 (d) heeft ook een stapeling van dekbalkspanten en een driehoekspant; Orsel 2016.




330 Breestraat 109, ca. 1500



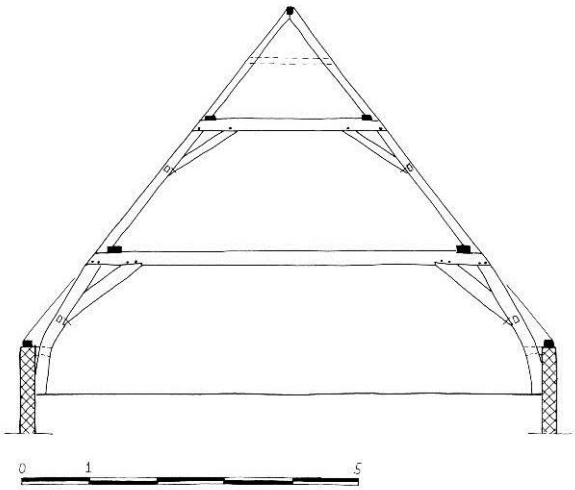

331 Breestraat 121, 1517

***Introductie nokgording***

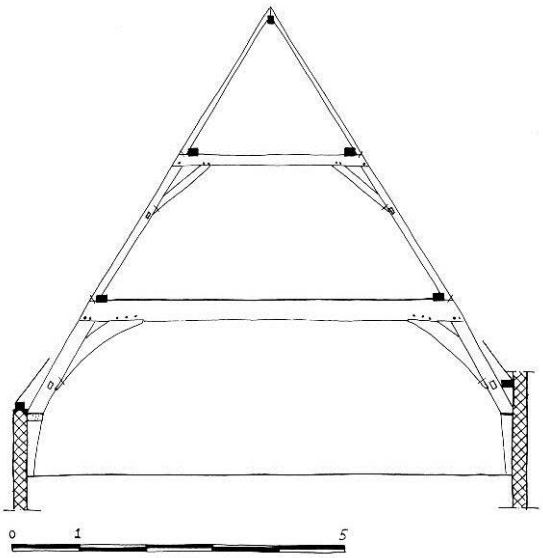
Een bepalende ontwikkeling in de spantvormen was het gevolg van de introductie van de nokgording. Om deze langsdrager in de nok te ondersteunen moesten de bestaande spantvormen worden aangevuld. In de paragrafen over dakbedekking en daksporen is aangetoond dat de introductie van de nokgording in Leiden rond 1545 plaatsvond. In samenhang met de nokgording worden dan ook de losse daksporen (kepers) toegepast in plaats van de oudere sporenparen met haanhout.[1295]
Zoals al eerder aangegeven werden, vooral in de Duitse literatuur, de sporenkap met gekoppelde sporenparen en de gordingenkap met losse sporen (kepers) op gordingen gezien als de twee basistypes van waaruit de kapconstructies zich hebben ontwikkeld. In Nederland, en in Leiden, trad echter bij de overgang van gekoppelde sporen naar losse sporen geen typologische constructiewijziging op. Er was en blijft sprake van sporen ondersteund door langsdragers op dwarsgeplaatste spanten. Bij de losse sporen werd een langsdrager in de nok toegevoegd, inclusief een nok-ondersteunend spantgedeelte. Daarom is er geen sprake van een overgang van het ene basisconstructieprincipe (de sporenkap) naar de andere (de gordingenkap).[1296] De indeling van de Nederlandse kapconstructies door de Duitse onderzoekers Ostendorf en Binding tot de gordingenkappen was dus onjuist.[1297] Omdat het niet gaat over een overgang in de basisconstructie, wordt in dit onderzoek geen onderscheid gemaakt in de terminologie. Zowel de gekoppelde en losse dakdragers zijn als ‘sporen’ te beschouwen. De term ‘kepers’ wordt hier verder niet gebruikt.

Voor Leiden hing de toepassing van de nokgording samen met de overgang van riet en daktegels naar oud-Hollandse dakpannen. De spanten moesten worden aangepast om de hoog in de nok geplaatste nokgording te ondersteunen.[1298] Hiervoor werden de bestaande dekbalkspantconstructie aangevuld met een driehoekspant of een nokstijl. De oudste voorbeelden van huizen met de nieuwe nokgording hebben een driehoekspant, bijvoorbeeld het middenhuis van Pieterskerkgracht 9 uit 1543 en Nieuwe Rijn 13 uit 1557 (afb. 332-333). De brouwerijvleugel aan de Haarlemmerstraat 213 uit 1554 is het vroegste voorbeeld in Leiden waar gebruik is gemaakt van een nokstijl (afb. 386). De oudste voorbeelden van een huis met nokstijl zijn 5de Binnenvestgracht 7a uit 1588 en Nieuwsteeg 17 uit 1592 (afb. 334-335).

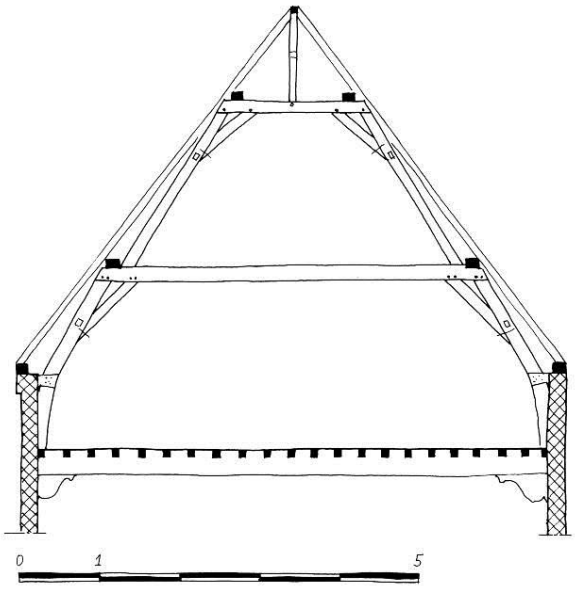
[1295] Zie paragraaf Haanhout of nokgording.
[1296] Zie paragraaf Kappenonderzoek in Noordwest-Europa en Janse 1989, 23-24.
[1297] Ostendorf 1908, 81-82; Janse 1989, 23-24; Binding 1991, 15-24 en De Vries 2003.
[1298] Zie ook paragraaf Langsschoring.



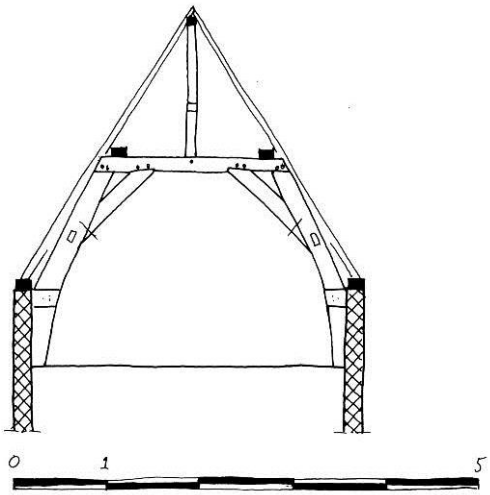

332 Pieterskerkgracht 9 uit 1543




333 Nieuwe Rijn 13 uit 1557




334 5de Binnenvestgracht 7a, 1588




335 Nieuwsteeg 17, 1592

Het principe van het driehoekspant was al een oudere constructie, zoals voorbeelden op het Romaklooster, en op Rapenburg 41-45 uit 1450, het Gravensteen, Pieterskerkhof 6 uit 1463, Hooigracht 41 uit circa 1400-1500, Breestraat 109 van circa 1500 en Breestraat 121 uit 1517 laten zien (afb. 330-331 en 384-385). De oudste bekende driehoekspant-constructies hebben een makelaar of koningsstijl die geplaatst werd om meerdere aansluitende dakvlakken te ondersteunen.
De voorbeelden Breestraat 109 en 121 zijn, zoals gezegd, vermoedelijk voorlopers van de oplossing met nokgording. Net als nokstijlen waren echter de 16de-eeuwse driehoekspanten bedoeld om een nokgording te ondersteunen.

De verticaal staande nokstijl werd voor de dwarsstabiliteit meestal voorzien van schoren.[1299] Deze schoorden af op de dekbalk van het bovenste spant. De verbinding met de onderliggende dekbalk werd gepend en de schoren werden genageld tegen de nokstijl. Soms werden de nokstijlen ook voorzien van schoren naar de nokgording, voor schoring in de langsrichting.[1300]

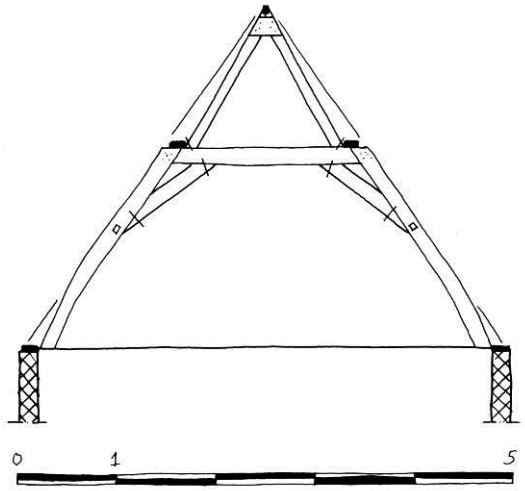
[1299] De oudste voorbeelden hiervan zijn de brouwerijvleugel Haarlemmerstraat 213 uit 1554 en het huis Breestraat 135 uit 1595.
[1300] Deze nokstijlschoring is behandeld in paragraaf Langsschoring.

Bij de oudere kappen die uitgevoerd waren met gekoppelde sporenparen is waarneembaar dat vele van deze zijn aangepast om een nokgording in te brengen.[1301] De oudere sporenparen werden verwijderd en aan de bestaande dekbalkconstructie werd een nokstijl of driehoekspant toegevoegd om de toegevoegde nokgording te dragen. Daartegen werden vervolgens losse sporen geplaatst.

Al eerder is erop gewezen dat aan het einde van de 16de eeuw gordingen werden toegepast als langsdragers, in combinatie met flieringen.[1302] Mogelijk was de aanleiding hiervoor het gebruik van de nokgording op een driehoekspant. Bij de spantbenen van een driehoekspant was het plaatsen van een gording in de helling van de daksporen namelijk eenvoudig. Voor een fliering bood dit type spant, zonder extra timmerwerk, geen logisch steunpunt.

***Houten nok-schetsplaat***

Een kenmerkend onderdeel bij de driehoekspanten was de frequent voorkomende uitvoering met een houten schetsplaat onder de nok. Driehoekspanten met houten schetsplaat komen voor in de catalogus tussen 1594 en 1791 (afb. 336-337).[1303] De schetsplaat was een relatief dunne plaat van ongeveer 1-3 cm, meestal van naaldhout. Deze werd met enkele gesmede nagels vastgezet op beide spantbenen, onder de nokgording. De vernagelde schetsplaat was een eenvoudige verbindingsvorm voor de koppeling van beide spantbenen van driehoekspanten.




336 Rapenburg 14, voor, 1594

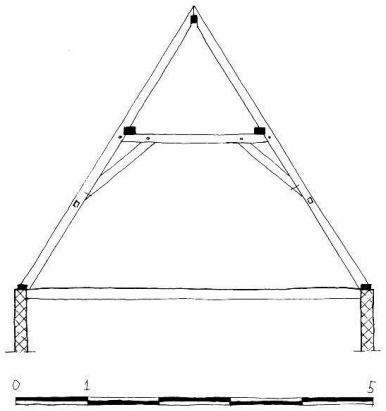
337 Papengracht 6, 1668, nok-schetsplaat

***Driehoekspanten***

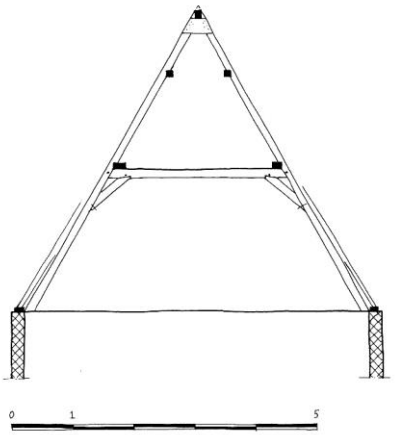
In het begin van de 17de eeuw waren enkele kapconstructies niet uitgevoerd met dekbalkspanten, maar werd het dak gevormd met enkel driehoekspanten.[1304] De oudste voorbeelden van driehoekspanten komen in Leiden voor in de stadsuitbreiding van 1611 (afb. 338-339).[1305] Een later voorbeeld is Mandenmakerssteeg 1 uit 1650. Het voordeel van enkel driehoekspanten lijkt de eenvoudiger constructie. Wel waren er spantbenen nodig van een grote lengte. Mogelijk heeft de eerder besproken overgang van eiken naar grenen als constructiehout hierbij een rol gespeeld. Wellicht waren grotere lengtes eenvoudiger te verkrijgen in grenenhout.

[1301] Voorbeelden hiervan zijn Breestraat 113 uit 1347, waarbij slechts het bovenste deel van de sporen is verwijderd, Pieterskerkhof 40, achterbouw uit 1383, Nieuwe Rijn 60 uit 1404-1416 met aanpassing uit 1543 ±6 jr, Steenschuur 14, voorhuis uit ca. 1400, Breestraat 161 uit 1435 ±6 jr en Hogewoerd 33 uit 1476.
[1302] Zie paragraaf Flieringen en gordingen.
[1303] De oudste houten schetsplaat is Rapenburg 14, voor en achter, uit 1594 en de jongste het voorhuis en leugenaarkap van Breestraat 19 uit 1791.
[1304] Driehoekspanten worden elders ook spruiten of A-spanten genoemd.
[1305] Voorbeelden van enkel driehoekspanten in de stadsuitbreiding van 1611 zijn Langegracht 44, Morsstraat 32, Oude Singel 100 en 218 en Oude Vest 97.

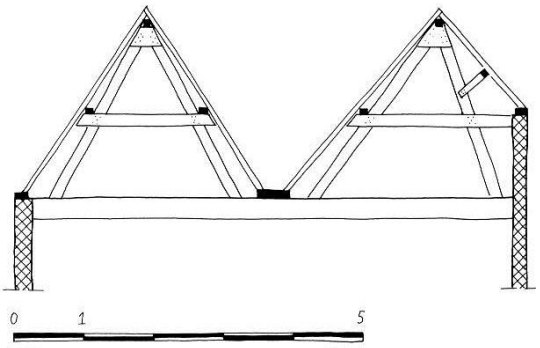
De spantbenen van de driehoekspanten lagen meestal in of tegen het vlak van de daksporen. Een voordeel is dat daarmee een dakspoor kon worden uitgespaard. Het aanbrengen van een fliering of gording was dan echter lastig en deze werd daarom aan de binnenzijde van de spantbenen geplaatst.[1306] Dit is constructief voor de ondersteuning voor de daksporen (of beschot) geen ideale oplossing, maar was niet anders op te lossen. Ook kon een geringe overspanning ten grondslag liggen aan de keuze voor alleen maar driehoekspanten en het afzien van een stapelspant. Dit laatste is het geval bij de kappen met twee parallelle driehoekspantjes van Stille Rijn 11 uit 1735-1737, Breestraat 70 uit 1764 en Breestraat 24 uit 1768 en de leugenaarskappen van Rapenburg 61 uit 1701 en Breestraat 19 uit 1791 (afb. 340-341). Overigens is de enkele driehoekspantvorm veel ouder, zoals de kap van het Gravensteen uit 1463 toont (afb. 387). Driehoekspanten komen ook voor in de bouwkundige leerboeken van Poley uit 1770 en Erzey uit 1777.[1307] Poley propageerde overigens de driehoekspanten ten koste van de stapelspanten, een 'gebroken werk', omdat 'een kap met doorgaande spanten, een veel ruimere zolder en een sterker dak geeft'.[1308]



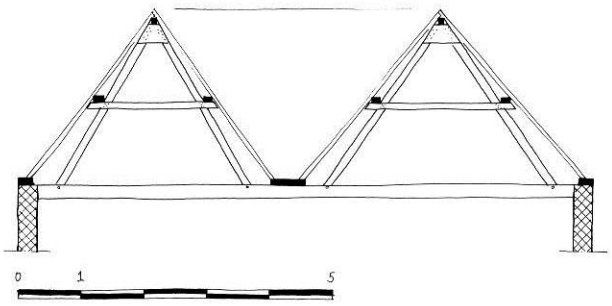

338 Langegracht 44, direct na 1611




339 Oude Vest 97, direct na 1611



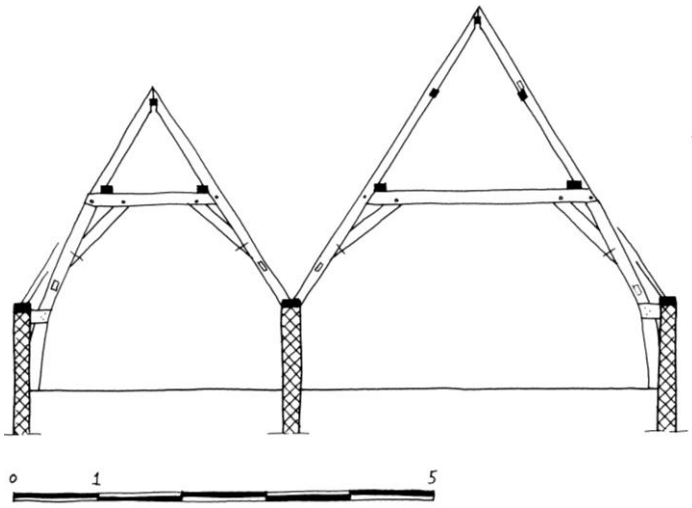

340 Stille Rijn 11, 1735-1737




341 Breestraat 70, 1764

[1306] Tussen de spanten geplaatste, eventueel ingepende, flieringen of gordingen zijn niet waargenomen.
[1307] Poley 1770; Erzey 1777 en De Vries 2008.
[1308] Poley 1770, 2 en De Vries 2008, 225-226.

***Dekbalk-driehoekspant***
In het begin van de 17de eeuw werden ook combinaties van dekbalk- en driehoekspant ontwikkeld. Deze bijzondere vorm van dekbalk-driehoekspanten is geconstateerd bij twee voorbeelden: Oude Singel 110-112 van direct na 1611 en Oude Singel 114-116 van direct na 1616 (afb. 342). Deze nieuwbouwprojecten van respectievelijk drie en twee huizen zijn representatief voor de kleinschalige projectontwikkeling in de 17de-eeuwse stadsuitbreiding.[1309]

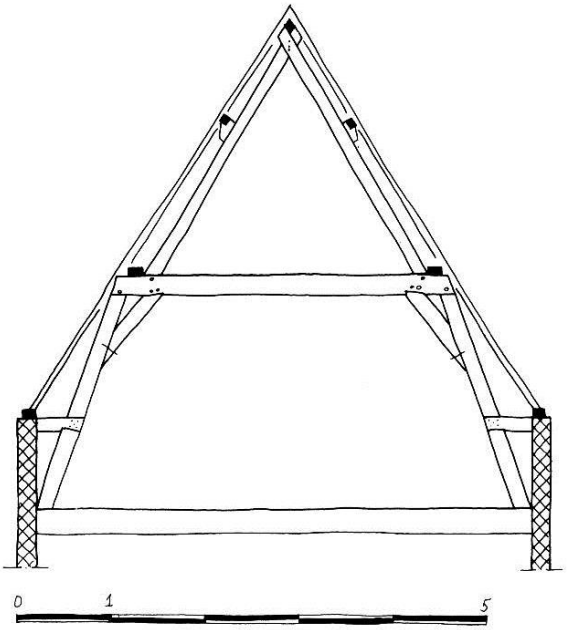



342 Oude Singel 114-116, direct na 1616

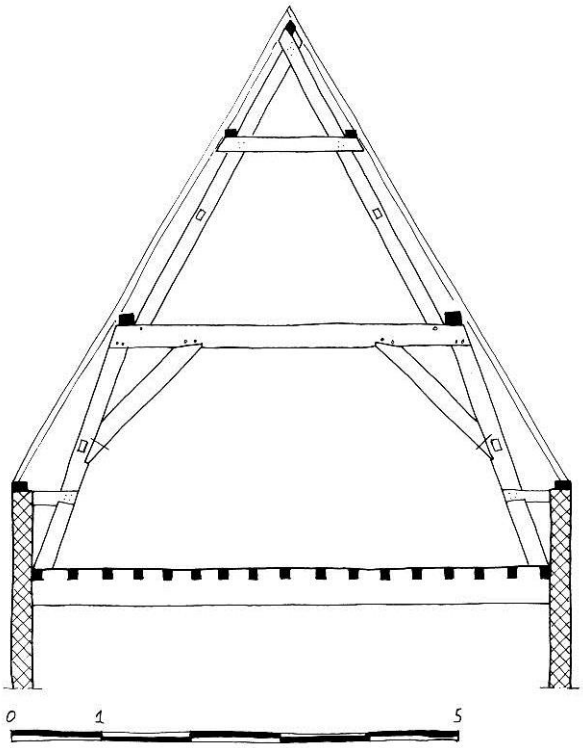
De spantconstructies van grenenhout werden zo vormgegeven dat alleen aan de buitenzijde gekromde eikenhouten spantbenen staan. De andere, rechte, spantbenen werden geplaatst op de tussenliggende borstwering. De projectmatige ontwikkeling van meerdere huizen schouder aan schouder maakte het mogelijk deze aangepaste spantvorm toe te passen en zodoende te besparen op (kostbare) gekromde spantbenen. Vergelijkbare constructies zijn bekend in Amsterdam.[1310]

***Schaarspant***
Bij nieuwe huizen in de stadsuitbreiding van 1659 werd voor het eerst het nokspant uitgevoerd als een zogenoemd schaarspant. De kap van Hogewoerd 185 is hiervan een representatief voorbeeld (afb. 343).[1311] Hierbij kruisten de spantbenen elkaar halfhouts overkeept onder de nok. De nokgording kwam dan logischerwijs overhoeks te liggen. Het schaarspant kwam relatief weinig voor. Vaker werden de oudere oplossingen met nokstijl of het driehoekspant toegepast. Andere voorbeelden van schaarspanten zijn Rapenburg 29 uit 1664, Haarlemmerstraat 163 uit 1675-1700 en Stille Mare 4 uit 1830 (afb. 344). In Nederland deden schaarspanten, als onderdeel van een stapelspant hun intrede in de 17de eeuw.[1312] De praktische ligging van een overhoekse gording zorgde voor een logischer ondersteuning van de daksporen, wat de aanleiding zou kunnen zijn geweest voor deze innovatie. Een andere reden hiervoor kon de constructief stabielere uitvoering van de nokconstructie zijn. Bij het schaarspant is het een stevige gekeepte en vernagelde verbinding, terwijl bij een driehoekspant de spantbenen koud vernageld tegen elkaar staan. Bij een nokstijl is het een gestapelde constructie met een beperkte gepende verbinding. Ten opzichte van een driehoekspant kon de spantbalk achterwege worden gelaten. Dit leverde een materiaalbesparing op en bovendien meer stahoogte op de vlieringzolder. Echter de spantbalk kwam ook voor bij schaarspanten, zoals de kap van Rapenburg 29 uit 1664 en Stille Mare 4 uit 1830 tonen.

[1309] Orsel 2007c, 11-12 en Orsel 2010c.
[1310] Zantkuijl 1993, 45, zonder adres of jaartal en Meischke et al. 1995, 183-187, Oudezijds Achterburgwal 151-155 uit 1644.
[1311] Berends 1996, 40-41. Andere voorbeelden zijn Herengracht 10, 72 en 76b en Hogewoerd 171; zie de desbetreffende dossiers in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1312] Berends 1996, 45.




343 Hogewoerd 185, direct na 1659




344 Rapenburg 29, 1664

**Constructieve variatie in de 17de en 18de eeuw**

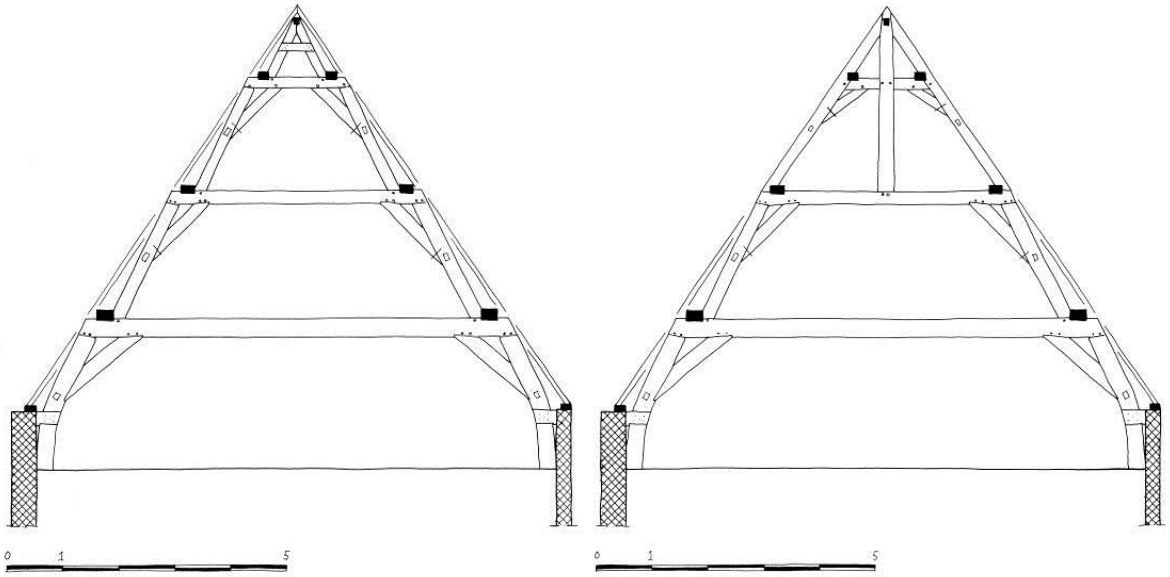
De 17de en 18de eeuw brachten nieuwe lage en aangepaste dakvormen voort, als gevolg van moderne architectuur en de daardoor gedicteerde kroonlijstgevel.[1313] Daarnaast kwamen langzamerhand meer en meer theoretische bouwkundige werken beschikbaar en ontstonden ook theoretische opleidingen. De nieuwe dakvormen en theoretische invloeden waren mogelijk aanleiding tot vernieuwing en modernisering van de bouwconstructies.

***Makelaar***

Bij het onderzoek naar de dakvormen in Leiden is geconstateerd dat in het begin van de 17de eeuw, als gevolg van nieuwe architectuurvormen, in het stedelijke gebied de kroonlijst en schilddakvorm toepassing vonden. Uit de catalogus blijkt dat de timmerman, bij kappen met meerdere samenkomende dakschilden, de spanten constructief moest aanpassen om de kopse dakschilden op te vangen en de constructies van de dakschilden op elkaar te laten aansluiten. Bij deze schilddaken werd als oplossing, om in de nok de krachten over te brengen van hoekkepers naar nokgording en vice versa, een constructief intermediair ingevoegd.[1314] Deze makelaar werd geplaatst op het uiteinde van de nok, waar de dakschilden elkaar ontmoeten. De makelaar werd opgenomen in het uiterste spant en dit wijkt daarom af van de 'normale' spanten. De nokgording ligt niet op de makelaar, maar loopt daartegenaan en is er dan vaak ingepend. De overige spanten kregen een 'normale' bovenconstructie, zonder makelaar, die de nokgording draagt. De nokgording steunt tevens de makelaar bij het opvangen van de hoekkepers. Met deze variatie speelde de timmerman dus in op de complexere vorm van het schilddak. Er is echter een duidelijk constructief onderscheid te maken tussen makelaars en nokstijlen. De nokgording ligt op een nokstijl en bij een makelaar is de nokgording in de zijkant gepend of ingelaten. Bij de nokstijl gaat het dus voornamelijk om een dragende functie ten behoeve van de nokgording. Bij de makelaar gaat het primair om de krachten over te brengen van hoekkepers op de nokgording. Als de makelaar daarbij onderdeel is van een nokspant, vervult de makelaar tevens de dragende functie.
Eén van de oudste voorbeelden van de toepassing van makelaars is het schilddak van Rapenburg 65 uit 1623 (afb. 345-346).

[1313] Zie paragraaf De dakvorm.
[1314] Orsel 2011b.

Dit dak heeft onder de lange dakschilden een reeks drievoudig gestapelde dekbalkspanten met in de nok een driehoekspantje met spantbalk, die de flieringen en een nokgording ondersteunen. Het uiterste spant wijkt af en heeft in plaats van het bovenste dekbalkspant en het driehoekspantje een driehoekspant met makelaar.[1315] Tegen deze makelaar staan de hoekkepers van het kopse dakschild en de nokgording ligt in een doorstekende makelaar.



345 en 346 Rapenburg 65, 1623, zonder (links) en met (rechts) makelaar

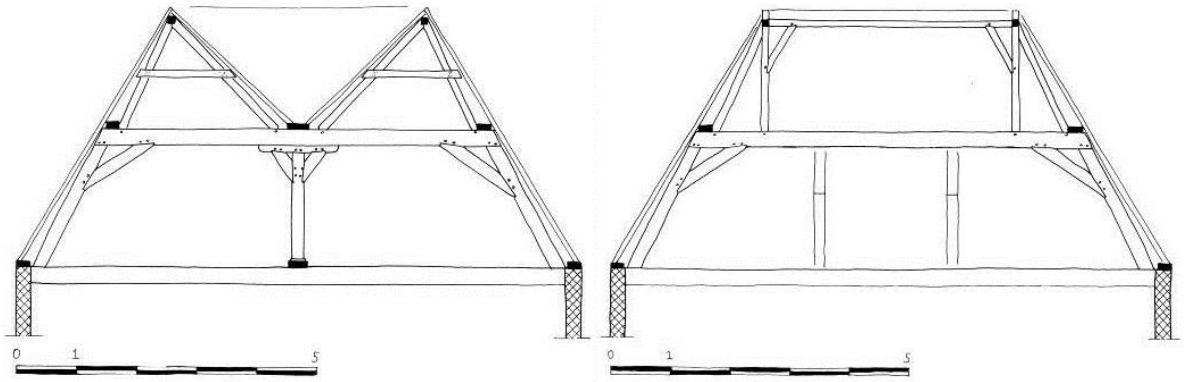
Over de term makelaar bestaan bouwhistorisch gezien verschillende inzichten. Volgens Haslinghuis-Janse is een makelaar: een 'middenstijl van een kapspant, waarin de kapbenen en ev. de nokgording is ingelaten, ook de hoekkepers samenkomen. […] Ook stijl midden in torenspits waartegen alle onderdelen steunen. […] De makelaar aan de gevelzijde wordt soms verlengd en van een spitse topversiering voorzien, al of niet met lood bekleed en met een piron, die zelf ook wel makelaar genoemd wordt'.[1316] In zijn boek over houten kappen zegt Janse: 'een verticale stijl in een kapgebint, die doorloopt tot in de nok, wordt een makelaar genoemd. […] In het bestek uit 1541 voor de Oude Kerk te Delft omschrijft men onder de term makelaar een element dat wij liever koningsstijl noemen en waarin meerdere hele of halve gebinten samenkomen'.[1317] Dit kwam ook voor in het bestek uit 1597 voor het Gemeenlandshuis, Breestraat 59, Leiden, waarin een verticaal element vergelijkbaar met een koningsstijl werd gedefinieerd als 'mackelaer'.[1318] In Leiden bevinden de oudste makelaars zich in de grote kerkdaken, zoals die van het hoogkoor van de Pieterskerk van rond 1400.[1319] Iets jongere voorbeelden uit de catalogus zijn het, door Janse zo genoemde, veelzijdige dak van het Gravensteen uit 1463 en de vermoedelijk 15$^{de}$-eeuwse 'kruiskap' van Hooigracht 41.[1320] Met de toepassing van een verticaal constructief element, de koningsstijl, ook wel makelaar genoemd, werd in de middeleeuwen het probleem van aansluitende dakvlakken van deze sporenkappen opgelost. Met de opkomst van de schilddaken onder invloed van de moderne architectuur van het Hollands classicisme werd een makelaar weer veelvuldig geplaatst.

De makelaar werd vanaf het tweede kwart van de 17$^{de}$ eeuw frequent toegepast. Meerdere voorbeelden van kappen met aangepaste spanten om de makelaar op te nemen tonen dit aan. Zo heeft Rapenburg 34 uit 1645 'normale' dekbalkspanten met daarop driehoekspanten met overgekeepte spantbalken (afb. 347). De aangepaste spanten hebben in plaats van de driehoekspanten ingepende makelaars (afgeschoord) met daartussen een ingepende dwarsgeplaatste nokgording (afb. 348).

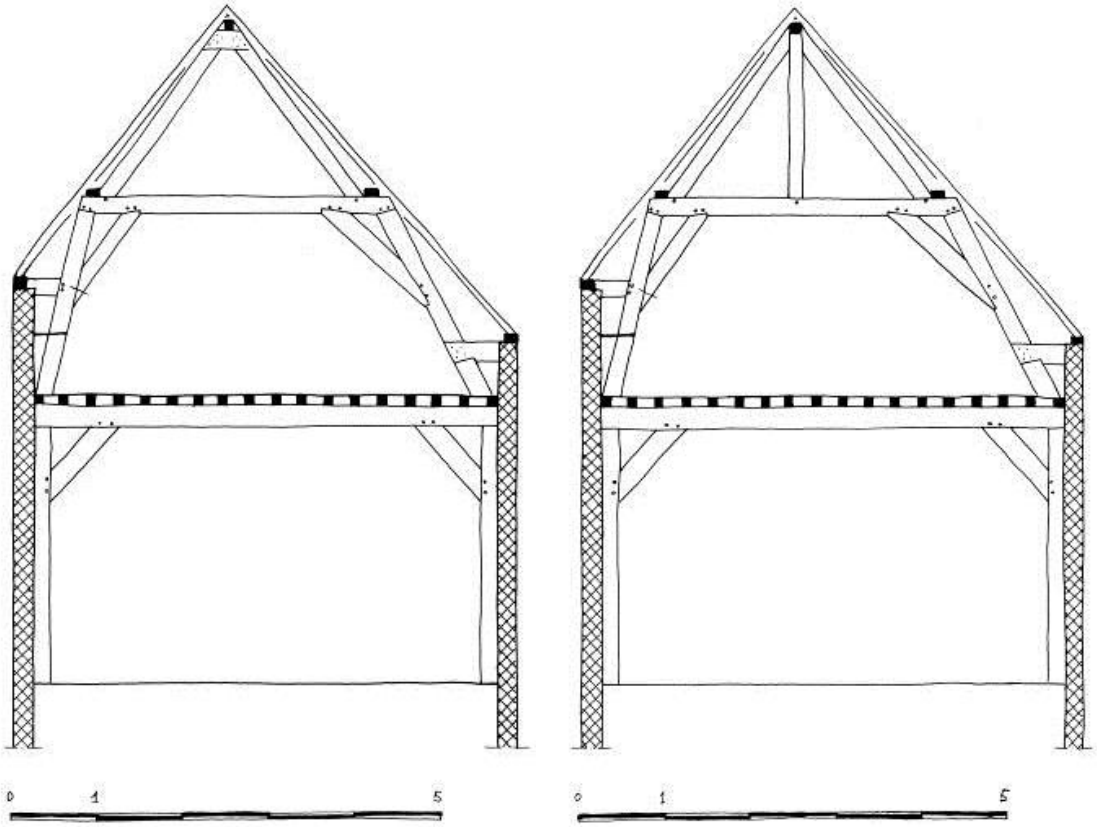
[1315] Van de voorzijde is de vorm onbekend omdat dit gedeelte werd vervangen in 1749.
[1316] Haslinghuis en Janse 1997, 306.
[1317] Janse 1989, 66.
[1318] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Rijnlandhuis, 1597 en Van der Meule 2000, 179.
[1319] Dröge en Veerman 2011, 43-56.
[1320] Janse 1989, 230-234.

Ook bij Oude Vest 159 uit 1681 werden bij de uiterste spanten de ‘normale’ bovenste driehoekspanten vervangen door een makelaar (afb. 393).

Een vroeg 18de-eeuws voorbeeld is het complexe U-vormige dak van Rapenburg 61 uit 1701 (a) met driehoekspanten.[1321] Bij de aansluiting van het achterste dakschild hebben de uiterste spanten een ingevoegde makelaar. Ook komt het voor bij het voorste dak van Rapenburg 65 uit 1749, met dekbalkspanten en daarop een driehoekspant (afb. 349). Bij de buitenste spanten is het driehoekspant door een makelaar versterkt (afb. 350). De makelaar werd ook in een aantal gevallen benut om de nok bovendaks extra te accentueren (afb. 192-205).




347 en 348 Rapenburg 34, 1645, het ‘normale’ spant (links) en het uiterste spant met makelaars (rechts)

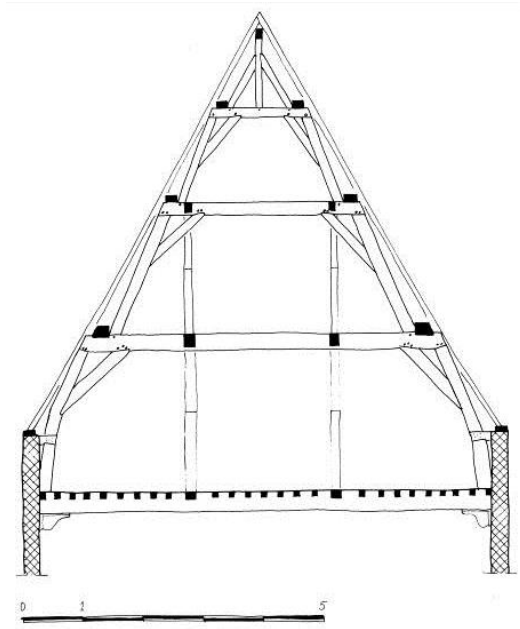



349 en 350 Rapenburg 65, 1749, het ‘normale’ spant (links) en het uiterste spant met makelaar (rechts)

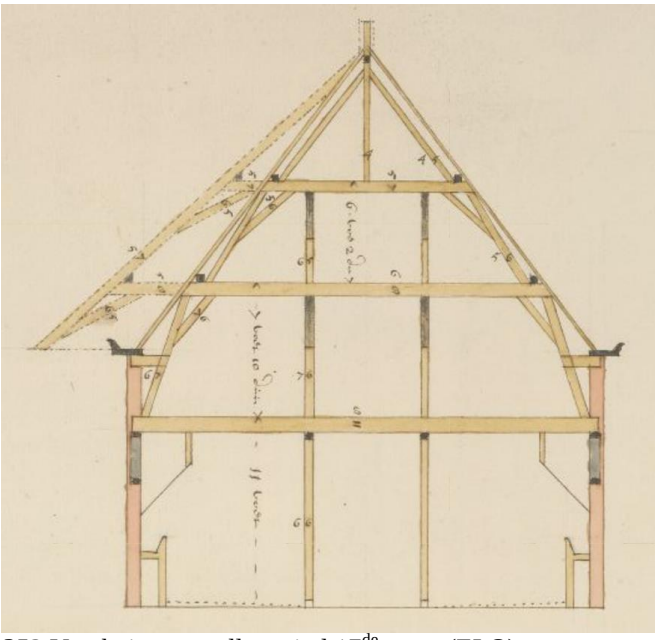
[1321] Deze kap van Rapenburg 61 is niet opgenomen in de catalogus; zie dossier Rapenburg 61 in het bouwhistorisch archief van ELO en Orsel 2009c.

***Half- en hoekkeperspanten***

Bij een schilddak kon naast de benodigde hoekkepers en makelaar het kopse dakschild ook worden ondersteund door een doorgezette fliering onder het kopse dakschild. Deze fliering kon dan worden gedragen door een spantconstructie. Hiervoor werden zogenaamde halfspanten en/of hoekkeperspanten toegepast.[1322] Net als de makelaar waren deze halve spanten al bekend in de middeleeuwen.[1323] Bij de 'nieuwe' schilddaken van het Hollands classicisme werden de halfspanten en hoekkeperspanten weer ingezet als constructieve oplossing om de kopse dakschilden te ondersteunen. De half- of hoekkeperspanten werden qua constructieve opzet ontleend aan de hoofdspanten, maar ze wijken in de dimensionering vaak af en hebben een vereenvoudigde constructie, afhankelijk van de situatie. Een vroeg voorbeeld van het 'nieuwe' schilddak is het voorhuis van Pieterskerkgracht 9 uit 1620 (afb. 351). De kap hiervan heeft twee drievoudig gestapelde dekbalkspanten en in de nok een afgeschoorde nokstijl. Tegen de onderste twee dekbalken staan de halfspanten die het voor- en achterdakschild ondersteunen. Bovendien zijn er ook hoekkeperspanten ingepast (niet op tekening weergegeven). Ook Rapenburg 65 en het linker achterhuis van Rapenburg 67, beide uit 1623 zijn vroege voorbeelden van schilddaken met half- en hoekkeperspanten. Het achterhuis van Breestraat 19 uit 1791 is het jongste voorbeeld. Een ontwerptekening uit het einde van de 17de eeuw voor een veerhuis met stallen toont illustratief het hoofdspant, de halfspanten en het hoekkeperspant (afb. 352). Het hoekkeperspant is uitgevoerd met zijn kenmerkende doorgaand spantbeen. Dit sluit in de nok aan op een makelaar.



351 Pieterskerkgracht 9, 1620, de halfspanten staan haaks op het hoofdspant



352 Veerhuis met stallen, eind 17de eeuw (ELO)

***Omlopend schilddak***

In 1638 kwam met een nieuwe stadsarchitect Arent van 's-Gravensande de moderne architectuur van het Hollands classicisme naar Leiden.[1324] Van 's-Gravensande introduceerde de dakvorm van het omlopende schilddak met middenzakgoot om een zo laag mogelijke dakvorm te ontwerpen, in verhouding met de hoofdvorm van het gebouw. De essentie van het ontwerp was het naar binnen klappen van het bovenste deel van de Λ-vorm van een schilddak waardoor een lagere omgekeerde W-vorm ontstond. Vanuit dit principe werden allerlei complexe dakvormen ontwikkeld.

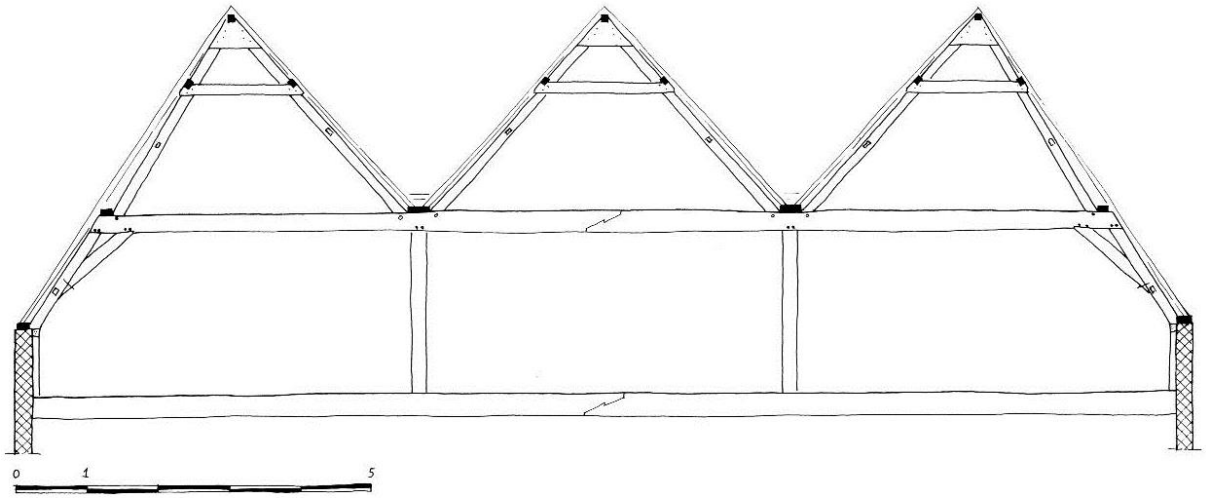
---

[1322] In het bestek uit 1654 voor de Bibliotheca Thysiana werden dit 'halve binten' en 'hoeckepers' en bij de Waag in 1658 'halve binten' en 'houckkepers ofte houckbinten'; Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654 en Waag, 1658.

[1323] Een middeleeuws voorbeeld in de catalogus met half- en hoekkeperspanten is het Gravensteen, Pieterskerkhof 6 uit 1463.

[1324] Dit is uitgebreid toegelicht in paragraaf De dakvorm.

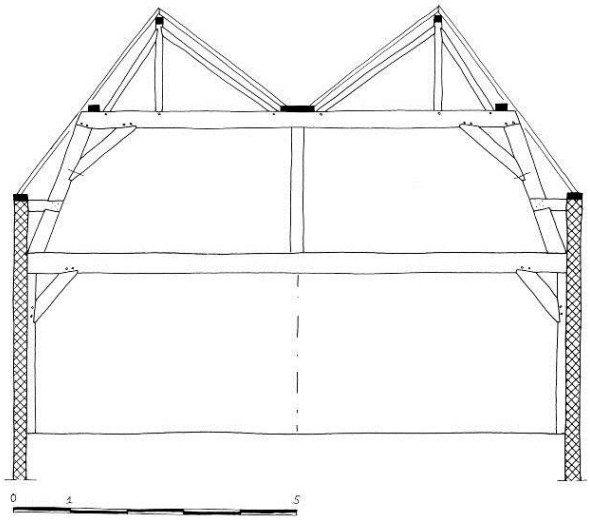
Deze nieuwe dakvorm vereiste van de timmerman een aangepaste bouwkundige aanpak met een nieuw constructieschema. De oudste voorbeelden van omlopende schilddaken in de catalogus zijn Haven 36-38 en Rapenburg 34 uit 1645, ontwerpen van Van ’s-Gravensande. Om de omgekeerde W-vorm te kunnen realiseren werd de spantconstructie opgebouwd uit één dekbalkspant met daarop naast elkaar meerdere spanten met elk een nok en daartussen een zakgoot (afb. 353). De spantopbouw van het omlopende schilddak van Rapenburg 34 bestaat uit een dekbalkspant met daarop twee driehoekspanten waartussen een middenzakgoot aanwezig is (afb. 347). De zolder heeft geen borstwering waardoor het gehele dak ook lager bleef. Haven 36-38 is een breed gebouw met een omlopend schilddak en twee zakgoten. De spantconstructie bestaat uit dekbalkspanten (met eiken krommers) met daarop drie driehoekspanten onder drie nokgordingen. Bij beide voorbeelden zijn steunconstructies aanwezig onder de lange dekbalk om de belasting ter plaatse van de zakgoten op te vangen.[1325] Opvallend bij dit en andere voorbeelden van omlopende schilddaken is dat de buitenste dakvlakken een andere, steilere dakhelling hebben dat de binnenste dakvlakken. Door de keuze van een minder steile dakhelling voor de binnendakvlakken viel de nokhoogte namelijk lager uit. Een lagere dakhelling voor de buitendakvlakken was blijkbaar architectonisch, of om een andere reden, niet wenselijk. Als gevolg van de asymmetrische dakvorm moest ook de bovenste spantconstructie asymmetrisch worden uitgevoerd.



353 Haven 36-38, 1645

Een ander 17$^{de}$-eeuws voorbeeld van een omlopend schilddak op een huis is Breestraat 84 uit 1672-1674 (afb. 354). De spantconstructie van dit huis bestaat uit een, in het midden ondersteund, dekbalkspant met daarop twee asymmetrisch afgeschoorde nokstijlen. De bovenste dubbele dakvorm van het omlopende schilddak werd dus geconstrueerd met de al in de 16$^{de}$ eeuw ontwikkelde spantvormen van driehoek- en nokstijlspant. Duidelijk wordt dat de constructie niet wezenlijk veranderde. De timmerman paste deze alleen aan voor de nieuwe architectonische dakvorm (afb. 355).[1326] Ordinaire huizen werden in de loop van de 17$^{de}$ eeuw voorzien van schilddaken, maar vooral nog gebouwd met de ouderwetse architectuurvorm van een zadeldak tussen topgevels.[1327]

[1325] De steunconstructies staan op de trekbalk. In de onderliggende verdieping moet deze puntlast op de trekbalk ook worden ondersteund. Meestal dienen de indelingsmuren ook hiervoor.
[1326] Ditzelfde werd ook geconstateerd in onderzoeken naar kapconstructies in Westfalen en Schotland; respectievelijk Mennemann 1980, 4 en Hanke 2005, 147. Zie voor afb. 355 dossier Aalmarkt 18 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1327] Haven 42, een ontwerp uit 1645 van Van ’s-Gravensande, is een voorbeeld van een schilddak. Een ontwerp uit 1643 voor wevershuizen van Van ’s-Gravensande heeft zadeldaken. Ook de vele ordinaire huizen in de stadsuitbreiding van 1658, zoals Hogewoerd 150 en 185 en Nieuwe Rijn 105, zijn voorbeelden van zadeldaken. Zelfs aan het voorname Rapenburg werd nog traditioneel gebouwd, bijvoorbeeld Rapenburg 29 (en tweelingpand Rapenburg 31) uit 1664.

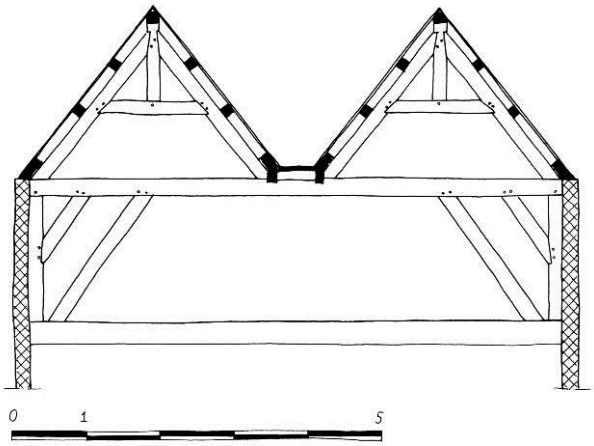


354 Breestraat 84, 1672-1674

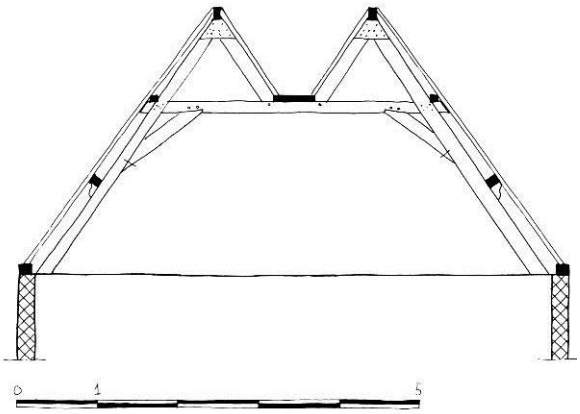
355 Aalmarkt 18, vermoedelijk 18de-eeuw (a)

De classicistische kapvorm van het omlopende schilddak werd vooral ingezet voor andere gebouwen dan huizen. Voorbeelden hiervan zijn het ontwerp uit 1654 van Arent van ’s-Gravensande voor de Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25, het ontwerp uit 1657-1659 van Pieter Post voor de Waag, Aalmarkt 21, het ontwerp uit 1672 van Willem van der Helm voor een stadsmagazijn en het ontwerp uit 1681 van Jacob Roman voor het poortgebouw met regentenkamer van het Meermansburghof, Oude Vest 159 (afb. 393).[1328] Deze voorbeelden hebben in hoofdlijnen een vergelijkbare spantvorm met dekbalkspant met daarop driehoekspanten of afgeschoorde nokstijlen.

De classicistische architectuurvorm met lijstgevel bleef populair in de 18de en 19de eeuw. In deze periode werd voortgeborduurd op de ontwikkelde vorm met het omlopende schilddak met zakgoot. De spantconstructie daarvan bleef gelijk, met dekbalkspanten en driehoek- of nokstijlspanten. Bij Stille Rijn 11 uit 1735-1737, Breestraat 70 uit 1764 en Breestraat 24 uit 1768 is het dekbalkspant zelfs achterwege gebleven en bestaat het spant slechts uit twee driehoekspanten (afb. 356).[1329] Oude Rijn 1b uit 1750-1760 heeft een omlopend schilddak met driehoekspanten, maar dan geconstrueerd met twee nokken (afb. 357).



356 Breestraat 24, 1768



357 Oude Rijn 1b, 1750-1760

[1328] Een ander ontwerp van Van der Helm met een omgaand schilddak met middenzakgoot was de Vierschaar met Schepenkamer als uitbreiding van het Gravensteen, Pieterskerkhof 6 te Leiden uit 1671-1672 (a). Deze kap valt buiten de catalogus; zie Dröge 1996, 45 en dossier Pieterskerkhof 6 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1329] Deze vorm van twee driehoekspanten kwam ook voor bij twee ontwerpen van stadsmeestertimmerman Pieter van Drongen uit 1737, zie catalogus.

***Lessenaarsdak***
Dat een ondersteunende spantconstructie niet altijd nodig was, toont een aantal voorbeelden van 17de-eeuwse Leidse lessenaarsdaken aan.[1330] Verbindingsgangen hebben vaak een lessenaardakvorm met een kort dakschild (afb. 177). De verbindingsgang kwam voor bij het standaard Leidse huis uit de late 16de en 17de eeuw, maar werd tot zeker in de 19de eeuw nog toegepast.[1331] De constructie van het lessenaarsdakje van de verbindingsgang bestond slechts uit een muurplaat onderaan en nokgording bovenaan als langsdragers. Onder een dakbedekking lagen losse korte sporen. Bij een hoger dak en een relatief korte overspanning kon de dakbedekkingdrager aanvullend worden ondersteund door flieringen of gordingen op regelmatige afstand tussen de muurplaat en nokgording. Een uitvoering met flieringen kreeg de vorm van een zogenaamde platenkap.[1332] Deze vorm werd toegepast bij een omstreeks 1675 (a) vermoedelijk door Willem van der Helm ontworpen brandspuithuisje aan de Vrouwenkerkchoorsteeg.[1333] Een platenkap is ook aangetroffen bij het vermoedelijk in de 18de eeuw (a) verhoogde achterhuis van Nieuwe Rijn 105.[1334] Bij een omvangrijker dakschild konden de flieringen of gordingen van een lessenaarsdak op de gebruikelijke wijze worden ondersteund door (half-)spanten. Vermoedelijk zal vanwege zijn eenvoudige vorm het lessenaarsdak al veel vroeger zijn voorgekomen, maar daar zijn in Leiden (nog) geen voorbeelden van aangetroffen.

***Zadeldak met wolfeind***
Naast het bouwen van een modern (omlopend) schilddak was het aanpassen van een bestaand zadeldak een wijze om hetzelfde effect van een classicistisch pand met lijstgevel en laag dak te bereiken. Bij deze modernisering werd een bestaand gebouw met oorspronkelijk topgevels en een zadeldak omgebouwd tot een vorm met een lijstgevel en een zadeldak met voordakschild.[1335] Dit wordt afwolven genoemd. De dakvorm is een zadeldak met wolfeind.

358 Mandenmakerssteeg 1, 1650, afwolving ca. 1900

359 Nieuwe Rijn 105, direct na 1659, afwolving ca. 1900 (tijdens verbouw, o.a. vervanging sporen)

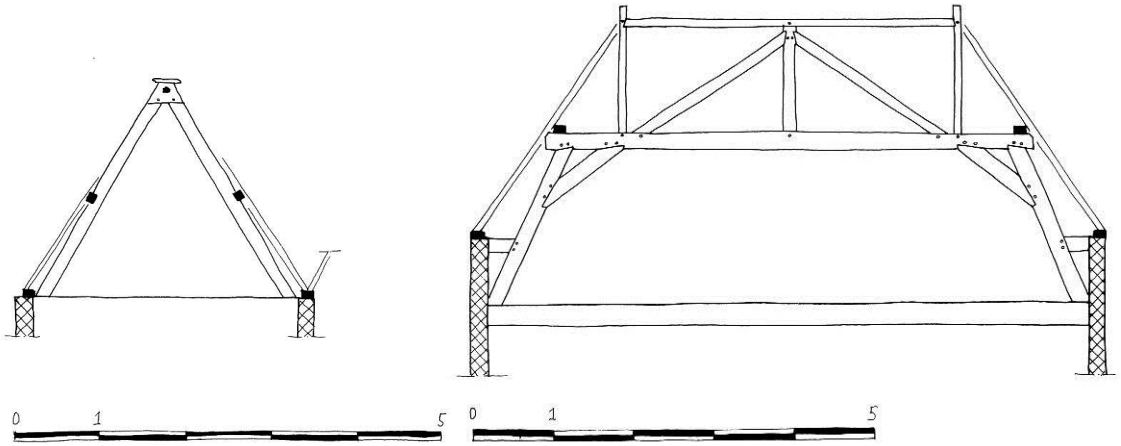
De aanleiding voor deze aanpassing was niet altijd een zeker modebewustzijn, maar was vaak ook ingegeven door economische overwegingen. Een topgevel, die boven het dak uitsteekt en daardoor aan voor en achterzijde aan weer en wind wordt blootgesteld, is onderhoudsgevoeliger dan een lijstgevel. De modernisering ging dus hand in hand met besparing op onderhoudskosten.

[1330] Zie ook paragraaf De dakvorm.
[1331] Orsel 2007c.
[1332] Berends 1996, 49 en Glaudemans 2001, 32. Berends definieert de platenkap als ‘kappen met platen van wand tot wand’.
[1333] Zie dossier Vrouwenkerkchoorsteeg 13 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1334] Zie dossier Nieuwe Rijn 105 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1335] De afwolving is besproken in paragraaf De dakvorm.

Vooral in de 18de en 19de eeuw werd van panden de topgevel gewijzigd in een lijstgevel, met als gevolg dat het oorspronkelijke zadeldak aan de voorzijde moest worden afgewolfd.[1336] Ten behoeve van het nieuwe dakschild (wolfeind) werden hoekkepers aangebracht, die aansluiten op de nokgording. Om dit makkelijker uit te voeren en constructief stabieler te maken, werd een makelaar(tje) geplaatst. Voorbeelden hiervan zijn Mandenmakerssteeg 1 uit 1650 en Nieuwe Rijn 105 van direct na 1659. Beide werden rond 1900 gemoderniseerd met een lijstgevel, inclusief een afwolving en een ingebrachte makelaar (afb. 358-359).

***Leugenaar***

Een bestaand gebouw kon worden gemoderniseerd met een lijstgevel en een afwolving, maar ook kon worden gekozen voor een aanpassing met een zogenaamde leugenaar (afb. 188-189). Ook kon een leugenaar in combinatie met nieuwe achterstaande daken zijn ontworpen.[1337] De voorgevel met kroonlijst werd een verdieping hoger dan de rest van het gebouw. Aan de straat werd daarop een dwarskapje gebouwd. Dit wordt een leugenaar genoemd, omdat het een opzet suggereert met meeer bouwlagen dan het pand in werkelijkheid heeft. De dwarskap sloot aan op de kroonlijst en past zodoende weer in de traditie van de, gewenste, lijstgevel met lage kapvorm van het Hollands classicisme en opvolgende architectuurstijlen. Het oudste voorbeeld in de catalogus is de leugenaarkap van Rapenburg 61 uit 1701 (afb. 188 en 360). Andere voorbeelden in de catalogus van leugenaarkappen zijn Nieuwe Rijn 10 uit 1785 en Breestraat 19 uit 1791 (afb. 189 en 361).[1338] De specifieke dwarse en lage dakvorm van deze leugenaarkappen werd constructief vormgegeven met de al bekende spantvormen van driehoeks- of dekbalkspanten en makelaars.




360 Rapenburg 61, 1701 361 Nieuwe Rijn 10, 1785

***Betoonde nok***

Het dak van de leugenaar van Rapenburg 61 uit 1701 is ook bijzonder vanwege de beïnvloeding van de constructie door een architectonische nok. Rapenburg 61 is een gegroeid complex, waarvoor in 1701 één brede lijstgevel werd geplaatst, naar ontwerp van Jacob Roman (afb. 189).[1339] Hij ontwierp een lijstgevel waarvan het gevelbeeld architectonisch niet eindigt met de kroonlijst, maar welbewust met een met lood beklede geprofileerde nok.[1340] Het dak maakte dus deel uit van de architectuur en was onderdeel van de ontwerpende proporties. Een geprofileerde, met lood afgedekte, horizontale plaat stak, goed zichtbaar, boven de pannenlijn uit en vormde een architectonische bovenbeëindiging van het leugenaardak. De constructie van de kap bestaat uit grenenhouten driehoekspanten. Deze hebben een unieke oplossing voor de nok met een blok om de brede geprofileerde nokplaat te dragen. De spantbenen zijn gepend in dat blok en daarop is de nokplaat bevestigd.

---

[1336] In de catalogus staan veel voorbeelden van latere afwolvingen en aanpassingen.
[1337] Ontworpen combinaties van leugenaar en achterliggende daken zijn Rapenburg 61 uit 1701 en Breestraat 19 uit 1791.
[1338] Een gedateerde aanpassing is de leugenaar uit 1758 van Breestraat 95, met originele kap uit 1405-1411.
[1339] Scheurleer e.a. 1992, 148-241; Orsel 2009c en Stenvert en Orsel 2018, 68-69.
[1340] Orsel 2009c, zie ook paragrafen De Dakvorm en Nok en hoekkepers.

Ter bevestiging is een gesmeed anker door een geboord gat van bovenaf in de plaat gestoken en tegen het blok met gesmede nagels vastgezet (afb. 246). De nokplaat werd aan de voorgevelzijde, de zichtzijde, geprofileerd en aan de achterzijde aflopend vormgegeven. De plaat was van origine afgedekt met lood. De nok van Rapenburg 61 is aan de uiteinden naar achter toe doorgezet, evenals de kroonlijst, om het architectonische beeld ook overhoeks niet te verstoren. De architectonisch minder belangrijke nok van het in plattegrond U-vormige achterdak aan de tuinzijde werd voorzien van een vlakke met lood beklede nok op een houten nokruiter. De overige, minder zichtbare, nokken van het achterdak werden afgewerkt met vorsten.[1341] Voor dit architectonische ontwerp, met zijn bekroning door een geprofileerde nok, moest een nieuwe constructieve oplossing worden bedacht, terwijl voor de architectonisch minder belangrijke nokken een traditioneel detail werd gebruikt. Helaas is niet vast te stellen of Roman zelf verantwoordelijk is voor het ontwerp van de constructie, of dat een uitvoerende timmerman de betoonde nok met geprofileerde lijst heeft vormgegeven. Duidelijk wordt wel dat architect Roman niet alleen verantwoordelijk was voor architectonische modernisering, maar dat zijn ontwerpen ook vernieuwing van de constructie tot gevolg hadden. Het vernieuwende nokdetail kreeg echter geen navolging in andere Leidse kappen en bleef een unieke toepassing. Voor een met lood beklede nok zijn bij enkele Leidse daken ook de gesmede nokruiterbokjes toegepast (afb. 244-245).[1342]

***Asymmetrische dakvorm***

De architecturale vormgeving leidde in de 18de eeuw ook tot een asymmetrische dakvorm. Deze vorm was het gevolg van het hoog optrekken van de lijstgevel, met daarachter een dwarskap en is verwant aan de leugenaar. De asymmetrische doorsnede noopte de timmerman tot aangepaste uitvoering van bestaande spantvormen. Bij deze dakvorm zijn geen nieuwe constructieprincipes waargenomen, maar een aanpassing van bestaande mogelijkheden om in te spelen op een ontworpen dakvorm. Het oudste voorbeeld is Rapenburg 12 uit 1724, waarbij een dekbalkspant met twee iets van elkaar afwijkende spantbenen vorm en steun geven aan het asymmetrische dak (afb. 362). De asymmetrische voorbeelden van Stille Rijn 11 uit 1735-1737, Breestraat 31 uit 1742 en Rapenburg 65 uit 1749 tonen dezelfde oplossing (afb. 340, 363 en 349-350). Bij Rapenburg 67 uit 1760 en Breestraat 117 uit 1762 werd de voorgevel zo hoog opgetrokken dat het spantbeen daar de vorm kreeg van een muurstijl (afb. 364-365).[1343] De houtskeletconstructie was daarmee integraal onderdeel van de kapconstructie geworden. De gecombineerde spantvorm met spantbeen en muurstijl was, zoals hiervoor behandeld, al bekend in de middeleeuwen.[1344] In de 18de eeuw is dus sprake van asymmetrische spanten met een ontwikkeling naar steeds steiler geplaatste spantbenen. Dit was het gevolg van hoog opgetrokken lijstgevels of de uitvoering met leugenaar. Het spantbeen, en daarmee de kapconstructie, verzorgde zo tevens een schorende functie voor de hoge voorgevel. Voorbeelden van constructieve verbindingen met gesmede en houten ankers tussen spantbeen en kroonlijst onderstrepen dit.[1345]

Tegelijkertijd en in samenhang met de hierboven behandelde dakvorm is er ook een ontwikkeling waar te nemen naar hogere Leidse huizen, met meer dan de gemiddelde twee bouwlagen. Als de bovenste verdieping(en) uittorende boven de lagere buurpanden en daar geen steun aan konden ontlenen, werden de bakstenen buitenmuren daarvan inwendig voorzien van een stabiliserende, schorende houtskeletconstructie.[1346]

---

[1341] Met lood beklede nokken kwamen al eerder voor, zoals de nokruiterbokjes op de kap uit 1656-1661 (a en d) van het rechterachterhuis van Rapenburg 67 duidelijk maken.

[1342] Dit is al eerder behandeld in de paragraaf Nok en hoekkepers. Voorbeelden van nokruiterbokjes zijn Rapenburg 67 uit 1656-1661 (a en d), Hooglandsekerkgracht 23 uit 1738 en Breestraat 115 uit 1755 (a).

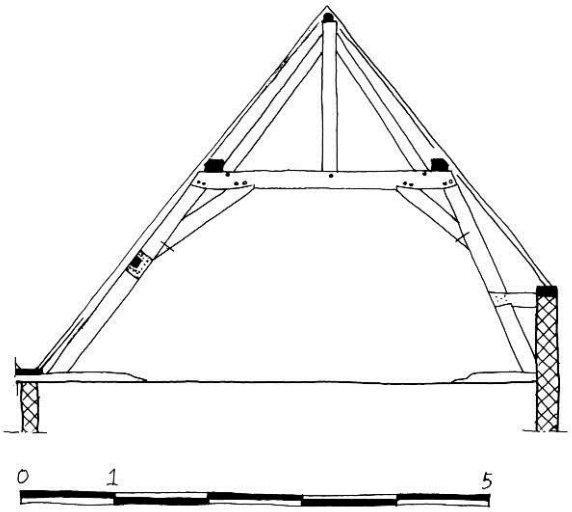
[1343] Ook de aankapping op het tympaan van Rapenburg 6 uit 1668, de 18de-eeuwse leugenaar-aanpassing van het zadeldak uit 1618-1619 van Hooglandsekerkgracht 3 en de leugenaarkap van Breestraat 19 uit 1791 zijn hiervan voorbeelden.

[1344] Zie de behandelde voorbeelden van Hooglandsekerkgracht 21 uit 1466-1472 en Breestraat 117 uit 1429 en de paragraaf De dakvorm.

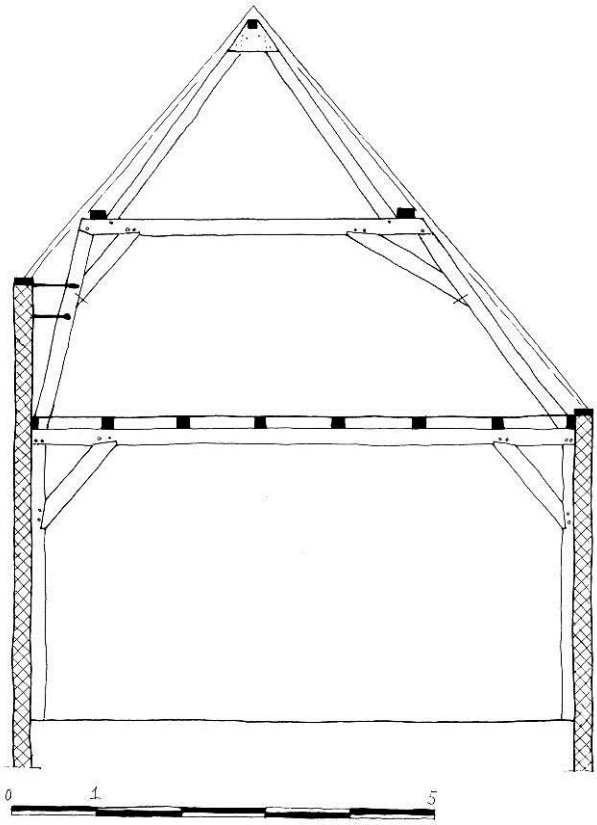
[1345] Bijvoorbeeld de doorstekende spantbalk van Stille Rijn 11 uit 1735-1737, de dubbele gesmede blokkeels bij Breestraat 31 uit 1742, het gesmede en houten blokkeel van Rapenburg 65 uit 1749 en de gesmede ankers van Breestraat 117 uit 1762.

[1346] Orsel 2012b. Een dergelijk houtskelet komt bijvoorbeeld ook voor op de bovenste loze verdieping bij het grote huis Wagenaarstraat 1 in Middelburg van direct na 1734; Meischke et al. 1997, 198.

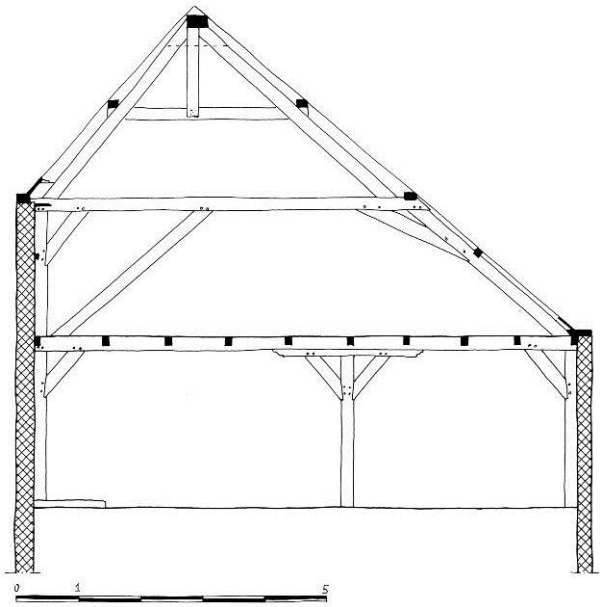
Dit is vooral waar te nemen bij modernisering en verhoging van bestaande gebouwen, maar ook bij hoge nieuwbouw (afb. 349-350, 354, 356 en 363-365).[1347]



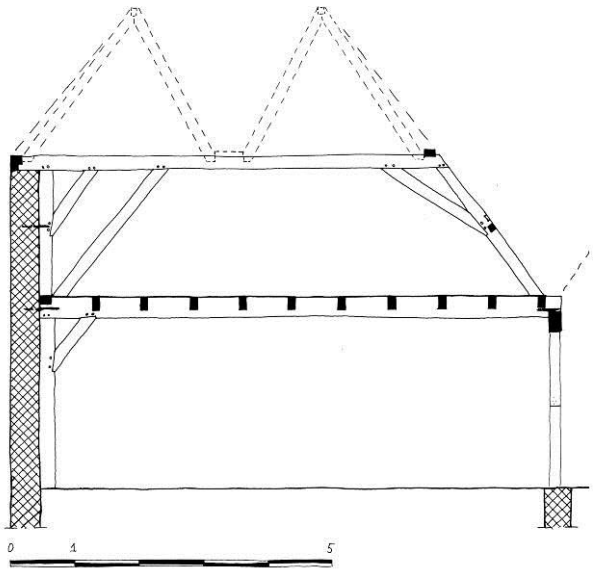

362 Rapenburg 12, 1724




363 Breestraat 31, 1742




364 Rapenburg 67, 1760



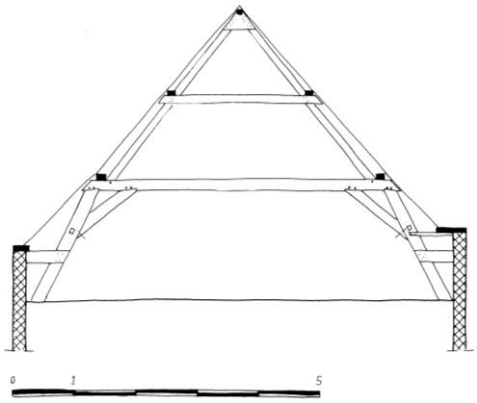

365 Breestraat 117 1762

[1347] Voorbeelden van een nieuwe verdieping met schorende houtskeletconstructie zijn Breestraat 84 uit 1672-1674, Breestraat 31 uit 1742, Rapenburg 65 uit 1749, Rapenburg 67 uit 1760, Breestraat 117 uit 1762, Breestraat 24 uit 1768 en Breestraat 19 uit 1791.

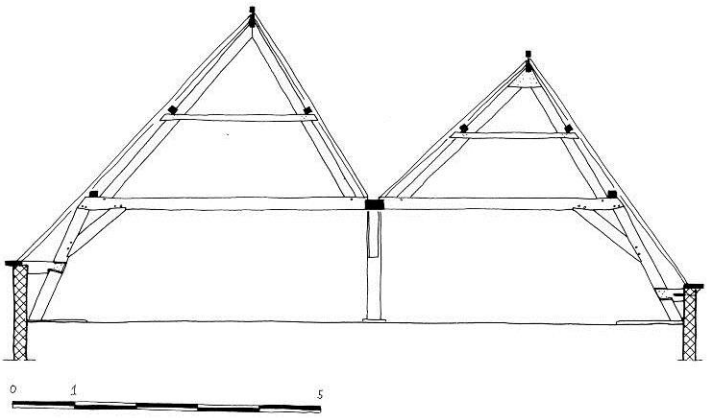
Zoals al eerder geschreven, waren houtskeletten in Leiden gebruikelijk in de middeleeuwen.[1348] Vanaf de 16de eeuw werden ze bij huizen verdrongen door balklagen op consoles. Maar vanwege hun schorende en dragende, constructieve functie bleven de houtskeletconstructies echter wel toegepast. Pakhuizen bijvoorbeeld kregen een houtskelet primair vanwege het grotere draagvermogen. Vanwege stabiliteitsredenen werden verdiepingshoutskeletten eveneens toegepast bij hoekhuizen en hogere huizen die geen stabiliteit konden ontlenen aan een aangrenzend bouwwerk.

***Timmermansbouwkunst***

Rond 1700 traden er veranderingen op in de bouwwereld. De bouw van huizen kwam nu vooral tot stand onder leiding van timmerlieden-aannemers die voldoende waren opgeleid om een ontwerp te vervaardigden, waardoor een architect niet noodzakelijk was.[1349] Deze grote aannemers konden zodoende ook een rol spelen bij de verspreiding van nieuwe bouwwijzen. Bij de gecatalogiseerde 18de-eeuwse kapconstructies van Leidse huizen is echter geen vernieuwing waar te nemen. Voorbeelden in de catalogus die zijn toe te schrijven aan een ontwerpende timmerbaas zijn Hooglandsekerkgracht 21 en 23, respectievelijk uit 1737 en 1738 (afb. 366-367).[1350] Beide huizen werden in opdracht van het bestuur van het Heilige Geestweeshuis ontworpen door de Leidse meestertimmerman Gerard van der Laan. Hij ontwierp sobere bakstenen lijstgevels met een kroonlijst en daarboven een dwarskap.[1351] De kapconstructies van de gebouwen bestaan in hoofdlijnen uit een dekbalkspant met daarop een driehoekspant. Vanwege de grotere diepte, heeft nr. 23 twee parallelle driehoekspanten, maar in hoofdlijn zijn de vorm en constructie overeenkomstig. Opvallend is wel dat deze vrijwel gelijktijdig gebouwde kapconstructies van dezelfde timmerman op detailniveau opvallende verschillen hebben. Zo wijken de pen-en-gatverbindingen tussen spantbeen en dekbalk af en zijn de blokkeels anders van uitvoering. Deze detailverschillen zijn verklaarbaar omdat nr. 23 door een andere timmerman, Barent Stierman, is aangenomen en uitgevoerd. In het ontwerp voor de kap van nr. 23 had Van der Laan flieringen op de driehoekspanten getekend, maar Stierman heeft bij uitvoering gordingen geplaatst. Uit bovenstaande blijkt nogmaals, dat bij aangenomen werk op basis van bestek en tekeningen niet de aannemer de hoofdopzet van de constructie bedacht, maar dat de ontwerper hiervoor verantwoordelijk was. De aannemer kon op detailniveau wel enigszins zijn eigen stempel drukken op de uiteindelijke uitvoering.



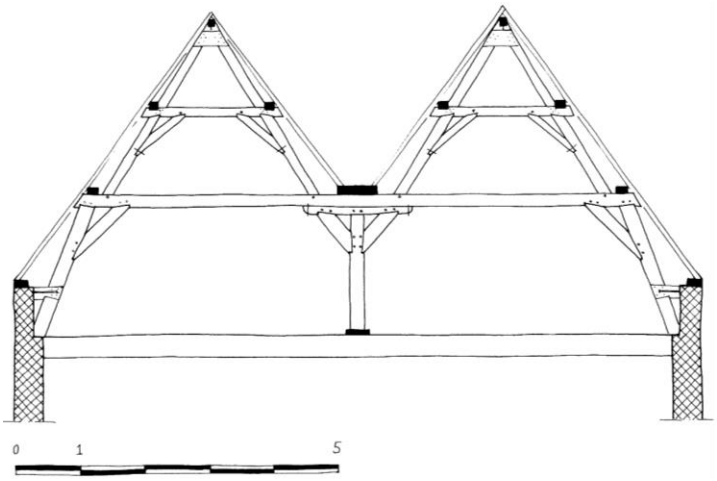

366 Hooglandsekekrgracht 21, 1737




367 Hooglandsekerkgracht 23, 1738

[1348] Orsel 2012b.
[1349] Meischke et al. 1997, 70, 100, 117-119 en 135-138 en Bosma et al. 2007, 252-257 en 268-269.
[1350] Meischke et al. 1997, 100 en 117-118.
[1351] Van Hooglandsekerkgracht 23 zijn het bestek en ontwerptekeningen bewaard gebleven; bijlage Rekeningen en Bestekken, Hooglandsekerkgracht 23, 1738.

Andere 18de-eeuwse Leidse bouwmeesters waarvan ontwerpen in de catalogus aanwezig zijn, is de timmerliedenfamilie Jan, Jan Jansz. en Andries Jansz. van Warendorp.[1352] Jan Jansz. van Warendorp ontwierp als stadstimmerman in 1774 de hoofdvleugel van het weeshuis aan de Hooglandsekerkgracht (afb. 368).[1353] Breestraat 24 uit 1768 wordt ook aan hem toeschreven.[1354] De kapconstructies vertonen echter weinig overeenkomst.




368 Hooglandsekerkgracht 11-21, 1774

De kap van het weeshuis is ook een omlopend schilddak, maar de constructie bestaat uit dekbalkspanten met daarop driehoekspanten, flieringen en daksporen. De kap op het weeshuis is wel groter en betreft een totaal ander gebouwtype, maar dit verklaart onvoldoende de verschillen tussen de constructies. De toeschrijving aan stadstimmerman Jan van Warendorp is gebaseerd op verkoop van een buurperceel.[1355] Dit zal echter zijn vader Jan te zijn geweest.[1356]

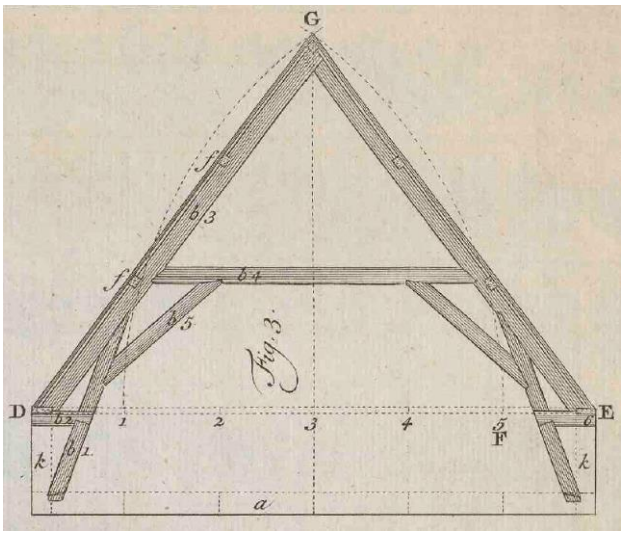
Een opvallend en zeldzaam kenmerk aan de kap van Breestraat 24 is de uitvoering met dubbele korbeels. Deze uitvoering is ook aangetroffen in de kapconstructies van Rapenburg 67 uit 1760 en Breestraat 117 uit 1762 (afb. 364-365). Deze panden hebben alle drie een voorgevel die grote verwantschap laten zien in hun uitvoering in strak metselwerk met maatvaste bakstenen in staand verband en vrijwel geen voeg.[1357] Ook de constructies vertonen overeenkomsten zoals een uitvoering met strak gezaagd hout en een gedeeltelijk houtskelet. Hier lijkt sprake van een uitvoering onder leiding van één en dezelfde aannemer.[1358] De constructiewijze met de dubbele korbeels komt dusdanig overeen dat hier vermoedelijk dezelfde timmerlieden aan het werk zijn geweest. Gezien de betrokkenheid van Jan van Warendorp bij Breestraat 24 en het feit dat het stucwerk in Breestraat 24 uit 1768 sterke gelijkenis vertoont met dat van het huis Nieuwsteeg 2 uit circa 1765 van Andries Jansz. van Warendorp, is het mogelijk dat deze kappen van zijn hand zijn. Andries Jansz. van Warendorp was meestertimmerman, aannemer-architect en handelde en speculeerde met vastgoed.[1359] Bij zijn dood in 1805 bleek een deel van zijn boedel te bestaan uit architectgereedschappen, zoals 'mathematische instrumenten, mahoniehouten reyen, triangels, paralelliniaal, doortrekraam met glas en verdere tekenramen met de haken en swayen daartoe behorende, alsmede eenige prenten, tekeningen en architect werken' en een bibliotheek met 'een zeer keurige verzameling van meest Nederduitsche boeken, in onderscheide weetenschappen, kunst en smaak, inzonderheid bouwkunde; Tekeningen, Plaatwerken en Printen, waar van een groot aantal architectuur'.[1360]

---

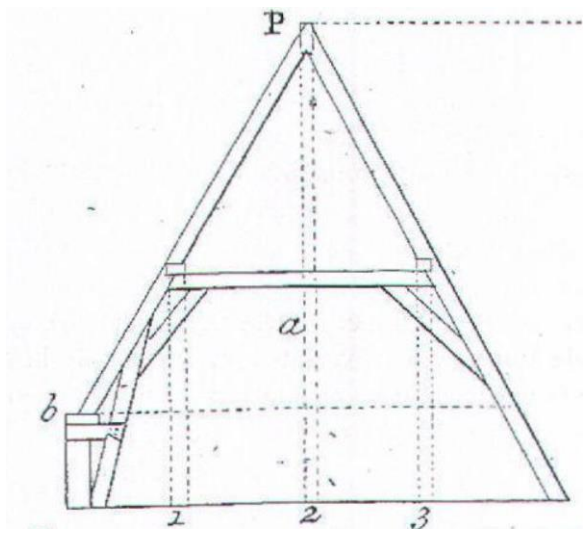
[1352] Lunsingh Scheurleer et al. 1986, 289 en 355; Lunsingh Scheurleer et al. 1988b, 692, 699-702 en 714; Lunsingh Scheurleer et al. 1990a, 108-110 en 231; Dröge 1996, 57, 66, 125, 132, 145 en 157 en Meischke et al. 1997, 118. Nader onderzoek naar de 18de-eeuwse Leidse timmerlieden en de familie Van Warendorp in het bijzonder is wenselijk.
[1353] Dröge 1990.
[1354] Weegenaar 1995.
[1355] Weegenaar 1995, 2.
[1356] Het ligt voor de hand dat het Jan van Warendorp (sr.) was, want Jan Jansz. (jr.) is geboren in 1725 en in 1747 nog maar 22 jaar oud; http://www.mijnstambomen.nl/leiden/warendorp.htm, gecontroleerd op 2019-10-06.
[1357] Orsel 2007h, 15-17 en 23.
[1358] Meischke et al. 1997, 100 en 117-118.
[1359] Lunsingh Scheurleer et al. 1988b, 692.
[1360] Lunsingh Scheurleer et al. 1988b, 700; ELO, Oud Notarieel archief, archiefnr. 506, nr. 189 archief van notaris A. Kleynenbergh Jansz. inventarisnr. 2569, blad 59; Leydse Courant, 23 augustus 1805, 1 en Leydse Courant, 13 september 1805, 2.

***Theoretische ontwikkelingen***

De 18de-eeuwse bouwwereld gaf timmerlieden via (zelf-)scholing de mogelijkheid kennis te nemen van internationale, of daarop gebaseerde Nederlandse literatuur.[1361] Voorbeelden hiervan zijn de leerboeken uit 1770 van Poley en uit 1777 van Erzey.[1362] In Leiden was daarnaast het leerboek uit 1780 van de Leidse timmerman en wiskundige Pieter van Campen populair.[1363] Hij doceerde aan het in 1785 opgerichte 'Mathesis Scientiarum Genitrix' (MSG), een avondopleiding gericht op ambachtslieden waar zijn leerboek werd gebruikt.[1364] Poley hield in zijn boek een pleidooi dat een moderne kapvorm met doorgaande spantbenen, een sterkere, goedkopere en betere kap was dan de ouderwetse kap met spanten.[1365] Als voorbeeld van de kap met doorgaande spantbenen toonde hij een zolder met borstweringen en een kapconstructie met driehoekspanten met kreupele stijlen (afb. 369). Ook Erzey tekende in zijn leerboek uit 1777 het spant met kreupele stijlen (afb. 370).[1366]



369 Spant met kreupele stijlen (Poley 1770)



370 Spant met kreupele stijlen (Erzey 1777)

Volgens Janse werd de kreupele stijl in de 18de eeuw ontwikkeld als vervanger voor gekromde spantbenen.[1367] Een zolder met borstweringen liet geen driehoekspanten toe, aangezien dunne gemetselde borstweringen niet geschikt zijn om de spatkrachten vanuit de kap op te nemen. Daarom werden de kreupele stijlen ingebracht, vaak in combinatie met korbeels. In Amsterdam zijn voorbeelden van spanten met kreupele stijlen bekend uit 1740, van rond 1775 en uit 1790.[1368]
Bij de inventarisatie in Leiden voor de catalogus zijn geen 18de-eeuwse voorbeelden aangetroffen van spanten met kreupele stijlen.[1369] De voorbeelden in de catalogus laten zien dat in Leiden de spantvormen in de 18de eeuw een voortzetting zijn van bestaande en bekende constructies. De ontwikkeling in de bouwwereld met (zelf-)scholing van timmerlieden leidde in de 18de eeuw niet tot ingrijpende grote vernieuwingen van de kapconstructie van de Leidse huizen. Een mogelijke verklaring hiervoor is het voortbestaan van het timmerliedengilde met zijn interne opleidingsstructuur en behoudende karakter.

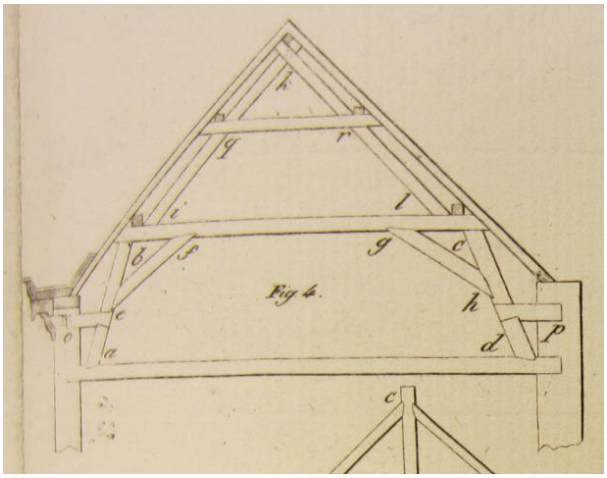
---

[1361] Meischke et al. 1997, 100, 117-119 en 135-138; Schmidt 2006, 19-24 en Bosma et al. 2007, 252-257 en 268-269.
[1362] Poley 1770; Erzey 1777 en De Vries 2008.
[1363] Van Campen 1780.
[1364] Krabbe 1998, 25 en 29.
[1365] Poley 1770, 2-3 en De Vries 2008, 225-228.
[1366] De Vries 2008, 226-227.
[1367] Janse 1989, 260.
[1368] Janse 1989, 260 en Van Tussenbroek 2012, 82-83 en 182-183.
[1369] Bij bouwhistorisch onderzoek in 2016 bleek dat de kap op het achterhuis van Pieterskerkhof 38 een kreupel spant heeft, vermoedelijk daterend uit 1803 (a en d). Dit zou het oudste Leidse voorbeeld zijn van spanten met kreupele stijlen. Zie dossier Pieterskerkhof 38 in het bouwhistorisch archief van ELO. Aangezien de catalogus in 2014 is afgesloten is dit voorbeeld niet meer opgenomen.

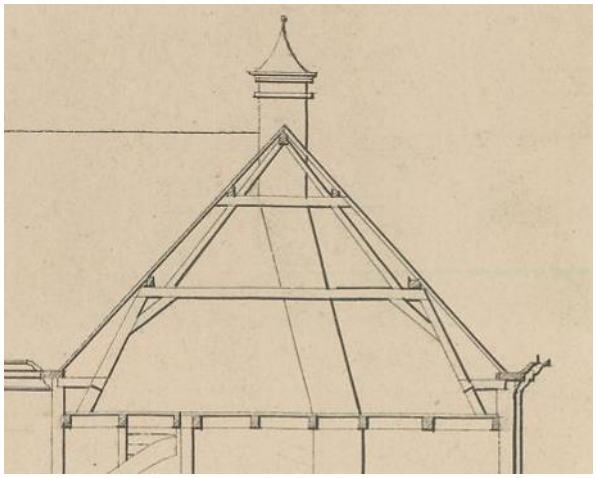
**Kapconstructies in de 19de eeuw**

Voor het onderzoek is 1800 als begrenzing gekozen, aangezien rond deze tijd de gilden werden opgeheven. Dit wordt over het algemeen gezien als één van de belangrijkste oorzaken voor veranderingen in de Nederlandse kapconstructie.[1370] Om dit te toetsen voor de kappen op Leidse huizen is daarom ook verkennend onderzoek verricht naar de Leidse kapconstructievormen in het begin van de 19de eeuw.

Ten opzichte van de voorgaande periode onderging Nederland in de 19de eeuw opvallende veranderingen in de bouw van daken en kapconstructies.[1371] In zijn onderzoek naar Nederlandse kapconstructies constateerde Janse dat in de eerste helft van de 19de eeuw in eerste instantie de constructies in continuïteit volgens de traditionele bouwwijzen werden vervaardigd, zoals die van generatie op generatie door de timmerlieden waren doorgegeven.[1372] Door het opheffen van het gildestelsel in de Franse tijd veranderde de bouwwereld, waardoor een voedingsbodem voor een meer theoretische benadering en vernieuwing ontstond. Het interne opleidingssysteem ging daarbij verloren. Architecten en bouwkundigen kregen nu hun opleiding aan tekenscholen en academies, met buitenlandse, voornamelijk Franse en Duitse, of daarop gebaseerde leerboeken.[1373] Door deze publicaties kwam veel buitenlandse kennis naar Nederland. Bovendien was de 19de eeuw, en dan met name de tweede helft, een periode met allerlei technologische vernieuwingen en moderniseringen met nieuwe materialen en constructies.[1374] Een voorbeeld is het bouwkundige boek van Brade uit 1842.[1375] De getoonde constructies zijn vooral buitenlands, maar Brade spreekt ook over de 'gewoonlijke dakstoelen' en de bijbehorende afbeelding toont de 'ouderwetse' constructie (afb. 371).[1376]




371 'Gewoonlijke dakstoel' (Brade 1842)



372 Wittepoortskazerne, 1821 (ELO)

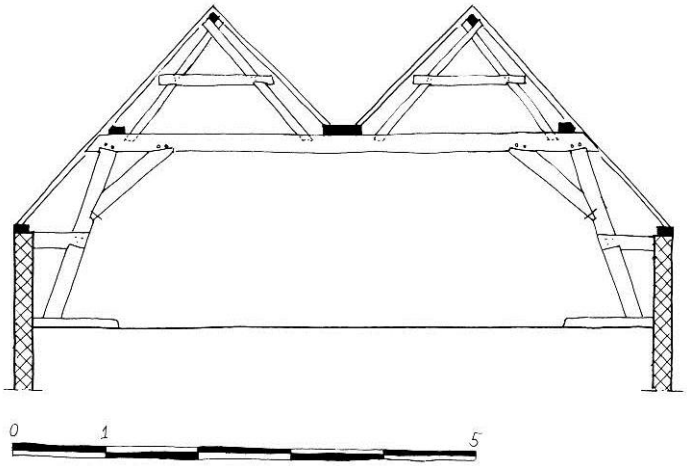
De vernieuwingen deden zich eerder voor bij andere bouwwerken dan bij huizen. De ontwikkelingen waren vooral gericht op het realiseren van nieuwe dakvormen met specifieke architectonische en/of constructieve eisen, zoals ook geconstateerd voor de 18de eeuw. Ook andere wensen zoals grotere overspanningen of economisch of verbeterd materiaalgebruik speelden een rol.[1377] Nieuwe dakbedekkingsmaterialen als zink, vanaf omstreeks 1818 in Nederland toegepast, of bitumenproducten, vanaf omstreeks 1840, maakten vrije en flauwere dakhellingen mogelijk.[1378] Nieuwe constructievormen als hang- en springwerken, vakwerken, boogspanten, uitgevoerd in hout of in nieuwe materialen als ijzer en beton, of een combinatie daarvan, boden mogelijkheid om kappen in allerlei vormen en omvang te construeren.

---

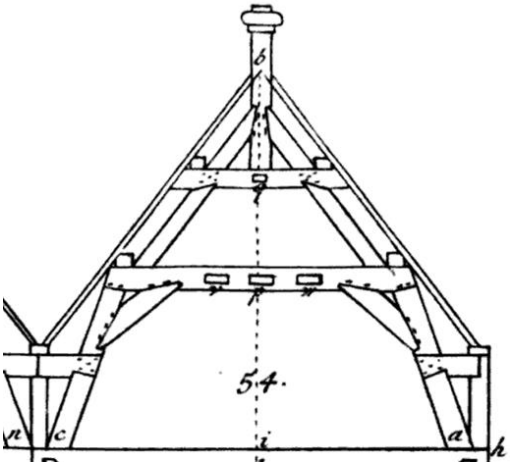
[1370] Zie paragraaf Kappenonderzoek in Noordwest-Europa en Janse 1989, 295-296.
[1371] Janse 1989, 295-329.
[1372] Janse 1989, 295-296.
[1373] Bemelmans 1987, 11-12; Janse 1989, 295-296 en De Vries 2008, 224-225.
[1374] Lintsen et al. 1993, 191-199 en 211-213.
[1375] Brade 1842.
[1376] Brade 1842, 151 en plaat 13, fig. 4.
[1377] Stenvert 2013.
[1378] Janse 1989, 297 en Stenvert 1996.

De nieuwe constructievormen lijken in het algemeen echter nog steeds te wortelen in de Nederlandse bouwtraditie met dwarsgeplaatste spanten en daarop de dakdragers en de dakbedekking. In huizen, met hun relatief korte overspanning, werden de nieuwe constructies die gericht zijn op grote overspanningen, zoals hang-, spring- en vakwerkspanten, niet of nauwelijks toegepast.[1379] Het zijn vooral de moderniseringen gericht op nieuwe materialen en economisch materiaalgebruik die van belang waren voor de ontwikkeling van kappen op huizen in de 19de eeuw. Ook het veranderende ruimtegebruik van de zolder, met name het wonen, heeft zijn effect gehad.[1380]

Uit de onderzochte en gepubliceerde Leidse kapconstructies blijkt dat de constructies tot in de 19de eeuw vormgegeven blijven volgens de bekende principes van dekbalkspanten, driehoekspanten en nokstijlspanten, in allerlei variaties (afb. 372 en 382).[1381] De kapconstructie van Stille Mare 4 uit 1830 is hiervan een voorbeeld in de catalogus (afb. 373). Deze kap lijkt bovendien te zijn ontleend aan het leerboek van Van Campen, dat werd gebruikt op het MSG waar hij ook lesgaf.[1382] Het leerboek uit 1780 en een heruitgave uit 1826 tonen op plaat IV in hoofdlijn de algemeen in Leiden voorkomende kapvorm met zakgoot (afb. 374).[1383] Een specifiek detail is de keepverbinding met borst tussen spantbalk en spantbeen. Dit is verder bij de kapconstructies van Leidse huizen niet bekend. De kap van Stille Mare 4 heeft wel deze uitvoering met borst. Het is voorstelbaar dat de timmerman van deze kap beïnvloed is door het leerboek van Van Campen. De kap toont dat voor het midden van de 19de eeuw nog op de ambachtelijke bouwwijze werd geconstrueerd, maar ook dat de timmerman geschoold kon zijn en gebruik kon maken van voorbeelden uit leerboeken.



373 Stille Mare 4, 1830



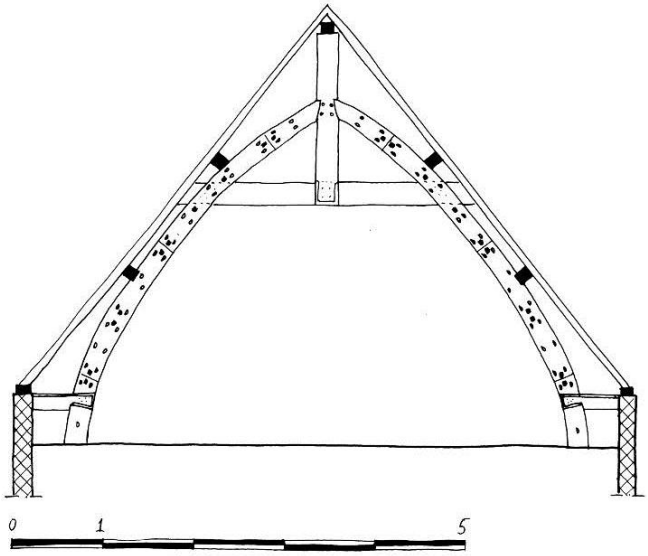
374 Voorbeeld leerboek (Van Campen 1780)

In het begin van de 19de eeuw werden ook op de Leidse huizen nieuwe constructies geïntroduceerd, zoals de zogenaamde Philibertspanten van Hooigracht 67 uit circa 1825-1850 en Maredijk 36 uit 1840 laten zien (afb. 375-376). Het Philibert- of schenkel spant, een boogspant opgebouwd uit korte elkaar overlappende stukken hout, is vernoemd naar Philibert De l'Orme (1514-1570), bouwmeester te Lyon en raadsman van de Franse koning Henri II.[1384]

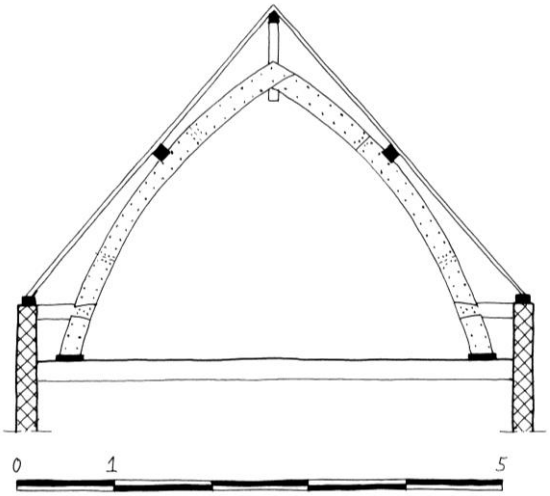
---

[1379] Janse behandelde bij deze spantvormen dan ook geen voorbeelden van huizen of kappen met een relatief beperkte overspanning; Janse 1989, 301-326.
[1380] Janse 1989, 320; Prak 1991, 25-28 en Stenvert 1996.
[1381] Een aantal chronologische voorbeelden van traditionele spanttypes in 19de-eeuwse gebouwen (zie dossiers in het bouwhistorisch archief van ELO, Beeldbank ELO en Dröge 1996): Wittepoortskazerne, Noordeinde 2b, 1821, dekbalkspant met driehoekspant; Kleine Morspoortkazerne Morsweg ca. 1823, driehoekspant met afgeschoorde spantbalk en schetsplaat of dekbalkspant met daarop twee driehoekspanten; Doelenkazerne, ca. 1825, schaarspant met twee spantbalken; Korenbeurs, 1825, driehoekspant; Steenschuur 21, 1850, driehoekspant en Gymzaal school Breestraat 64, 1889, ziende kap met driehoekspant.
[1382] Van Campen 1780 en Krabbe 1998, 25 en 29.
[1383] Van Campen 1780, plaat IV en Van Campen et al. 1826, plaat IV.
[1384] Janse 1989, 308.

Hij publiceerde in 1561 zijn idee voor een spantype samengesteld uit korte planken en latten.[1385] Het Philibertspant had in de 16de eeuw echter een beperkte toepassing. Pas eind 18de eeuw werd het schenkelspant van Philibert De l'Orme herontdekt en in Frankrijk weer toegepast, waarna ook introductie in Nederland volgde.[1386] In die tijd werden als voordelen van het Philibertspant genoemd: het mindere houtverbruik, de grotere hoge vrije hoogte, het mindere brandgevaar, de mindere zijdelingse druk waardoor dunnere muren, goede en gemakkelijke toepassing bij koepels en de eenvoudige vervaardiging aan de hand van een mal.




375 Hooigracht 67, 1825-1850



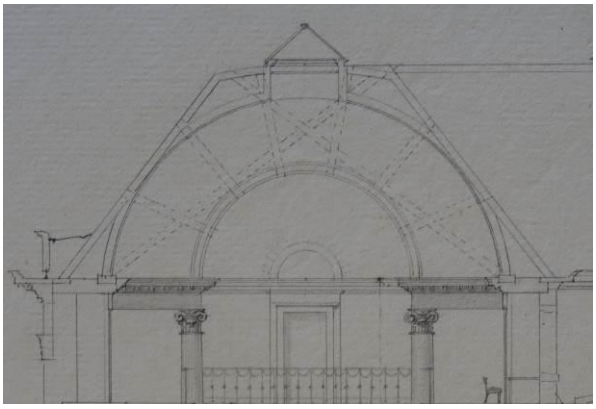

376 Maredijk 36, 1840

Later in de 19de eeuw raakte deze constructie langzamerhand weer uit de gratie. Dan werd de vrije hoogte nog wel als voordeel gezien, maar nadelig vond men de hogere kosten door houtverlies en meer arbeid en de geringere sterkte ten opzichte van spanten.[1387] Het principe van de 19de-eeuwse Philibertspanten bestaat uit twee of meer lagen korte planken, zogenaamde schenkels, die met spijkers of bouten overlappend en verspringend op elkaar bevestigd werden.[1388] Volgens Janse dateren de oudste Nederlandse voorbeelden uit de 18de eeuw, waarbij de kap van Jansveld 12 in Utrecht uit het einde van de 18de eeuw werd genoemd.[1389] Deze datering blijkt niet te kloppen, zodat de oudste voorbeelden pas uit de 19de eeuw dateren.[1390] Het vroegst gedateerde voorbeeld in Nederland van een dak met schenkelspanten zal de tuinkoepel van buitenplaats Bellevue in Haarlem zijn, een ontwerp van Abraham van der Hart (1747-1820) uit 1801 (afb. 377).[1391] In Amersfoort is een vleugel van het Observantenklooster in 1804/05 voorzien van Philibertspanten.[1392] De introductie van het Philibertspant in Nederland is hoogstwaarschijnlijk toe te schrijven aan Franse architecten die in Nederland werkzaam waren of Nederlandse architecten die onderwijs van de Fransen genoten ten tijde van de Franse bezetting en Bataafse Republiek.[1393]

---

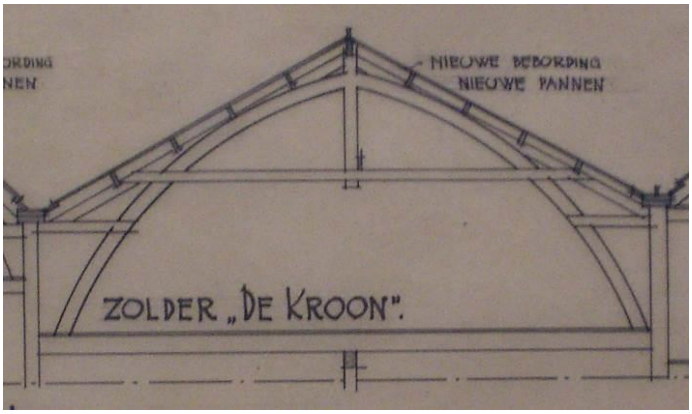
[1385] Bemelmans 1987, 4-7.
[1386] Bemelmans 1987, 8-13 en Janse 1989, 308-310.
[1387] Bemelmans 1987, 12-13.
[1388] Janse 1989, 308-310.
[1389] Janse 1989, 310.
[1390] De kap van Jansveld 12 dateert bij nader inzien uit het tweede kwart van de 19de eeuw; Dolfin et al. 1989, 239 en http://www.documentatie.org/idUDSpagina.asp?id=38519, gecontroleerd 2019-10-06.
[1391] Van Swichgem 1965, 234 en BBA 2005, 8, 28, 50-52 en 98. Het laaggewelfde dak bestaat uit een groot aantal halve schenkel- of Philibertspanten. Deze spanten staan tegen een makelaar, die bovendaks is bekroond door een vaas. De spanten zijn samengesteld uit twee, vernagelde, houtlagen. Het gewelfde dak is voorzien van horizontaal grenenhouten beschot met aan beide zijden een mes of een groef. Het dak is afgewerkt met de nog originele bitumen dakbedekking.
[1392] Bemelmans 1987, tabel 1, nr.3. Volgens Bemelmans is het jongste voorbeeld Pieterstraat 44 in Goedereede uit 1912; Bemelmans 1987, tabel 1, nr.25.
[1393] Bemelmans 1987, 11.

377 Haarlem, Philibertspant Bellevue, 1801 (BBA)



378 Academiegebouw, 1807 (UB Leiden)

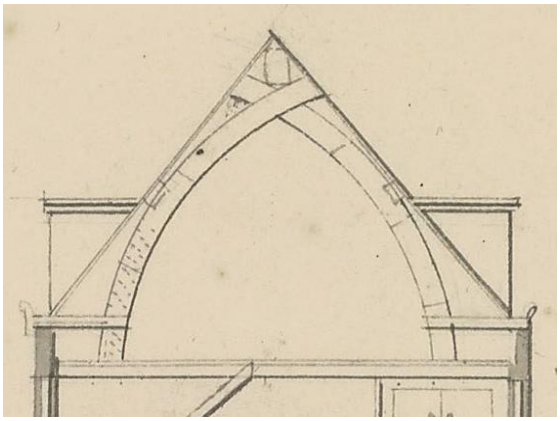
Het oudste voorbeeld van een kapconstructie in Leiden die niet volgens de traditionele bouwwijze is vormgegeven, lijkt het ontwerp voor een nieuw Academiegebouw uit 1807 te zijn.[1394] Het ontwerp van Fransman Jean Thomas Thibault (1757-1826), architect des konings Lodewijk Napoleon (1778-1846), Abraham van der Hart en Johan van Westenhout (1754-1823) toonde tongewelven, zoals gebruikelijk in de toenmalige Franse architectuur.[1395] In de uitwerking van de plannen zijn twee dwarsdoorsnedes aanwezig uit 1807 en 1809 met boogvormige spantconstructie, die mogelijk Philibertspanten zouden kunnen zijn geweest (afb. 378).[1396] Dit ontwerp is niet uitgevoerd en het blijft onzeker of hier Philibertspanten waren bedoeld.[1397]De oudste bekende, daadwerkelijk uitgevoerde en gedateerde Philibertspanten van Leiden komen voor op Langegracht 65, een pakhuis uit 1817-1825 van het Harteveltcomplex en op de Morspoortkazer ne uit 1822-1824 (afb. 379-380).[1398] Vermoedelijk was het ontwerp van de Morspoortkazerne van de Leidse stadsarchitect Salomon van de Paauw (1794-1869). Het tekenwerk komt namelijk overeen met het ontwerp van Van der Paauw voor het Gereformeerde Minnehuis, Kaarsenmakerstraat 7-121, uit 1827, ook met Philibertspanten (afb. 381).[1399] Van der Paauw paste overigens in dezelfde tijd ook traditionele constructies toe, zoals driehoekspanten op de Doelenkazerne uit circa 1825 (afb. 382).[1400]



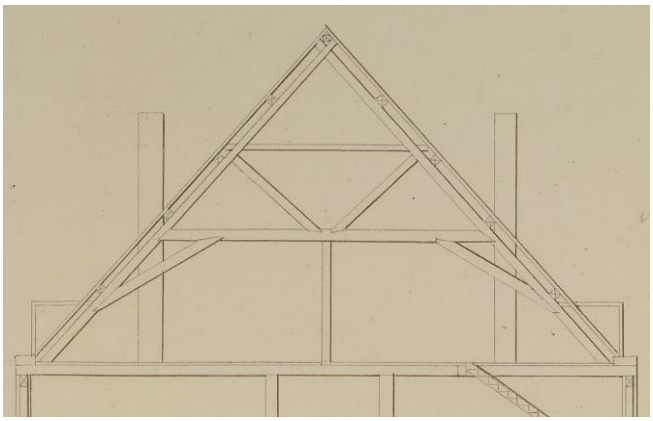

379 Langegracht 65, 1817-1825 (NI)

380 Morspoortkazerne, 1822-1824, Van der Paauw (ELO)

[1394] Bemelmans 1987, 11 en Heijenbrok 2007.
[1395] Tongewelven zijn getekend boven de oost- en westvleugel; 'Plan Général de Retablissement de la Partie Détruite de la ville de Leiden, etc.'; Heijenbrok 2007, 291-294.
[1396] Heijenbrok 2007, 293 en 296.
[1397] Bemelmans 1987, 11.
[1398] Bemelmans 1987, tabel 1, nr.76, Pelinck 1962, 320 en ontwerptekening Morspoortkazerne, ca. 1824, ELO PV12407.
[1399] Ontwerptekening Gereformeerd Minnehuis, 1827, S. van der Paauw. ELO PV26301.
[1400] Ontwerptekening Doelenkazerne, ca. 1825, S. van der Paauw. ELO PV12336.



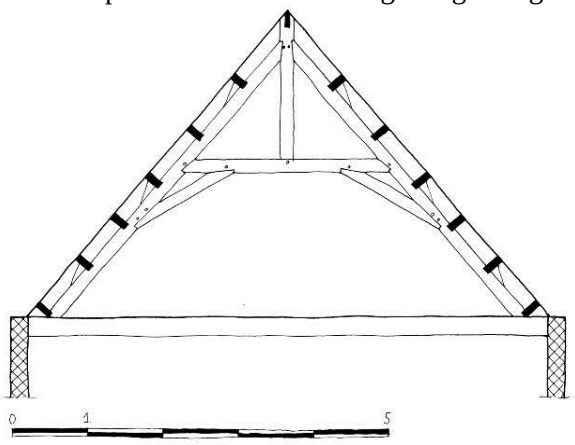
381 Minnehuis,1827, Van der Paauw (ELO)



382 Doelenkazerne, ca. 1825, Van der Paauw (ELO)

Philibertspanten zijn in Leiden meermalen als kapconstructie gebruikt.[1401] Dit spanttype blijkt vooral in het tweede en derde kwart van de 19de eeuw te zijn toegepast, op diverse typen gebouwen waaronder huizen.

Vanaf dit begin van vernieuwingen volgden in Nederland allerlei kapconstructievormen, ook in nieuwe materialen als ijzer en beton.[1402] Hout bleef gangbaar en toegepast voor spantconstructies en juist voor huizen het gebruikelijke bouwmateriaal. De kap van Steenstraat 35 uit 1860 is daarvan een representatief voorbeeld uit de catalogus (afb. 383). Dit huis heeft traditionele dwarsgeplaatste driehoekspanten ter ondersteuning van gordingen en daarop de dakbedekking.




383 Steenstraat 35, 1860

[1401] Bekende Leidse Philibertspanten alfabetisch op adres (zie dossiers in het bouwhistorisch archief van ELO, Beeldbank ELO, Pelinck 1962, Bemelmans 1987, Dröge 1996 en voor Rapenburg 19 Van der Heijden 2004, 7): Aalmarkt 4, huis, 19de eeuw; Aalmarkt 9-10, school, 1874; Apothekersdijk 16, huis, 19de eeuw; Binnenvestgracht, Morspoortkazerne, ca. 1824; Breestraat 60, Stadsgehoorzaal, 1871; Breestraat 112, huis, 19de eeuw; Burgsteeg 13, koetshuis, 1850-1879; Burgsteeg 14, sociëteit, voor 1836; Doelengracht 4, kazernegebouwen, voor 1861; Haarlemmerstraat 24, huis, 19de eeuw; Haarlemmerstraat 141, pakhuis, 19de eeuw; Haarlemmerstraat 237, huis, 19de eeuw (verbrand); Haarlemmerstraat 250, huis, 1850-1879; Hogewoerd 127, huis, 19de eeuw; Hogewoerd 153, huis, 19de eeuw; Hooigracht 67, huis, 1832-1850; Hooglandse Kerkgracht 28, consistorie, 1861; Kaarsemakerstraat 7-121, Minnehuis, 1827; Langegracht 65, pakhuis,1817-1825; Maredijk 36, huis, 1840; Middelweg 38, Oude Liedenhuis, 1852; Morsstraat 62, bijgebouw Morspoortkazerne, 1854; Nieuwe Beestenmarkt 4, huis, 1832 of later; Nieuwe Rijn 46, huis, rond 1900; Nonnensteeg 14, koetshuis, 1855-1856; Noordeinde 2a, school, 1878-1879; Noordeinde 44, huis, tweede helft 19de eeuw; Oude Rijn 184-188, huizen, 1850-1870; Pieterskerkgracht 7, Gymnastiekschool, 1861; Prinsessekade 4, huis, eind 19de eeuw, Rapenburg 19, huis, 1830-1840; Rapenburg 58, huis, ca. 1860; Rapenburg 60, huis, direct na 1854; Steenschuur 25, Kamerlingh Onnes laboratorium, 1856-1859; Westhavenstraat 8, brandstoffenmagazijn, 186?.

[1402] Oosterhoff 1988; Janse 1989, 295 en 324-325 en Stenvert 2013a.

Deze nieuwe constructies die van buitenaf naar Leiden kwamen, bevestigen het algemene beeld dat pas na het opheffen van het gilde in de periode 1798-1810 ruimte kwam voor nieuwe constructieprincipes. Het interne opleidingssysteem met mondelinge overdracht van kennis van meester op gezel kan verantwoordelijk worden gehouden voor het feit dat er tot het einde van de 18de eeuw werd gebouwd volgens bekende, beproefde bouwkundige principes en dat vernieuwing en modernisering als gevolg van invloeden van buitenaf vrijwel buiten gesloten bleven. Er is geen sprake van een plotselinge breuk door het opheffen van het gilde.[1403] Het gilde hield op te bestaan, maar de Leidse timmerlieden pasten vooralsnog de hun bekende en beproefde constructies toe. Geleidelijk volgde de introductie van nieuwe constructieprincipes door keuzes van architecten of van de opdrachtgever, of op basis van nieuwe beschikbare buitenlandse literatuur of hierop gebaseerde Nederlandse bouwkundige leerboeken. Hierdoor kwam er vanaf het midden van de 19de eeuw een einde aan de toepassing van de eeuwenoude spantvorm met dekbalk-stapelspantconstructie.

**5.6 Samenvatting Kappen in Leiden** (fig.17)

De Leidse huizen hadden van oudsher een zadeldak als dakvorm. Deze kwam voort uit de rechthoekige hoofdvorm van het gebouw. Een positie als diep- of dwarshuis aan de straat had geen invloed op de dakvorm. Een zadeldak heeft twee dakschilden die zodanig zijn geplaatst dat er in hoofdopzet een langgerekte dakvorm ontstaat met tegen elkaar staande dakvlakken. In de onderzoeksperiode was de hellingshoek van de dakvlakken ongeveer 50-60 graden en bepaald door het heersende zeeklimaat en de daarvoor geëigende en beschikbare dakbedekkingsmaterialen. In Leiden waren dit in riet, zoden, natuurleien, keramische tegels of pannen en lood. Boven- en onderpannen werden in Leiden niet toegepast. De steile dakhelling was traditioneel kenmerkend voor de regio en de aansluitende gebieden tot in Duitsland, België en Noord-Frankrijk met een overeenkomstig klimaat.

Leiden had in de middeleeuwen veel brandbare rieten daken, die in de dichtbebouwde stedelijke omgeving een groot gevaar vormden . Het stadsbestuur trachtte daarom met allerlei bepalingen, keuren en subsidieregelingen het gebruik van harde onbrandbare dakbedekkingen als keramische daktegels of natuurleien te bevorderen en zodoende de brandveiligheid te verbeteren. Het uitbannen van rieten daken slaagde maar deels en daarom volgde in 1593 de ‘Afkeuringe van alle riet-daken ende vermeerderinge vande brantkeuren’. Deze regeling bepaalde dat door aanwijzing successievelijk alle rietdaken gedwongen moesten worden vervangen. Het rietgedekte dak met zijn eenvoudige sporenkapconstructie zal dus nog tot rond 1600 hebben bestaan. Door de nieuwe keur met bijbehorende subsidieregeling verdween het weke dak begin 17de eeuw vrijwel geheel uit het Leidse dakenlandschap. Uit structureel bouwhistorisch onderzoek in Leiden is gebleken dat kapconstructies van voor 1593 relatief zeldzaam zijn. Veel huizen groeiden rond deze tijd bovendien van één naar twee bouwlagen.[1404] De aangescherpte harddak-regelgeving, met de ‘afkeuringe’ en harddaksubsidie hadden dus een intensieve vernieuwing van Leidse daken en kapconstructies tot gevolg, waarbij de eigenaren het moment ook aangrepen hun huis met een verdieping te verhogen. Ook de vernieuwbouw door economische voorspoed was, vooral in de late 16de en 17de eeuw, een oorzaak voor de vernieuwing.

De dakbedekking werd gedragen door daksporen en/of beschot. Om de dakvlakken te schoren, te ondersteunen en krachten geconcentreerd af te voeren, werden deze sporen ondersteund door een ruimtelijk constructief framewerk. Deze constructie blijkt in Leiden in de onderzochte periode een stapeling van gekoppelde dwarsgeplaatste portaalachtige spanten, met daarop dragers in de langsrichting (fig. 16). De vloerbalken van de zolder dragen de spanten en fungeerden als trekverbinding om de spatkrachten van spant en dak op te nemen. De dwarsgeplaatste spantconstructie hing dus samen met de draagconstructie van de rechthoekige bouwmassa met draagbalken in de kortste overspanning. Onderdeel van het krachtenspel waren ook de zij-, voor- en achtergevels, die primair een ondersteunende/dragende functie vervulden.

---

[1403] Lintsen et al. 1993, 193-194 en 198 en Meischke et al. 1997, 130 en 141-142.

[1404] Van Oerle 1944 en Daelemans 1975. Van Oerle heeft in de concordantie allerlei archivalische gegevens uit de 16de en 17de eeuw verwerkt, waaronder het aantal verdiepingen. Door deze gegevens te vergelijken met de gegevens van bouwhistorisch onderzoek van dezelfde percelen blijkt dat rond 1600 enorm veel huizen van één naar twee (of meer) bouwlagen zijn verbouwd. Daelemans stelt dat in 1601 80 procent van de huizen alleen een begane grond hadden; Daelemans 1975, 191.

Verbindingen en schorende elementen in en tussen de spanten en langsdragers zorgden voor een stijf en stabiel geheel in langs- en dwarsrichting. De stapeling van het ruimtelijke framewerk was een doordacht constructief geheel met een economisch materiaalgebruik van relatief korte lengten constructiehout. Met deze doordachte en ontwikkelde constructie speelde de timmerman in op de constructieve opgave en de relatieve beperkte beschikbaarheid van het bouwhout, aangezien dit bouwmateriaal moest worden geïmporteerd.

Door een goed ontwikkelde infrastructuur van de (hout)handel en de gunstige ligging van Leiden aan bevaarbare waterwegen kon hout worden aangevoerd vanuit de twee grote houtstapels Dordrecht en Amsterdam. De Leidse houtmarkt was lokaal gericht met een beperkt aanbod. Grote partijen werden zo nodig betrokken van de houtstapels of andere markten.

Als gevolg van een optimale benutting van het houtaanbod realiseerden timmerlieden kapconstructies met de inzet van gekromd hout. Dit leidde tot de doordachte constructies met gekromde constructieonderdelen, zoals bijvoorbeeld ingenieuze houten tongewelven. De toepassing van gekromd hout is mogelijk ontstaan als een lokale traditie met maximale inzet van de beschikbare materialen in een gebied met een gebrek aan lokaal bouwhout. Dit efficiënte gebruik van krom hout kan bevorderd zijn door export van dit gebogen hout uit gebieden waar de constructies werden gemaakt van eerste keus recht hout. Het kromme constructiehout werd mogelijk als overschot uitgevoerd naar gebieden waar al noodgedwongen kennis was over de toepassing. Vanuit de noodgedwongen positieve ervaring met de toepassing van krom hout kan de export van gekromd constructiehout zelfs vraaggestuurd zijn geweest. Nader onderzoek naar de relatie tussen toepassing en vraag versus aanbod in import- en exportgebieden, maar ook het gebruik in de scheepstimmerbouw, zou hierover meer duidelijkheid kunnen scheppen.

Het basale schilddak was voor de bouwmeester en timmerman het uitgangspunt voor specifieke en complexe dakvormen of situaties. Zij waren door de flexibiliteit van de draagconstructie in staat om, met allerlei variaties van dakbedekking en -drager, ondersteund door langsdragers op dwarsgeplaatste spanten, in te spelen op de specifieke eisen voor de dakvorm van het betreffende gebouw. Door bijvoorbeeld een spant- en een gebintconstructie te combineren of aangepaste spantvormen als half- en hoekkepersspanten toe te passen, waren aankappingen, schilddaken of andere vormen of afwijkingen mogelijk. Door de flexibele variatie in constructie en de ambachtelijke vervaardiging was vrijwel geen kapconstructie exact hetzelfde en was er geen sprake van standaardisatie.

In de onderzochte periode veranderden de gereedschappen die de timmerman gebruikte niet wezenlijk en ook zijn werkwijze bleef gelijk. Dit had dus geen invloed op de vorm of uitvoering van de kapconstructie. De telmerken ten behoeve van de geordende assemblage vertonen daarentegen een gevarieerde ontwikkeling, maar dit had geen directe relatie met de vormgeving van de constructie.

In het ruimtelijke framewerk speelden de langsdragers een belangrijke ondersteunende en stabiliserende rol. Een muurplaat droeg de voet van de dakbedekking. De constructieve verbinding van deze langsgerichte balk met de (trek)balken van de zoldervloer voorkwam het afschuiven van de voet van de dakschilden. In vele huizen werden de langsgevels in de vorm van borstweringen tot boven de zoldervloer opgetrokken, waardoor het ‘verdiep’ ontstond, die een beter bruikbare zolder opleverde. Het relatief dunne muurwerk van de borstwering was echter constructief onvoldoende geschikt om de spatkrachten van de dakvoet op te nemen. Om de hoger aangrijpende krachten over te brengen naar de trekbalk, werden daarom blokkeels toegevoegd. Deze leidden de spatkrachten constructief af via de spantbenen van de dwarsgeplaatste spantconstructie naar de vloerbalken.

In de vroegste voorbeelden van het ruimtelijke framewerk waren de langsdragers zogenoemde flieringen. Deze werden vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw gecombineerd met gordingen. Pas vanaf het begin van de 18$^{de}$ eeuw kwamen in Leiden zuivere gordingenkappen voor, in combinatie met staand beschot. Het huidige terminologische onderscheid kwam niet voor in de historische bronnen en het kenmerkende verschil in ligging (vlak of diagonaal) had geen direct gevolg voor de spantvorm. De flieringen en gordingen werden op een bepaalde afstand ondersteund door de dwarsgeplaatste spanten. Door de onderlinge relatie waren spantafstanden afhankelijk van de positie en de ruimtelijke indeling van de onderliggende bouwlaag. De afstanden hingen dwingend samen met de vakindeling van een samengestelde balklaag en werden vrijer vanaf de toepassing van een enkelvoudige balklaag. Pas in de 18$^{de}$ eeuw werd deze samenhang losgelaten door het gebruik van sloffen.

Over het algemeen had het verschil in type balklaag echter geen groot effect op de gemiddelde spantafstand en was deze ongeveer twee tot drie meter.

In Leiden waren de oudste dwarsgeplaatste portalen in de ruimtelijke constructie dekbalkspanten. Deze dekbalkspanten, uitgevoerd in eikenhout, bestonden uit spantbenen met daarop dekbalken en daartussen, gekromde, korbeels. De verbindingen waren uitgevoerd als een pen-en-gatverbinding, mogelijk voorafgegaan door de gelipte verbinding. Bovendien was het spant constructief verbonden met de onderstaande houtskeletconstructie. Dit dekbalkspant was door zijn hoofdvorm en verbindingen een constructief stijf portaalachtig juk en stabiel in dwarse richting. Windschoren tussen spantbenen en langsdrager zorgden voor stabiliteit in langsrichting. De dekbalkspanten kregen gekromde spantbenen als het gebouw werd uitgevoerd met borstweringen. Ontbrak de borstwering dan werden rechte spantbenen toegepast. Dekbalkspanten met krommers waren dus geen apart spanttype, maar een variant. De al genoemde blokkeels zorgden voor een constructieve koppeling van de muurplaat en de borstwering aan het spantbeen. Stenen huizen met houtskelet zonder 'verdiep' en spanten met rechte spantbenen en dergelijke huizen met borstweringen en spanten met gekromde spantbenen kwamen in Leiden al rond het midden van de 14$^{de}$ eeuw voor. Bij grotere overspanningen in een breedte vanaf 6,5-7 meter stapelden de timmerlieden dekbalkspanten om meerdere, boven elkaar gelegen langsbalken ter ondersteuning van de hogere en langere dakschilden te kunnen plaatsen. In eerste instantie stonden de spantbenen van de bovenste spanten buiten de flieringen van de onderste spanten. Vermoedelijk vanwege de betere constructieve oplossing veranderde dit vanaf het einde van de 14$^{de}$ eeuw geleidelijk naar een plaatsing van spantbenen binnen de flieringen.

Een reeks dwarsgeplaatste portaalachtige spanten had ook als voordeel dat eenvoudig een vlieringzoldering kon worden gemaakt.[1405] Dit leverde meer opslagcapaciteit op, maar bij de Leidse huizen lijkt deze vlieringzoldering vooral bedoeld te zijn als plafond ten behoeve van een beter gebruik van de onderliggende zolder. Dit kon dagelijks gebruik zoals verblijven, slapen, het ophangen van de was en dergelijke betreffen. Blijkbaar was in Leiden weinig behoefte aan grote opslagcapaciteit op zolderniveau in de huizen. Dat wordt ook bevestigd door het grotendeels ontbreken van hijsopeningen of -installaties.[1406] Vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw werd een opgehangen vlieringzoldervloer met 'flieringhangbalken' als ondersteunende tussenbalken toegepast. Voor de ophanging werden een gesmede strop, gesmede nagels of een gesmede spiebout met verdikte kop of in een T-vorm gebruikt. Deze opgehangen constructie kon geen grote lasten dragen en deze vlieringvloer was derhalve vooral bedoeld als plafond of zoldering van de gebruiksruimte(s) op de zolder.
Bij kapconstructies uit de late 17$^{de}$ of uit de 18$^{de}$ eeuw lijkt deze opgehangen vlieringvloer niet meer te zijn toegepast. Waarschijnlijk hing dit samen met de ontwikkeling en omvorming van de zolder naar een volledige toegevoegde verdieping met gebintconstructie en daarop een lage dakvorm.
In verband met een specifiek, zo droog mogelijk, gebruik van de zolder kregen sommige daken vanaf circa 1650 in plaats van daksporen verticaal beschot als betere vochtkering. Bij deze spoorloze beschoten kap bleef de spantconstructie met langsdragers ongewijzigd.

Bij de constructieve opbouw van het ruimtelijke framewerk waren in Leiden in het algemeen geen strijkspanten toegepast. De langsdragers waren opgelegd in dragende, bakstenen kopgevels, in de middeleeuwen ook wel opgetrokken in hout. De schaars toegepaste strijkspanten hebben gefungeerd als schoring voor de iets schuinstaande, bakstenen, voorgevel op vlucht. Te lood staande bakstenen eindgevels waren in de 14$^{de}$ eeuw soms voorzien van afgeschoorde muurstijltjes onder de flieringen. Deze hadden een stabiliserende en schorende functie voor gevels en de kapconstructie. Zowel bij de strijkspanten als bij de afgeschoorde muurstijltjes ligt een relatie met vakwerkgevels niet voor de hand.

De kapconstructievorm vertoonde tussen 1300 en 1800 in Leiden nauwelijks een typologische ontwikkeling (fig. 16). Er was, naast de al genoemde variaties, een geleidelijke evolutie waarneembaar, als gevolg van constructieve simplificatie en modificatie, materiaalbesparing, verandering van dakbedekkingsmaterialen en vernieuwingen in de bouwkunst en -kunde. Met geleidelijke simplificatie streefden de timmerlieden naar besparing op arbeid en materiaal, terwijl de constructie toch voldoende sterk en stabiel bleef.

---

[1405] Klück 1999, 136.
[1406] Deze aspecten vallen buiten de scope van dit onderzoek.

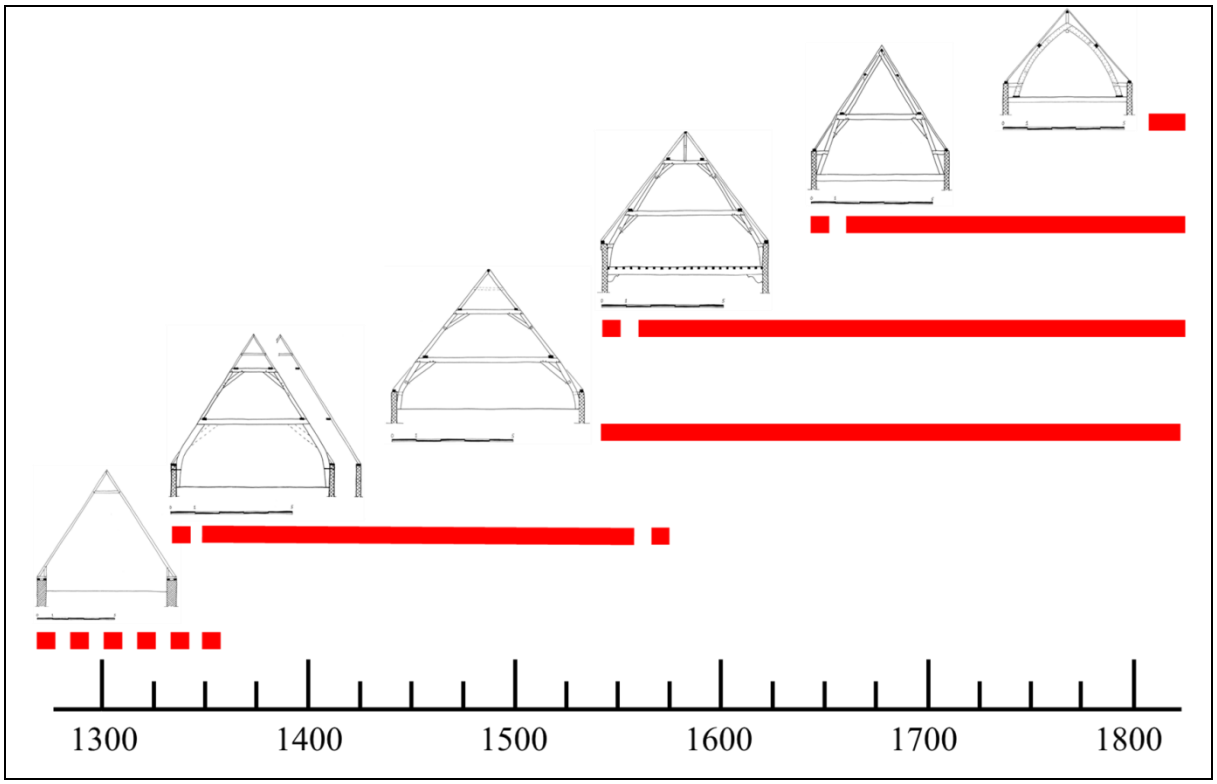



Fig. 16 Typo-chronologie van de kapconstructie op Leidse huizen tussen 1300 en 1800 (in doorsnede). De oudste vorm was de sporenkap. Deze werd opgevolgd door een kap met sporenparen ondersteund door dekbalkspanten. Rond 1545 kwamen constructies voor met dekbalkspanten en een nokgording en losse sporen. Het oudste aangetoonde type hiervan had een nokstijl om de nokgording te dragen. Tegelijk of kort daarna kwam het driehoekspant voor. Kort daarna werd ook het schaarspant toegepast. Van het begin van de 19de eeuw kwamen nieuwe spantconstructies voor, zoals het Philiberspant. De streeplijn staat voor aangetoonde voorbeelden van bepaalde constructievom vanuit de catalogus. De stippellijn staat voor het vermoedelijk of mogelijk voorkomen. Voor de constructies met spanten zijn relevante voorbeelden uit de catalogus geselecteerd. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld variaties of elementen zoals windschoren niet zijn weergegeven.

Tot ongeveer 1400 kenmerkten de oudste Leidse kapconstructies zich door een arbeidsintensieve opzet met onder andere een overvloedig gebruik van pen- en gatverbindingen met (veel) houten nagels, verbinding van sporenparen aan dekbalken, gepende blokkeels en afgeschoorde muurstijltjes onder de oplegging van flieringen bij de gevels. Om sneller te kunnen werken en te besparen op arbeidskosten werden de verbindingen van de constructie langzamerhand vereenvoudigd of achterwege gelaten. Ook in de windschoring werd deze geleidelijke vereenvoudiging toegepast. Vanaf het begin van de 17de eeuw nam het gebruik van windschoren af en kwamen soms windlatten in gebruik. Mogelijk werd bij de nieuwe moderne schilddaken voor de lengteschoring vertrouwd op hun schuingeplaatste kopse dakschilden die horen bij de architectonische mode vanaf de 17de eeuw.

Vermoedelijk vanuit een combinatie van sporenpaar en dekbalkspant werd in de 15de eeuw om stabiliteitsredenen een driehoekspant gevormd, als constructieve innovatie. Met dit hogere spant streefde de timmerman vermoedelijk naar meer stijfheid in het bovenste deel van de kap omdat sporenparen niet langer gekoppeld werden, in combinatie met panlatten en/of eventueel dakbeschot.

Analoog aan de algemene ontwikkeling in Nederland, werd in het tweede kwart van de 16de eeuw in Leiden de constructie van sporenparen met haanhouten opgevolgd door een constructie met nokgording met daartegen losse sporen. Voor Leiden is op basis van dakdeksubsidies aangetoond dat de introductie van de nokgording omstreeks 1545 samenhing met de overgang van keramische daktegels naar de innovatieve, enkeldekkende oud-Hollandse dakpannen. De lokaal geproduceerde, zeer praktische, goedkopere, veel lichtere, enkeldekkende oud-Hollandse dakpan leverde een grote besparing aan materiaal en arbeid op en zal niet alleen de daktegels, maar ook de oudere, onderhoudsgevoelige, dure leidaken en brandgevaarlijke rieten daken hebben vervangen.

Met de toepassing van de nokgording loste de timmerman een constructief probleem op dat is ontstaan met de introductie van de nieuwe pan. De oud-Hollandse dakpan vereiste namelijk een stevigere en stabielere nokconstructie dan de voorheen los van elkaar geplaatste sporenparen met haanhouten. Voor de ondersteuning van de nieuwe nokgording werden de bestaande dekbalkspanten aangevuld met een driehoekspant of een nokstijl. Het driehoekspant bestond al, maar niet in combinatie met een nokgording. Een innovatie was de vernagelde houten schetsplaat onder de nok, die zeker toegepast is vanaf het eind van de 16$^{de}$ eeuw. Dit was een nieuwe en eenvoudige constructieve oplossing om beide spantbenen van driehoekspanten te verbinden en te verstijven. Bovendien was de constructie met nokgording eenvoudiger en efficiënter – en dus economischer – te fabriceren en te assembleren. De solitaire daksporen (ook wel kepers genaamd) waren veel eenvoudiger te vervaardigen en te plaatsen dan de gekoppelde sporenparen. Tekenend voor het vereenvoudigde bouwproces is dat de oudere arbeidsintensievere sporenparen telmerken hadden en deze losse sporen niet meer.

Deze doorontwikkelde kapconstructie met spanten, langsdragers en losse sporen ontstond niet als een variant van de basale gordingenkap, zoals wel door Duitse onderzoekers wordt geponeerd. Er was ook geen sprake van een overgang van sporenkap naar gordingenkap als basisconstructieprincipe, maar een geleidelijke doorontwikkeling met de sporenkap met gekoppelde sporenparen als basis. Hieruit ontwikkelde zich de sporenkap met gekoppelde sporenparen ondersteund door langsdragers op dwarsgeplaatste spanten. Hieruit kwam de kap met losse sporen op langsdragers op dwarsgeplaatste spanten voort. De indeling van de Nederlandse kapconstructie bij de gordingenkappen als basistype is daarom onjuist. Omdat er sprake was van een doorontwikkeling wordt in dit onderzoek geen terminologisch onderscheid gemaakt. Zowel de gekoppelde als losse dakdragers worden hier ‘sporen’ genoemd en geen ‘kepers’. Door de opbouw in de jongere Nederlandse kappen met de losse sporen, zoals kenmerkend bij de gordingenkap, zijn de Duitse onderzoekers op het verkeerde been gezet.

De losse daksporen waren in eerste instantie ronde, geschilde, soms enigszins gekantrechte, naaldhouten stammetjes. Deze werden op daken nog toegepast tot in de stadsuitbreiding van 1659. In het begin van de 17$^{de}$ eeuw kwam de zaagmolenindustrie op, ook rond Leiden. Vanaf toen werden industrieel gezaagde naaldhouten ribben gebruikt en toegepast tot in de 19$^{de}$ eeuw. Door de regelmatige rechthoekige doorsnede waren de gezaagde sporen eenvoudiger door de timmerlieden te verwerken dan rondhouten sporen. Gezaagde sporen leverden tevens een veel strakkere drager voor de dakbedekking op. Een bijkomend voordeel van de nieuwe nokgording was de mogelijkheid om een nokruiter of gesmede nokruiterbokjes te plaatsen voor een nokafdekking met nokvorsten of lood.

Vanaf het begin van de 17$^{de}$ eeuw tot aan het einde van de 18$^{de}$ eeuw werden enkele daken gemaakt in een eenvoudigere vorm, met alleen driehoekspanten. De reden hiervoor was in de meeste gevallen de geringe overspanning. Enige panden uit de stadsuitbreiding van 1611 hadden een grotere overspanning. Vermoedelijk was besparing op materiaal en arbeid de drijfveer om eenvoudige driehoekspanten toe te passen. Deze panden waren voorbeelden van projectontwikkeling. Een ander voorbeeld van begin 17$^{de}$-eeuwse projectmatige ontwikkeling is de combinatie van dekbalk- en driehoekspant op een rijtje huizen die schouder aan schouder staan. De grenenhouten spantconstructies hadden alleen aan de buitenzijde gekromde eikenhouten spantbenen en op de tussenliggende borstwering(en) werden rechte spantbenen geplaatst. Met deze bijzondere vorm van dekbalk-driehoekspanten bespaarde de ontwikkelaar op duurdere gekromde spantbenen.

Een combinatie van constructieve verbeteringen, materiaalbesparing en mogelijk een praktische reden als meer staruimte, was waarschijnlijk de reden voor de introductie van het schaarspant met halfhouts kruisende spantbenen na circa 1650. Deze spantvorm werd beperkt toegepast, naast de oudere oplossing met nokstijl- en driehoekspanten.

De vorm en uitvoering van de constructie was afhankelijk van de gangbare vormen en de beschikbaarheid van materialen. De oudere draagconstructies waren uitgevoerd in eikenhout met in het algemeen eiken sporen bij de belangrijkere gebouwen en vuren sporen bij huizen. Zoals hierboven al aangegeven, was dit allemaal importhout. De constructies waren daarom spaarzaam opgebouwd. Smeedijzer werd als constructiemateriaal beperkt toegepast en heeft nauwelijks invloeg gehad op de vorm en uitvoering van de kapconstructie. Het timmerwerk van de oudere spanten kenmerkte zich door de toepassing van gekromd eikenhout voor spantbenen (indien sprake van een borstwering), korbeels en windschoren. De afname van het aandeel van gekromd hout tot in de 17$^{de}$ eeuw toont een toenemende schaarste en mogelijk hogere kostprijs daarvan.

Vanaf het einde van de 16de eeuw werd eikenhout in constructies langzamerhand verdrongen door grenenhout, als gevolg van een beperkter aanbod door oorlogsomstandigheden en door een grote vraag voor omvangrijke bouwactiviteiten en de scheepsbouw en uitgedunde bossen door de destructieve bosbouw. Deze overgang in materiaal had echter een beperkt effect op hoe de timmerman de spanten vormgaf of op wijzigingen in constructies en verbindingen. De constructies in grenenhout waren iets lichter gedimensioneerd, mogelijk om zuiniger te construeren. Een duidelijk verschil was het recht uitvoeren van eerder gekromde spantonderdelen, aangezien grenenhout niet kromgroeit. Gekromde spantbenen bleven vanwege de constructief gunstige vorm – en in minder mate vanwege de praktische vorm voor een groter nuttig zolderoppervlak – wel zoveel mogelijk toegepast bij panden met borstweringen. In de stadsuitbreiding van 1659 werden nog kapconstructies met gekromde eikenhouten spantbenen toegepast, terwijl deze verder geheel in grenenhout werden vervaardigd.
De houtsoort of dimensionering had geen relatie met een bepaald soort dakbedekking. De houtformaten werden door de timmerman of ontwerper bepaald op basis van ervaring en kennis. Als gevolg van de nieuwe zaagmolenindustrie rond Leiden werd vanaf het tweede kwart 17de eeuw in de constructies machinaal, meskant gezaagd hout toegepast, waarmee werd bespaard op arbeid van de timmerman en/of zager. Een gevolg van de zaagindustrie was een standaardisering van houtmaten, waardoor de spantonderdelen, in tegenstelling tot de oudere spanten, steeds meer in hetzelfde houtformaat werden vervaardigd. Dit had echter geen effect op hoe de timmerman de hoofdvorm van de constructie vormgaf.

Architectonische vernieuwingen, georiënteerd op de klassieke bouwkunst met kroonlijsten, leidden in de 17de en 18de eeuw tot nieuwe, visueel lage, dakvormen. Deze architectuur zal zijn bepaald door de wens van de opdrachtgever. De bouw van de ordinaire gebouwen bleef echter in handen van lokale timmerlieden, leden van het lokale ambachtelijke timmergilde. De timmerman paste de hem bekende constructieprincipes aan om de door de opdrachtgever gewenste moderne architectonische bouwvormen te kunnen construeren. Constructieve moderniseringen waren daardoor niet aan de orde.

Rond 1700 was de interne opleiding binnen het gilde, met kennis en ervaring overgebracht in de praktijk en de meesterproef, verouderd. Vanaf die tijd gingen de timmerlieden zich in de architectuur en de bouwkunde scholen, door zelfstudie van vooral buitenlandse publicaties. Hierdoor ontwikkelden zich ontwerpende timmerlieden-aannemers, die niet alleen de bouw van huizen organiseerden van bestek tot uitvoering, maar ook het ontwerp konden leveren. Bovendien ontstonden later in de 18de eeuw theoretische opleidingen, zoals het Leidse Mathesis Scientiarum Genitrix, waar architectuur, tekenkunde en wiskunde werden onderwezen aan timmerlieden. Ook de theoretische scholing van de timmerlieden leidde niet direct tot constructieve vernieuwingen. De ambachtslieden bleven variëren met bekende constructievormen en -uitvoeringen in combinatie met de gewenste moderne architectonische vormgeving. Bij de ordinaire huizen was er dus geen relatie tussen nieuwe architectuurstijlen en vernieuwende ontwikkelingen bij kapconstructies.

De kapconstructie op het Leidse huis was in het begin van 19de eeuw nog een continuering van de bekende dakvormen en constructies. Het opheffen van de gilden (1798-1810) blijkt geen abrupte wijziging, verandering of vernieuwing van de constructievorm tot gevolg te hebben gehad. Er ontstond geen vacuüm en de bouwlieden continueerden hun werkzaamheden als vanouds . De constructie van kappen bleef tot ver in de 19de eeuw opgebouwd met het bekende principe van dekbalkspanten, driehoekspanten en nokstijlspanten, in allerlei variaties. Wel kwam er door het opheffen van de gilden al vanaf het begin van de 19de eeuw ruimte voor vernieuwing op constructief gebied, in tegenstelling tot het algemene beeld van stilstand in de architectuurhistorie. Zo kwam het Philibertspant als nieuwe spantvorm in gebruik. Deze gebogen schenkelspanten weken radicaal af van de gebruikelijke ambachtelijke dekbalk- of driehoekspanten. In Haarlem paste architect Abraham van der Hart al in 1801 een Philibertspant toe, waarschijnlijkt geïnspireerd door Franse architecten of publicaties. In Leiden werden Philibertspanten vanaf circa 1820 toegepast. Dit was het startschot, mede door de industrialisatie, voor allerlei nieuwe constructievormen, later ook in moderne materialen zoals ijzer en beton. Zo kwam vanaf het begin van de 19de eeuw geleidelijk een einde aan de toepassing van de eeuwenoude spantconstructievorm.

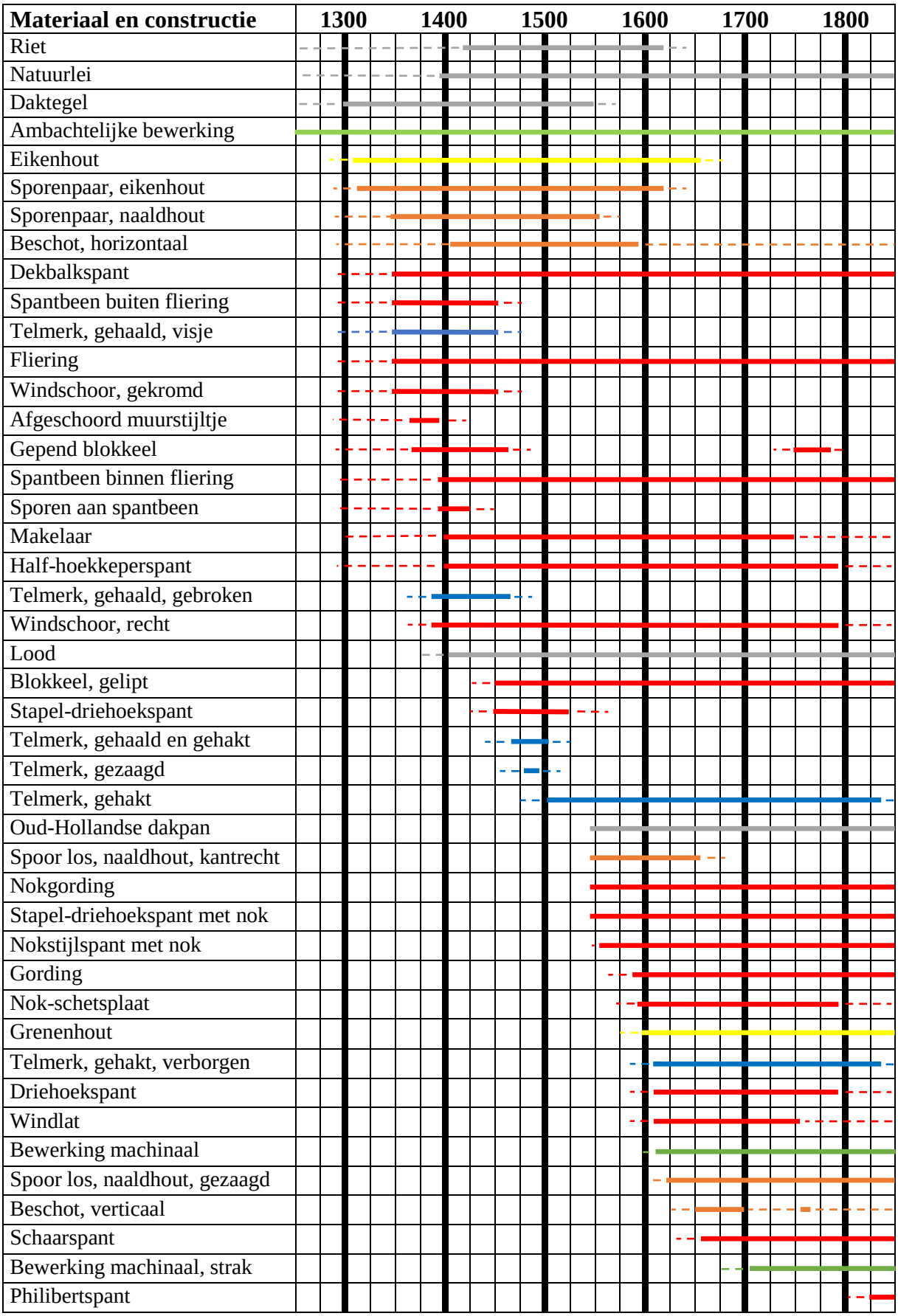



Fig. 17 Chronologie dakbedekking, materiaal, bewerking en elementen van de kapconstructie op Leidse huizen

# 6 HET KAPPENLANDSCHAP

Het Leidse huis met zijn kapconstructie stond niet op zichzelf. De vraag is of kapconstructies op andere type gebouwen in Leiden afwijkende constructies hebben en wat oorzaken daarvoor kunnen zijn. In dit hoofdstuk zal daarom de in de voorgaande hoofdstukken vastgestelde ontwikkeling en aspecten van kapconstructies op ordinaire Leidse huizen tussen 1300 en 1800 worden vergeleken met andere Leidse gebouwen met een enigszins vergelijkbare omvang. Hierbij wordt onderzocht of dit samenhangt met het ontbreken van gildedwang bij niet-ordinaire gebouwen. De bronnen hiervoor zijn met name de voorbeelden in de catalogus van andere gebouwen dan huizen. Volgens de theorie zoals behandeld in het voorgaande maakt Leiden deel uit van een regio waar de Vlaams-Nederlandse constructie met dwarsgeplaatste spanten voorkomen. Om dit te verifiëren wordt onderzocht in hoeverre de kapconstructies op Leidse huizen overeenkwamen of afweken met die van huizen in steden in de directe omgeving en de regio. Daarbij wordt gekeken of er constructieve regio's kunnen worden onderscheiden en of er sprake is van onderlinge beïnvloeding en kennisuitwisseling. Dit hoofdstuk zal worden afgesloten met een studie naar de origine van de constructie en de factoren die daarop van invloed zijn geweest. Hierbij zal onderzoek worden verricht naar de theorie dat de Vlaams-Nederlandse constructie met dwarsgeplaatste spanten is voortgekomen uit de sporenkap en naar de hypotheses dat de toepassing van spanten het gevolg zou zijn geweest van de ontwikkeling van het zolder'verdiep' met borstweringen of het gevolg van de toepassing van steenachtige dakbedekking in plaats van riet of stro. Dit zal worden onderzocht voor de Leidse situatie waarbij een relatie zal worden gelegd met vroege huisconstructies en de urbanisatie van de regio. Omdat een studie zoals nu in Leiden nog niet verricht is voor andere steden in de regio zal voor de laatste twee delen van dit hoofdstuk vooral moeten worden uitgegaan van gepubliceerde bouwhistorische data van deze regio.

## 6.1 Lokaal

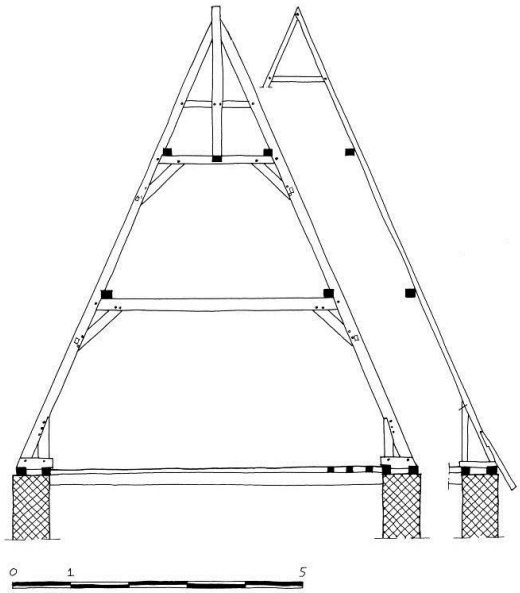
Het onderwerp van dit onderzoek is in de eerste plaats de kapconstructie op Leidse huizen. Deze worden op lokaal niveau vergeleken met een aantal kapconstructies van andere typen gebouwen, opgenomen in de catalogus. Het betreft een twintigtal voorbeelden uit de periode 1450-1800. Het zijn gebouwen die in afmeting overeenkomen met huizen of iets groter zijn, maar een andere functie huisvestten, zoals brouwerij, bibliotheek of theekoepel. Er is afgezien van een vergelijking met kapconstructies van zeer grote gebouwen als kerken, aangezien deze constructies door hun omvang en specifieke vormgeving en uitvoering te veel van huizen afwijken. Meestal waren dit ook 'ziende' kappen met tongewelven, bedoeld om van onderaf in het zicht te zijn. Dit is bij de ordinaire Leidse huizen met hun vlakke plafonds en zolderingen niet aangetroffen. Door hun specifieke karakter zal de invloed op kappen van woonhuizen vermoedelijk beperkt zijn. In het hoofdstuk Bouwen is al gewezen op het verschil tussen de 'ordinaire' kapconstructies van huizen en die van de daar boven uitstijgende gebouwen. Voor deze laatste groep konden bouwmeesters, architecten en ambachtslieden van buiten Leiden, buiten de gildedwang om, worden ingezet, waarmee het 'lokale' aspect ter discussie komt te staan.[1407]

Bij vergelijking kan worden vastgesteld dat de gecatalogiseerde voorbeelden van andere typen gebouwen constructief overeenkomsten vertonen met de kapconstructies van de huizen. Dit geldt ook voor bewaarde ontwerptekeningen (afb. 206, 289, 352 en 390-391). Alle voorbeelden bestaan uit een ruimtelijke constructie met dwarsgeplaatste spanten die langsdragers ondersteunen, met daarop de dakdrager en de dakbedekking. De helling van het dak, de dakvormen, de constructie en het materiaalgebruik vertonen in hoofdlijnen geen grote afwijkingen met die van kappen op huizen. Ook hiermee vergelijkbaar is de uitvoering met of zonder een borstwering. Net als bij de huizen waren de spanten uitgevoerd als dekbalkspanten, zowel met gekromde als rechte spantbenen.
Later, na de introductie van de nokgording in 1545, werd dit aangevuld met een afgeschoorde nokstijl of een driehoekspant op de dekbalkspanten.[1408]

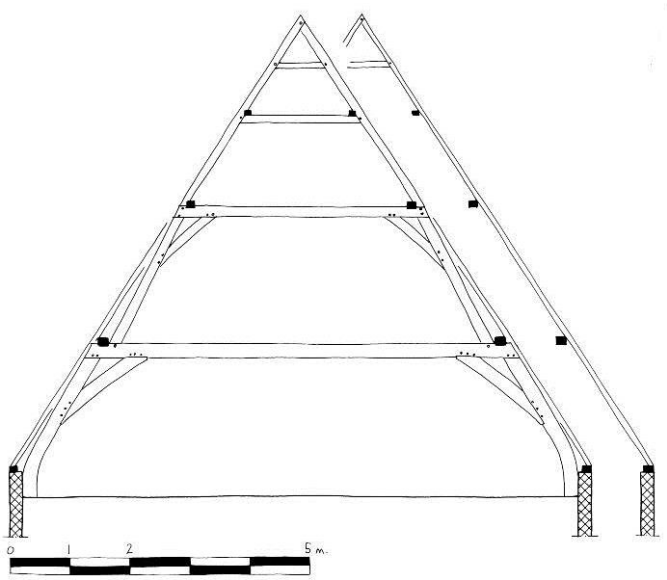
[1407] Zie hoofdstuk Bouwen.
[1408] Het vroegste voorbeeld van een nokgording is die van de brouwerijvleugel aan de Haarlemmerstraat 213 uit 1554, met een nokstijl.

Afwijkend van de dekbalkspant-opzet zijn de driehoek- of A-spanten van het vroege schilddak van het Gravensteen uit 1463 (afb. 384). De kap werd vanwege de aansluitende dakvlakken van het schilddak bovendien uitgevoerd met hoekkeperspanten, halfspanten en makelaars. De schilddakvorm zal bewust zijn gekozen om de vrijstaande toren architectonisch te bekronen. De verklaring voor de afwijkende spantvorm ligt mogelijk in het feit dat het maken van de kapconstructie openbaar werd aanbesteed en dat de aannemers, Pieter Jacopsz. en Engebrecht de timmerman, mogelijk van elders kwamen. Aangezien het de stad zelf was die het werk organiseerde, zal er geen sprake zijn geweest van gildedwang. Bij het voorbeeld van aangenomen werk van het Rijnlandhuis, Breestraat 59, uit 1597 hadden de aannemers uit Medemblik echter geen vrijheid om de kap te construeren zoals zij wilden. Het door de Leidse ambachtsman Van Banchem geschreven bestek was leidend voor de uitvoering. Hierdoor bleef de invloed van timmerlieden van buiten Leiden in het algemeen beperkt, zeker voor de ordinaire huizen die onder gildedwang werden gebouwd.

De kapconstructie van het Romaklooster, Rapenburg 41-45 uit 1450 heeft, in vergelijking met de huizen uit circa 1500 en 1517, een relatief vroege toepassing van driehoekspanten tussen de vrijstaande sporenparen (dus zonder nokgording) (afb. 330-331 en 385).[1409] Dit zal zijn voortgekomen uit de wens voor meer stabiliteit bij de sporenparen van deze grote kapconstructie. Waarschijnlijk volgden hier de kleinere kappen op huizen de ontwikkelingen bij de omvangrijkere, en vermoedelijk instabielere, kappen.



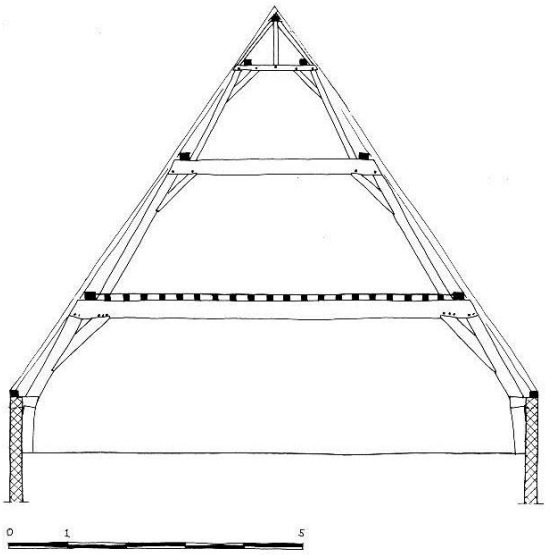

384 Gravensteen, Pieterskerkhof 16, 1463



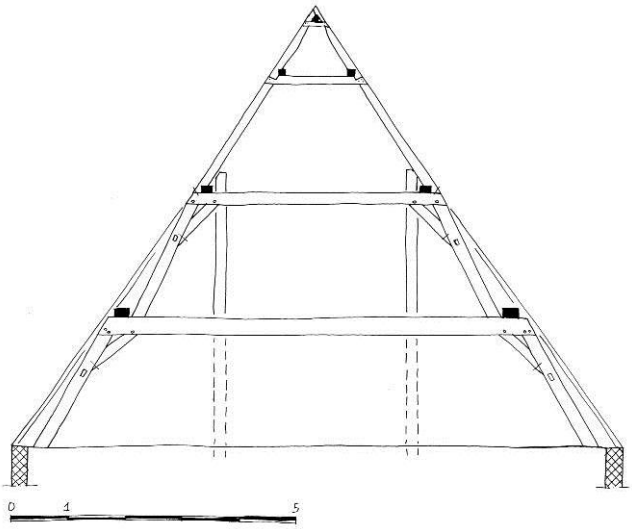

385 Romaklooster, Rapenburg 41-45, 1450

De kap van Haarlemmerstraat 213 uit 1554 heeft een flieringzoldering met kinderbinten (afb. 386). Bij de huizen werd vooral later, vanaf het einde van de 16de eeuw, de flieringzoldering op hangbalken toegepast. Waarschijnlijk was de uitvoering met kinderbinten de oudere oplossing voor een dergelijke vloer en gebaseerd op de gebruikelijke middeleeuwse vloerconstructie met moer- en kinderbinten.[1410] De flieringzoldering bij de huizen diende primair als plafondondersteuning en niet voor het torsen van grote lasten. De flieringzoldering van Haarlemmerstraat 213 zal een dragende functie hebben gehad in verband met de brouwerij die hier gevestigd was.

[1409] Zie bijlage Rekeningen en Bestekken, Catharinagasthuis, rekeningen gasthuismeesters 1396-1460.
[1410] Meischke en Zantkuijl 1969, 117-118.



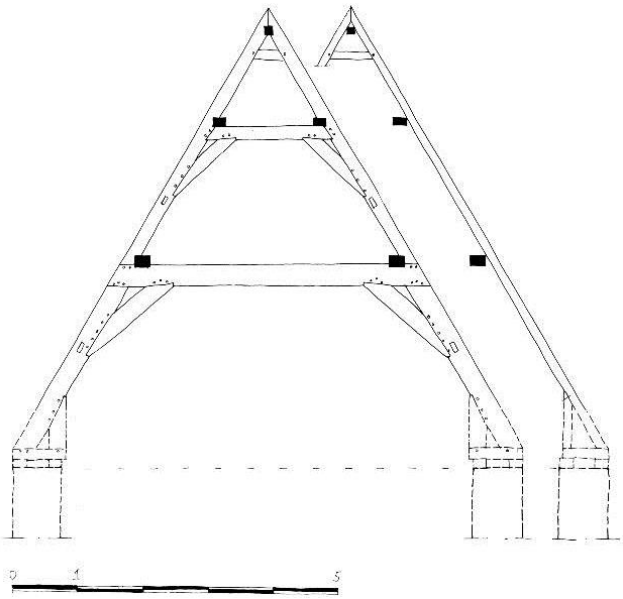
386 Brouwerij, Haarlemmerstraat 213, 1554



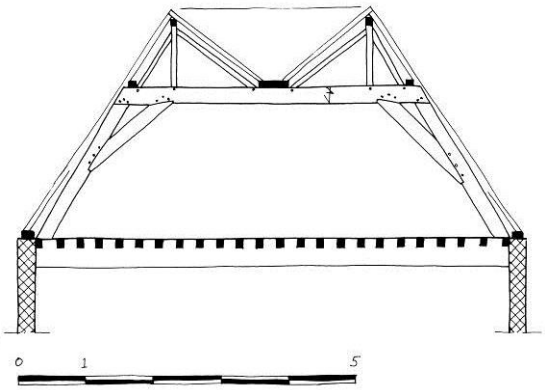
387 Brouwerij, Lammermarkt 57, direct na 1611

De kap van een andere brouwerijvleugel, Lammermarkt 57, van direct na 1611, heeft ook een specifieke versterkte oplossing met gekeepte en vernagelde verticale (hang)stijlen ten behoeve van het vergroten van het draagvermogen van de vloeren (afb. 387). Redenen van functionaliteit zullen ook hebben gegolden voor de vlieringvloer op kinderbinten van de herberg buiten de Zijlpoort uit 1593. Deze kap is bovendien één van de vroegste voorbeelden in Leiden met gordingen tussen de flieringen, samen met die van het Gemeenlandshuis, Breestraat 59 uit 1597 en de Latijnse school, Lokhorststraat 16 uit 1599. Bij huizen kwam dit net iets later voor, met Oude Rijn 25 uit 1599 als vroeg voorbeeld.

De kap van de eerste kerkmeesterskamer van de Pieterskerk uit 1618 heeft een nogal anachronistische vormgeving, met bijvoorbeeld een uitvoering met sporenparen met haanhout én nokgording en standzoontjes met blokkeels (afb. 388). Dit, en de zorgvuldige uitvoering in strak gezaagd eikenhout, duidt op een ziende kap vanaf de begane grond, die bovendien in beeld waarschijnlijk moest aansluiten bij de middeleeuwse tongewelfkappen van de kerk.[1411] Dit zal de reden zijn dat deze kapconstructie behoorlijk afwijkt van de kappen op huizen.



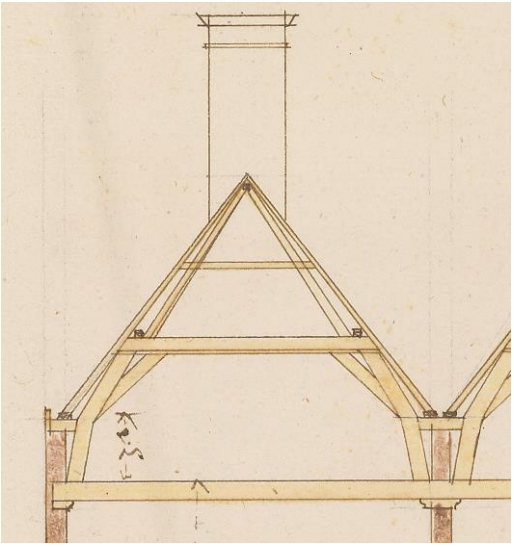
388 Kerkmeesterskamer, Kloksteeg 16, 1618

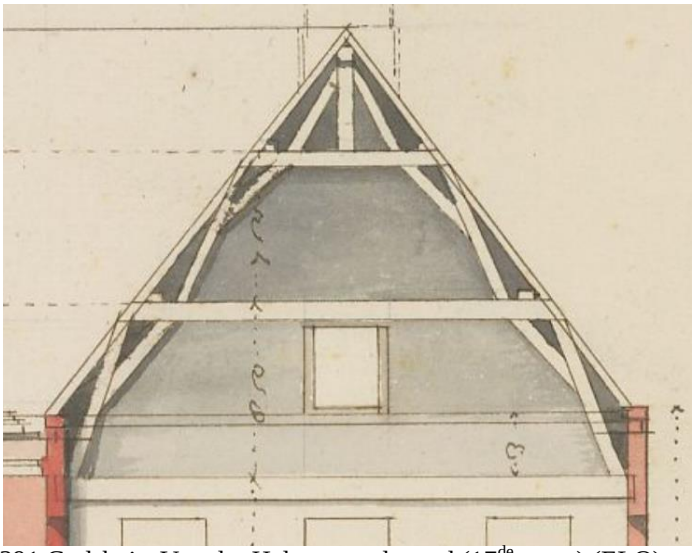


389 Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25, 1654

[1411] Orsel 2011a.

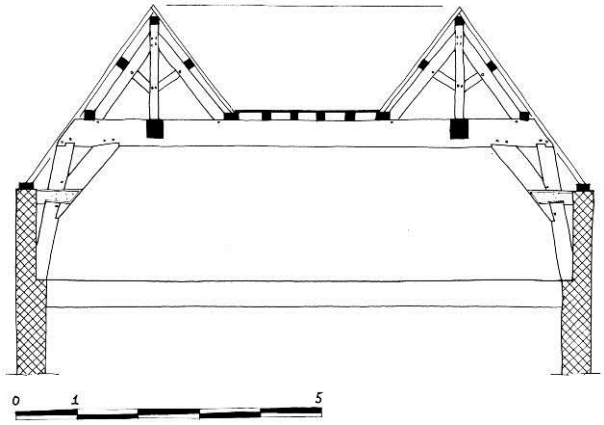
De vastgestelde invloed van classicistische architectuur op de dakvorm van huizen kwam ook voor bij andere bouwwerken. Dakvormen van omlopende en parallelle schilddaken komen voor in de 17de en 18de eeuw. De Bibliotheca Thysiana, Rapenburg 25 uit 1654 is van de niet-huizen het vroegst gedocumenteerde voorbeeld (afb. 389). Dit ontwerp van Arent van ’s-Gravensande heeft een omlopend schilddak met dekbalkspanten en daarop afgeschoorde nokstijlen. De iets oudere huizen Rapenburg 34 en 36, die Van ’s-Gravensande in 1645 ontwierp, hebben een overeenkomstig omlopend schilddak met dekbalkspanten, maar met daarop driehoekspanten. Deze kapconstructievorm had Van ’s-Gravensande ook toegepast bij wevershuizen uit 1643 en de huizen Haven 36-38 en 42 uit 1645 (afb. 390 en 353). De Bibliotheca Thysiana werd volgens bestek en bijbehorende tekeningen uitgevoerd door timmerman, Willem van der Helm.[1412] Een eigen ontwerp uit 1672 van Van der Helm voor een stadsmagazijn en het aan hem toegeschreven Breestraat 84 uit 1672-1674 hebben een kapvorm en constructie die zeer grote gelijkenis vertonen met die van de Bibliotheca Thysiana (afb. 206, 288 en 354). Deze constructies kregen dekbalkspanten met daarop nokstijlen.
De praktisch en theoretisch opgeleide Van ’s-Gravensande lijkt dus verantwoordelijk te zijn geweest voor de introductie in Leiden van de nieuwe kapvorm en zijn aangepaste constructie. Zijn leerling Van der Helm was sterk door hem beïnvloed. In navolging van Van ’s-Gravensande ontwierp hij in dezelfde vormen en constructies. Van Van der Helm is ook een ander ontwerp bewaard voor een ‘Godshuis’ (afb. 391). De schilddakvorm werd uitgevoerd met gestapelde dekbalkspanten en nokstijlen.


390 Wevershuis, Van ’s-Gravensande, 1643 (ELO)

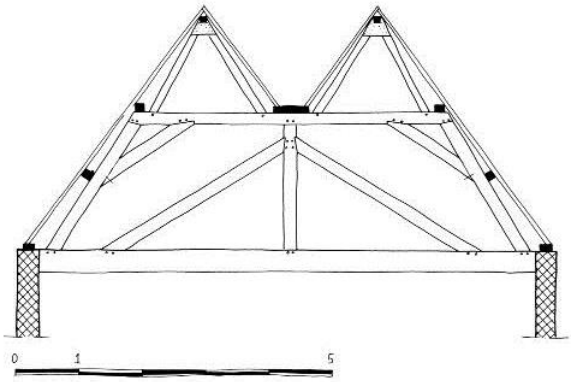

391 Godshuis, Van der Helm, ongedateerd (17de eeuw) (ELO)

De invloed van de ontwerpende architect lijkt ook waarneembaar bij de kappen van de Waag, Aalmarkt 21, uit 1657-1659 en het poortgebouw van het Meermansburghof, Oude Vest 159, uit 1681 (afb. 392-393). De Waag was een ontwerp van Pieter Post. De kap werd geconstrueerd in opvallend zwaar eikenhout, terwijl grenenhout toen al gebruikelijk was. Vermoedelijk heeft Post, vanwege de onderliggende zaal met een grote vrije overspanning, de constructie op deze wijze vormgegeven.

[1412] Bijlage Rekeningen en Bestekken, Bibliotheca Thysiana, 1654.



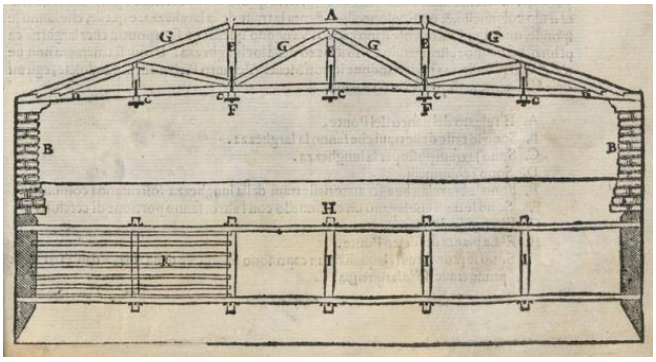
392 Waag, Aalmarkt 21, 1657-1659



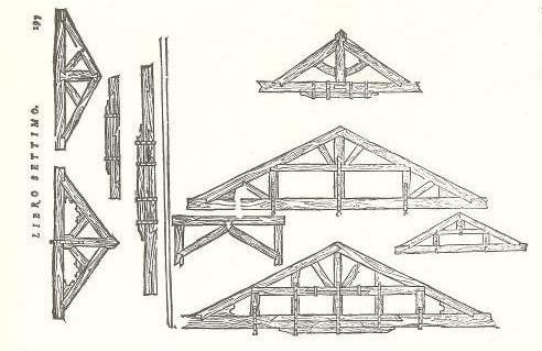
393 Meermansburghof, Oude Vest 159, 1681

Ook vanwege een grote vrije overspanning heeft Jacob Roman bij het Meermansburghof een bijzondere constructie toegepast (afb. 393).[1413] Het normale dekbalkspant werd aangevuld met een zogenaamde hangwerkconstructie, die functioneert als ondersteuning onder de middenzakgoot. Kenmerkend aan een hangwerk is een (of meer) verticale stijl, die door middel van schoren geen druk op de trekbalk overbrengt en de trekbalk vrijwaart van doorbuiging.[1414] Bij het Meermansburghof heeft het dekbalkspant, onder de zakgoot in het midden, een centrale stijl, die is afgeschoord op de trekbalk. Deze stijl, die is ingepend in de trek- en de dekbalk, doet tevens dienst als ophanging voor de trekbalk. Dit werd zo uitgevoerd om in de onderliggende regentenkamer een vrije overspanning mogelijk te maken. Om dezelfde reden heeft Roman bij het stadhuis van Deventer in 1692-1694 ook een hangwerk toegepast.[1415] Deze en de kap van het Meermansburghof in Leiden uit 1681 zijn de vroegst bekende hangwerkconstructies in Nederland.[1416] Andere vroege voorbeelden van hangwerken waarbij een ondersteuning onder de trekbalk niet mogelijk of gewenst was, zijn de Burgerzaal van het stadhuis in Amsterdam van rond 1700, de Lutherse Kerk in Den Haag uit 1760, de Delftse Poort in Rotterdam uit 1769-1772 en Kasteel Loenersloot uit 1772-1777.[1417] Als architect was Roman bekend met de gangbare classicistische architectuurtraktaten, zoals die van Palladio, Scamozzi, Serlio en Vignola.[1418] Palladio's architectuurboeken, *I Quatro Libri dell'Architettura*, kunnen als inspiratiebron voor de hangwerkconstructies hebben gediend. Naast vele ontwerpen voor gebouwen waarvan de kappen zijn afgebeeld, staat namelijk in boek III ook het ontwerp van de Cismonebrug. Deze was geconstrueerd met vakwerkliggers waarin hangwerken zijn opgenomen (afb. 394).[1419] Ook kan de editie van 1600 van Serlio's architectuurboeken als inspiratie hebben gediend, met in het zevende boek afbeeldingen van vergelijkbare constructies (afb. 395).[1420] Roman kon over deze werken beschikken, aangezien ze aanwezig waren in de openbare Leidse Bibliotheca Thysiana.

[1413] Orsel 2009d, 128-130 en Stenvert en Orsel 2018.
[1414] Janse 1989, 300-301.
[1415] Bouwhistorische waarneming R. Stenvert en E. Orsel, 26 maart 2009.
[1416] Herman Janse schaarde in zijn overzichtswerken de hangwerken onder de kapconstructies na 1800; Janse 1989, 293-301. In het overzichtswerk van Berends komen de hangwerken niet voor; Berends 1996.
[1417] Respectievelijk Janse 1989, 267-269; Janse 1989, 258-259; Schmidt 1999, 229-236 en De Vries 2008, 227-230.
[1418] Blijdenstijn en Stenvert 2000, 31-46 en Bosma et al. 2007, 240-250.
[1419] Valeriani 2006b, 8-9 en Yeomans 2009, 156.
[1420] Stenvert en Orsel 2018, 62.

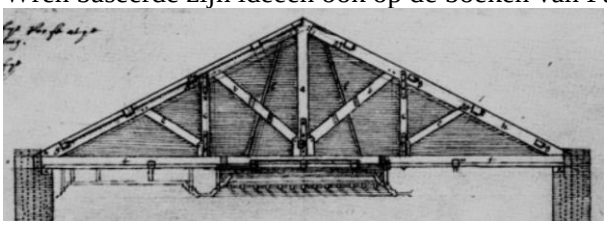


394 Ponte del Cismone (Palladio 1570)

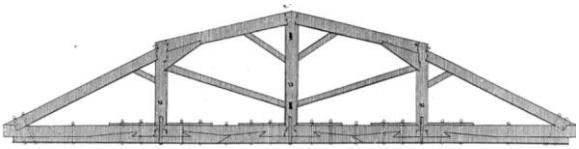


395 Kapconstructies (Serlio 1575)

Een andere mogelijkheid is dat Roman zijn ideeën heeft gebaseerd op Engelse voorbeelden. Hij was al voor en tijdens zijn aanstelling in 1681 als stadsarchitect van Leiden betrokken bij gebouwen van stadhouder Willem III (1650-1702) en zijn hof.[1421] Door zijn huwelijk in 1677 met Mary Stuart (1662-1694) waren er sterke banden tussen Holland en Engeland en in 1689 werden zij ook koning en koningin van Engeland, Ierland en Schotland.[1422] Vanwege de gewenste grote vrije overspanning had Inigo Jones (1573-1652) al in 1619-1622 bij de bouw van het Banqueting House in Whitehall vakwerkspanten met een hangwerk toegepast (afb. 396).[1423] Jones had zijn ideeën ontleend aan de boeken van Palladio die hij in zijn bezit had en aan een bezoek van Italië.[1424] Enige tijd daarna paste Christopher Wren (1632-1723) ook vakwerkspanten met hangwerken toe in de kapel van Pembroke College in Cambridge uit 1663-1665 en het Sheldonian theater in Oxford uit 1664-1669 (afb. 397). Wren baseerde zijn ideeën ook op de boeken van Palladio en een van Baldi uit 1621.[1425]



396 Banqueting House Whitehall, 1619-1622 (Yeomans 1986)



397 Sheldonian theatre Oxford, 1664-1669 (Valeriani 2006)

Belangrijke innovaties in Engelse kapconstructies zijn in deze gevallen dus geïntroduceerd door theoretisch onderlegde architecten en niet door uitvoerende timmerlieden.[1426] Architecten kopieerden niet exact de voorbeelden in de buitenlandse traktaten. Zij incorporeerden deze constructieve vormen als algemeen concept en pasten deze aan om aan te sluiten bij de lokale bouwtraditie.[1427] De timmerlieden zorgden vervolgens voor de verspreiding van deze innovatieve technologieën.[1428]
Door zijn contacten met het stadhouderlijk hof kan Jacob Roman in aanraking zijn gekomen met de ontwerpen van Jones of Wren, of van latere (op)volgers. De inspiratie voor een hangwerkconstructie voor de vrije overspanning van het Meermansburghof kan Roman dus hebben opgedaan uit Italiaanse traktaten of van Engelse voorbeelden (die overigens weer waren gebaseerd op de Italiaanse traktaten).

---

[1421] Terwen-De Loos 1970, 199-201; Kuyper 1980, 178-179; Fock 2001, 187 en 196; Louw 2009, 112 en Jehee 2010, 108-110.
[1422] Kuyper 1980 en Bosma et al. 2007, 237.
[1423] Yeomans 1986, 85 en Yeomans 2009, 154-156. Een ander voorbeeld is de kap van St.-Paul's in Covent Garden uit 1631-1633.
[1424] Yeomans 1989, 99; Valeriani 2006b, 3-6 en Yeomans 2009, 155.
[1425] Valeriani 2006b, 3-6 en Yeomans 2009, 157-158. Door de constructieve afwijkingen is het duidelijk geworden dat Wren zich niet heeft gebaseerd op de oudere voorbeelden van Jones.
[1426] Valeriani 2006b, 5.
[1427] Valeriani 2006b, 3-6 en 29. In Duitsland deed Elias Holl voor een ontwerp uit 1607-1609 in Augsburg hetzelfde; Valeriani 2008, 13-14.
[1428] Valeriani 2006b, 5.

Aangezien hij in 1681 in Leiden kon beschikken over Italiaanse traktaten en bij hem de Engelse invloed iets later aanwijsbaar is, is het plausibeler dat het hangwerk aan het werk van Serlio is ontleend.[1429] De hangwerkconstructie van het Meermansburghof, Oude Vest 159, uit 1681 maakt duidelijk dat architecten in deze periode ook verantwoordelijk waren voor innovaties van de constructie.[1430] Hetzelfde is ook geconstateerd in Engeland met de herbouw van de kerken in London na de grote brand van 1666.[1431]

De bijzondere hangwerk-constructie heeft in kapconstructies van huizen, of bij andere gebouwen in Leiden, echter geen navolging gekregen. De constructie was ook niet geschikt voor huizen omdat de zolder niet of nauwelijks meer bruikbaar werd. De invloed van theoretisch onderlegde architecten op een vernieuwing van de bouwwijze beperkte zich dus tot de specifieke en bijzondere gevallen. Op de kapconstructies van ordinaire huizen zal er geen effect zijn geweest, aangezien de overspanning vaak kleiner was, een tussenondersteuning mogelijk was en de constructie een slecht bruikbare zolder opleverde.

Een interessant fenomeen is waarneembaar bij een ontwerp uit 1737 van stadsmeestertimmerman Pieter van Drongen. Hij tekende een gebouw met omlopend schilddak waarvan de constructie bestond uit gebruikelijke driehoekspanten, voorzien van gordingen en dakbeschot (afb. 398).[1432] De uitvoering met gordingen is vrij vroeg. Maar uniek zijn de verticale voetschoren in de driehoekspanten. Voetschoren zijn verder onbekend in Leidse spantconstructies.[1433] Mogelijk waren de redelijk grote overspanning en een ophangconstructie voor de onderliggende vloer aanleiding voor de constructie. Waarschijnlijk heeft Van Drongen zich voor het ontwerp laten beïnvloeden door binnen- of buitenlandse voorbeeldboeken.[1434]

In de 18de eeuw hadden de opdrachtgevers, de geschoolde ontwerpers en soms ook de ambachtslieden en timmerbazen, mede door beschikbare publicaties kennis van de internationale, voornamelijk Franse, soms Duitse of Engelse, architectuur.[1435] In verschillende van de buitenlandse en Nederlandstalige publicaties was ook aandacht voor de theoretische bouwwijze.[1436] In het boek van Danckers uit omstreeks 1675, met daarin een verzameling kapconstructies, zijn bij folio 32 tot 35 uitvoeringen met voetschoren weergegeven (afb. 399).[1437] Justus Danckers *Architectura Chivilis* is een bewerkte kopie van Johan Wilhelms, *Architectura Civilis*, uit 1668.[1438] Ook in de, in Van Drongens tijd, veel gebruikte *'t Dubbelt Bosboom* is deze afbeelding die ontleend is aan Danckers, aanwezig.[1439] Het is onbekend of de kap in 1737 conform het ontwerp van Van Drongen werd gerealiseerd. Bij een ander ontwerp van Van Drongen, ook uit 1737, kwamen de voetschoren niet voor, maar hier waren de spanten ook beperkter in omvang.

---

[1429] Stenvert en Orsel 2018.

[1430] Zie ook Janse 1989, 295. Janse noemt Jacob van Campen als voorbeeld, die bij de bouw van het stadhuis in Amsterdam nieuwe vormen en constructies inbracht.

[1431] Valeriani 2006b, 5.

[1432] Volgens Jan Dröge betrof het een ontwerp voor het stadhuis. Deze uitbreiding met de dubbele dakvorm is zichtbaar op luchtfoto's van voor de stadhuisbrand van 1929; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Jan Dröge.

[1433] De voetschoren zijn wel enigszins vergelijkbaar met standzoontjes zoals bij de kap van het Gravensteen, Pieterskerkhof 6 uit 1463 of de Kerkmeesterskamer, Kloksteeg 10 uit 1618.

[1434] In de boeken van Vermaarsch uit 1664, het *Groot volkomen moolenboek* uit 1736 en de vroege uitgaven van Bosboom, die voor het eerst verscheen in 1657, is deze vorm niet aangetroffen.

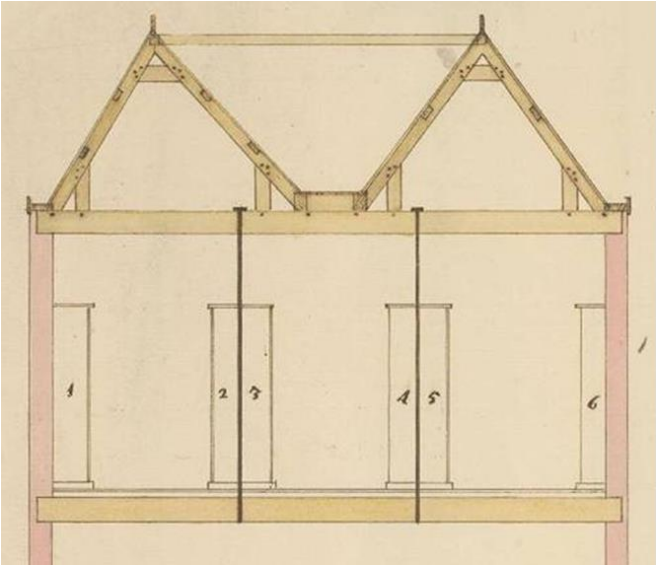
[1435] Meischke et al. 1997, 135-136 en Bosma et al. 2007, 252-257.

[1436] Bosma et al. 2007, 268-269. Voorbeelden van dergelijke publicaties zijn, naast de al genoemde traktaten van Serlio, Palladio en Scamozzi; Bosboom 1657; Vermaarsch 1664; Danckers z.j., ca. 1675; Goeree 1681; Natrus et al. 1736; Bosboom 1750; Poley 1770 en Erzey 1777. Zie ook De Vries 2008.

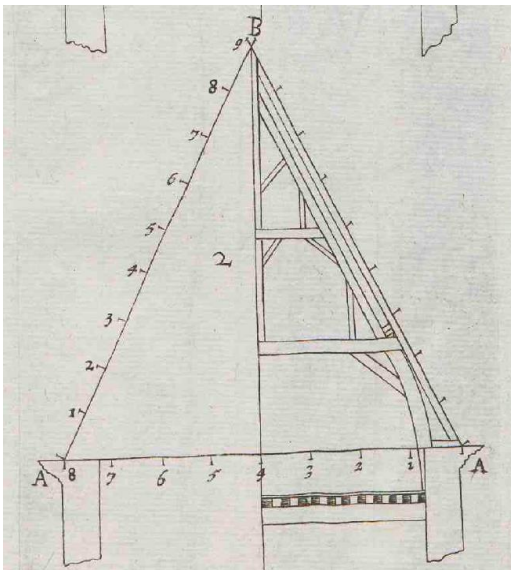
[1437] Justus Danckers noemde in zijn inleiding Bosboom uit 1657 en Vermaarsch uit 1664 en zal dus kort daarna zijn verschenen; Röell 2010, 64. In Bosma et al. 2007 wordt op pag. 396 Danckers uit 1678 aangehaald. De datering van 1650 voor het boek van Danckers zoals Krabbe aangaf kan niet juist zijn; Krabbe 1998, 28.

[1438] Röell 2010, 64.

[1439] *'t Dubbelt Bosboom* was een aangevulde versie en deze werd tot en met 1854 herdrukt; Krabbe 1998, 26-29. Vanaf 1686 was het werk van Danckers, dat terugging op de Duitse uitgave van Johan Wilhelm, opgenomen in het werk van Bosboom; Röell 2010, 64.



398 Bibliotheek of museum, Van Drongen, 1737 (ELO)



399 Spant met voetschoren (Danckers z.j.)

Bij uitzonderlijke bouwprojecten onder leiding van een geschoold architect of bouwmeester was dus op voorbeeldboeken geïnspireerde vernieuwingen en verbeteringen van bouwconstructies mogelijk. De constructie van de grote koepelkap op de Marekerk uit 1639-1645 is hiervan een voorbeeld. Het ontwerp van Van 's-Gravensande lijkt gebaseerd op een afbeelding in de publicatie *Le théâtre de l'art de charpentier* van M. Jousse uit 1627.[1440]

Een ontwerp door een vooraanstaand architect werd echter vaak volgens de lokale ambachtelijke bouwwijze uitgevoerd. Een illustratief voorbeeld is de door de theoretisch geschoolde Franse barokarchitect Daniël Marot (1661-1752) ontworpen Leidse Oranjerie uit 1744, waarvan de kap op de Leidse gebruikelijke bouwwijze werd getimmerd.[1441]
Op basis van een bestek d.d. 6 juni 1744 werd de uitvoering van het timmerwerk aangenomen door de Leidse meestertimmerman Jan van Warendorp.[1442] De constructie bestaat uit grenenhouten stapelspanten, opgebouwd uit dekbalk- en driehoekspanten met houten schetsplaat, met daarop flieringen en een nokgording ter ondersteuning van gezaagde sporen.[1443]

**6.2 Regionaal**

Het constructieprincipe van de vroegste Leidse kapconstructies met de ondersteunde en schorende stapeling van dwarsgeplaatste spanten, flieringen en sporenparen (14$^{de}$ – 16$^{de}$ eeuw) paste binnen de Vlaams-Nederlandse groep met dwarsgeplaatste portaalachtige spanten, die ontstaan is uit de Noord-Europese basale, zuivere sporenkap.[1444] In Leiden werden de portalen uitgevoerd als dekbalkspanten in eikenhout (later grenen), wat kenmerkend was voor Nederland. Deze constructieve opzet en de toegepaste terminologie kwamen voor in een samenhangend Nederlandstalig gebied langs de Noordzeekust, van Duinkerken tot Friesland.[1445] Een nadere en duidelijke geografische afbakening in verschillende tijden van constructieve regio's in Nederland is niet voorhanden.[1446] Daarvoor ontbreekt het echter tot nu toe aan voldoende uitgewerkte en gepubliceerde bouwhistorische documentatie en synthese op lokaal en regionaal niveau.

---

[1440] Steenmeijer 2005, 176 en zie Bijlage Rekeningen en Bestekken, Marekerk, 1645.
[1441] Kamphuis 2001 en Bosma et al. 2007, 252. Zie ook dossier Rapenburg 73 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1442] Kamphuis 2001, 23-27. Helaas is het bestek niet gesigneerd.
[1443] Kamphuis 2001, 8-10 en 55-61.
[1444] Janse en Devliegher 1962; Janse 1989; Janse 1990a; De Vries 2003; Hoffsummer 2009 en Van Eenhooge et al. 2018, 15-20.
[1445] Zie paragraaf Kappen in Noordwest-Europa.
[1446] Dit had onder andere tot gevolg dat op een overzichtkaart van vakwerk- of houtskeletbouw in Europa in het Glossary of Prehistoric and Historic Timber Buildings Nederland voor het grootste deel werd weergegeven als een witte vlek; Volmer en Zimmerman 2012, 31 en Van Tussenbroek 2017b, 44 en 49.

Met de voor Leiden opgebouwde kennis over historische kapconstructies kan een poging worden gedaan om te onderzoeken of de Leidse kap en zijn ontwikkeling lokaal begrensd waren of pasten binnen een bepaalde regio. Dit deelonderzoek heeft noodgedwongen een verkennend karakter, vanwege het ontbreken van voldoende data buiten Leiden, zoals hierboven aangegeven.

Janse heeft bij de vroege kapontwikkeling verschillende types onderkend en constateerde dat deze gedeeltelijk in bepaalde gebieden voorkwamen.[1447] Bij de verdere ontwikkeling zijn de spantconstructies vooral chronologisch en typologisch benaderd en zijn regionale verschillen nauwelijks behandeld.[1448] In het onderzoek naar Nederlandse huizen is ondertussen wel een regionale benadering ontstaan. Het oudere overzichtswerk van Meischke en Zantkuijl over Nederlandse huizen uit 1969 presenteerde een huistypologie voor heel Nederland en daarin was geen sprake van een regionale benadering.[1449] In de opvolgende serie over huizen in Nederland werd op basis van voortschrijdend inzicht uitgegaan van een nieuwe benadering met regionale aspecten in de huizenbouw.[1450] Een voorbeeld is de constatering dat het bouwen op vlucht alleen voorkwam in westelijk Nederland.[1451] De benadering was echter vooral architectuurhistorisch bepaald en niet constructief typologisch. De in de serie gehanteerde invloedsgebieden zijn daarom niet goed bruikbaar als afgebakende constructieve regio's.[1452]

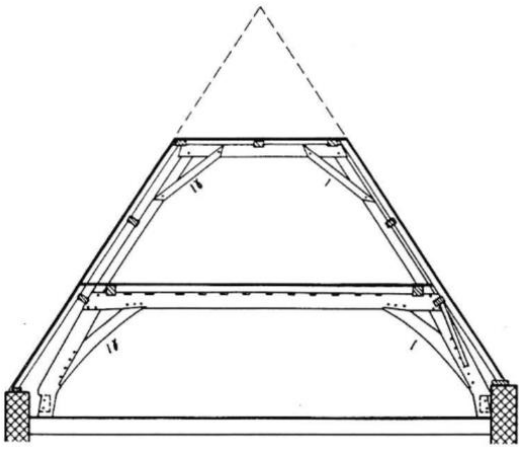
Leiden ligt redelijk centraal in het Nederlandse taalgebied langs de Noordzeekust. De kapconstructies op Leidse huizen kunnen worden vergeleken met die op huizen van steden in de omringende regio om lokale of regionale kenmerken en bijzonderheden te duiden. Zodoende kunnen eventuele constructief samenhangende regio's worden onderkend.
Van de direct omliggende historische steden, Haarlem, Gouda en Den Haag, ontbreekt het echter helaas tot nog toe aan overzichten van de ontwikkeling van kappen op huizen. Ook in het overzichtswerk van Janse komen van Den Haag, Gouda en Haarlem geen kapconstructies op huizen voor.[1453] Dit bemoeilijkt een vergelijking. Van de iets verder weggelegen steden is in het noorden over kapconstructies op Amsterdamse huizen relatief veel gepubliceerd.[1454] Dat geldt ook voor het oostelijk gelegen Utrecht.[1455] Van het in het zuiden gelegen Delft bestaat een beknopte synthese.[1456] Delft werd echter in 1536 getroffen door een grote stadsbrand waardoor middeleeuwse kapconstructies nauwelijks bewaard zijn gebleven. Daarom is Delft maar deels bruikbaar voor vergelijking.[1457] Voor de nog verder weg gelegen gebieden is op hoofdlijnen onderzocht of de ontwikkelingen daar aansloten of afweken van die in Leiden.

**Haarlem**
In Haarlem staat het huis Spaarne 38 waarvan twee 14$^{de}$-eeuwse kapconstructies veel overeenkomsten vertonen met 14$^{de}$-eeuwse Leidse kappen en hun vroege kenmerken.[1458] De oudste kapconstructie uit 1357 ±6 jr (d) heeft een dekbalkspant met kromme spantbenen en (gereconstrueerde) sporenkap. De korbelen zijn boven gepend en onder vernageld. De sporenparen waren verbonden aan de uiteinden van de dekbalken.

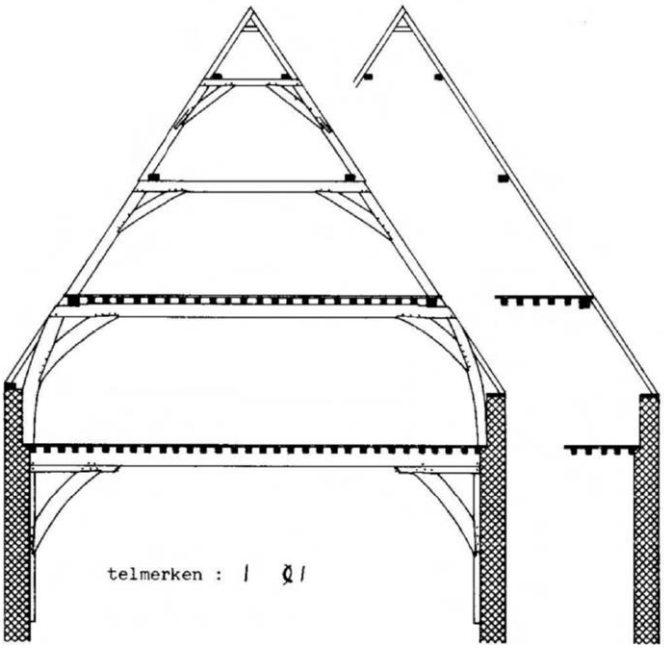
---

[1447] Janse 1989, 81-87 en 121-124.
[1448] Janse 1989, 87-115 en 121-146 en 251-263.
[1449] Meischke en Zantkuijl 1969 en Meischke et al. 1993, 10-12.
[1450] Meischke et al. 1993, 10-12.
[1451] Meischke et al. 1997, 40-41.
[1452] Het betreft ten eerste een noordwestelijk deel bestaande uit de provincies Friesland en Noord-Holland; Meischke et al. 1993. Ten tweede is er een zuidwestelijk gebied, Zeeland en Zuid-Holland; Meischke et al. 1997. Haarlem en Amsterdam liggen op de grens van het noordwestelijke en zuidwestelijke gebied. Amsterdam is beschouwd als een eigen gebied; Meischke et al. 1995. In het vierde deel van de serie is een ruim gebied gedefinieerd betreffende de oostelijke provincies, Utrecht en Noord-Brabant; Meischke et al. 2000. Zie ook Van Tussenbroek 2017, 49.
[1453] Janse 1989, 399-400.
[1454] Zantkuijl 1993; Meischke et al. 1995; Van Tussenbroek 2009; De Roon 2009; Derksen 2010 en Van Tussenbroek 2012.
[1455] Temminck Groll 1963; Dolfin et al. 1989; Janse 1989; Klück 1999 en Hundertmark 2012.
[1456] Weve 2013.
[1457] Weve 2013, 223.
[1458] Glaudemans en Steehouwer 1995, 21-24.

De kap van de tweede fase uit 1383 (d) bestaat uit eikenhouten stapelspanten met een dekbalkspant met kromme spantbenen en een dekbalkspant met rechte spantbenen (afb. 400). De spantbenen van het bovenste spant staan aan de buitenzijde van de ingelaten flieringen. De korbelen van het onderste spant hebben een gepende verbinding met veel houten nagels. De korbelen van het bovenste spant hebben gelipte korbeels. Gepende blokkeels verbinden de borstwering met de spantbenen. De spanten zijn gemerkt met gekraste merken en bovendien voorzien van een visje als richtingsteken.



400 Haarlem, Spaarne 38, 1383 (d) (Glaudemans en Steehouwer 1995)




401 Haarlem, Grote Pestzaal, 1463 (d) (Janse 1989)

Hoewel het geen huis betreft, vertoont ook de kap van de Haarlemse Gravenzaal uit 1369 (d) overeenkomsten met Leidse kapconstructies.[1459] De zaal heeft stapelspanten met dekbalkspanten met onder gekromde spantbenen en daarop rechte spantbenen. Het bovenste spantbeen staat aan de buitenzijde van de fliering. Deze kap heeft ook gepende blokkeels. De sporenparen zijn in één reeks met de spanten genummerd en daar mee verbonden. Als richtingsteken is een visje toegepast.
Het vleeshuis uit 1602 heeft ook stapelspanten en een nokgording op nokstijlen.[1460] De vorm van de stapelspanten, tezamen met een combinatie van flieringen en gordingen, komt overeen met de kappen in Leiden. Opvallend en afwijkend van de Leidse situatie zijn de sleutelstukken bij het onderste spant en de gekromde spantbenen op de hogere niveaus. Bijzonder is de dakbedekking van lood.
Het Haarlemse pesthuiscomplex aan de Schotersingel heeft een aantal 15$^{de}$- en 16$^{de}$-eeuwse bouwdelen.[1461] De zogenaamde Grote Pestzaal uit 1463 (d) heeft een kapconstructie met stapelspanten en sporenparen met haanhout (afb. 401). Het onderste dekbalkspant heeft gekromde spantbenen. De bovenste spanten hebben rechte spantbenen, die aan de buitenzijde van de flieringen staan. De constructie is voorzien van gekraste merken met een visje als richtingsteken. Opvallend zijn de afgeschoorde muurstijltjes onder de flieringen. Drie andere vleugels uit 1559, 1562 en 1563 hebben ook stapelspanten met een nokgording op afgeschoorde nokstijlen en hebben alle drie de fliering aan de buitenzijde van de spantbenen en gehakte telmerken. De kap van de St.-Adriaansdoelen uit 1562 heeft een stapelspant met in de nok een nokgording op een afgeschoorde nokstijl.[1462] Ook in Haarlem kwam dus vanaf het midden van de 16$^{de}$ eeuw de nokgording voor, vergelijkbaar met Leiden.

[1459] Janse 1989, 105-106 en De Vries 2000, 78-79.
[1460] Janse 1989, 254.
[1461] Janse 1989, 112-113 en Kamphuis 1999.
[1462] Janse 1989, 141.

De voornamelijk 17de-eeuwse voorbeelden van Haarlemse kapconstructies in de catalogus in de publicatie van Meischke, Zantkuijl, Raue en Rosenberg vertonen dezelfde vorm en constructie als bovengenoemde constructies.[1463] Geconcludeerd kan worden dat in de 14de t/m de 16de eeuw de kapconstructies in Leiden en Haarlem gelijkvormig waren geconstrueerd. In Haarlem deed omstreeks het midden van de 16de eeuw de nokgording zijn intrede, alsmede de gehakte telmerken. Ook dit is goed vergelijkbaar met Leiden.

**Gouda**

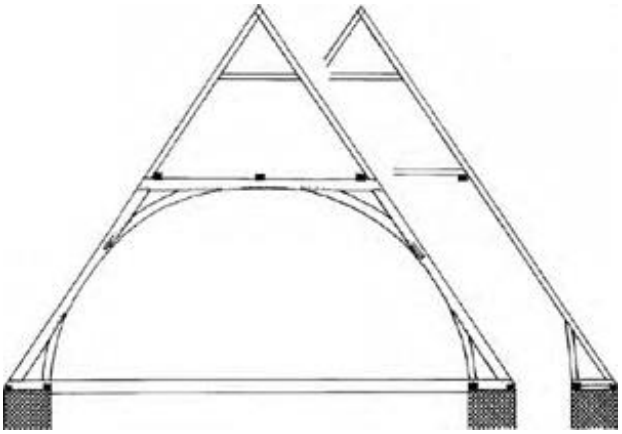
Het huis Markt 3-4 in Gouda heeft een kapconstructie die globaal gedateerd is in de periode 1400-1550.[1464] De kap met eikenhouten stapelspanten, opgebouwd met twee dekbalkspanten en een afgeschoorde nokstijl ondersteunt gekantrechte naaldhouten sporen. De constructie is voorzien van ingekraste rechte telmerken, waarvan één streep een gebroken richtingsmerk is. Turfmarkt 120 is een ander huis met een kap met eikenhouten stapelspanten.[1465] De constructie van vermoedelijk voor 1600 heeft een stapeling van twee dekbalkspanten, waarvan de onderste met gekromde spantbenen, en een driehoekspant die de nokgording draagt. De spanten ondersteunen ronde naaldhouten sporen. Een ander voorbeeld is Westhaven 65 van rond 1550 met een kap met eikenhouten spanten met gekromde spantbenen en gekoppelde sporenparen.[1466]Deze kappen duiden erop dat in de 15de en 16de eeuw de kapconstructies van woonhuizen in Gouda vergelijkbaar geconstrueerd waren met die in Leiden. Helaas ontbreekt het aan andere gepubliceerde bruikbare voorbeelden.[1467] Uit het feit dat de kap uit 1448-1450 van het Goudse stadhuis overeen komt met de kap uit 1463 (d) van het hierboven behandelde pesthuis in Haarlem blijkt ook de overeenkomst.[1468]

**Den Haag**

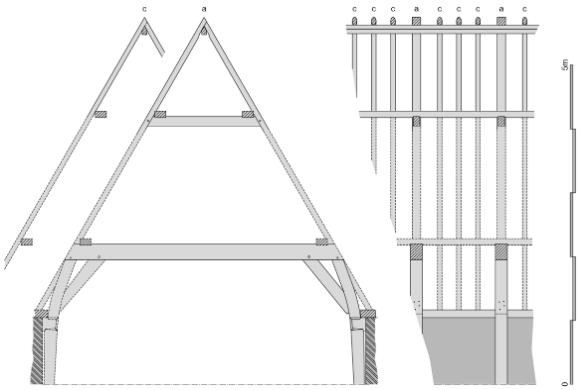
Voor Den Haag ontbreken voor een vergelijk bruikbare gepubliceerde gegevens over kapconstructies op huizen.[1469] Uit eigen onderzoek zijn kapconstructies van twee Haagse huizen bekend. Nieuwe Molslaan 26 heeft een omlopend schilddak met middenzakgoot uit 1719-1726.[1470] De kap heeft een opbouw met grenenhouten dekbalkspanten met middenondersteuning en een afgeschoorde nokstijl. Het huis Lange Voorhout 30 heeft een grenenhouten kapconstructie uit 1737 met stapelspanten, opgebouwd uit dekbalkspant en driehoekspant met spantbalk.[1471]Beide 18de-eeuwse kapconstructies laten zien dat deze vergelijkbaar zijn met die op Leidse huizen uit Hoewel geen woonhuis is de kap van de Lairessezaal van het Binnenhofcomplex wel van belang voor het vergelijk van constructies uit de middeleeuwen. De Lairessezaal heeft een constructie uit 1329 (d) bestaande uit dekbalkspanten met trekbalk en standzoontjes (afb. 402).[1472] Naast de normale flieringen ligt er een derde langsbalk midden op de dekbalk. De sporenparen zijn voorzien van twee haanhouten. De vorm van deze kap vertoont overeenkomst met de gereconstrueerde kapconstructie van het koor van het Leidse Catharinagasthuis, met de mogelijke datering van 1314-1320 (d) of zelfs in het einde van de 13de eeuw (afb. 406). Deze constructie toont aan, samen met de kap van de Grote of Ridderzaal uit 1288 ±6 jr (d), dat in de directe omgeving van Leiden al vroeg constructies met dwarsgeplaatste dekbalkspanten met flieringen en sporenparen voorkwamen (afb. 413).[1473]

---

[1463] Meischke et al. 1993, 166, 172, 174, 178-179, 190 en 207.
[1464] Gemeente Gouda 2008, 11-13. Zie de redengevende omschrijving van gemeentelijke monument 857.
[1465] Gemeente Gouda 1995, 2-3.
[1466] Dit pand is in 1994 onderzocht in het kader van de studie Bouwkunde aan de TU Delft. Een publicatie met nadere informatie over de kapconstructie ontbreekt.
[1467] Zo leverde het doorzoeken van de *Tidinge*, het historisch tijdschrift van de Goudse historische vereniging Die Goude ook geen verdere informatie op.
[1468] Janse 1989, 113.
[1469] Navraag bij Patrick Bosman, bouwhistoricus bij de gemeente Den Haag bevestigde dit. Ook het doorzoeken van de jaarboekjes van de Haagsche geschiedkundige vereniging Die Haghe leverde geen verdere informatie op.
[1470] Kamphuis 2000.
[1471] Kamphuis 1998.
[1472] Janse 1989, 95; Röell 2004, 45 en De Vries 2000, 78.
[1473] Janse 1989, 89-91; De Vries 2000, 76-77; De Vries 2003, 2101 en Röell 2004, 42-45.



402 Den Haag, Lairessezaal, 1329 (d) (Janse 1989)



403 Amsterdam, Spui 3, 1562-1563 (d) (Van Tussenbroek 2012)

**Amsterdam**

In Amsterdam zijn middeleeuwse kapconstructies van huizen zeldzaam, vooral als gevolg van stadsbranden in 1421 en 1452 en de latere verdichting met verhogingen.[1474] Recent bouwhistorisch onderzoek heeft bovendien aangetoond dat de datering van de oudste huizen in Amsterdam minder ver terug gaat dan werd verondersteld.[1475] De oudste bewaarde kapconstructies van Amsterdamse huizen stammen uit de late 15de en de eerste helft van de 16de eeuw.[1476] Deze zadeldaken hebben een eikenhouten kapconstructie met dekbalkspanten, flieringen en, voor zover duidelijk, sporenparen.[1477] De spanten zijn uitgevoerd met gekromde spantbenen als het gebouw borstweringen heeft en anders met rechte spantbenen. Ook de opzet met stapelspanten komt voor, zowel met de spantbenen aan de binnenzijde, als aan de buitenzijde van de fliering geplaatst.[1478] Met de kap van Spui 3, uit 1562-1563, wordt duidelijk dat rond 1550 in Amsterdam de nokgording zijn toepassing kreeg (afb. 403).[1479] Om de nokgording te ondersteunen staat op het dekbalkspant met gekromde spantbenen een driehoekspant, dat met de spantbenen aan de buitenzijde van de fliering staat. Deze plaatsing van de spantbenen van het driehoekspant aan de buitenzijde van de fliering was algemeen in Amsterdamse kappen.[1480] De nokgording kan ook worden ondersteund door een nokstijl zoals een kap uit 1612 laat zien.[1481] In de eerste helft van de 17de eeuw bleef de constructie traditioneel geconstrueerd.[1482] In deze periode vond de overgang plaats van eikenhout naar grenenhout.[1483] Eiken gekromde spantbenen komen nog voor tot omstreeks 1670.[1484] Met de opkomst van het grenenhout werden echter ook geknikt gezaagde grenen spantbenen toegepast.[1485]

---

[1474] Van Tussenbroek 2012, 16-19 en Van Tussenbroek 2015b.
[1475] Van Tussenbroek 2012, 16. Vergelijk Zantkuijl 1993, 42-45.
[1476] Laat 15de-eeuwse voorbeelden zijn Warmoesstraat 67 met hergebruikte stapelspanten van kort na 1479 (d), Warmoesstraat 90 uit 1485 (d), het Bethaniënklooster Barndesteeg 4-6 uit 1486 (d) en Kloveniersburgwal 12 uit 1498 (d); Van Tussenbroek 2012, 16, 84-85, 114-115 en 219-224. Warmoesstraat 38 en 40 dateren respectievelijk van rond 1540 en 1550; Van Tussenbroek 2012, 208-214.
[1477] Derksen 2010, 95-96 en Van Tussenbroek 2012, 16, 84-85, 14-115, 208-214 en 219-224.
[1478] Warmoesstraat 67 uit 1479 (d) heeft stapelspanten waarvan de spantbenen van het bovenste spant aan de binnenkant van de flieringen staan; Van Tussenbroek 2012, 219-220. Bij Warmoesstraat 139 (volgens Zantkuijl, terwijl Janse nr. 149 schrijft) stonden deze aan de buitenzijde; Janse 1990a, 54 en Zantkuijl 1993, 43.
[1479] Derksen 2010, 95-96 en Van Tussenbroek 2012, 198-199.
[1480] De Roon 2009, 40-41 en 52; Van Tussenbroek 2009, 108; Van Tussenbroek 2012, 102-106, 132-134, 146-147, 167-173 en specifiek 196 en Orsel 2017.
[1481] Herengracht 12, rond 1615; Derksen 2010, 97-98 en Van Tussenbroek 2012, 93-94.
[1482] Derksen 2010, 97.
[1483] Derksen 2010, 97-98 en Tussenbroek 2012, 21-22. De kap van Heintje Hoekssteeg 26 uit 1603 (d) heeft grenenhouten dekbalkspanten en eiken krommers; Van Tussenbroek 2012, 91-92.
[1484] De dekbalkspanten van Nieuwezijds Voorburgwal 284 uit 1669-1670 zijn van grenenhout, afgezien van de eikenhouten gekromde spantbenen; Van Tussenbroek 2012, 146-147.
[1485] Derksen 2010, 98 en 102.

De Amsterdamse kappen werden vanaf de eerste helft van de 17de eeuw in een iets lichtere houtmaat geconstrueerd.[1486] Een nieuw element was de alternerende hangbalk.[1487] Bovendien is een ontwikkeling waarneembaar van dicht op elkaar plaatsen van spanten, wat zich doorzette in de tweede helft van de 17de eeuw.[1488] Verbindingen waren dan vaak gepend of vernageld, maar ook kwam soms de gelipte verbinding voor.[1489] In de eerste helft van de 17de eeuw is, onder invloed van architectonische vernieuwingen, de opkomst van brede huizen met kroonlijst en nieuwe dakvormen, als parallelle en omlopende schilddaken waarneembaar.[1490] Vanaf de tweede helft van de 17de eeuw werden ook asymmetrische dakvormen achter hoge kroonlijstgevels toegepast. In de tweede helft van de 17de eeuw waren er ook constructieve aanpassingen.[1491] Tussenbalken ontwikkelden zich tot alternerende, lichtere tussenspanten.[1492] Borstweringen werden achterwege gelaten en steeds vaker had de kap gordingen.[1493] In deze periode werd het stapelspant omgevormd tot de driehoekspantvorm, ook wel A-spant genoemd, met het zadeldak van Keizersgracht 794 uit 1675 als vroegst gedateerd voorbeeld.[1494] In Amsterdam komt in later tijd ook de aanpassing van bestaande daken voor, bijvoorbeeld met een leugenaar.[1495] De 18de-eeuwse kapconstructies zijn een voorzetting van de principes uit de 17de eeuw. Daarnaast kwam ook de uitvoering in strak gezaagd grenen op.[1496] Een constructieve vernieuwing, vermoedelijk geïnspireerd op buitenlandse publicaties, was het kreupele spant, met Prinsengracht 263 uit 1740 als vroeg voorbeeld.[1497] Samenvattend kwamen Amsterdamse daken qua vorm en constructie tot ongeveer het midden van de 17de eeuw in grote lijnen overeen met de ontwikkelingen in Leiden. De Amsterdamse kappen hadden wel een van Leiden afwijkende gebruikelijke opzet met de fliering aan de binnenzijde van spantbenen. Deze plaatsing van de fliering was een kenmerk van kappen met stapelspanten in Noord-Holland en Friesland.[1498] Vanaf het midden van de 17de eeuw vertoont Amsterdam een meer lokale constructieve ontwikkeling met onder andere alternerende spanten en relatief korte hart-op-hartafstanden. Deze ontwikkeling is in Leiden niet aangetroffen. Dat geldt ook voor de regelmatig toegepaste gelipte verbinding van bijvoorbeeld korbeels, die ook in Haarlem voorkwamen. Amsterdam was ten opzichte van Leiden relatief laat met de ontwikkeling naar het driehoekspant. Amsterdam was wel vroeg met het gebruik van de kreupele stijl in de 18de-eeuw. In Leiden is de toepassing in de 18de eeuw van kreupele stijlen (nog) niet vastgesteld. Beïnvloeding vanuit Amsterdam met haar lokale oplossingen op de Leidse kapconstructie, lijkt dus niet vast te stellen.

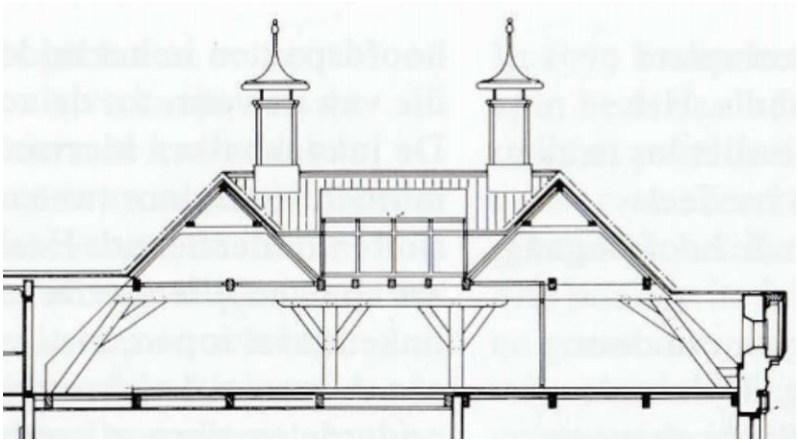
**Utrecht**

In Utrecht zijn de oudste kappen dennenhouten sporenkappen. Gedateerde voorbeelden van dergelijke kappen op huizen zijn Oudegracht 114 uit 1291 (d) en Oudegracht 187 uit 1309 (d) (afb. 418-419).[1499] In Utrecht vond in het begin van de 14de eeuw de overgang plaats van dennenhouten sporenkappen en enkelvoudige balklagen naar eikenhouten spantenkappen en samengestelde balklagen.[1500] Het oudste Utrechtse voorbeeld van een huis met spanten is Oudegracht 307 uit 1319-1325 (d) (afb. 428).[1501] In de Utrechtse huizen bleef vanaf de 14de tot de 16de eeuw de kapconstructie in hoofdlijn gelijk.[1502]

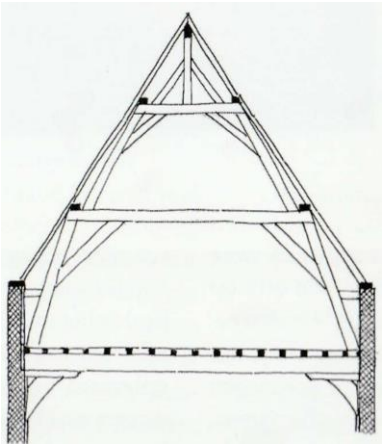
---

[1486] De Roon 2009, 42 en 47-48 en Van Tussenbroek 2009, 118.
[1487] Derksen 2010, 99-100.
[1488] Derksen 2010, 102-103.
[1489] Van Tussenbroek 2012, 77 en 100-101.
[1490] Van Tussenbroek 2009, 109-111 en Derksen 2010, 97 en 107.
[1491] Derksen 2010, 103-105.
[1492] Derksen 2010, 104 en 107.
[1493] Zantkuijl 1993, 46 en Derksen 2010, 103-104 en 107.
[1494] Derksen 2010, 104 en 108 en Van Tussenbroek 2012, 113.
[1495] Derksen 2010, 98.
[1496] Van Tussenbroek 2009, 120-121 en Van Tussenbroek 2012, 183.
[1497] Zantkuijl 1993, 45; Van Tussenbroek 2009, 120-121 en Van Tussenbroek 2012, 82-83 en 182-183.
[1498] De Roon 2009, 40-41.
[1499] Janse 1989, 71 en 76-77 en De Vries 2003, 2098.
[1500] Dolfin et al. 1989, 431-434; Klück 1999 en Hundertmark 2012. Temminck Groll had in 1963 deze overgang rond 1400 gedateerd; Temminck Groll 1963, 145.
[1501] Dolfin et al. 1989, 433; Janse 1989, 93; Klück 1999, 136 en De Vries 2003, 2102.
[1502] Dolfin et al. 1989, 435-436.

Deze kappen bezitten een opbouw met (dekbalk)spanten met flieringen die sporenparen ondersteunden.[1503] De spanten hebben vaak gekromde spantbenen. De middeleeuwse kappen werden voorzien van gesneden telmerken. Vanaf 1474 (d) kwamen gehakte merken voor.[1504] De nokgording kwam vanaf rond 1500 in Utrecht in gebruik.[1505] Vanaf dat moment werden de sporen eenvoudig tegen de nokgording gespijkerd. Hierdoor konden telmerken op de sporen achterwege blijven. Als eerste komen als constructie onder de nokgording nokstijlen voor, vanaf de 17de eeuw werden dit driehoekspanten. Net als elders, werd in Utrecht het eikenhout in de 17de eeuw verdrongen door grenen als constructiehout. Hierdoor werd ook de eiken krommer niet meer toegepast. In Utrecht kwam in de 17de eeuw ook het omlopende schilddak (dubbele kappen) in gebruik (afb. 404). Op kleine huizen kwam vanaf de 17de eeuw een toepassing van lichte driehoekspanten met kreupele stijlen voor. Tot slot kwamen in de 19de eeuw nieuwe kapconstructievormen in gebruik als het moderne Philibertspant en de gordingenkap.[1506] Net als voor Haarlem, Gouda en Amsterdam is geconstateerd, was in Utrecht de middeleeuwse kapvorm in hoofdlijn gelijk aan die in Leiden. Het betrof een kap met dekbalkspanten, flieringen en sporenparen. Echter in Utrecht komen oudere kappen voor, in de voorafgaande vorm van sporenkap. De voor Utrecht vastgestelde ontwikkeling rond 1300 naar kappen met spanten (en tegelijk van enkelvoudige balklagen naar samengestelde balklagen op muurstijlen) zou ook voor Leiden hebben kunnen opgaan. Bij de middeleeuwse kappen valt in Utrecht en Leiden de gelijktijdige introductie van de gehakte telmerken op. Utrecht lijkt met de introductie van de nokgording rond 1500 wel iets eerder dan Leiden te zijn geweest. Maar voor deze globale begrenzing zijn geen exacte dateringen voorhanden. De 17de-eeuwse ontwikkelingen in Utrecht komen globaal overeen met die in Leiden. Wel was Utrecht vroeg met zijn 17de-eeuwse toepassing van kreupele spanten, die in Leiden pas in de 19de eeuw zijn geconstateerd. In de 19de eeuw werd in Utrecht de gordingenkap toegepast, terwijl deze in Leiden al in de 18de eeuw voorkwamen. Het 19de-eeuwse gebruik van Philibertspanten in beide steden komt wel weer overeen. Utrecht en Leiden vertoonden dus in het algemeen grote overeenkomst in de ontwikkeling van de kapconstructie. Soms werd in de ene stad een fenomeen iets eerder toegepast dan in de andere, maar dit beeld kan ook deels het gevolg zijn van het ontbreken van onderzochte voorbeelden.



404 Utrecht, Janskerkhof 13, 1648 (Dolfin et al. 1989)



405 Delft, Brabantse Turfmarkt 77-79, 16de eeuw (Weve 2013)

[1503] Er is één voorbeeld van een tussenbalkspant bekend, Predikherenhof 5-7; Dolfin et al. 1989, 435-436.
[1504] De Vries 1992, 27 en De Vries 1993, 64. In dezelfde tijd werden ook gordingen geïntroduceerd, met als oudste voorbeeld de kap van et transept van de Utrechtse Dom uit 1477; De Vries 2003, 2103.
[1505] Dolfin et al. 1989, 435-436.
[1506] Dolfin et al. 1989, 440-441.

**Delft**
De Delftse middeleeuwse kappen hebben een met Leiden analoge opzet met gestapelde dekbalkspanten met flieringen en sporenparen.[1507] Het pand Oosteinde 173 heeft ook bouwsporen van flieringschoortjes in de bakstenen achtergevel, vergelijkbaar met de laat 14de-eeuwse Leidse voorbeelden. In de Delftse kappen die gebouwd zijn na de stadsbrand van 1536 werd een nokgording geïntroduceerd, ondersteund door een nokstijl of driehoekspanten (afb. 405).[1508] In Breda was dit ook het geval, na twee stadsbranden in 1490 en 1534.[1509] Het gebruik van een nokgording vanaf 1536 past bij de ontwikkeling in Leiden. In Delft was de introductie van de nokgording wel eerder dan in Leiden. De nokgording zal dus vermoedelijk, vanuit het zuiden, naar Leiden zijn gekomen.
In Delft is het opvallend dat de kappen van direct na de stadsbrand werden gemaakt van hout van veel mindere kwaliteit. Dit kwam vermoedelijk door de plotselinge grote vraag en het beperkte aanbod.[1510] Dit is ook in Amsterdam en ’s-Hertogenbosch vastgesteld.[1511] Analoog hieraan zou een grote vraag in combinatie met een beperkter aanbod ook een verklaring kunnen zijn voor enkele laat 16de-/ vroeg 17de-eeuwse Leidse kapconstructies van marginaal hout. In Delft komen ook aspecten als stapelspanten met dekbalk- en driehoekspanten, gordingen in combinatie met flieringen, asymmetrische spanten en de overgang naar grenenhout in 17de-eeuwse kappen voor. Dit is vergelijkbaar met deze aspecten in Leiden. Bovendien werden ook parallelle schilddaken en het omlopende schilddak in Delft toegepast, zoals voorbeelden uit 1759 en van rond 1800 tonen.[1512] Er was dus een grote overeenkomst tussen de kapconstructies van Delft en Leiden.

**Noord-Holland**
Het gebied boven Amsterdam wordt over het algemeen als een samenhangende bouwkundige regio beschouwd.[1513] Het is een gebied waar houtskelethuizen nog zeer lang zijn toegepast. De latere stenen huizen gingen terug op een houtbouwtraditie. De oudste houtskelethuizen hadden een dragend houtskelet en een eenvoudige sporenkap, ook als het huis een borstwering had.[1514] Sporenkappen kwamen in de West-Friese steden nog tot in de 17de eeuw voor.[1515] Mogelijk vanaf de 15de eeuw deed het dekbalkspant met krommers zijn intrede bij huizen met borstwering.[1516] Dit was waarschijnlijk het gevolg van brandkeuren die een hard dak vereisten, waarvoor een zwaardere constructie nodig was. Bij de grote huizen werden stapelspanten toegepast. Daarbij was de plaatsing van het spantbeen aan de buitenzijde van de fliering karakteristiek voor Noord-Holland.[1517] In Noord-Holland kwam de hangbalk als tussenbalk tussen de spanten ook veelvuldig voor. In de 17de eeuw werden naast dekbalkspanten-kappen ook veel kappen met driehoekspanten uitgevoerd. De kap met een combinatie van eikenhout en grenenhout van het pand Breedstraat 121 in Enkhuizen uit 1640 is karakteristiek voor de overgang van eiken- naar grenenhout in dit gebied.[1518] Vanaf circa 1650 werd bovendien de spoorloze beschoten kap en in de 18de eeuw de beschoten gordingenkap toegepast.[1519] Veelal waren ontwikkelingen van de kappen beïnvloed vanuit Amsterdam.[1520]

---

[1507] Weve 2013, 223-225.
[1508] Janse 1989, 135 en Weve 2013, 223-227.
[1509] Orsel 2001.
[1510] Weve 2013, 227.
[1511] Van Tussenbroek 2012, 23-30 en vriendelijke mededeling bouwhistoricus Maarten Enderman.
[1512] Meischke et al. 1997, 355 en Weve 2013, 225-227.
[1513] Janse 1978; Meischke et al. 1993; Boschma-Aarnoudse 2007 en De Roon 2009.
[1514] Boschma-Aarnoudse 2007, 60-89. Dit is gebaseerd op onderzoek in Edam, maar naar verwachting dit zal representatief zijn voor de overige steden.
[1515] Janse 1989, 77-78. Op Marken zijn sporenkappen uit de 19de eeuw bekend.
[1516] Boschma-Aarnoudse 2007, 63 en De Roon 2009, 48-50.
[1517] De Roon 2009, 40-42.
[1518] Meischke et al. 1993, 236-239.
[1519] Meischke et al. 1993, 44 en 305.
[1520] Meischke et al. 1993, 44 en De Roon 2009. Helaas werden van de huizen in het catalogusdeel van Meischke 1993 de kapconstructies niet tot nauwelijks behandeld.

**Zuid-Holland en Zeeland**
De voorbeelden van 15de- tot en met 18de-eeuwse kapconstructies op Zuid-Hollandse en Zeeuwse huizen, zoals weergegeven in de catalogus in de publicatie van Meischke, Zantkuijl en Rosenberg, maken duidelijk dat deze in vorm en constructie in hoofdlijn overeenkwamen met die in Leiden.[1521] Slechts de kapconstructies in Middelburg hadden een lokale bijzonderheid in de vorm van verdikte spantbeen-boveneinden.[1522] Hierdoor kon het korbeel achterwege blijven. De overige opzet van de kapconstructie was gelijk aan die in het omliggende gebied.

**Oostelijk Nederland**
Voor de oostelijke provincies had Janse al vastgesteld dat de ontwikkeling van de primaire sporenkap ook beïnvloed werd vanuit het naburige Duitsland, met langsverband-constructies.[1523] In de regio tussen Deventer, Arnhem en 's-Hertogenbosch werden globaal in de 13de en 14de eeuw makelaarsspanten toegepast, die waren ontstaan vanuit een langsverband. Hetzelfde zou gelden voor tussenbalkspanten die in de regio's-Hertogenbosch – Nijmegen vanaf de late 14de eeuw tot in de 17de eeuw voorkwamen. Een uitgebreide studie naar de constructieve ontwikkeling van het stadswoonhuis van 1300 tot 1700 in Zwolle en de omringende regio bevestigde dit beeld.[1524] Hierin werd specifiek voor de IJsselstreek geconcludeerd dat de oudste kapconstructies van stenen huizen sporenkappen waren. Vanaf de tweede helft van de 13de eeuw werd geëxperimenteerd met ondersteuningsconstructies, in eerste instantie met langsverbanden.[1525] In het tweede kwart en rond het midden van de 14de eeuw kwamen combinaties voor van ondersteunende langs- en dwarsconstructies.[1526] Vanaf het midden van de 14de eeuw werden enkel dwarsgeplaatste spanten toegepast, gelijk aan die in de rest van Nederland en Vlaanderen.[1527] Een fenomeen wat wel in Zwolle voorkwam, maar niet in andere IJsselsteden, was de uitvoering met strijkspanten.[1528] Een vlieringvloer op hangbalken kwam in Zwolle voor vanaf ongeveer 1500.[1529] Ook aan de Zwolse kappen werd later de nokgording toegevoegd, zoals het voorbeeld van de Hoofdwacht uit 1614 toont.[1530] Vanaf het begin van de 17de eeuw is in Zwolle ook de opkomst van naaldhout ten koste van eiken constructiehout waar te nemen.[1531] Driehoekspanten zijn bekend vanaf 1651 en in de 18de eeuw uitgevoerd in rondhout.[1532] Een vroege gordingenkap werd toegepast in 1682.[1533] In Leiden zijn geen middeleeuwse kappen met makelaarsspanten of tussenbalkspanten bekend. Geconcludeerd kan worden dat de vroege ontwikkeling met toepassing van dwarsgeplaatste spanten van Leidse kappen dus niet werd beïnvloed vanuit de oostelijke regio's of vanuit Duitsland. Het is zoals hiervoor aangegeven juist andersom, in oostelijk Nederland werd het dwarsgeplaatste dekbalkspant geïntroduceerd vanuit Zuidwest-Nederland. En het noordwestelijke deel van Westfalen werd vanaf het einde van de 15de en in de16de eeuw vanuit daaruit beïnvloed.[1534] Opvallend is dat latere ontwikkelingen in Zwolle in hoofdlijnen overeenkwamen met die in Leiden, maar op detail lokale (of regionale) eigenaardigheden vertoonden.

---

[1521] Meischke et al. 1997, 164, 169, 189, 189 en 198, 207, 258, 263-264, 275, 283, 303, 310, 321, 325, 332, 374-375, 380, 384 en 389. Voorbeelden uit Middelburg, Goes, Dordrecht, Gorcum, Schoonhoven, Lexmond en Brielle.
[1522] Meischke et al. 1997, 164 en 169.
[1523] Zie paragraaf Kappenonderzoek in Noordwest-Europa.
[1524] De Vries 1979.
[1525] De Vries 1979, 61-64.
[1526] Vriendelijke mededeling bouwhistoricus Dirk Jan de Vries.
[1527] De Vries 1979, 61 en 64-67.
[1528] Boer, 2015, 246.
[1529] De Vries 1979, 69.
[1530] De Vries 1979, 67.
[1531] Boer, 2015, 246-247.
[1532] De Vries 1979, 68 en Boer 2015, 247-269.
[1533] De Vries 1979, 68.
[1534] Mennemann 1980, 140-141 en Binding 1991, 16 en 172-183.

### 6.3 Origine

De oudste kapconstructies op ordinaire Leidse huizen vertonen verwantschap met die op grotere gebouwen. Deze kappen hebben dwarsgeplaatste portaalachtige spanten die kenmerkend waren voor de Vlaams-Nederlandse groep. Maar wat was het origine van deze constructievorm? Verondersteld wordt dat deze opzet voortkwam uit de sporenkap.[1535] Omdat bij de onderzochte kapconstructies geen duidelijke voorbeelden van deze oudere zuivere sporenkap zijn gevonden, kan dit voor de Leidse situatie niet worden bevestigd. Opvallend is dat ook in de omliggende steden (nog) geen voorbeelden van sporenkappen (meer) bekend zijn, ook niet op huizen.[1536] Op basis van vorm en kenmerken in de vroegste Leidse kapconstructies, in combinatie met voorbeelden uit de regio van de Vlaams-Nederlandse groep, kan worden gepoogd een terugblik op zijn ontstaan en herkomst te formuleren.[1537]

**Vroege kappen in Leiden**

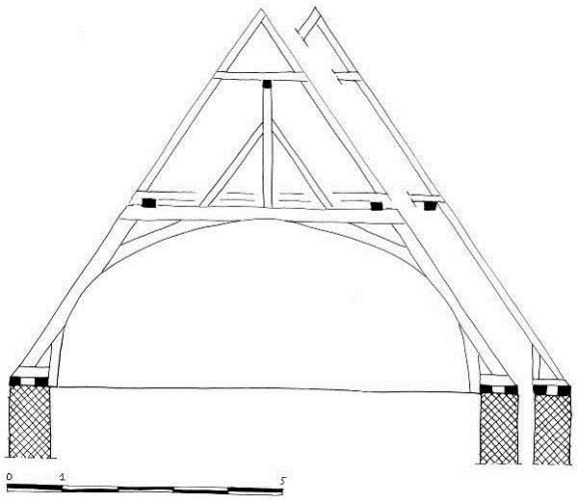
De oudste kapconstructies op Leidse huizen zijn 14$^{de}$-eeuws en hebben een kapconstructie met dwarsgeplaatste dekbalkspanten, langsgerichte flieringen en sporenparen.[1538] In Leiden zijn (nog) geen zware rechthoekige sporen gevonden, in de vorm die kenmerkend was voor de vroege zuivere sporenkappen.[1539] Aanwijzingen voor de vroegste kapconstructies zijn aangetroffen bij andere gebouwen dan huizen.[1540] Deze voorbeelden maken duidelijk dat in Leiden zeker al vanaf circa 1300 de voor de Vlaams-Nederlandse groep kenmerkende sporenkappen met dekbalkspanten voorkwamen.

In de kap van Waalse kerk (Breestraat 62, voorheen ziekenzaal van het Catharinagasthuis) zijn onderdelen van de kap van het verdwenen koor van het voormalige Catharinagasthuis hergebruikt.[1541] Gecombineerd bouwhistorisch, dendrochronologisch en archivalisch onderzoek maakte duidelijk dat dit koor een kapconstructie uit circa 1300 moet hebben gehad, met een leiendekking op sporenparen met dubbele haanhouten ondersteund door een dekbalkspant, flieringen en hanebalkfliering (afb. 406).[1542] Bij een opgraving op het Catharinagasthuisterrein werd in de fundering van een midden 14$^{de}$-eeuwse beerkelder een hergebruikt blokkeel gevonden (afb. 408-409).[1543] Dit blokkeel van 65 cm lang heeft in de bovenzijde pengaten voor een dakspoor en een standzoontje. De onderzijde heeft kepen ten behoeve van bevestiging op muurplaten. Dit duidt op een kapvoet met twee muurplaten op een stenen muur. Het blokkeel heeft het telmerk XIII (waarschijnlijk sporenpaar nummer 13). Gezien de datering van de beerkelder zal het blokkeel uit de 13$^{de}$ eeuw, of wellicht begin 14$^{de}$ eeuw dateren. In de laat 16$^{de}$-eeuwse kap van Nieuwsteeg 3 werden een dekbalk van een vroeg houten tongewelf en delen van zware eikenhouten daksporen (of roosterhouten, formaat 12,5 x 10 cm) met sporen van een lip voor een haanhout hergebruikt (afb. 407).[1544]

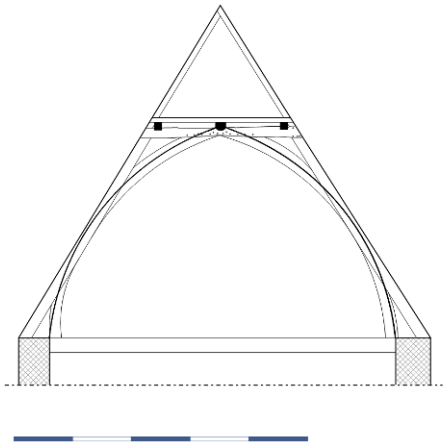
---

[1535] Zie paragraaf Kappenonderzoek in Noordwest-Europa.
[1536] Zie paragraaf Regionaal. Ook in het overzichtswerk van Janse komen geen sporenkappen in Zuid-Holland of Zeeland voor; Janse 1989.
[1537] Deze terugblik zal algemeen zijn en theoretisch en hypothetisch voor de Leidse situatie, door het al genoemde ontbreken in Leiden van zuivere sporenkappen of oudere voorbeelden.
[1538] Breestraat 113 uit 1347, Breestraat 135 uit 1365, Pieterskerkhof 40 uit 1383-1384 en Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr.
[1539] Janse 1989, 71-73.
[1540] Ook de kap van Breestraat 113 heeft mogelijk hergebruikte balken van spanten, gedateerd 1306 ±6 jr (d, monstername D.J. de Vries, RCE en datering RING; rapportage juli 2000). Helaas kon geen betrouwbare reconstructie van de kapconstructie worden gemaakt.
[1541] Orsel 2011d.
[1542] De kap kan al dateren van de stichting van het Gasthuis omstreeks 1270; Brandenburgh et al. 2010, 306-307. Deze 13$^{de}$-eeuwse datering past namelijk bij de gebruikte bakstenen van de voormalige scheidingsmuur tussen ziekenzaal en koorpartij; Orsel 2011d. Dendrochronologisch onderzoek van één hergebruikt spantbeen in de Waalse kerk gaf echter een datering 1314-1320 (d); RING; rapportage 22-02-2005. Helaas leverde dendrochronologisch onderzoek geen datering van de daksporen met dubbele haanhouten op. Op dit moment kan daarom zowel de laat 13$^{de}$-eeuwse als de vroeg 14$^{de}$-eeuwse datering niet worden uitgesloten.
[1543] Dijkstra et al. 2010, 167-169.
[1544] Zie dossier Nieuwsteeg 3 in het bouwhistorisch archief van ELO.

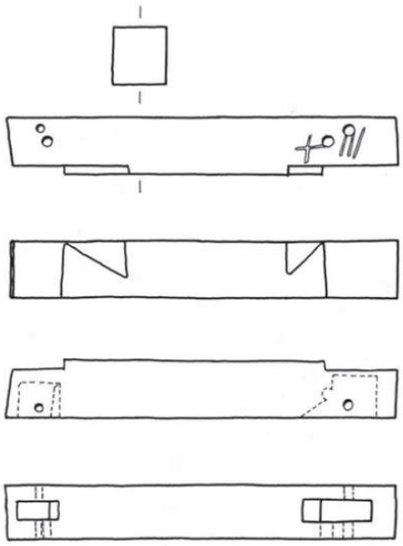
Op de dekbalk is het houten tongewelf afleesbaar aan de lichtgeknikte onderzijde, de groeven voor het gewelfbeschot en de aftekeningen van een centrale gewelfnaald. De dekbalk leverde een dendrochronologische datering van rond 1325 op.[1545]

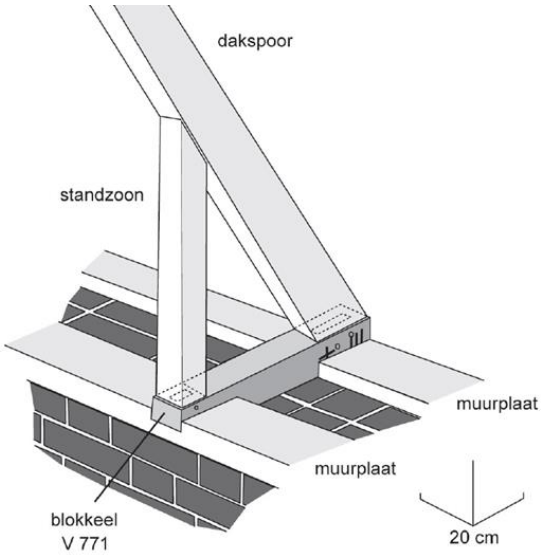


406 Breestraat 62, reconstructie kapconstructie koor voormalige Catharinagasthuis, ca. 1300



407 Nieuwsteeg 3, reconstructie kap, ca. 1325 (d) (ELO)






408-409 Aalmarkt opgraving, blokkeel, 13de of begin 14de eeuw (vóór 1350) en reconstructie (Dijkstra et al. 2010)

**Vroege kappen Vlaams-Nederlandse groep**

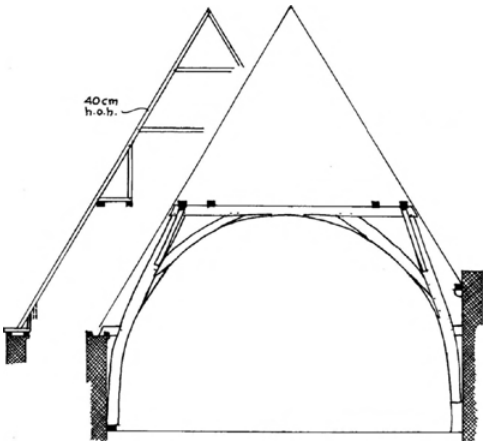
De Vlaams-Nederlandse groep met zijn dwarsgeplaatste portaalachtige spanten is binnen de Noord-Europese groep voortgekomen uit de zuivere sporenkappen. Hoffsummer heeft vastgesteld dat in Noord-Frankrijk, België en Nederland de basale sporenkap in de 12de eeuw en begin 13de eeuw, onder invloed van materiaalbesparingen en constructieve verbeteringen, evolueerde naar een modulaire structuur, ingedeeld in (balk)vakken, met primaire (sporen)spanten en secundaire sporenparen.[1546]

[1545] Datering Preßler GmbH; rapportage 7429, 28-07-2015. Een vergelijkbare dekbalk is aanwezig in de kap van de kerk van Nieuw-Loosdrecht, vermoedelijk uit de 14de eeuw; Janse 1989, 156 en afb. 266. Ook de kap in de kerk van ’s-Heer Abtskerke uit de 14de eeuw komt overeen, maar deze heeft geen naald; Janse 1989, 157 en afb. 269.

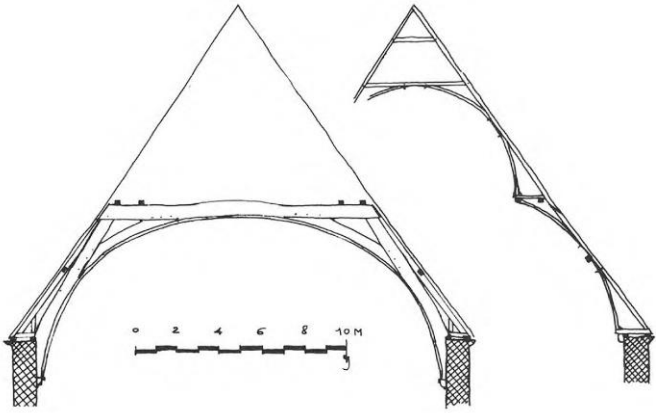
[1546] Hoffsummer 2009, 264-273.

Vanuit deze ontwikkeling blijkt dat de dwarsgeplaatste spanten zijn voortgekomen uit de dwarsgeplaatste sporenparen. Recent onderzoek in Brugge toont ook de ontwikkeling van basale sporenkap naar sporenkap ondersteund door langsdragers (flieringen) op dekbalkspanten.[1547]

De oudste dwarsgeplaatste dekbalkspanten van de Vlaams-Nederlandse groep zijn bekend uit Vlaanderen en verondersteld wordt dat hun ontstaan daar moet worden gezocht.[1548] Vroege voorbeelden van dekbalkspanten met gekromde spantbenen zijn de kappen van de middelste beuk van het St.-Janshospitaal in Brugge uit 1234 ±6 jr (d) en van de ziekenzaal van het Bijlokehospitaal in Gent uit 1251-1255 (d) (afb. 410-411). Hier toe behoorde ook een groep rond Maastricht met spanten met rechte spantbenen, zoals de kap op het schip van de Heilige Kruiskerk in Luik (1283-1284 d), op het koor van de Dominikanenkerk (1277 d) in Maastricht (afb. 412) en op het koor van de Franciskanenkerk (1305 ±6 jr d) in Maastricht.[1549] Vroege voorbeelden in de directe regio van Leiden zijn de Ridderzaal uit 1288 ±6 jr (d) en de Lairessezaal uit 1329 (d) van het Haagse Binnenhof (afb. 402 en 413).[1550] De kap van de Ridderzaal zonder trekverbinding vertoont overeenkomst met de kapconstructie met trekbalk van het St.-Janshospitaal in Brugge uit 1234 ±6 jr (d) en de kap zonder trekbalken van het Bijlokehospitaal in Gent, uit 1251-1255 (d) (afb. 410 en 411).[1551]




410 Brugge, St.-Janshospitaal, 1234 ±6 jr (d) (Janse 1989)

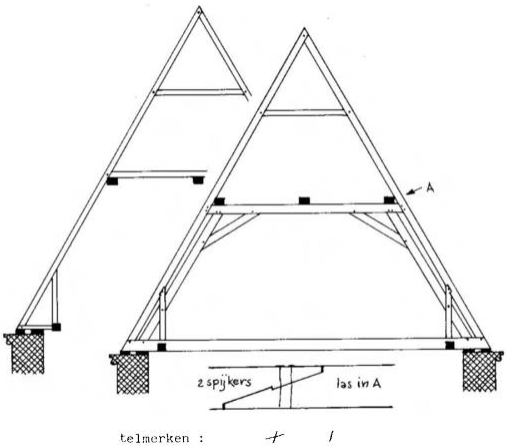



411 Gent, Bijloke, voormalige ziekenzaal, 1251-1255 (d) (Janse 1989)

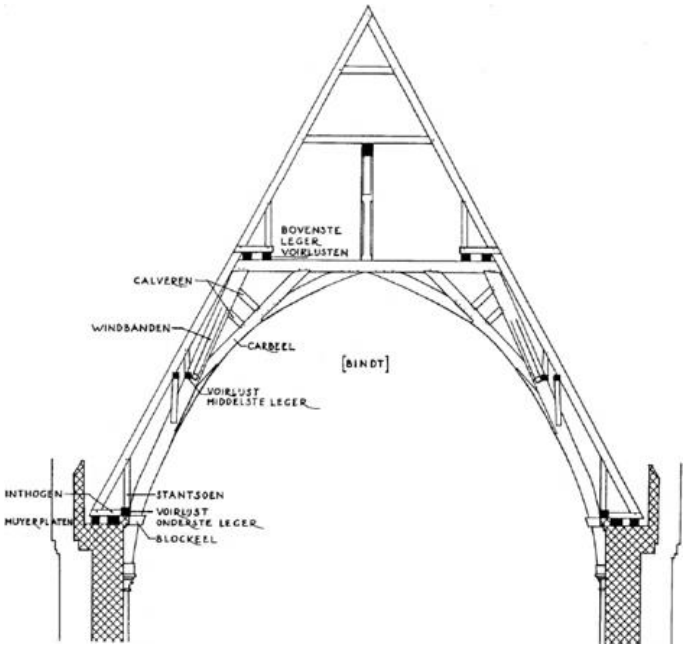
**Vroege kenmerken**

Vroege kenmerken bij de Nederlandse voorbeelden van de Vlaamse-Nederlandse groep zijn de verbinding van de sporen aan de dekbalken en het meenummeren van de spanten in een gesneden telmerkensysteem van de sporenparen.[1552] Vroege voorbeelden hiervan zijn de koorkap uit 1277 (d) van de Domicanenkerk in Maastricht, de koorkap uit 1305 ±6 jr (d) van de Franciskanenkerk in Maastricht en de kap uit 1319-1325 (d) van Oudegracht 307 in Utrecht.[1553]

[1547] Van Eenhooge et al. 2018, 15-20.
[1548] De Vries 1983, 51; De Vries 2003, 2101-2102 en Hoffsummer 2009, 192-193.
[1549] Hoffsummer 1989, 226; De Vries 1998, 238-239 en Hoffsummer 2009, 270-272 en 339.
[1550] Janse 1989, 89-91, 95; De Vries 2000, 76-78; De Vries 2003, 2101 en Röell 2004, 42-45.
[1551] Janse 1989, 92; De Vries 2003, 2101 en Hoffsummer 2009, 192-193 en 270-272.
[1552] De Vries 1983, 49-50 en De Vries 2003, 2100-2102. Een laat 14de-eeuws voorbeeld van het meenummeren is Kleine Overstraat 46-54 in Deventer (1391 d); De Vries 1993, 65-66.
[1553] De Vries 1983, 49-50; Dolfin et al. 1989, 433-434 en De Vries 2003, 2100-2102. Een vroeg voorbeeld in Vlaanderen is de kap uit 1240-1300 (d) van Hoogstraat 7 in Oudenaarde; Debonne en Lachaert 2007, 260-262 en 265. Van andere genoemde vroege voorbeelden als de kappen van de middelste beuk van het St.-Janshospitaal in Brugge uit 1234 ±6 jr (d), van de ziekenzaal van het Bijlokehospitaal in Gent uit 1251-1255 (d) en van de Haagse Ridderzaal uit 1288 ±6 jr (d) zijn geen telmerkreeksen bekend.




412 Maastricht, Dominikanenkerk, koor, 1277 (d) (Janse 1989)




413 Den Haag, Ridderzaal, 1288 ±6 jr (d) (Janse 1989)

In Leiden bestaan vroege voorbeelden van gekoppelde spanten en sporen, hetgeen op de samenhang tussen spanten en sporen wijst.[1554] Ook in Haarlem komt dit voor bij het al genoemde Spaarne 38 uit 1357 ±6 jr (d) (afb. 400).[1555] De introductie van de complexere structuur met spanten leidde in de 14de eeuw tot het gebruik van het zogenaamde richtingsmerk om onderscheid te maken tussen hetzelfde onderdeel in één constructief vlak.[1556] Verschillende vormen hiervan zijn het gebroken merk, een visje, pijl of toegevoegde dwarsstreep (het zogenaamde Vlaamse telmerk). Het meenummeren van de spanten in het telmerkensysteem en de onderlinge verbinding duiden op de samenhang tussen sporen en spanten. Dit wijst er mede op dat de dwarsgeplaatste spanten een doorontwikkeling zijn vanuit sporenparen.[1557] Dit past binnen en bevestigt de hierboven aangehaalde ontwikkeling van de Vlaams-Nederlandse groep.[1558] In Leiden zijn (vooralsnog) geen voorbeelden bekend van met de sporenparen meenummerende spanten. Dit kan het gevolg zijn van het niet meer aanwezig zijn van vroege kapconstructies uit de 13de en 14de eeuw. In het nabijgelegen Haarlem heeft de kap uit 1369 (d) van de Gravenzaal wel met de sporen meenummerende spanten.[1559] In de loop van de 14de eeuw kregen de spanten en de sporenparen ook een onafhankelijke zelfstandige nummering en kwamen de spanten als primaire draagconstructie geheel los te staan van de sporenparen.[1560]

---

[1554] Zie paragraaf Oudste kappen. Voorbeelden zijn Breestraat 123 uit 1393 ±6 jr en de kappen op het vroeg 15de-eeuwse hoogkoor, op het schip uit ca. 1424 (d) en op de transepten uit ca. 1539 (d) van de Pieterskerk; Dröge en Veerman 2011, 43-52

[1555] Glaudemans en Steehouwer 1995, 21-24.

[1556] De Vries 2003, 2100-2103.

[1557] Janse 1990a, 51-52 en De Vries 2003, 2100-2102.

[1558] In Duitsland met de ontwikkeling van een ondersteunend langsverband waren de sporenparen daarvan totaal onafhankelijk en was er geen logisch samenhangend telmerksysteem; Janse 1965, 108-109 en Janse 1990a, 51-52.

[1559] Janse 1989, 105-106 en De Vries 2000, 78-79.

[1560] De Vries 1983, 50 en De Vries 2003, 2102. De oudste bekende toepassing hiervan is in de kerktoren in Oudewater (1336-1343 d); De Vries 1996, 133 en De Vries 2003, 2102. Andere voorbeelden zijn de abdijschuur van Ter Doest, Lissewege (1365-1370 d) en de kap op het schip van de Franciskanenkerk in Maastricht (1392 d); De Vries 1992, 31-32; De Vries 2003, 2101 en Nuytten 2005a. De oudste bekende richtingstekens in Leiden zijn bijgeplaatste 'visjes' vanaf het midden van de 14de eeuw (Breestraat 113, 1347) en gebroken merken vanaf het einde van de 14de eeuw (Langebrug 55,1400 ±6 jr); zie paragraaf Telmerken. Ook de laat 14de-eeuwse kappen van het hoogkoor van de Pieterskerk en het schip van de Hooglandsekerk hebben bijgeplaatste visjes als richtingsteken; Dröge en Veerman 2011, 43-49 en Veerman 2015, 223-225.

Andere bekende kenmerken van vroege (14de-eeuwse) kapconstructies zijn gepend met de spantbenen verbonden blokkeels en windschoren.[1561] De spantbenen van de middelste beuk van het St.-Janshospitaal in Brugge uit 1234 ±6 jr (d) zijn al met een gepend blokkeel gekoppeld aan de muurplaat (afb. 410).[1562] Ook in Leiden zijn dit vroege elementen en te vinden aan kappen uit de 14de eeuw.[1563] Ook karakteristiek voor vroege kapconstructies is dat de sporenparen een voeting kunnen hebben van standzoontje en blokkeel.[1564] Bij de Leidse huizen kwam dit door het relatief dunne opgaande muurwerk nauwelijks voor. Alleen Pieterskerkhof 40 uit 1383 heeft dit wel, vanwege ouder, forser muurwerk.

De aanwezigheid van de vroege kenmerken die karakteristiek zijn voor de Vlaams-Nederlandse groep onderstrepen dat de Leidse spantconstructie hiertoe behoort. In Leiden en de omringende regio zijn evenmin aanwijzingen gevonden voor invloed vanuit het langsverband.[1565] Analoog aan de andere voorbeelden uit de Vlaams-Nederlandse groep zal de Leidse kapconstructie zijn voortgekomen uit de zuivere sporenkap. De evolutie naar een constructieve opzet met primaire dwarsgeplaatste spanten en secundaire sporenparen zal al voor 1300 hebben plaatsgevonden, aangezien vroege spanten in Leiden bekend zijn uit het begin van de 14de eeuw.

**Oudste huizen**

Kapconstructies zijn onderdeel van de gehele gebouwconstructie. De oorsprong en de ontwikkeling van kappen op Nederlandse huizen hing samen met de constructieve ontwikkeling van de vroege huizen en andere gebouwen.[1566] Op basis van het voorgaande onderzoek en bouwhistorische gegevens uit de regio kan in het algemeen en voor Leiden specifiek een beeld over herkomst, vroegste ontwikkeling en samenhang van de gebouwconstructie worden geschetst.[1567] Dit gedeelte moet echter hypothetisch blijven aangezien het uitgaat van de huidige stand van het huizenonderzoek in Nederland, voornamelijk gebaseerd op literatuur.[1568]

Aangezien steenachtige materialen in West-Nederland niet van nature voorkomen, zullen de oudste huizen van natuurlijke materialen uit de directe omgeving zijn vervaardigd. In de middeleeuwse steden in West-Nederland, met zijn intensief bebouwde omgeving, werd vooral het relatief smalle éénbeukige huistype, het zogenaamde zaalhuis, veel toegepast.[1569] De optimale breedte van het éénbeukige huis zou rond een pragmatische zes meter liggen, met een maximale breedte tot circa negen meter.[1570] De daarvoor benodigde draagbalken hadden een relatief betaalbare en redelijk goed verkrijgbare lengte en formaat.[1571] De vroege stadshuizen zullen uitgevoerd zijn geweest met 'weke' wanden van hout of vlechtwerk met leem, materialen uit de directe omgeving.[1572] Volgens de jongste archeologische inzichten komt het éénbeukige huis voort uit de éénbeukige boerderij.[1573] Eerder werd gedacht aan een ontstaan vanuit het driebeukige agrarische hallehuis met zijn gebintconstructie en sporenkap, door het successievelijk achterwege laten van de zijbeuken.[1574]

---

[1561] De Vries 1992, 31-32; De Vries 1993, 65-66; De Vries 1996, 133 en De Vries 2003, 2102.
[1562] De Vries 2003, 2101 en Hoffsummer 2009, 192-193.
[1563] Zie paragraaf De ondersteuningsconstructie.
[1564] Janse 1990a, 52; Hoffsummer 1998, 220; De Vries 2003, 2098; De Jonge et al. 2009, 205 en Hoffsummer 2009, 264-266 en 339.
[1565] De hanebalkfliering, zoals bij de kap van het koor Catharinagasthuis uit ca. 1300, is als longitudinale balk vergelijkbaar met de fliering of gording en dus geen langsverband, in tegenstelling tot Janse 1989, 87.
[1566] Janse 1989, 18-19; Janse 1990a, 49-51 en Zantkuijl 1993, 31.
[1567] Orsel 2007g, 118-119 en 128-131; Orsel 2009f, 1113-1114 en Orsel 2012b.
[1568] Hernieuwd onderzoek naar de vroege ontwikkeling van de stedelijke huizen in Nederland is noodzakelijk op basis van de vele onderzoeksgegevens die bij bouwhistorisch en archeologisch onderzoek de laatste jaren zijn verzameld. Zie ook Bouwmeester 2014a; Cleijne et al. 2017 en Van Tussenbroek 2017b. Nader onderzoek naar de ontwikkeling van de vroegste huisconstructies valt buiten het kader van dit onderzoek. De geschetste ontwikkeling is gebaseerd op literatuur. De gegevens over de ontstaansgeschiedenis van de oudste gebouwen komen uit archeologisch onderzoek; Janse 1989, 18; Sarfatij 1995; Bouwmeester 2014a; Bouwmeester 2014b; Cleijne et al. 2017 en Van Tussenbroek 2017b.
[1569] Zantkuijl 1993, 18-19 en 23.
[1570] Cleijne et al. 2017, 341.
[1571] Voskuil 1979, 48 en Meischke et al. 1997, 10.
[1572] Meischke et al. 1993, 18; Zantkuijl 1993, 18-19 en Meischke et al. 1997, 10 en 16-17.
[1573] Sarfatij 1995 en Bouwmeester 2014a.

De aanwezigheid van het éénbeukige huis zou samenhangen met de ontwikkeling van vroege handelsnederzettingen, zoals Dorestad.[1575] De rechthoekige plattegrond van dit huis met rechte wanden toont een zeer regelmatige plaatsing van ingegraven wandstijlen. Dit wijst op een gekoppelde serie portaalachtige constructies, die de wanden vormden en het dak droegen. Aangezien de wandstijlen waren ingegraven is de theorie dat het portaal vanuit zichzelf niet stabiel en stijf was en de inklemming in de grond daarvoor noodzakelijk was. Op het moment dat de constructie solide genoeg werd zou het ingegraven niet meer noodzakelijk zijn. De wandstijlen werden dan op de grond, een voetplaat, stiepen of poeren gezet, waardoor hun levensduur werd verlengd. Dan zou er sprake zijn van een zeer stabiel, op zich staand raamwerk, met gekoppelde gebintconstructies, het houtskelet.[1576] Deze overgang vond vermoedelijk plaats in de 12$^{de}$-13$^{de}$ eeuw in West-Nederland.[1577]
In Deventer zijn al voorbeelden uit de tweede helft van de 10$^{de}$ eeuw bekend.[1578] Dit huis is gedefinieerd als het vakwerk- of houtskelethuis.[1579]

Over de ontwikkeling van dwars- of langsgeplaatste gebintconstructies bestaat veel discussie.[1580] Het westen van Nederland maakte deel uit van een constructieve groep waarbij het dwarsverband hoogstwaarschijnlijk de primaire vorm was, terwijl het oosten en zuiden deel uit maakten van een gebied waar het langsverband de oudste vorm zou zijn geweest. Opvallend is de overeenkomst van de groep met dwarsgebinten met het gebied waar de Vlaamse-Nederlandse kapconstructie voorkomt.[1581]

De geschetste overgang van de ingegraven houtconstructie naar de niet ingegraven houtskeletconstructie lijkt er inderdaad op te wijzen dat de oudere constructie op zichzelf niet stabiel was. Door toepassing van schoring zal gepoogd zijn dit te verbeteren. Maar de stabiliteit van een houtskelet hangt voor het grootste deel af van de onderlinge verbindingen. Vermoedelijk waren de verbindingen bij de ingegraven constructie nog onvoldoende ontwikkeld. Hierbij kan worden gedacht aan omwikkelde, opgelegde en/of eenvoudige gelipte of gekeepte verbindingen. Pas toen degelijke constructieve verbindingen, zoals de pen-en-gatverbinding, werden toegepast, werd het mogelijk een stabiele gebintconstructie te vervaardigen, zowel in dwars- als in langsrichting. Het gaat hierbij dus niet om het type gebint, dek/kopbalk-, ankerbalk-, of tussenbalkgebint, maar om de stevigheid van de verbindingen.[1582]

---

[1574] Janse 1978, 12-25; Janse 1989, 18-19; Janse 1990a, 49-51 en Zantkuijl 1993, 4-6. Bovendien werd verondersteld dat de ontwikkeling van de spantconstructie zou teruggaan op de houtbouwtraditie van huizen met houten of vakwerkwanden. Meischke gaf in 1988 echter al aan dat op basis van de keurboeken in de Hollandse steden eerder primitieve éénbeukige huizen dan driebeukige huizen lijken voor te komen; Meischke 1988, 252-253. De Waard stelde dat het ankerbalkgebint vermoedelijk uit het stedelijke houten huis komt; De Waard 1996, 17. De ontwikkeling van het dwarsgeplaatste ankerbalkgebint in het agrarische hallehuis wordt in de 13$^{de}$ eeuw gedateerd; Hekker 1957, 209-216; Huijts 1989, 187-188; Waterbolk 2009, 101 en 109 en Toebast 2104, 466.
[1575] Bouwmeester 2014a.
[1576] Berends 1996, 25-28, Bouwmeester 2014a en Zimmermann 2016, 163-169.
[1577] Sarfatij 1995, 26, Bouwmeester 2014a, 441 en Zimmermann 2016, 168-169.
[1578] Bouwmeester 2014a, 434-435 en 437.
[1579] Dolfin et al. 1989, 425; Zantkuijl 1993, 18-19 en 23 en Stenvert en Tussenbroek 2015, 152-155. Hierover bestaat interpretatieverschil en naamsverwarring. In Dolfin et al. 1989 wordt op pag. 425 terecht onderscheid gemaakt tussen het geheel houten huis en het vakwerkhuis. Dit onderscheid zal hier ook worden aangehouden, waarbij de term houtskelethuis wordt gebruikt.
[1580] De Vries 1983, 52-58; Janse 1989, 18-19; Janse 1990a, 50-52; Boekwijt en Van Drunen 1996, 20-23; De Waard 1996; De Vries 2003, 2098-2102; Bouwmeester 2014a, 422-425 en Maas en Schwering 2015, 78-100. Het oudste Nederlandse voorbeeld van de constructievorm met langsgebinten is de boerderij ’t Goet te Arle bij Best (NB) uit 1263 (d); Maas en Schwering 2015, 78-100. Zie ook Kort et al. 2016.
[1581] De ontwikkeling met toepassing van dwarsgeplaatste constructieve portalen vond ook plaats in het aangrenzende Belgische gebied, maar in het Duitstalige gebied kreeg het langsverband de overhand en zo groeiden de constructies vanaf ongeveer het midden van de 13$^{de}$ eeuw uit elkaar; Janse 1965, 108-109 en Janse 1989, 18-19.
[1582] Ook maakt het niet uit of er sprake is van een dwars- of langsconstructie. Veelal lag de focus op het ontstaan van het ankerbalkgebint, terwijl het in feite niet om het type gebint maar om de verbindingen gaat; Huijts 1989, 187-188; Waterbolk 2009, 101 en 109; Bouwmeester 2014a, 432-433; Toebast 2104, 466 en Cleijne et al. 2017, 316.

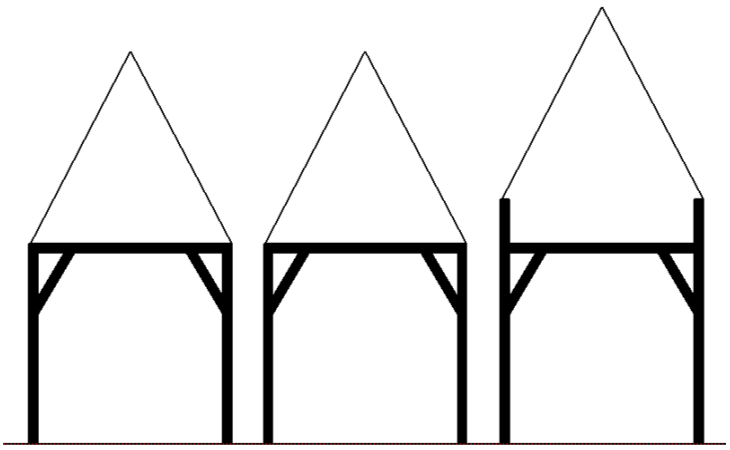
Vanuit buitenlands onderzoek naar kapconstructies is bekend dat deze daar eerst met eenvoudige lassen en halfhoutse gelipte en keepverbindingen zijn samengesteld.[1583] Eind 12de eeuw werden in de kapconstructie meer complexere, nauwkeurigere en constructief betere lip- en keepverbindingen toegepast, al snel gevolgd door pen-en-gatverbindingen.[1584] Tegelijk werd door de grotere complexiteit van de constructie ook het telmerksysteem noodzakelijkerwijs systematischer. Dit lijkt dus samen te vallen met het opkomen van het houtskelet met stabiele gebinten.

Voor deze constructieve ontwikkelingen zullen gespecialiseerde timmerlieden verantwoordelijk zijn geweest.[1585] De opkomst en groei van de steden, met het ontstaan van een markt en ambachtelijke specialisaties, zal rond 1200 het ontstaan van een houtbewerkingsspecialisme en de ontwikkeling van de houtskeletconstructie hebben gestimuleerd.[1586] In dit urbanisatieproces trad tegelijk een woonverdichting op met versmalling van percelen, waarvoor het nieuwe éénbeukige huistype zou zijn toegepast.[1587] In Leiden vond het vroege urbanisatieproces vooral plaats in de 12de en 13de eeuw.[1588] De veelal diepgeplaatste vroege stadshuizen zullen overstekende rieten daken hebben gehad waarvoor tussen de huizen een druip- en afwateringsstrook, een zogenaamde osendrup, noodzakelijk was (afb. 414).[1589] Deze voorkwam bovendien brandoverslag.[1590] De eenvoudigste éénbeukige houtskelethuizen zullen nog geen volledige zoldering hebben gehad.[1591] De rook van het open vuur van de zogenaamde vrije haard kon wegtrekken in de kap.[1592] In Leiden is aan het Steenschuur een huis met vrije haard uit de periode 1350-1425 opgegraven (afb. 415).[1593] Om het brandgevaar van open vuur van de vrije haard te bestrijden, kon de rieten dakbedekking aangesmeerd worden met leem.[1594] In het Leidse keurboek uit 1446 stond vermeld dat een haard die ‘men ommegaen mach’ was toegestaan.[1595] Dit stond onveranderd in de keurboeken van 1508 en 1545 en het eenvoudige huistype met de vrije haard kwam in Leiden dus tot ver in de 16de eeuw voor. Dit eenvoudige houtskelethuis zal een houtskeletconstructie van gebinten met ‘zware’ vierkante stijlen en een sporenkap hebben gehad (afb. 421-422).[1596] Voor westelijk Nederland zal daarbij dus sprake zijn van dwarsgeplaatste dekbalkgebinten.

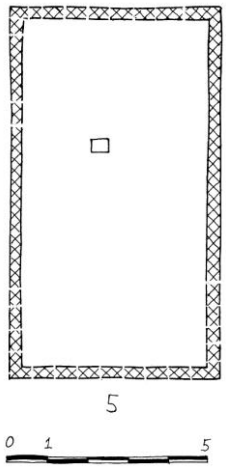
Voor een betere bruikbaarheid van de inwendige ruimte zou al snel de (gedeeltelijke) zoldervloer tot ontwikkeling komen en ontstonden ook de houtskelethuizen met ‘verdiep’ tussen borstweringen (afb. 422).[1597] Dit resulteerde in houtskelethuizen met een houtskelet met tussenbalk- of ankerbalkgebint.[1598] Op de muurplaat op de borstwering stond een sporenkap. Deze kapconstructievorm was blijkbaar voldoende om de dakbedekking, waarschijnlijk riet, van het in omvang beperkte dak te kunnen ondersteunen. De vierkante stijlen van het doorstekende houtskelet zullen sterk genoeg zijn geweest om de spatkrachten van het dak op te kunnen vangen.

---

[1583] Hoffsummer 2009, 263-264. Dit ging op voor België en Noord-Frankrijk.
[1584] Smith 1960, 118-119; Binding 1991, 17; Nuytten 2005b, 27 en Hoffsummer 2009, 264, 269 en 339-340.
[1585] Hoffsummer 2009, 265-266 en 339.
[1586] Sarfatij 1995, 26; Bosma et al. 2007, 114-119; Hoffsummer 2009, 269 en 339-340; Rutte en Abrahamse 2014, 170-175 en Blockmans en Hoppenbrouwers 2016, 404-416 en 427-437.
[1587] Sarfatij 1995, 26 en Bouwmeester 2014a, 436-439.
[1588] Van Oerle 1975, 1 en Dijkstra 2010, 321-336 en 351.
[1589] Meischke 1988, 211-213; Orsel 2007g, 119 en Cleijne et al. 2017, 347.
[1590] Over het fenomeen osendrup is nog veel discussie en onduidelijkheid. In Leiden was de minimale maat van de osendrup gesteld op zeven duim; Meischke 1988, 212 en Orsel 2007g, 119. Dit is slechts iets meer dan 18 cm wat veel vragen oproept. Nader onderzoek naar voorkomen, vorm en doel van de osendrup in de stedelijke structuur is noodzakelijk, maar valt buiten dit onderzoek.
[1591] Meischke 1988, 216 en Meischke et al. 1997, 20-21.
[1592] Elders zijn op vroege sporenkappen daarvan roetsporen aangetroffen, vriendelijke mededeling bouwhistoricus Dirk Jan de Vries.
[1593] Orsel 2011c, 90-92.
[1594] Meischke et al. 1997, 19-20.
[1595] Orsel 2007g, 120.
[1596] Zie voorbeelden in Janse 1978 en Boschma-Aarnoudse 2007.
[1597] Meischke 1988, 216-219; Meischke et al. 1993, 21-23; Meischke et al. 1997, 20-21 en Meischke et al. 2000, 50-51.
[1598] Meischke 1988, 216-217 en Meischke et al. 1997, 21. Helaas werden in de Leidse keurboeken de uitstekende ankerbalken niet genoemd.



414 Schematische weergave houtskelethuizen met osendruppen




415 Huis met vrije haard, 1350-1425 (Orsel 2011)

De oudste bekende houtskeletten in een stedelijke context bevinden zich in Utrechtse achterhuizen, Oudegracht 30 uit 1313-1314 (d) en Oudegracht 179 uit 1315 (d) (afb. 416-417).[1599] Het houtskelet van Oudegracht 179 is bovendien een de tweede bouwfase en verving een nog ouder 13$^{de}$-eeuws houtskelet.[1600] Ook Oudegracht 288 is een begin 14$^{de}$-eeuws voorbeeld van stenen voorhuis met houtskelet en achter een houtskelethuis.[1601] Zowel voor- als achterhuis hadden een sporenkap, waarbij alleen het houtskelet-achterhuis een borstwering had. Ook in Zuid-Holland en Zeeland kwam dit huistype al vroeg voor.[1602] Vakwerk- of houtskelethuizen zijn in Leiden bekend van historische afbeeldingen en uit de keuren.[1603] Bij archeologisch onderzoek aan de Aalmarkt zijn twee gebintplaten gevonden, de ene (V 285) is gedateerd in 1264 ±1 jr (d) en de andere (V 53) in de 13$^{de}$ of vroege 14$^{de}$ eeuw.[1604] Volgens reconstructie hebben de gebintplaten deel uitgemaakt van gebouwen met een houtskelet-wandconstructie (afb. 408-409).

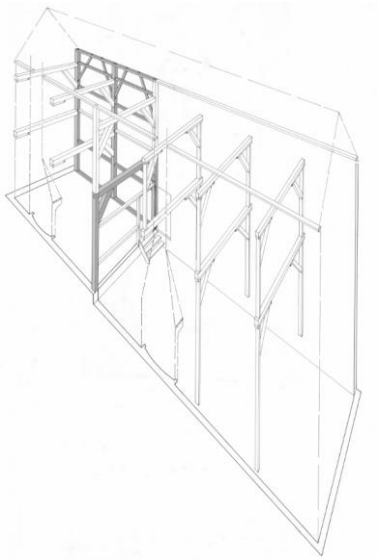
Bij bouwhistorisch onderzoek zijn van houtskelethuizen in Leiden slechts enkele aanwijzingen aangetroffen. Breestraat 19 heeft mogelijk sporen van een houtskeletconstructie van een, later versteend, huis uit circa 1366 (d).[1605] Bij Breestraat 135 werden hergebruikte delen van een houtconstructie van een zijgevel uit 1365 ontdekt (afb. 281).[1606] De gereconstrueerde opzet met ‘verdiep’ bestond uit een houtskelet met tussen- of ankerbalkgebint. Dit houtskelethuis bleef populair in Westfriesland en op Marken zelfs nog tot in de 19$^{de}$ eeuw gebouwd.[1607]

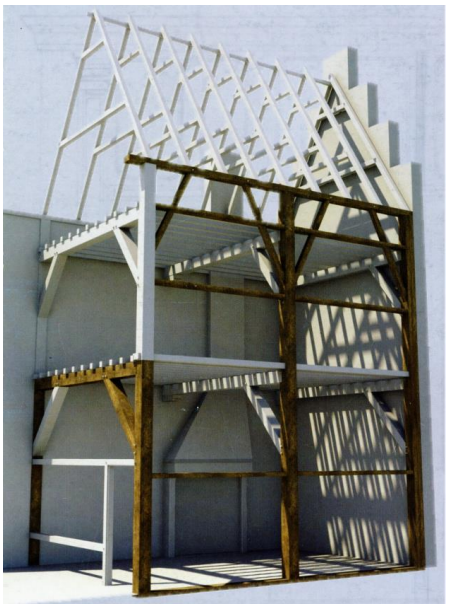
Naast het algemeen voorkomende houtskelet-burgerhuis werden er in het westen van Nederland ook stenen gebouwen met enkelvoudige vloerconstructies gebouwd (afb. 423-424).[1608] Vooral in Utrecht zijn vroege stenen huizen bewaard en bouwhistorisch onderzocht.

---

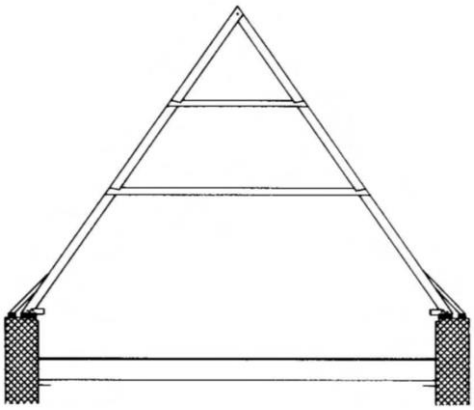
[1599] Hundertmark 2012. Recent is ook een houtskelet uit 1314-1315 (d) aangetroffen bij Oudegracht 121 in Utrecht; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Hein Hundertmark. De dendrochronologische datering voor Oudegracht 30 is ontleend aan De Vries 1997, 224.
[1600] Hundertmark 2012, 46-47.
[1601] Klück 1999, 137-139 en Hundertmark 2012, 48.
[1602] Meischke et al. 1997, 20-21.
[1603] Orsel 2007g, 118-120 en 125.
[1604] Dijkstra et al. 2010, 166-170. Bij dezelfde opgraving is ook een wandplank met messing en groefsysteem van een houten gevelbekleding aangetroffen. Deze zilversparren wandplank betrof een hergebruikt scheepsfragment, daterend van na 1264 (d); Dijkstra et al. 2010, 158-159.
[1605] Orsel 2007g, 119.
[1606] Orsel 2007g, 118-119.
[1607] Janse 1989, 77-78. Ook uit Amsterdam zijn houtskelet- of vakwerkhuizen bekend; Glaudemans en Smit 2003, 25-30.
[1608] Dolfin et al. 1989, 431-432 en Meischke et al. 1997, 30. Een Zuid-Hollands voorbeeld is het vroeg 13$^{de}$-eeuwse kasteel te Heenvliet; Janse 1964 en Meischke et al. 2000, 48-49.

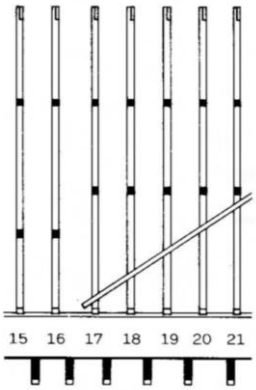
Deze 13de- en vroeg 14de-eeuwse stenen huizen hebben relatief forse dragende stenen muren met dennenhouten enkelvoudige balklagen en daarvan onafhankelijke dennenhouten sporenkappen.[1609] Ze hebben ook al de ontwikkeling van de zolder met 'verdiep' en toepassing van borstweringen (afb. 424). Gedateerde voorbeelden zijn Oudegracht 114 uit 1291 (d) en Oudegracht 187 uit 1309 (d), beide met borstwering (afb. 418-419).[1610]



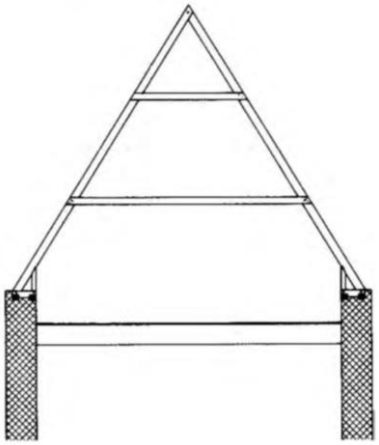


416-417 De houtskeletconstructie van Oudegracht 179 in Utrecht, ca. 1315 (d) (Hundertmark 2012)





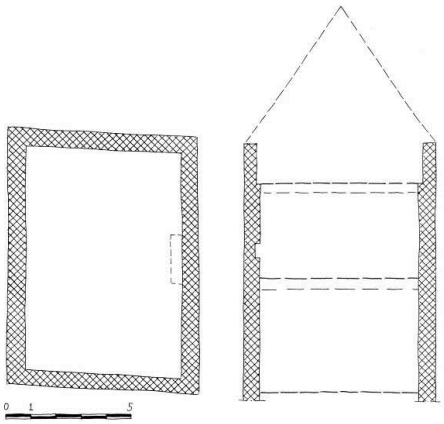

418 Utrecht, Oudegracht 114, 1291 (d) (Janse 1989)



419 Utrecht, Oudegracht 187, 1309 (d) (Janse 1989)

Het Gravensteen uit 1183-1199 toont dat vanaf deze tijd al gebouwen met forse (bak)stenen muurwerk in Leiden voorkwamen.[1611] Andere huizen met forse muren van bakstenen zijn bekend, bijvoorbeeld Breestraat 90 uit de 13de eeuw en de eerste fase van de voorbouw van Pieterskerkhof 40 (afb. 420).[1612] Helaas zijn de originele balklaagconstructies van deze gebouwen niet duidelijk.[1613]

[1609] Dolfin et al. 1989, 427-432.
[1610] Janse 1989, 71 en 76-77; Dolfin et al. 1989, 431-432; Klück 1999, 132 en De Vries 2003, 2098.
[1611] Orsel 2011g.
[1612] Orsel et al. 2016. Zie dossiers Breestraat 90 en Pieterskerkhof 40 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1613] Zowel bij Pieterskerkhof 6 als bij Pieterskerkhof 40 zijn op afbeeldingen van het interieur geen muurstijlsleuven waarneembaar. Mogelijk ging het hier dus om voorbeelden van enkelvoudige balklagen, maar om dit te bevestigen is nader onderzoek nodig. Van Breestraat 90 zijn alleen funderingen bewaard.



420 Reconstructietekening van het stenen huis Pieterskerkhof 40, ca. 1300

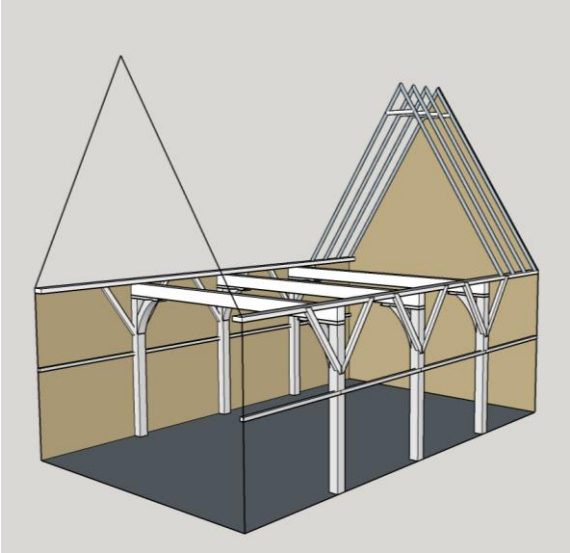
Deze voorbeelden van de oudste stenen en houtskelethuizen maken duidelijk dat zowel bij huizen zonder, als bij huizen met verdiep en borstwering een spantconstructie om het dak te ondersteunen niet nodig was. Bij de uitvoering met een 'verdiep' vingen bij de houtskelethuizen de relatief zware stijlen van het doorstekende houtskelet de spatkrachten van het dak op.[1614] Bij de stenen huizen werd dit verzorgd door het relatief zware muurwerk van de borstwering.
Geconcludeerd kan worden dat het ontstaan van de zolder met 'verdiep' en borstweringen niet de aanleiding was voor het gebruik van de spantconstructies, of andersom, zoals wel is verondersteld.[1615]

**Van stenen huis en houtskelethuis naar stenen huis met houtskelet** (afb. 421-426)
Het houtskelethuis onderging, door stedelijke keuren met verbodsbepalingen over vrije haarden en houten wanden, langzamerhand een transitie van de brandgevaarlijke houten of geleemde wanden naar bakstenen muren.[1616] De baksteen werd in West-Nederland al aan het einde van de 12de eeuw geïntroduceerd.[1617] Hier trad de verstening van de ordinaire huizen vanaf het midden van de 13de eeuw op, met Dordrecht als vroeg voorbeeld.[1618] Vanuit de houtbouwtraditie behield het houtskelet zijn primaire dragende functie en de bakstenen bekledingen hoefden in eerste instantie alleen zichzelf overeind te houden.

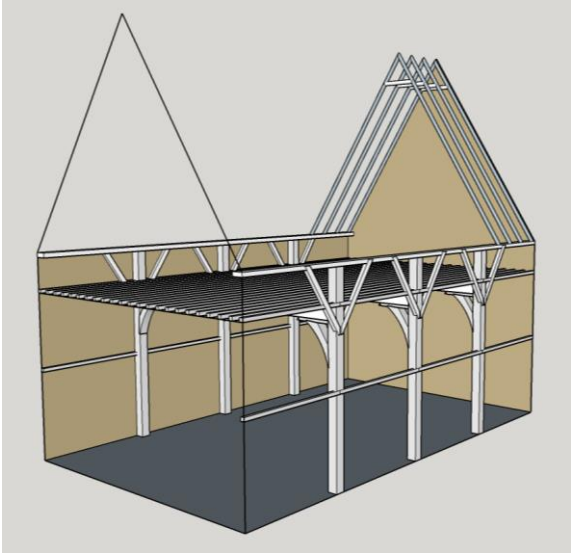
Ook bij de vroege stenen huizen is een ontwikkeling waarneembaar. In het begin van de 14de eeuw vond langzamerhand de overgang plaats van dennenhouten enkelvoudige vloerconstructies naar eikenhouten houtskeletconstructies met dwarsgeplaatste samengestelde balklagen.[1619]
De constructieve houtskeletgebinten zullen zijn ontleend aan de oudere houtbouwtraditie. De gebouwen hadden een kenmerkende modulaire constructieve samenstelling in vakken, met houtskeletgebinten op een afstand van ongeveer twee tot drie meter.[1620] De combinatie met de stenen muren uit de steenbouwtraditie had het voordeel dat het huis door het houtskelet werd geschoord tegen schranken, terwijl het muurwerk de lengtestabiliteit op nam.[1621] Het grote voordeel was dat de muurdikte kon worden gereduceerd, waarmee werd bespaard op baksteen als bouwmateriaal. Een bijkomend voordeel als gevolg van de steviger draagconstructie lijkt de grotere belastbaarheid van de verdiepingsvloer(en).

---

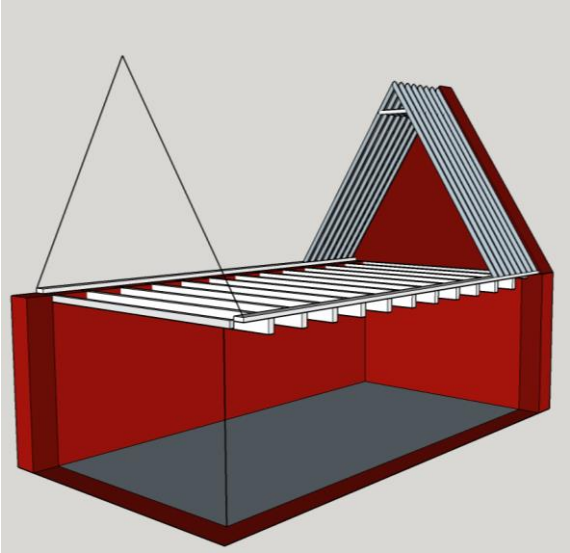
[1614] De weggeknikte gebintstijlen van Spuistraat 3 in Edam laten zien dat het opvangen van de spatkrachten niet altijd goed ging; Boschma-Aarnoudse 2007, 277.
[1615] Zantkuijl 1993, 31-34; Meischke et al. 1997, 20-21 en Meischke et al. 2000, 50-51 en.
[1616] Meischke 1988, 234-248; Dolfin et al. 1989, 425; Janse 1990a, 57 en Meischke et al. 1997, 20-21.
[1617] Orsel 2011g.
[1618] Sarfatij 1995, 23, Bouwmeester 2014b, 250-251 en Cleijne 2017, 284-285 en 308-310.
[1619] Dolfin et al. 1989, 431-434, Janse 1989, 93, De Vries 1997, 224, Klück 1999, De Vries 2003, 2102 en Hundertmark 2012. Voorbeelden uit Utrecht die deze overgang illustreren zijn Ganzenmarkt 24 uit 1302 (d) met een eikenhouten enkelvoudige balklaag en Oudegracht 175 uit 1309 (d) met enkelvoudige balklaag boven de begane grond en houtskeletconstructie op de verdieping; Dolfin et al. 1989; 431-434, Klück 1999, 132 en vriendelijke mededeling bouwhistoricus Dirk Jan de Vies. Ook Oudegracht 121 uit 1314 (d) is een vergelijkbaar voorbeeld; vriendelijke mededeling bouwhistoricus Dirk Jan de Vries. Omstreeks 1315 wordt het stenen huis Oudegracht 30 (1313-1314 d) uitgevoerd met een modern eikenhouten houtconstructie met samengestelde balklaag op muurstijlen, maar nog wel een dennenhouten sporenkap. Het huis heeft geen borstwering; De Vries 1997, 224 en Klück 1999, 134-136. Bij Oudegracht 179 uit 1315 (d) is het stenen voorhuis uitgevoerd met houtskeletgebinten en het achterhuis met een (met baksteen ingevulde) eikenhouten vakwerkconstructie met gestapelde kop- en tussenbalkgebinten (met borstwering); Hundertmark 2012. De originele kap is niet behouden. Ook Oudegracht 288 is een begin 14de-eeuws voorbeeld van stenen voorhuis met houtskelet en een achterhuis in vakwerk; Klück 1999, 137-139. Zowel voor- als achterhuis hadden een sporenkap, waarbij alleen het vakwerk-achterhuis een borstwering had.
[1620] Meischke et al. 1997, 30 en 35 en Meischke et al. 2000, 49-50.
[1621] Dolfin et al. 1989, 425 en 432-433 en Klück 1999, 135.



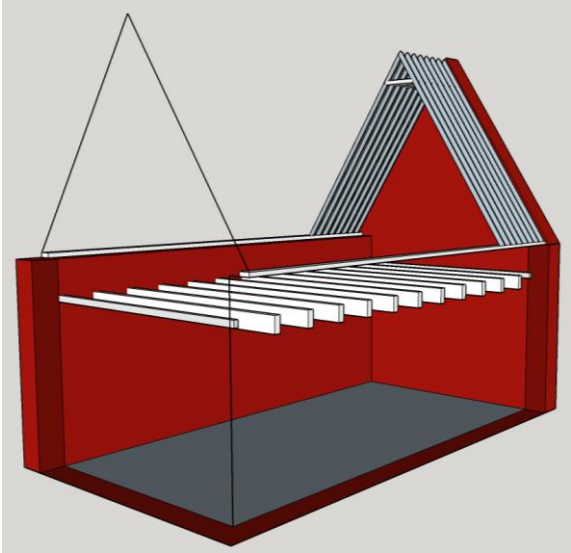
421 Houtskelethuis



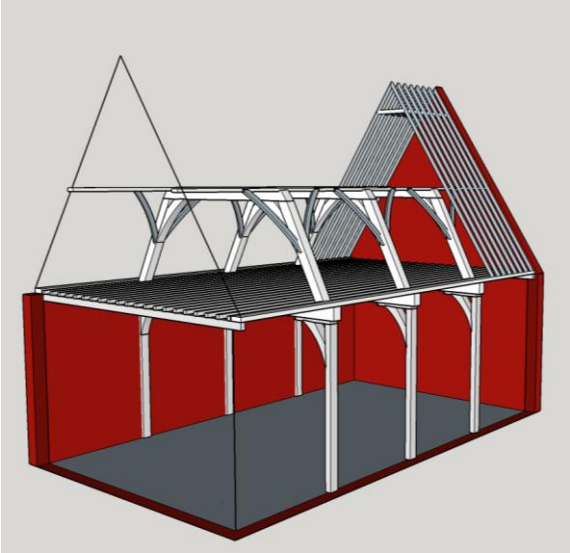
422 Houtskelethuis met verdiep/borstweringen



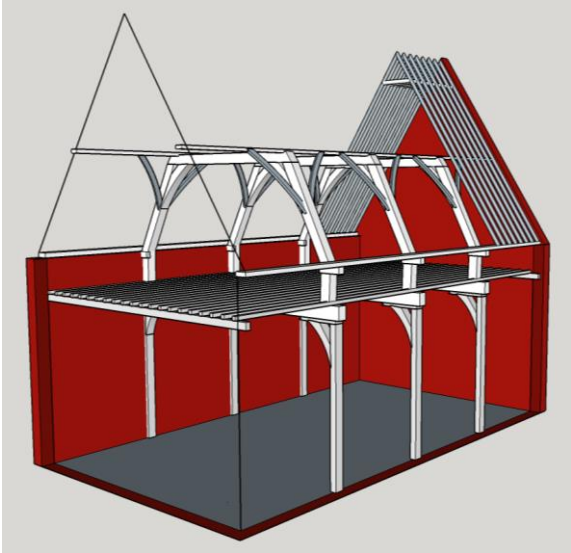
423 Stenen huis



424 Stenen huis met verdiep/borstweringen



425 Stenen huis met houtskelet



426 Stenen huis met houtskelet en verdiep/borstweringen

De oudere houtbouw- en steenbouwtradities vloeiden ineen tot de bouwwijze waarbij de houtconstructie en het muurwerk in samenhang werden toegepast (afb. 425-426).[1622] Om onderscheid te maken met het vakwerk- of houtskelethuis en het stenen huis is in het Nederlandse huizenonderzoek dit gedefinieerd als het stenen huis met houtskelet.[1623] De muur- of gebintstijlen van het stenen huis met houtskelet en die van het houtskelethuis onderscheiden zich van elkaar. Het houtskelethuis was uitgevoerd met vrij vierkante stijlen. Het huis met de samenhangende constructie had dunne plaatvormige muurstijlen. Deze plaatvormige stijlen waren meestal slechts voor een deel in de dikte van het muurwerk opgenomen of stonden er tegenaan.[1624] Het houtskelet van deze huizen werd vrijwel altijd uitgevoerd met dekbalkgebinten.[1625] De muurstijlen hiervan staken dan ook niet door tot in de borstweringen.

Deze constructiewijze kwam in Nederland (en Vlaanderen) voor huizen én andere gebouwen tussen circa 1300 en 1600 tot grote ontplooiing. Tussen de constructieve opzet van ordinaire huizen en grote gebouwen was geen verschil.[1626] Het oudst bekende voorbeeld van een gebintconstructie is aanwezig in de zuidelijke beuk van het St.-Janshospitaal in Brugge uit 1285 (d), bestaande uit muurstijlen, onderslagstijlen, korbeels en sleutelstukken.[1627]

**Oudste spantconstructies in stadshuizen**

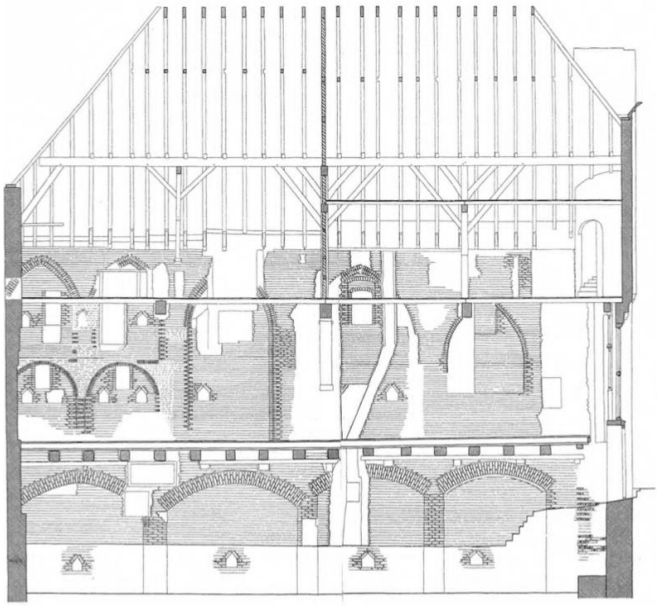
De voorbeelden van de oudste houtskelethuizen en stenen huizen laten zien dat de sporenkappen van deze huizen geen ondersteunende spanten hadden. De uitvoering van deze houtskelethuizen en stenen huizen met een ‘verdiep’ was ook geen aanleiding om spanten toe te passen. Het stenen huis met houtskelet zal zich vermoedelijk in de tweede helft van de 13$^{de}$ eeuw hieruit hebben ontwikkeld. Vroege voorbeelden van het stenen huis met houtskelet in Utrecht, Oudegracht 30 uit 1313-1314 (d) en Oudegracht 288 uit het begin van de 14$^{de}$ eeuw, hebben wel een houtskelet, maar nog geen spanten onder de sporenkap.[1628] Dit hangt naar alle waarschijnlijk samen met het feit dat deze huizen geen ‘verdiep’ met borstwering hebben. Het al eerder aangehaalde begin 14$^{de}$-eeuwse achterhuis van Oudegracht 288 heeft wel een ‘verdiep’, maar omdat dit was uitgevoerd in een houtskeletconstructie waren onder de sporenkap geen spanten nodig.[1629] In de literatuur worden meerdere opties gehanteerd over waarom de portaalachtige spantconstructies tot ontwikkeling kwamen, zoals verandering van dakbedekking, groei van de dakomvang, beschikbaarheid van materialen, de ontwikkeling van het verdiep, het realiseren van extra opslagcapaciteit in de kap of een combinatie van deze factoren.[1630] Op basis van de beschikbare gegevens zal worden onderzocht of deze of andere factoren de aanleiding waren voor het ontstaan van de spantconstructies op Leidse huizen.

Het oudst gedateerde Nederlandse huis met een spantconstructie is het bekende Bossche huis ‘De Moriaan’, Markt 79-85. Recentelijk is vastgesteld dat het overgrote deel van de houtconstructie in 1277 (d) is gekapt.[1631] De sporenkap wordt, naast de twee (bekende) tussenbalkgebinten, waarvan er één bovendien ook voorzien was van een dekbalk, ondersteund door een dekbalkspant met gekromde spantbenen zonder trekbalk (afb. 427).[1632]

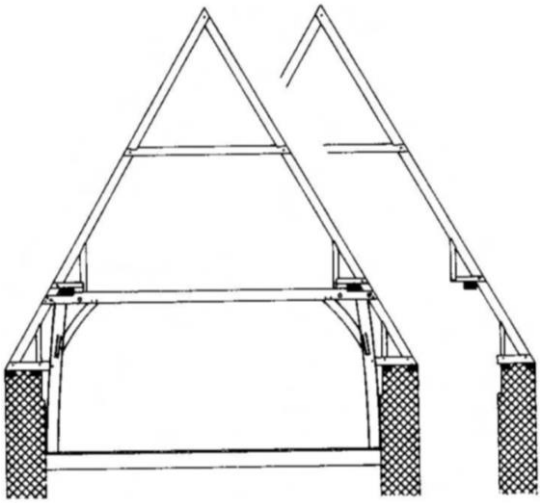
---

[1622] Meischke et al. 1997, 30 en 35-36.
[1623] Dolfin et al. 1989, 425.
[1624] In Leiden hadden de stenen huizen met houtskelet over het algemeen opgaand muurwerk van één of anderhalf steen dik; Orsel 2007g, 128. Zie ook Cleijne et al. 2017, 348-349.
[1625] Dolfin et al. 1989, 432.
[1626] Meischke et al. 1997, 35.
[1627] De Vries 1983, 50 en De Vries 2003, 2103-2104.
[1628] Oudegracht 30 (1313-1314 d) is een stenen huis met een eikenhouten houtconstructie met samengestelde balklaag op muurstijlen en een dennenhouten sporenkap. Het huis heeft geen borstwering; De Vries 1997, 224 en Klück 1999, 134-136. Oudegracht 288 uit begin 14$^{de}$ eeuw heeft een stenen voorhuis met houtskelet en had een sporenkap en geen borstwering; Klück 1999, 137-139.
[1629] Klück 1999, 137-139.
[1630] Zie paragraaf Kappenonderzoek in Noordwest-Europa.
[1631] Enderman 2016a, 75 en Enderman 2016b, 48-49 en 63.
[1632] Vriendelijke mededeling bouwhistoricus Maarten Enderman. In het verleden is voornamelijk de nadruk gelegd op het tussenbalkgebint; Janse 1989, 120-121; Boekwijt en Van Drunen 1996, 20-23 en Glaudemans 1996, 248-250.

Een ander vroeg voorbeeld van een huis met een spantconstructie is Oudegracht 307 in Utrecht uit 1319-1325 (d) (afb. 428).[1633] Dit stenen huis met houtskelet heeft een eikenhouten houtconstructie met samengestelde balklagen op muurstijlen én spanten die eikenhouten sporenparen ondersteunen.[1634] De dekbalkspanten zijn een combinatie van lang, recht dennenhout voor de rechte delen en gekromd eikenhout voor gekromde onderdelen, zoals de spantbenen. De houtskeletgebinten en spanten werden op elkaar gestapeld en vormen een constructief geheel.[1635]



427 ’s-Hertogenbosch, Markt 79-85, 1277 (d) (Glaudemans 1996)



428 Utrecht, Oudegracht 307, 1319-1325 (d) (Janse 1989)

Deze kapconstructievorm van sporenparen ondersteund door flieringen en dwarsgeplaatste spanten was vanaf dit vroege begin de toegepaste kapvorm voor het grootste gedeelte van Nederland.[1636] De kapconstructie had bij huizen samenhang met de onderliggende balklaagconstructie en draagconstructie. Dit sluit aan bij het algemene beeld dat de modulaire structuur in vakken van de oudere kapconstructies met dwarsgeplaatste spanten een relatie had met de moerbalken van dragende houtskeletconstructies van gebouwen. Op basis van de behouden voorbeelden kan worden geconcludeerd dat in de huisbouw spanten nodig werden bij de ontwikkeling in de tweede helft van de 13$^{de}$ eeuw van het stenen huis met houtskelet. Als dit huis werd uitgevoerd met een ‘verdiep’ waren spanten constructief noodzakelijk voor de afvoer van de krachten.[1637] Door spantconstructies, die de krachten geconcentreerd afvoerden naar de gebinten, werd voorkomen dat de dunne stenen borstweringen zouden worden weggedrukt door de spatkrachten van de sporenkap.

[1633] Dolfin et al. 1989, 433; Janse 1989, 93; Klück 1999, 136 en De Vries 2003, 2102.
[1634] De sporen zijn verbonden met de dekbalken en de spanten hebben met de sporen overeenkomstige telmerken.
[1635] Dit benoemde Janse als het gebonden systeem, terwijl de oudere onafhankelijke balklagen en sporenparen een enkelvoudig of ongebonden systeem waren; Janse 1989, 93-94. De overgang viel volgens Janse rond 1300. Over de terminologie van gebonden en ongebonden heerst echter verwarring, vermoedelijk omdat deze terminologie van Duitse literatuur werd afgeleid. Hierin is een gebonden systeem een sporenpaar met voetbalk en vooral van toepassing bij langsgebinten; zie bijvoorbeeld Bedal 1978, 46 en 52 en Großmann 1986, 45-47 en 99-105. Het ongebonden systeem zou kenmerkend zijn voor dwarsgeplaatste gebinten. Bij het gebonden systeem van sporenparen met voetbalk was een ‘verdiep’ onmogelijk. Een ‘verdiep’ kon echter zowel bij langs- als dwarsgebinten worden gerealiseerd. Bij dwarsgebinten was het verdiep wel eenvoudiger te construeren.
[1636] Zie paragrafen Historiografie en Regionaal.
[1637] Meischke et al. 1997, 20-21; Meischke et al. 2000, 50-52 en Zantkuijl 1993, 31-34.

De dwarsgeplaatste spantconstructies in het stenen huis met houtskelet en 'verdiep' konden met rechte spantbenen worden uitgevoerd. Bij de uitvoering was de toepassing met gekromde eikenhouten spantbenen echter algemeen. De keuze voor een gekromd spantbeen was vanuit de constructieve functie het meest ideaal. Door de gekromde vorm bleef het spantbeen namelijk dicht bij de kapvoet. De afstand tussen de te koppelen muurplaat en spantbeen was daarmee het kortst. De gekromde vorm leverde daarbij bovendien enige ruimtewinst op. Ruimtewinst wordt vaak genoemd als reden voor de toepassing van krommers.[1638] Maar dit valt te betwijfelen, want de ruimtewinst was zeer beperkt en alleen van toepassing ter plaatse van de spantbenen.

De keuze voor gekromde spantbenen was, naast de genoemde constructieve factor, vermoedelijk eerder economisch. Al het constructiehout moest worden ingevoerd. Voor de balklagen, muurstijlen, dekbalken en flieringen was lang recht eiken constructiehout nodig. Voor de overige constructiedelen, die niet per se in recht hout moesten worden uitgevoerd, werd gekromd hout gebruikt.[1639] Zo zijn in de oudste Leidse kappen bijvoorbeeld de windschoren en korbeels van gekromd hout. Op deze wijze werd maximaal nuttig gebruik gemaakt van het beschikbare ingevoerde constructiehout. Zeer waarschijnlijk werd dus bij de oudste kappen vanuit een constructief én economisch motief gekozen voor gekromd hout voor de spantbenen. De timmermannen hebben inventief en ingenieus hierop ingespeeld met een constructie met een combinatie van recht en krom hout. Vroege Leidse voorbeelden van het stenen huis met houtskelet en spantconstructies zijn Breestraat 113 uit 1347 en Pieterskerkhof 40 uit 1383/1384.[1640] Breestraat 135 uit 1365 is een combinatie van een vakwerk- of houtskelethuis en een stenen huis met houtskelet (afb. 281).[1641] De houten zijgevel aan de ene zijde was uitgevoerd met tussen- of ankerbalkgebinten met vrij vierkante zware stijlen en de overzijde van het gebint had een dekbalkconstructie met plaatvormige muurstijlen tegen een bakstenen zijgevel.

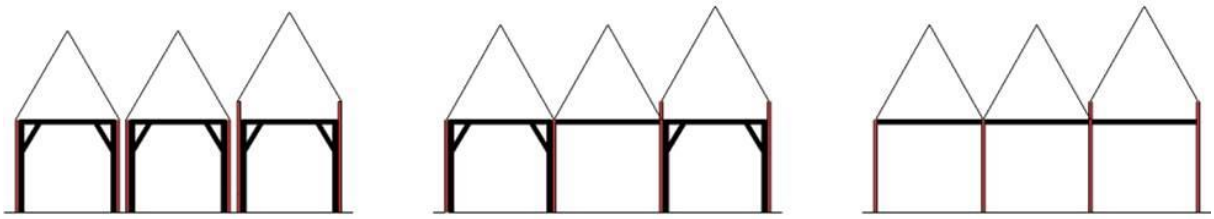
Opvallend is dat niet alleen de huizen met 'verdiep' en borstweringen een kap met spanten kregen. In dezelfde periode werden ook de huizen zonder borstwering met spanten uitgevoerd. Terwijl hier de constructieve noodzaak, het stabiliseren van de borstweringen, ontbrak. Het oudste Leidse voorbeeld is Breestraat 113 uit 1347. De dekbalkspanten hiervan hebben geen gekromde, maar rechte spantbenen. Wellicht was het gebruik van spanten bij de vroegste voorbeelden met borstwering als een dermate constructieve verbetering ervaren, dat vervolgens alle kappen werden uitgevoerd met spanten. Maar er kunnen ook andere redenen aan de toepassing van spanten ten grondslag hebben gelegen. Zo kon de opkomst van spanten samenhangen met een verandering in maatvoering en uitvoering van sporen in deze periode.[1642] De oudere sporenkappen hadden zware rechthoekige sporen. Vanaf het begin van de 14$^{de}$ eeuw nam de maat af en de vorm werd meer vierkant.[1643] Mogelijk was dit een gevolg van het streven naar een reductie van het houtgebruik. Om te voorkomen dat de dunnere sporen gingen doorbuigen, zouden spanten met daarop een langsondersteuning noodzakelijk worden.[1644] Door het ontbreken van dit oudere type rechthoekige dakspoor is in Leiden hiervoor geen aanwijzing gevonden. De oudste 14$^{de}$-eeuwse daksporen in Leiden zijn van gezaagd eikenhout of geschild en gekantrecht/geschild vurenhout (Picea Abies). Deze hebben (al) een relatief geringe doorsnede. Op basis hiervan behoeven deze sporen dus al een ondersteuningsconstructie en dit zou een verklaring kunnen zijn voor de toepassing van de spanten.

De ontwikkeling naar een dwarsgeplaatste ondersteuningsconstructie is mogelijk ook te koppelen aan de gebruikte dakbedekking. In de zich in deze periode ontwikkelende steden werden brandveiliger, harde dakbedekkingsmaterialen steeds gebruikelijker.[1645] In Leiden vielen natuurleien en keramische daktegels onder de harde dakbedekking.[1646]

---

[1638] Janse 1989, 93 en De Roon 2009, 45.
[1639] In enkele gevallen waren in de 14$^{de}$ eeuw zelfs dekbalken ook licht gekromd, vriendelijke mededeling Dirk Jan de Vries.
[1640] Dröge 2005a, 9 en 32 en zie dossier Pieterskerkhof 40 in het bouwhistorisch archief van ELO.
[1641] Orsel 2007g, 118-119.
[1642] De Vries 1983, 50; Dolfin et al. 1989, 435 en 441-442 en Janse 1989, 95.
[1643] Dolfin et al. 1989, 435 en 441-442 en Janse 1989, 95.
[1644] Wellicht is, voor bepaalde regio's, de afname van het gebruik van dennenhout voor de sporen hiervoor een verklaring, net zoals bij de balklagen in Utrecht is vastgesteld.
[1645] Janse 1989, 81 en 87-89; De Vries 1994a, 80-81 en De Vries 2003, 2103.
[1646] Zie paragraaf De dakbedekking. In het begin behoorde het geleemde dak hier ook toe.

De oudste daktegels worden in de 13de eeuw gedateerd. Een ander voordeel van deze harde dakbedekking was de mogelijkheid tot het maken van goten.[1647] Hiermee verviel de noodzaak van de bij weke daken benodigde osendrup en werd het gebruik van gezamenlijke, versteende, bouwmuren tussen diepgeplaatste huizen mogelijk. Het gevolg was een nuttig gebruik van de gehele perceelsbreedte, een economisch voordeel in de dichtbebouwde stad (afb. 429).
In vergelijking met het oudere lichtere weke dak, behoefde de harde dakbedekking een sterkere en stabielere constructie en bovendien een steilere dakhelling.[1648] De doorontwikkeling naar een schorende en ondersteunende constructie met flieringen en spanten onder de sporenparen voorzag in een gecombineerde oplossing voor deze aspecten.[1649]



429 Schematische weergave gevolgen opheffen osendrup

Een andere mogelijke aanleiding voor de vroege toepassing van spanten in het algemeen zou de groeiende omvang van daken kunnen zijn. Hoffsummer nam aan dat aan het einde van de 12de en in de eerste helft van de 13de eeuw de omvang en de hoogte van daken, van vooral grotere gebouwen, toe nam en daarvoor zochten de timmerlieden oplossingen in verbeterde dragende en schorende (spant)constructies.[1650] Maar de zeer grote Utrechtse huizen, de zogenaamde stadskastelen, met hun hoge en omvangrijke daken werden echter tot in het begin van de 14de eeuw uitgevoerd met sporenkappen, dus zonder spanten of langsondersteuning. De grootte van de daken bij huizen lijkt dus ook niet direct de aanleiding voor het toepassen van spanten.

Ook werd verondersteld dat de ontwikkeling van de spantenkap een relatie zou hebben met het vermetselen van de ‘harde’ gebakken dakbedekking, waarvoor een stabiele en trillingsvrije draagconstructie noodzakelijk was.[1651] Maar dit gold vooral voor boven- en onderpannen, die in het oosten en noorden van Nederland werden toegepast. Een dak met daktegels was namelijk stijver dan een boven- en onderpannendak, want de panlatten lagen veel dichter op elkaar (ca. 8/9 cm bij daktegels tot minimaal 25 centimeter bij boven- en onderpannen) en dit vormde samen met de daksporen een behoorlijk stijf en stabiel framewerk.[1652] De onderlinge aansluiting voor een vermetseling was bij de vlakke tegels ook veel beter dan bij boven- en onderpannen.
Bovendien was bij daktegels een vermetseling niet noodzakelijk. De voorwaarde voor een trillingsvrij dak gold dus voornamelijk voor vermetselde of aangesmeerde daken van boven- en onderpannen en is dus niet van toepassing op de ontwikkeling van de Leidse kap of die in de regio.

Zoals al eerdergenoemd was één van de voordelen van een spantconstructie dat er een tweede zolder op kon worden gemaakt, wat extra opslagcapaciteit opleverde. Dit lijkt echter meer een gevolg, dan een reden voor de ontwikkeling ervan. In Leiden komen relatief weinig voorbeelden van hijsinstallaties en aanwijzingen voor zware opslagzolders voor. Leiden was ook vooral gericht op productie, met name de lakenindustrie en niet zozeer op handel. Aan opslagcapaciteit lijkt in Leiden dus minder behoefte te zijn geweest en dus ook niet de eerste aanleiding voor de toepassing van spantconstructies.

---

[1647] Cleijne et al. 2017, 347.
[1648] De Vries 2003, 2103.
[1649] Janse 1989, 87, De Vries 1994a, 80-81 en Hoffsummer 2009, 264-266 en 339. In het oudere overzichtswerk van Meischke en Zantkuijl werd nog aangenomen dat het versteningsproces geen effect had gehad op de kapconstructie; Meischke en Zantkuijl 1969, 116.
[1650] Hoffsummer 2009, 264-269.
[1651] De Vries 1988a, 2; De Vries 1994a, 80-81 en De Vries 2003, 2103.
[1652] De Vries 1994a, 80-81.

**6.4 Samenvatting Kappenlandschap**[1653]

Kapconstructies van Leidse huizen stonden niet op zichzelf. Vergelijkend onderzoek toont aan dat op lokaal niveau de daken van andere type gebouwen van een gelijk of iets groter formaat overeenkomstig waren uitgevoerd. Deze gebouwen hadden dezelfde dakvormen, materialisering en constructieve opzet en vergelijkbare ontwikkelingen en toepassingen. Vanwege bijvoorbeeld functionele eisen of een grotere omvang werden aanpassingen doorgevoerd, maar de constructieve hoofdopzet was volgens dezelfde principes uitgevoerd. Afwijkende constructieve oplossingen konden voorkomen bij uitzonderlijke, extraordinaire projecten en afwijkende constructies als gevolg van nieuwe technieken of (rondtrekkende, gespecialiseerde) werklui van buiten Leiden, geschoolde ontwerpers of voorbeeldboeken. Deze specifieke en bijzondere constructies vonden geen of nauwelijks navolging en resulteerden niet in wijzigingen van de algemene Leidse bouwwijze van de kapconstructies op de ordinaire huizen.

Kapconstructies in Leiden blijken in de middeleeuwen een grote gelijkenis te hebben gehad met die in steden in de Leidse omgeving en daarbuiten in Nederland, afgezien van globaal de oostelijke provincies. Er was voor westelijk Nederland dan ook geen sprake van grote regionale verschillen.[1654] Deze kapconstructies vielen binnen een gedefinieerde Vlaams-Nederlandse groep. Deze groep, met karakteristieke dwarsgeplaatste portaalachtige dekbalkspanten, was kenmerkend voor een gebied langs de Noordzeekust, globaal tussen Friesland en Noord-Frankrijk. Waarschijnlijk hing dit samen met het Nederlandse taalgebied en de mondelinge kennisoverdracht binnen het timmerambacht.[1655] Hoewel de Nederlandse en Duitse taal grote gelijkenis vertonen, deden de constructies in beide taalgebieden dat niet. De invloed van het Duitstalige gebied is zichtbaar in de afwijkende constructies in de oostelijke Nederlandse provincies.[1656] De constructievorm was onafhankelijk van het gebeid waar het bouwhout vandaan kwam.[1657]
Pas na de middeleeuwen divergeerden de constructies in het gebied van de Vlaams-Nederlandse groep enigszins en zijn lokaal-gebonden ontwikkelingen waar te nemen.

Het ontstaan van lokale en regionale bijzonderheden vanaf de middeleeuwen hing waarschijnlijk samen met een periode van economische groei in Nederland. Dit werd ingeleid met de sociale, maatschappelijke, economische, militaire en politieke ontwikkelingen rond het ontstaan van de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden (1588) en als gevolg van de ontwikkelingen rond het rampjaar (1672) stagneerde dit echter weer.[1658]
Als gevolg van de florerende steden met stijgende inwoneraantallen, mede door immigranten uit de zuidelijke Nederlanden, werd de aanzet gegeven tot stedelijke verdichtingen en stadsuitbreidingen.[1659] Hierdoor ontstond een hoogconjunctuur in de bouw en zal door de grote vraag in de steden ruimte zijn ontstaan voor lokale bouwmarkten met hun plaatselijk of regionaal gebonden bouwkundige bijzonderheden.

Opmerkelijk is de constatering dat in de regio rondom Leiden vrijwel gelijktijdig (omstreeks tweede kwart 16$^{de}$ eeuw) de ondersteuningsconstructie werd verbeterd met de introductie van de nokgording, inclusief nokgordingsspant en losse sporen in plaats van sporenparen. Door het onderzoek in Leiden kan dit fenomeen worden gekoppeld aan de opkomst en verspreiding van de oud-Hollandse dakpan.

---

[1653] Uit onderzoek naar Leidse kappen en die in de omringende regio kunnen algemene conclusies worden getrokken over de aanleiding van de toepassing van de spantconstructie. Dit moet echter hypothetisch en terughoudend blijven doordat moet worden uitgegaan van de huidige stand van onderzoek en door het ontbreken van voorbeelden, met name voor Leiden zelf.
[1654] Zie ook Meischke et al. 1993, 31.
[1655] Janse 1989, 19-20 en Stenvert 2013a, 17.
[1656] De Vries 1983, 48-49; Janse 1989, 241-246; Janse 1990a, 51-52 en 62 en De Vries 2003, 2102.
[1657] Zie paragraaf Hout en Meischke et al. 1993, 31.
[1658] Noordegraaf 1985, 82-95 en 174-178; Israel 1991, 128-133, 400 en 409-410; Soltow en Van Zanden 1998, 193-194; Meischke et al. 1993, 12; Bosma et al. 2007, 235-237; Prak 2012, 10-38 en Rutte en Abrahamse 2014, 186-195. In het algemeen is het een periode van bloei, maar ook met tijden van stagnatie, bijvoorbeeld rond de Dertigjarige Oorlog (1618-1648/1621-1644); Israel 1991, 133. Bovendien was er in deze periode sprake van een groeiende economische ongelijkheid; Soltow en Van Zanden 1998, 50-54 en 193-194.
[1659] Prak 2012, 229 en 236-237 en Rutte en Abrahamse 2014, 186-195.

De pan was een revolutionaire verbetering met grote voordelen. Hierdoor bleef de toepassing niet beperkt tot lokaal gebruik of in de omringende regio, maar werd de vernieuwende pan, en impliciet de aangepaste kapconstructie, snel aangewend in een groot gebied. Hieruit blijkt dat significante innovatieve verbeteringen snel en over een groot gebied konden worden verspreid, geaccepteerd en toegepast.[1660] Dit gold bijvoorbeeld ook voor de driehoekspantvorm. Geconcludeerd kan worden dat kennis en kunde werden uitgewisseld en vernieuwing mogelijk was. Onderlinge contacten tussen ambachtslieden zullen hierbij een rol hebben gespeeld, maar vermoedelijk was er ook kennisdeling tussen de gilden van de steden.[1661] De overeenkomsten van de gildeproeven in de verschillende steden wijzen ook op onderlinge uitwisseling. Vernieuwing was ook mogelijk doordat (aankomende) ambachtslieden op eigen initiatief elders kennis opdeden, bijvoorbeeld door werkstages elders of zelfstudie.[1662] Het interne opleidingssysteem van het gilde leidde echter nauwelijks tot transfer van nieuwe kennis, als gevolg van het aanleren van bestaande en gekende ambachtstechnieken in de meester-gezel structuur.

De Vlaams-Nederlandse kapconstructie met sporen en ondersteunende spanten was geëvolueerd vanuit de oudere sporenkap. Deze ontwikkeling hing voor West-Nederland samen met een urbanisatiegolf in de 12$^{de}$ en vooral 13$^{de}$ eeuw. In die periode kwamen uit de pre-stedelijke, meer agrarische, nederzettingen, steden voort met een handelskarakter. De opkomende steden met hun groeiende handelsactiviteiten hadden een sterkere ruimtebehoefte en daarom een dichtere perceelstructuur. De vroege huizen waren éénbeukige gebouwen met een rechthoekige plattegrond en een ingegraven regelmatig houtskelet. Deze huizen hadden wanden van natuurlijke materialen als hout of (geleemd) vlechtwerk en het dak zal met riet op de daksporen gedekt zijn geweest. Tussen de veelal diepgeplaatste huizen waren osendruppen aanwezig voor de afvoer van het regenwater en ter voorkoming van brandoverslag.

Met de opkomst en groei van de stedelijke nederzetting ontstonden lokale ambachtelijke specialisaties, waaronder het houtbewerkingsspecialisme. Een belangrijke verandering in de huisbouw kan worden verklaard door de toenemende bekwaamheid en mogelijkheden van de timmerambachtsman. Vanaf circa 1200 werden de stijlen van het houtskelet van de éénbeukige huizen niet meer ingegraven, maar op een fundament gezet. De constructieve voorwaarde voor deze transitie was het vormvaste gebint met momentvaste verbindingen. Pas toen de timmerlieden deze verbeterde verbindingen, met name de pen-en-gatverbinding, gingen toepassen, werden de stabiele houtskeletgebinten mogelijk. Deze constructieve verbetering was zowel voor het langs- als dwarsgeplaatste gebint noodzakelijk. Karakteristiek voor West-Nederland was het dwarsgeplaatste houtskeletgebint, dat kon zijn uitgevoerd als dek- of kopbalk, tussenbalk- of ankerbalkgebint. De transitie van ingegraven stijlen naar niet ingegraven stijlen hing dus niet primair samen met het ontstaan van een type gebint, ankerbalk-, tussenbalk- of dek/kopbalkgebint, maar met de ontwikkeling van constructief stijve houtverbindingen.

De ordinaire vakwerk- of houtskelethuizen waren algemeen gangbaar, maar stenen gebouwen kwamen ook al vroeg voor, zeker na de herintroductie van de baksteen aan het einde van de 12$^{de}$ eeuw. Vanuit ruimtebehoefte ontstond het ‘verdiep’ tussen borstweringen, waarmee extra en praktische gebruiksruimte werd gerealiseerd op de zolder. Zowel het stenen huis als het houtskelethuis konden zijn uitgevoerd met een ‘verdiep’. De kapconstructie bleef in eerste instantie een sporenkap. De dikke borstweringen van het stenen huis en de zwaar uitgevoerde doorstekende stijlen van het houtskelethuis waren constructief sterk genoeg om de spatkrachten van de sporenkap op te nemen. De introductie van het verdiep was dus niet de primaire aanleiding voor de toepassing van spanten, zoals wel werd aangenomen.

Door het versteningsproces vloeiden in West-Nederland in de loop van de 13$^{de}$ eeuw het stenen huis en het vakwerk- of houtskelethuis ineen tot het stenen huis met houtskelet.

---

[1660] Zie ook Meischke et al. 1993, 31. In Engeland is dit ook vastgesteld; Valeriani 2006b, 5. Na de grote stadsbranden in Breda in 1490 en 1534 en in Delft in 1536 werden vrijwel zonder uitzondering kappen met nokgordingen gebouwd, terwijl daarvoor sporenparen gebruikelijk waren. Ook hier zal de nieuwe pan na de calamiteit zijn toegepast. Nader archivalisch en eventueel archeologisch onderzoek ontbreekt hierover tot nog toe.

[1661] Janse 1965, 22-23 en Van Tussenbroek 2013, 18-19.

[1662] Valeriani 2006b, 5 en 34-35; Valeriani 2008, 13-14 en Wallis 2018.

Uit de uitvoering van het houtskelet met de daar omheen geplaatste muren kan worden geconcludeerd dat deze stenen huizen met houtskelet voortkomen uit de houtbouwtraditie. Ook de verstening van de zeer brandbare rieten daken van de huizen ving in de 13$^{de}$ eeuw aan door de toepassing van natuurleien of keramische daktegels. Deze harde daken werden vanwege de brandveiligheid door de stadsbesturen met regelgeving en later ook met subsidies gestimuleerd. Bovendien had het harde dak het grote voordeel dat een (zak)goot kon worden toegepast, waardoor gezamenlijke bouwmuren tussen de diepgeplaatste huizen mogelijk werden. Hierdoor werd tevens het nuttig gebruiksoppervlak in de dichtbebouwde steden vergroot.

Harde daken waren veel zwaarder dan weke daken. Het grote gewicht van de harde dakbedekking en de benodigde, iets steilere dakhelling en dunnere daksporen zullen aanleiding zijn geweest voor de ontwikkeling van spanten ter ondersteuning van het dak. Huizen kregen vooral harde daken van de lokaal geproduceerde keramische daktegels, in plaats van de luxueuzere geïmporteerde natuurleien. Het beschikbaar komen van de goedkopere, brandveilige daktegel zal de toepassing van ondersteunende spantconstructies bij huizen hebben gestimuleerd. De timmerman was al bedreven in het vakkundig construeren van stijve en stabiele houtskeletconstructies. Vanuit de basale sporenkap werd voor de ondersteuning van de zwaardere dakbedekking een portaalachtige constructie doorontwikkeld. Deze spantconstructie kwam voort uit een sporenpaar om de krachten vanaf het dak geconcentreerd af te kunnen voeren. De relatie sporenpaar – spant is herleidbaar aan het doornummeren van de spanten in de sporenparenreeks en de verbinding van sporen en spanten bij de oudste voorbeelden. Het spant was een variatie van het houtskeletgebint. Tegelijkertijd werd bespaard op de houtzwaarte van de daksporen. Houtgebrek voor zware daksporen zal mede de aanleiding voor de toepassing van spanten zijn geweest, aangezien een ondersteunende constructie dan nodig werd. Er was in elk geval samenhang tussen de toepassing van spanten en de reductie van de houtmaat van de daksporen. De nieuwe constructievorm met ondersteunende spanten was een constructieve oplossing met doordacht houtgebruik en een opbouw van relatief korte stukken hout. De timmerlieden hadden vindingrijk een innovatieve en geavanceerde oplossing ontwikkeld voor de ondersteuning en stabilisering van een zwaarder en steiler dak, in een gebied waar constructiehout moest worden geïmporteerd.

Bij de nieuwe stenen gebouwen met houtskelet zonder ‘verdiep’ bestond geen constructieve noodzaak voor spanten onder een sporenkap met rietdekking. Daarom was de komst van het nieuwe stenen huis met houtskelet vermoedelijk niet de primaire aanleiding voor het toepassen van spantconstructies onder sporendaken bij ordinaire gebouwen, maar waren dit vooral de harde brandveilige dakbedekking en het doordachte materiaalgebruik. Bij het stenen huis met houtskelet en een ‘verdiep’ tussen borstweringen waren spanten wel noodzakelijk om de spatkrachten van de kapvoet op te vangen en te voorkomen dat zijn constructief zwakke bakstenen borstweringen uit zouden wijken. Door middel van een blokkeel werd een constructieve koppeling tot stand gebracht en werden de spatkrachten via de spantbenen overgebracht naar de trekbalk. De timmerman paste hierbij gekromde spantbenen toe, waarmee inventief en praktisch een constructief probleem technisch werd opgelost. De timmerman maakte maximaal gebruik van het houtaanbod en verwerkte gekromd hout, als recht hout niet strikt noodzakelijk was. De toepassing van geïmporteerde gekromde spantbenen was een efficiënte en economische oplossing in dit gebied met een relatieve schaarste aan (lokaal) bouwmateriaal. De kapconstructie met gekromde spantbenen was hiermee dus een variant van de Vlaams-Nederlandse groep met de kenmerkende portaalachtige spantconstructie. Ruimtewinst door gekromde in plaats van rechte spantbeen was minimaal en zal niet primair de oorzaak zijn geweest voor de toepassing ervan, zoals wel is verondersteld.

In oudere onderzoeken naar kapconstructies werden ook andere redenen genoemd voor het ontstaan van spanten. Een aantal daarvan blijkt voor de huizen en gebouwen in Leiden en de regio niet op te gaan. Zo was de veronderstelling van een noodzakelijke ondersteunende en stabiliserende spantconstructies bij toename van de dakomvang bij huizen onjuist. Daarnaast is vastgesteld dat de noodzaak voor een stijve en stabiele kapconstructie met spanten ten behoeve van de vermetseling van boven- en onderpannen voor West-Nederland met zijn daktegeldaken ook niet van toepassing was. De toepassing van spanten was ook niet het gevolg van een eventuele wens voor het realiseren van extra opslagcapaciteit op de spanten.

De oorsprong van de Vlaams-Nederlandse spantconstructies zal in Vlaanderen moeten worden gezocht, omdat daar de oudste, 13de-eeuwse, voorbeelden aanwezig zijn. Voor Leiden is het voorkomen van dit constructieprincipe met de dwarsgeplaatste spanten rond 1300 aangetoond. 14de-eeuwse Leidse kapconstructies hadden een aantal van de karakteristieke vroege kenmerken van de Vlaams-Nederlandse groep, zoals gepende blokkeels, gepende gekromde windschoren, verbonden sporen en dekbalkspanten, en doornummerende sporen en spanten. Analoog aan voorbeelden uit Vlaams-Nederlandse groep zal daarom in Leiden de evolutie van sporenkap naar een constructieve opzet met spanten en sporenparen, inclusief gebintconstructie, tijdens de urbanisatie in de 13de eeuw hebben plaatsgevonden.

Door de vroege verstening van wanden en daken, gestimuleerd door de lokale overheid, de komst in 1545 van de golfpan (de oud-Hollandse pan) inclusief de benodigde aangepaste constructie met nokgording én latere vernieuwing en verhoging van de huizen door economische voorspoed vooral in de late 16de en 17de eeuw, zijn vroege sporenkappen met of zonder spanten niet of nauwelijks bewaard gebleven. Hierdoor moet op dit moment het beeld over Leidse kapconstructies in de periode voor 1300 hypothetisch blijven. Hopelijk leveren bouwhistorische en/of archeologische vondsten hierover in de toekomst meer informatie.[1663]

[1663] Dit vraagstuk is opgenomen in de integrale Onderzoeksagenda Archeologie en Bouwhistorie Leiden; Brandenburgh en Orsel 2013.

# 7 CONCLUSIE

## 7.1 Inleiding

Uit de voorgaande hoofdstukken is duidelijk geworden dat de vorm van het Leidse dak en de ondersteunende kapconstructie op detailniveau een grote variëteit vertoont en samenhangt met de factoren mens, materiaal en klimaat. Het dak op een huis en zijn constructie zijn het gevolg van de mogelijkheden en beperkingen om in een bepaalde periode vorm te geven aan de gewenste verschijningsvorm. Met de systematische documentatie en analyse van meer dan honderd kapconstructies uit de periode 1300-1800 geeft dit onderzoek voor het eerst een samenvattend overzicht van dit soort constructies in één stad. De inzet van dendrochronologisch onderzoek leidde tot wetenschappelijk bepaalde dateringen en inzicht in de herkomst van constructiehout en de handel daarin. Vastgesteld kon worden dat het constructiehout van de kappen import betrof; in de middeleeuwen eerst vanuit West-Duitsland, daarna van verder weg. Een nieuw ontwikkeld gestandaardiseerd catalogusblad maakte een eenduidige verwerking van en onderzoek naar de gedocumenteerde constructies mogelijk. Door de koppeling van de gegevens van de onderzochte kappen met historische bronnen en gepubliceerd onderzoek is getracht antwoord te krijgen op de in de inleiding geformuleerde centrale vraagstelling wat de verschijningsvorm en ontwikkeling van kapconstructies op Leidse huizen was tussen 1300 en 1800 en welke invloeden en indicatoren daarbij een rol speelden. Door de resultaten te plaatsen in een breder regionaal kader zijn de resultaten van deze studie niet alleen van belang voor de Leidse situatie, maar tevens voor de omringende regio en voor de kennis over de geschiedenis van het bouwen in het algemeen. Afgesloten zal worden met een slotbeschouwing over het belang van bouwhistorische kennis voor een zorgvuldige omgang met ons cultureel erfgoed waar de fascinerende kapconstructies een onderdeel van zijn.

## 7.2 De constructie van het Leidse dak

Het verrichte onderzoek naar de vorm en ontwikkeling van kapconstructies heeft duidelijk gemaakt dat in Leiden tussen 1300 en 1800 sprake was van een geleidelijke evolutie van de kapconstructievorm. Typologisch is de ontwikkeling in de onderzochte periode zeer beperkt geweest met de sporenkap als basistype, een doorontwikkeling naar een met longitudinale dragers en transversale dekbalkspanten ondersteunde sporenkap als tweede type en als laatste innovatie de introductie van de nokgording met de nokstijl, driehoekspanten of schaarspanten als verschillende typen nok-ondersteunende spanten (fig. 16 en 18). De opzet en de beperkte, geleidelijke ontwikkeling van de kapconstructie werd vooral bepaald door technologische innovaties. Er was nauwelijks sprake van een typologische ontwikkeling met verschillende constructies die elkaar afwisselden of beïnvloedden. Dit gebrek aan typologische ontwikkeling staat in contrast tot ouder onderzoek, waarin lokale constructies in verband werden gebracht met een ontwikkeling op nationaal niveau. Hierbij ontstond de indruk dat er wel degelijk sprake was van lokale ontwikkelingen, maar doordat de dataset per stad of regio beperkt was en er geen integraal overzicht bestond, werden verbanden gezien die er in werkelijkheid niet waren.[1664] De vernieuwende constatering van dit voorliggende onderzoek, namelijk dat de uitvoering van de kapconstructie op ordinaire huizen in één stad over een zeer lange periode constant was, is van belang voor bouwhistorisch onderzoek, maar ook voor aanverwante onderzoeksdisciplines.

Het onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat het denken in een strikte typologische ontwikkeling van de constructie, zoals gebruikelijk in oudere bouwhistorische overzichtswerken, weinig zinvol is, maar dat synthetiserend onderzoek beter gericht kan zijn op lokale en regionale aspecten en verspreiding van vernieuwingen en moderniseringen.[1665] De ontwikkeling blijkt als geheel niet zozeer ‘lineair-evolutionair’ te zijn, maar eerder ‘regionaal-ambachtelijk’.[1666]

[1664] Zie paragraaf Kappenonderzoek in Noordwest-Europa.
[1665] Meischke en Zantkuijl hebben dit ook vastgesteld in hun Nederlandse huizenonderzoek; Meischke et al. 1993, 10-12. Janse was van mening dat de regionale verschillen te klein waren; Janse 1989, 6.
[1666] Stenvert 2010a, 8-9. Dit sluit aan bij de visie van Smith dat de ontwikkeling van Engelse kapconstructies beter verklaard kan worden in termen van verscheidene culturele patronen in plaats van alle typen en hybride vormen in een enkele opeenvolgende progressieve geschiedenis te passen; Smith 1960, 144.

De vastgestelde Leidse doorontwikkeling vanuit de sporenkap heeft bovendien duidelijk gemaakt dat de oudere indeling door Herman Janse van de Nederlandse kapconstructie bij de gordingenkappen als basistype dus onjuist is. Ook de typologische indeling van kappen voor 1575 in sporenkappen (type I), gordingenkappen (type II) en stijlenkappen (type III), zoals hij in zijn overzichtswerk heeft voorgesteld, is daarom niet zinvol. Dat deze typologische indeling, die geïnspireerd lijkt op de Duitse visie, wringt, blijkt ook uit de vele voorbeelden van kappen met flieringen en gordingen die zowel tot type I als type II werden gerekend. Janse was zich bewust van dit manco en noemde de indeling van hoofdtypen een middel en geen keurslijf.[1667] Bovendien was de stijlenkap een variant van de gordingenkap. Janse behandelde de kappen van na 1575 zelf ook bijna niet volgens zijn eigen hoofdtypes.[1668] Ook zijn onderverdeling van de types met behulp van codering is nauwelijks bruikbaar, omdat vrijwel elke getoonde kapconstructie een zelfstandige variant vertegenwoordigde.

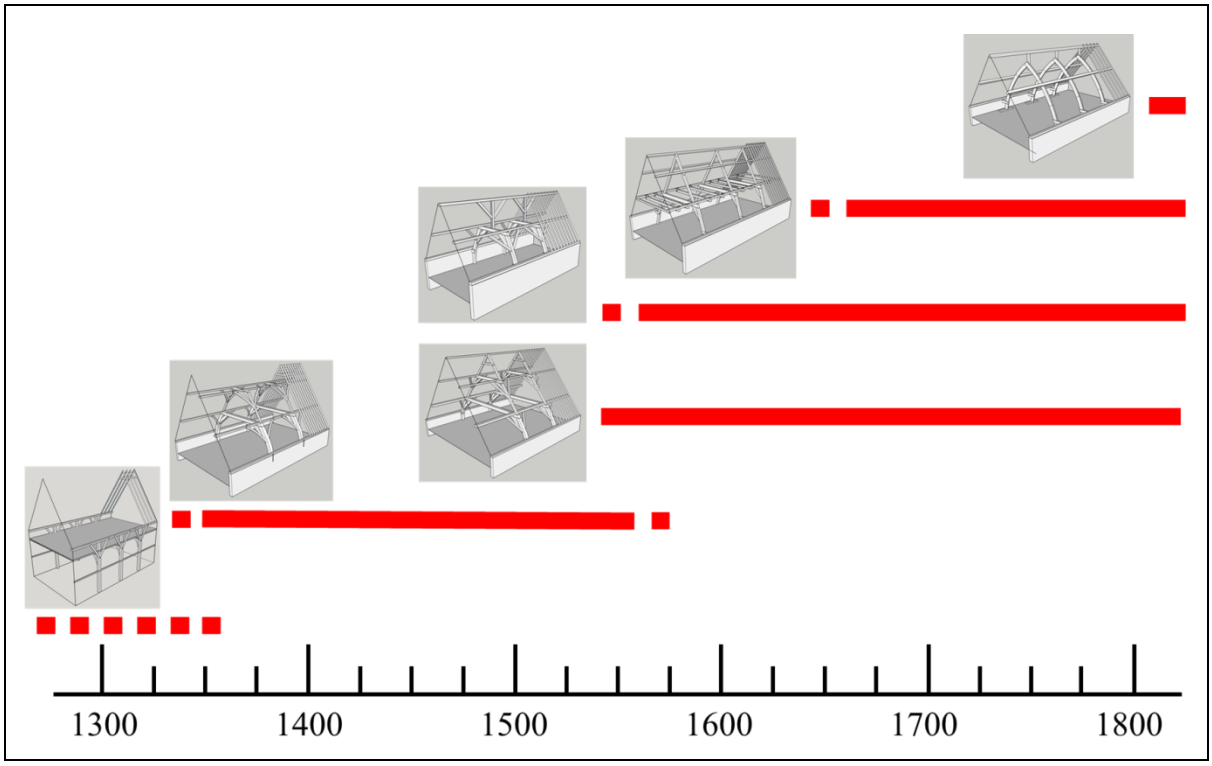



Fig. 18 Typo-chronologie van de kapconstructie op Leidse huizen tussen 1300 en 1800 (in 3d-modellen). De typologie ontwikkelde zich vanuit een sporenkap naar een met langsdragers en dekbalkspanten ondersteunde sporenkap. Rond 1545 werd de nokgording geïntroduceerd en werden aan het spant een nokstijl of driehoekspant toegevoegd. Kort daarna kwam het schaarspant daarvoor ook in gebruik. Van het begin van de 19de eeuw kwamen nieuwe spantconstructies voor, zoals het Philiberspant. De streeplijn staat voor aangetoonde voorbeelden van bepaalde constructievorm vanuit de catalogus. De stippellijn staat voor het vermoedelijk of mogelijk voorkomen.

Uit het onderzoek komt naar voren dat de aanleiding voor structurele veranderingen van de kapconstructies op Leidse huizen tot twee maal toe een verandering in het dakbedekkingsmateriaal was. Daarbij speelden allerlei parallel optredende factoren eveneens een rol, zoals de ligging en ontwikkeling van de stad, constructieve simplificatie en modificatie van de constructie, materiaalbesparing en vernieuwingen in de bouwkunst en -kunde, maar deze waren niet de belangrijkste reden voor vernieuwingen van de constructievorm. De primaire factoren zijn het gildesysteem en vooral het versteningsproces.

[1667] Janse 1989, 6.
[1668] Janse 1989, 249-279.

# CONCLUSIE

De geografische ligging en demografische en economische ontwikkeling van Leiden waren fundamentele aspecten voor het ontstaan en de ontwikkeling van de kenmerkende sporenkap-constructie met ondersteunende langsdragers en dwars geplaatste spanten. Het ontstaan en het floreren van Leiden hing samen met de 12de- 13de-eeuwse urbanisatie van West-Nederland.[1669] Deze verstedelijking, met haar relatieve autonomie en progressieve ontwikkeling, bood de zelfbewuste burgers een positief perspectief en economische mogelijkheden, waardoor zij met vertrouwen konden investeren in huizenbouw. De evolutie van sporenkap naar een constructieve opzet met dwarsgeplaatste spanten, langsdragers en sporenparen zal in Leiden in de 13de eeuw hebben plaatsgevonden en hing samen met de genoemde urbanisatie.

Ook de bouworganisatie met gildedwang speelde een belangrijke rol bij het bouwen in de stad. De urbanisatie leidde tot het ontstaan van gespecialiseerde ambachtsgilden. Door specialisatie werd het timmerambachtsgilde in staat complexere constructies te vervaardigen. De uitvoering van de kapconstructies op een ordinair stedelijk huis was door de geldende gildedwang voorbehouden aan leden van het lokale timmerliedengilde. Het in de onderzoeksperiode vrijwel statische constructieprincipe met dwars geplaatste (stapel-)spanten, langsdragers en sporen bij de ordinaire Leidse huizen was het gevolg van de gilderegels en -dwang. Het vervaardigen van kapconstructie van ordinaire bouwwerken, meest huizen, was voornamelijk routinewerk, op basis van afspraken tussen een opdrachtgever en lokale ambachtslieden. Daarbij werd gewerkt ‘naer den eijsch’, een algemeen geldende kwaliteitsnorm volgens lokale ambachtelijke bouwkundige tradities. In de Leidse stedelijke regelgeving, de keuren, stonden daarom geen voorschriften over vorm en uitvoering van de constructies. De behoudende en beschermende gildeorganisatie met interne scholingsstructuur door ervaring en het mondeling doorgeven van de lokale bouwtraditie veroorzaakte een onveranderlijke, traditionele vorm van bouwen volgens bekende bouwkundige principes. Hierdoor waren in de onderzoeksperiode vernieuwingen en moderniseringen van de ordinaire bouwconstructie zeer beperkt en werden die mogelijk zelfs geremd. Het gildesysteem veroorzaakte een behoudende, reactieve bouwwijze en niet een vernieuwende of proactieve.

De primaire aanleiding voor de introductie van technologische vernieuwingen in de kapconstructie op huizen moet zoals gezegd elders worden gezocht, en wel in het versteningsproces. In de dichtbebouwde stedelijke context zijn de door de stedelijke overheid gestimuleerde brandveiliger natuurlei en keramische daktegel in plaats van riet de belangrijkste aanleiding geweest voor de toepassing van een ondersteuningsconstructie. De sporenconstructie van een rieten dak voldeed niet voor het grotere gewicht van de harde dakbedekking en zijn vereiste steilere dakhelling. Daarom moesten de timmerlieden een draagkrachtiger en tegelijk materiaal-efficiënte ondersteuningsconstructie met (stapel-)spanten ontwikkelen. Met de gestapelde constructie, met haar optimaal en spaarzaam gebruik van bouwmateriaal, speelde de timmerman in op het in Leiden en de omringende regio relatief schaarse en kostbare import-bouwhout. De spantconstructie was een door de timmerlieden ontwikkelde technische innovatie van de dragende gebintconstructie van het stenen huis met houtskelet. Dit huis kenmerkte zich door een met spanten ondersteunde sporenkap, zowel met als zonder ‘verdiep’. De toepassing van spanten bij beide vormen maakt duidelijk dat de ontwikkeling van het ‘verdiep’ niet de aanleiding was voor het gebruik van spanten, zoals in het verleden wel is beweerd.[1670] De toepassing van spantconstructies op stenen huizen met houtskelet en geen ‘verdiep’ kan alleen worden verklaard door andere invloeden. Zoals hierboven aangegeven, komen de brandveiligere dakbedekking van zwaardere tegels en leien in combinatie met materiaalbesparingen en constructieve verbeteringen in aanmerking als de belangrijkste reden. Juist door de dwarsgeplaatste spanten werd het nuttige ‘verdiep’ bij de stenen huizen met houtskelet, met dunne stenen borstweringen, mogelijk.[1671] De timmerman paste hierbij gekromde spantbenen toe, waarmee op inventieve en praktische wijze een constructief probleem technisch werd opgelost en tegelijk economisch optimaal gebruik werd gemaakt van het houtaanbod. Ontbrak de borstwering, dan werden rechte spantbenen toegepast.

---

[1669] Bosma et al. 2007, 114-119; Rutte en Abrahamse 2014, 170-175 en Blockmans en Hoppenbrouwers 2016, 404-416 en 427-437.

[1670] Meischke et al. 1997, 20-21; Meischke et al. 2000, 50-51 en Zantkuijl 1993, 31-34.

[1671] Om te voorkomen dat de opgaande borstwering uitknikte door de spatkrachten van de dakschilden, vormden blokkeels een constructieve koppeling tussen muurplaat- borstwering en spantbeen.

De kapconstructie met gekromde spantbenen was dus geen apart spanttype zoals wel verondersteld, maar een variant van de Vlaams-Nederlandse groep met de kenmerkende portaalachtige spanten. Stenen huizen met houtskelet zonder 'verdiep' en spanten met rechte spantbenen en dergelijke huizen met borstweringen en spanten met gekromde spantbenen kwamen in Leiden al rond het midden van de 14de eeuw voor.

In de onderzoeksperiode tussen 1300 en 1800 is bij de kapconstructies van Leidse huizen maar één structurele typologische ontwikkeling van het kapconstructieprincipe waargenomen; de introductie van de nokgording met nokgording-dragende spanten. De combinatie van de onderzochte Leidse kapconstructies en archiefgegevens maakt in dit onderzoek voor het eerst duidelijk dat dit het gevolg was van de introductie rond 1545 van de innovatieve gegolfde dakpan, in plaats van riet of daktegels. Deze golfpan, de oud-Hollandse dakpan genaamd, behoefde een stabielere nokconstructie, waarvoor de timmerman een oplossing moest vinden. Dit leidde tot de innovatieve introductie van de nokgording op driehoekspanten of nokstijlspanten en losse sporen. Later, na het midden van de 17de eeuw, werd voor de ondersteuning van de nokgording ook het constructief en materiaal-efficiënte schaarspant ontwikkeld. De nieuwe, stevigere en stabielere constructievorm met losse sporen was bovendien eenvoudiger en efficiënter – en dus economischer – te fabriceren en te assembleren dan die met gekoppelde sporenparen.

Met de introductie van de revolutionaire, efficiënte en economische golfpan en aangescherpt stedelijk beleid met betrekking tot brandveilige 'harde' daken inclusief subsidiëring kwam in Leiden het versteningsproces, gericht op een brandveilige stedelijke bebouwing, tot een definitieve afronding. De regeling uit 1593, de 'Afkeuringe van alle riet-daken ende vermeerderinge vande brantkeuren', bepaalde via aanwijzing de verplichte vervanging van brandbare rieten daken door harde onbrandbare dakbedekking. Met de laatste subsidie-uitbetaling van 1618 zal de verstening van de daken in hoofdzaak zijn afgerond. De aangescherpte harddak-regelgeving, inclusief de subsidieregeling hadden een intensieve vernieuwing van Leidse daken en kapconstructies tot gevolg, waarbij de eigenaren de gelegenheid ook aangrepen hun huis met een verdieping te verhogen.[1672]

Naast de typologische ontwikkeling zijn er aan de constructie andere aspecten waargenomen die informatie kunnen geven over haar opzet, vervaardiging en/of datering, maar die niet of beperkt van invloed zijn geweest op de hoofdopzet of veranderingen hiervan. In de loop van de tijd werd de constructie en dan vooral details zoals verbindingen van de Leidse kappen, onder invloed van economische factoren, steeds eenvoudiger en efficiënter vervaardigd, wat een besparing opleverde op materiaal en arbeid, maar waarbij de constructie voldoende sterk en stabiel bleef. De houten schetsplaat in de top van het driehoekspant vanaf het eind van de 16de eeuw en ijzeren bouten vanaf het begin van de 18de eeuw waren technische innovaties, maar hadden geen wijziging van de hoofdvorm van de kapconstructie tot gevolg. Ook de overgang van eikenhout naar grenenhout vanaf het eind van de 16de eeuw, als gevolg van een grote vraag voor bouwactiviteiten en scheepsbouw en een beperkter aanbod door handelsbeperkingen en destructieve bosbouw, had nauwelijks effect op hoe de timmerman de spanten vormgaf of op wijzigingen in constructies en verbindingen. Omdat grenenhout niet kromgroeit verdwenen wel langzamerhand de gekromde, eiken, spantbenen uit de constructie, maar de opzet van het spant bleef hetzelfde. De nieuwe zaagmolenindustrie rond Leiden leverde vanaf het tweede kwart 17de eeuw machinaal, meskant gezaagd hout, waarmee werd bespaard op arbeid van de timmerman en/of zager. Bovendien leidde dit tot een standaardisering van de houtmaten van de spantonderdelen. Maar ook dit had geen effect op hoe de timmerman de hoofdvorm van de constructie vormgaf. De meeste constructies werden door de timmerman voorzien van telmerken ten behoeve van het plaatsen van de constructie. Hierin is een ontwikkeling vastgesteld waarmee de constructie globaal kan worden gedateerd. Maar de uitvoering van de merken heeft evenmin invloed uitgeoefend op de constructie.

De organisatie rond het bouwen van ordinaire huizen veranderde in de onderzoeksperiode vrijwel niet. In de middeleeuwen bepaalden in hoofdzaak de traditioneel opgeleide timmerman en de technische mogelijkheden de dakvorm en zijn constructie.

[1672] Een gevolg van deze ontwikkeling is dat het aantal bewaarde middeleeuwse kapconstructies relatief gering is, wat tevens een beperking voor dit onderzoek opleverde.

Bij uitzonderlijke, extraordinaire bouwwerken, zonder gildedwang, was als gevolg van invloeden van technieken of vaklieden van buiten Leiden vernieuwing mogelijk en konden specifieke en bijzondere constructies ontstaan. In het oudere onderzoek lag vaak de focus op deze niet-ordinaire gebouwen, waardoor uitzonderlijke of buitengewone constructies onderdeel van de algemene ontwikkeling zijn geworden. Deze constructies hadden echter nauwelijks navolging en resulteerden niet in wijzigingen in de algemene Leidse bouwwijze van kappen op ordinaire huizen. Omdat vanaf de 17$^{de}$ eeuw de ontwerpopgave meer in handen kwam van onderlegde architecten, opdrachtgevers en aannemers die toegang hadden tot – internationale – publicaties en voorbeeldboeken, werden nieuwe dakvormen en constructies mogelijk. Vernieuwing en verbetering van bouwconstructies van de ordinaire huizen bleven echter uit, omdat deze huizen door de gildedwang gebouwd bleven worden door timmergildeleden. Ook het timmermansgereedschap en de werkwijzen veranderden niet. Dit had dus geen invloed op de vorm of uitvoering van de ordinaire dakconstructie. Opmerkelijk is dat, terwijl de constructie van kappen gedurende een eeuwenlange periode weinig ontwikkeling tonen, de gebouwen, ook de ordinaire, wel veranderingen ondergingen in verschijningsvorm, het materiaalgebruik én de architectuur. Hieruit is af te leiden dat de timmerman in staat was met het gelijkblijvende constructieprincipe, met dekbalkspanten, langsdragers en sporen, flexibel te variëren en zo in te spelen op veranderende functionele of architectonische eisen. Deze externe factoren waren duidelijk geen aanleiding tot vernieuwingen van de constructie. De ontwikkelingen in de architectuur, die toegepast werden in opdracht van initiatiefnemer, hadden dus geen directe invloed op constructieve vernieuwingen van ordinaire gebouwen. Bij de kapconstructie van een ordinair bouwwerk was het niet de opdrachtgever, maar de binnen het gilde opgeleide timmerman de bepalende figuur die ervoor zorgde dat de kap werd uitgevoerd met de binnen het gilde gebruikelijke constructievorm.

Pas na drastische veranderingen in de bouworganisatie, waarbij de gilden en de gildedwang (1798-1810) werden opgeheven, kwam ruimte voor vernieuwing en modernisatie met nieuwe constructietypen. De kapconstructie op het Leidse huis in het begin van 19$^{de}$ eeuw was in eerste instantie een continuering van de bekende dakvormen en constructies. Met het opheffen van de gilden blijkt er niet onmiddellijk een abrupte wijziging, verandering of vernieuwing van de constructievorm op te treden. Er ontstond geen vacuüm en de bouwlieden continueerden hun werkzaamheden als vanouds. Door de combinatie van een veranderende bouwwereld, de beschikbaarheid van buitenlandse, of daarop gebaseerde, publicaties en als doorslaggevende factor het opheffen van het traditioneel ingestelde gilde kwam vanaf het begin van de 19$^{de}$ eeuw echter wel ruimte voor vernieuwing op constructief gebied. Zo kwam het Philibertspant als nieuwe spantvorm in gebruik. Deze gebogen schenkelspanten weken radicaal af van de gebruikelijke ambachtelijke dekbalk- of driehoekspanten. Dit was het startschot, mede door de industrialisatie, voor allerlei nieuwe constructievormen en -technieken, later ook in moderne materialen als ijzer en beton. Op deze wijze kwam vanaf het begin van de 19$^{de}$ eeuw geleidelijk een einde aan de toepassing van de eeuwenoude traditionele spantconstructievorm.

Het ontwikkelingsmodel van de kapconstructie van ordinaire Leidse huizen tussen 1300 en 1800 is dus primair beïnvloed door een combinatie van het gildesysteem en het versteningsproces. Het gildesysteem zorgde voor stilstand en het versteningsproces veroorzaakte tot tweemaal toe met nieuwe harde dakbedekkingsmaterialen een technologische ontwikkeling. Opmerkelijk is dat dit soort significante verbeteringen een snelle toepassing laten zien en ook een verspreiding over een groot gebied. Vernieuwingen met ontwikkelingen van de constructievorm waren dus mogelijk, maar alleen bij significante, effectieve verbeteringen. Hierbij was wel sprake van transfer van nieuwe kennis en kunde tussen de ambachtslieden en de gilden van verschillende steden. Onderlinge uitwisseling blijkt ook uit de overeenkomsten van de gildeproeven in de verschillende steden. De verspreiding lijkt zich te hebben beperkt tot de taalregio van de ambachtslieden. Hiermee wordt het beeld genuanceerd dat door het behoudende gildesysteem geen of nauwelijks vernieuwingen van de kapconstructies op Leidse huizen tussen 1300 en 1800 plaats konden vinden.

Geconcludeerd kan worden dat de Leidse kapconstructies in grote lijnen de verschijningsvorm en kenmerken vertoonden die ook elders in het Vlaams Nederlandse kustgebied worden aangetroffen.[1673] De kapconstructies op ordinaire huizen in Leiden vormden met lokale fenomenen geen uitzondering, maar pasten constructief in de zogenaamde Vlaams-Nederlandse groep.

[1673] Zie paragrafen Kappenonderzoek in Noordwest-Europa, Kennisstand en Vraagstelling en afbakening.

Zoals verondersteld zal de overeenkomstige voertaal van de ambachtslieden de reden zijn geweest voor het voorkomen en de geografische spreiding van deze constructieve groep.[1674] De gegevens van dit Leidse onderzoek zijn daarom ook representatief voor deze regio's. Voor één stad in Nederland is nu de eigen specifieke lokale ontwikkeling van kapconstructies op huizen in de periode tussen 1300 en 1800 bekend. Door in de toekomst ook in andere steden en regio's onderzoek te verrichten, met een lokaal-ambachtelijke insteek, kan inzicht worden verkregen hoe de constructies in deze steden en regio's en in Leiden passen in het Nederlandse kappenlandschap en kan worden getoetst hoe de in dit onderzoek aangevoerde verklaringsmodellen voor stilstand en ontwikkeling rond het bouwen ook daar van toepassing zijn.

### 7.3 De kap als cultuurhistorisch fenomeen

Het hier gepresenteerde onderzoek naar kapconstructies is gebaseerd op bouwhistorisch onderzoek ten dienste van het cultureel erfgoed in de gemeente Leiden.[1675] Waardestellend bouwhistorisch onderzoek speelt een nuttige en praktische rol bij veranderingsprocessen van cultureel erfgoed, zoals restauratie, renovatie en transformatie.[1676] Documentair bouwhistorisch onderzoek wordt in Leiden structureel en systematisch verricht tijdens de uitvoering van (vergunde) werkzaamheden aan cultuurhistorische bebouwing. Het doel daarvan is bouwhistorische kennisborging en -opbouw en het bestuderen van menselijk handelen in het verleden in brede zin.[1677] Documentair bouwhistorisch onderzoek is vergelijkbaar met archeologie en stond in deze studie centraal.

Volgens de erfgoedinspectie wordt maar een fractie van de Nederlandse monumenten bouwhistorisch onderzocht op de aanwezige waarden, terwijl de wettelijke kaders daarvoor al sinds 2011 aanwezig zijn.[1678] Dit is op zich alarmerend, maar nog slechter is het gesteld met het aantal documentaire bouwhistorische onderzoeken. Uit het onderzoek is gebleken dat dit vrijwel nooit plaatsvindt.[1679] Met vergunning verdwijnen delen van de historische bouwmassa, structuren, elementen en afwerkingen, zonder dat deze worden gedocumenteerd. Terwijl de uitvoering van werkzaamheden hét moment is om de bouw- en gebruiksgeschiedenis waar te nemen omdat recente afwerkingslagen worden verwijderd. Het gaat hierbij niet alleen om geregistreerde monumenten. Bouwhistorisch onderzoek heeft aangetoond dat naast en tussen de erkende monumenten nog heel veel onbekende historische gebouwen geheel of gedeeltelijk overeind staan.[1680] Dit is het gevolg van het vroegere aanwijzingsbeleid waarbij vooral vanaf de buitenkant werd geïnventariseerd.[1681] Bovendien is door hetzelfde aanwijzingsregime ook van de geregistreerde monumenten niet of maar gedeeltelijk bekend welke cultuurhistorische waarden er achter hun gevels verborgen liggen. Bij onbeschermde objecten mag vergunningsvrij de historische bouwsubstantie worden gesloopt of aangetast en vindt helemaal geen onderzoek plaats, afgezien van enkele gemeenten waar gemeentelijke bouwhistorici werkzaam zijn. Als primair en specifiek bronmateriaal gaat zodoende veel gebouwd cultureel erfgoed, zowel beschermd als onbeschermd, grotendeels ongezien en ongedocumenteerd verloren.[1682] Deze omgang met ons historisch erfgoed is in strijd met internationale verdragen.

---

[1674] Janse 1989, 19-20, Janse 1990a, 62, Volmer en Zimmermann 2012, 23-24 en Stenvert 2013a, 17.
[1675] Zie hoofdstuk Inleiding en verantwoording.
[1676] Hendriks en Van der Hoeve 2009, 14-21.
[1677] Van Genabeek 1994, 25-26 en Stenvert 1994, 18.
[1678] Erfgoedinspectie 2011, 5-10.
[1679] Erfgoedinspectie 2011, 5-10. Dit is opmerkelijk aangezien de RCE uitgangspunten voor restauratie heeft opgesteld waarvan het documenteren van de ingrepen één van de zes ethische uitgangspunten is, https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/downloads/dossiers/uitgangspunten_voor_restauratie.pdf, en https://www.monumenten.nl/files/onderhoud_en_restauratie/uitgangspunten_voor_restauratie.pdf, gecontroleerd 2018-06-30 en 2019-10-06. Uitgangspunt 6: 'Documenteer de beslissingen die zijn genomen tijdens het plannen en tijdens de uitvoering. Documentatie maakt de verantwoording van de ingreep inzichtelijk en vormt de basis voor toekomstig herstel. Indien door restauratie verlies van waardevolle historische informatie en monumentale waarden onvermijdelijk en onomkeerbaar is, dan moet u dit verlies en/of de restanten deugdelijk (laten) documenteren'.
[1680] Steehouwer 2000; Boerefijn en Orsel 2009; Eshuis 2009, 5-7, 11-12, 25; Orsel 2011h en Van Tussenbroek, Van Drunen en Orsel 2012, 40-43.
[1681] Eshuis 2009, 11.
[1682] Van Genabeek 1994, 23 en 25-26 en Van Tussenbroek 2006a, 230.

In het Charter van Venetië (1964) staat deze documentatie expliciet genoemd.[1683] Ook in het Verdrag van Granada (1985) wordt documentatie verplicht gesteld.[1684] Bij de implementatie van het Verdrag van Valetta (1992) in Nederland is wetgeving opgesteld voor het omgaan met sporen van het menselijk handelen ondergronds (archeologisch onderzoek) en voor bovengronds niet (bouwhistorisch onderzoek).[1685] Dit is eenzijdig en zelfs foutief. Bij de omzetting van de officiële Franse en Engelse teksten zijn het Franse woord 'archéologie' en het Engelse woord 'archaeology' vertaald naar het Nederlandse 'archeologie'. In het verdrag wordt gesteld dat 'tot archeologische erfgoed behoren bouwwerken, gebouwen, complexen, aangelegde terreinen, roerende zaken, monumenten van andere aard, alsmede hun context, ongeacht of zij op het land of onder water zijn gelegen'. De wetgeving die hierop in Nederland is opgesteld beperkt zich echter tot het ondergrondse erfgoed, terwijl in het Frans en het Engels ook het bovengrondse erfgoed wordt bedoeld. De onderzoeksdiscipline bouwhistorie wordt in die landen respectievelijk 'archéologie du bâti' en 'building archaeology' genoemd. Dit 'vertaalfoutje' van circa 20 jaar geleden heeft tot op heden grote gevolgen gehad.[1686] In de omgang met historisch erfgoed is de discrepantie ontstaan dat bij verstoring in het ene geval, op basis van wetgeving, met het (ondergrondse) erfgoed zeer zorgvuldig wordt omgegaan, terwijl in het ander geval het (bovengrondse) erfgoed ongedocumenteerd mag worden gesloopt. Toch is het gebouwde erfgoed maar één keer te verstoren of te verwijderen, net als het ondergrondse erfgoed en ook bijvoorbeeld archieven. Pas de laatste jaren is er het besef ontstaan dat de scheiding tussen onder- en bovengronds kunstmatig is. De RCE constateerde in 2009 dat het begrip archaeology te beperkt is ingevuld en dat in het beleid bouwhistorisch onderzoek en archeologie beter op elkaar moeten worden afgestemd.[1687] Bij verstoring van bovengronds erfgoed zou er dus bouwhistorische documentatie plaats moeten vinden. Voor de geregistreerde monumenten kan dit als voorwaarde in omgevingsvergunningen worden opgenomen. Ook is het mogelijk geworden de onbeschermde en onbekende bouwhistorische waarden adequaat te borgen sinds de meer gebiedsgerichte benadering van de monumentenzorg en cultuurhistorie van de afgelopen jaren.[1688] Bepaald is dat gemeenten bij ruimtelijke ontwikkelingen in een vroeg stadium cultuurhistorische belangen moeten meewegen.[1689] Daarop is ook de ruimtelijke ordeningswetgeving aangepast en is bepaald dat cultuurhistorie onderdeel moet zijn van een bestemmingsplan.[1690] De term 'cultuurhistorie' omvat hier alle zichtbare en tastbare sporen – het gaat om veel meer dan alleen monumenten en archeologische bodemschatten. Ook bouwhistorische waarden zijn onderdeel van het containerbegrip cultuurhistorie en zijn ruimtelijk relevant.[1691] Bouwhistorische waarden moeten dus worden meegenomen in het gemeentelijk ruimtelijk beleid.

---

[1683] Charter van Venetië, 1964, zie http://www.stichtingerm.nl/doc/Charter%20van%20Veneti%C3%AB%20-%20restauratieladder.pdf, gecontroleerd 2018-06-27. Artikel 16: 'De werkzaamheden voor behoud, restauratie en opgraving moeten steeds worden begeleid door een nauwkeurige documentatie in de vorm van analytische en kritische rapporten, geïllustreerd met tekeningen en foto's. Alle fasen van ontgraving, consolidatie, herbouw en integratie, alsmede de technische en formele bijzonderheden die zich gedurende het werk voordoen, moeten worden vermeld. Deze documentatie moet worden ondergebracht in het archief van een openbare instelling en ter beschikking staan aan onderzoekers. Publicatie van de documentatie is aan te bevelen'. De Conventie van Sofia (1996), met als titel 'Principles for the recording of monuments, group of building and sites', is een verdere uitwerking van het charter van Venetië en gaat uitgebreid in op documentatie van historisch erfgoed. Conventie van Sofia, 1996, https://www.icomos.org/charters/archives-e.pdf, gecontroleerd 2018-06-30.

[1684] Verdrag van Granada, 1985, zie http://wetten.overheid.nl/BWBV0002624/1994-06-01#Verdrag_2, gecontroleerd 2018-06-27. Artikel 2: 'Ten einde nauwkeurig te bepalen welke monumenten, gebouwen die een architectonische eenheid vormen en waardevolle gebieden beschermd dienen te worden, verplicht iedere Partij zich ertoe een inventarisatie hiervan bij te houden en, ingeval deze goederen worden bedreigd, zo spoedig mogelijk een passende documentatie op te stellen'.

[1685] Verdrag van Valleta, 1992, http://wetten.overheid.nl/BWBV0002031/2007-12-12#Verdrag_2, gecontroleerd 2018-06-30. Ook wel het verdrag van Malta. Zie ook Schuller 2002 en De Vos 2017.

[1686] Van Tussenbroek 2006a, 229.

[1687] Eshuis 2009, 31 en 33.

[1688] Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2011.

[1689] Ministerie OCW 2009.

[1690] Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2011.

[1691] Witbreuk et al. 2009 en Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2011.

Door het opnemen van deze waarden in de cultuurhistorische kaartlagen van bestemmingsplannen (en in toekomstige omgevingsplannen), inclusief een bijbehorend juridisch regime, krijgen deze waarden hun plaats.[1692] De bouwhistorische en cultuurhistorische waardenkaarten zijn hiervoor het instrument, analoog aan de al bestaande systematiek van de archeologische waardenkaart.[1693] De kaart kan ook dienen als selectiemiddel bij het opstellen of uitbreiden van de gemeentelijke monumentenlijst.[1694]

Uit dit onderzoek in Leiden blijkt dat nog heel veel onbekende waarden verborgen zijn, waarden die uniek zijn voor de stad en onlosmakelijk deel vormen van de gebouwde stedelijke identiteit. Het besef dat veel meer behouden is gebleven en bedreigd, is vrij recent. Janse suggereerde in 1995 dat er enkele honderden kappen met dekbalkspanten en sporenparen moeten zijn geweest.[1695] Als landelijk coördinator bouwhistorisch onderzoek hield De Vries het in 2000 op enkele duizenden.[1696] De gemeentelijke bouwhistorici schatten dat alleen al in Amsterdam honderden van dit soort kappen zullen zijn. In Leiden zijn het er enkele duizenden.[1697] Consequent uitvoeren van adequate bouwhistorische documentatie is daarom noodzakelijk als we willen voorkomen dat elke dag weer onvervangbare (bouw)historie van Nederland als primaire bron ongezien en ongedocumenteerd bij restauraties, renovaties, verbouwingen en hergebruik gedeeltelijk tot geheel verloren gaat.[1698] Structureel documentair bouwhistorisch onderzoek vooraf en tijdens uitvoeringswerkzaamheden is noodzakelijk en zou nationaal verplicht moeten worden. Met de concretisering van bouwhistorische documentatie wordt een deel van de Maltawetgeving ingevuld zoals deze bedoeld is. Hopelijk komt het uiteindelijk zover dat de Nederlandse omgang met en wetgeving over cultureel erfgoed conform de verschillende internationale verdragen wordt vormgegeven, met naadloos ondergronds archeologisch onderzoek en bovengronds bouwhistorisch documentair onderzoek.[1699] Bij de verplichte bouwhistorische documentatie bij sloop of vervanging van historische bouwmaterialen of structuren is inzet van moderne innovatieve documentatie- en presentatietechnieken efficiënt en praktisch.[1700] Daarnaast kunnen een nationale bouwhistorische onderzoeksagenda, een datamanagementsysteem en een kwaliteitsnorm ook voor de bouwhistorische onderzoeksdiscipline in Nederland zinvolle instrumenten zijn om dit soort onderzoek – analoog aan de archeologie – in de praktijk te verankeren.[1701] Ook zou sterker kunnen worden samengewerkt met aanverwante disciplines.[1702] Met deze wetenschappelijk gerichte ontwikkeling van het bouwhistorische vakgebied wordt niet alleen voorkomen dat historische gegevens verloren gaan, maar wordt ook de opgedane kennis geborgd en verrijkt.[1703] Door het ontsluiten en delen van deze unieke kennis over het gebouwde erfgoed komt het gebouw tot leven. Dit alles leidt tot een groter en beter bewustzijn van en over de gebouwde omgeving en derhalve tot een betere omgang met ons cultureel erfgoed.

---

[1692] Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2011.
[1693] Eshuis 2009, 33; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2011 en Van Tussenbroek, Van Drunen en Orsel 2012.
[1694] Van Tussenbroek, Van Drunen en Orsel 2012, 51.
[1695] Janse 1989, 95.
[1696] Steehouwer 2000, 23.
[1697] De Roon 2009, 50 en zie hoofdstuk Inleiding en verantwoording.
[1698] Van Genabeek 1994, 23 en 25-26.
[1699] De verdragen betreffen het charter van Venetië, 1964, het verdrag van Granada, 1985, het verdrag van Malta, 1992 en de conventie van Sofia, 1996.
[1700] Stenvert en Van Tussenbroek 2015, 29-30, 33 en 40-41 en De Vos 2017.
[1701] Van Genabeek 1994, 23 en 25-26; Stenvert 1994, 15, 17 en 20; Stenvert 2005, 39-40; Van Tussenbroek 2006a, 229-230, 233; Stenvert 2008, 17-18; Stenvert 2010b en Stenvert 2013b.
[1702] Van Tussenbroek 2006a; Stenvert 2008, 22 en Van Reenen 2014.
[1703] Stenvert 1994, 13-14; Stenvert 2008, 17-18; Van Tussenbroek 2006a, 230 en 233 en Van Tussenbroek, 2010, 16. In een nationale onderzoeksagenda kunnen onderzoeksvragen worden geformuleerd over de relevantie van de Leidse onderzoeksgegevens en conclusies. Vanuit het Leidse onderzoek kunnen ook al onderzoeksthema's worden aangedragen die in dit onderzoek niet of onvoldoende aan bod gekomen zijn, zijn bijvoorbeeld gootconstructies, vlotgaten en vlotconstructies. Bij het opstellen en uitvoeren van een landelijke onderzoeksagenda kunnen, met de ervaringen van het Leidse onderzoek, ook prioriteiten worden gesteld. Zo kan bijvoorbeeld onderzoek naar dakbedekking en zijn drager voorrang krijgen op basis van de relatieve grote bedreiging van authentiek bronmateriaal.

## SAMENVATTING

Het onderzoek naar de kapconstructies op Leidse huizen tussen 1300 en 1800 is primair gebaseerd op de systematische documentatie en analyse van meer dan honderd geselecteerde kapconstructies van huizen en twintig vergelijkbare op andere type gebouwen in Leiden. Het onderzoek geeft voor het eerst een samenvattend overzicht van dit soort constructies in één stad. Mede door dendrochronologisch onderzoek zijn vrijwel alle kapconstructies van een exacte, bruikbare datering voorzien en is informatie beschikbaar over de herkomst van constructiehout en de handel daarin. De gedocumenteerde constructies zijn eenduidig vastgelegd op een nieuw ontwikkeld gestandaardiseerd catalogusblad. Door de koppeling van de gegevens van de onderzochte kappen met historische bronnen en gepubliceerd onderzoek is getracht antwoord te krijgen op de hoofdvraag wat de verschijningsvorm en ontwikkeling van kapconstructies van 1300 tot 1800 op Leidse huizen is en wat de invloeden daarop en indicatoren daarvoor zijn.

De geografische ligging en demografische en economische ontwikkeling van Leiden zijn fundamentele aspecten voor het ontstaan en de ontwikkeling van de kap. De ligging van Leiden en aansluitende regio is bepaald door een zeeklimaat, waarbij een steile dakhelling van 50-60 graden gebruikelijk blijkt. Het ontstaan en het floreren van Leiden hing samen met de 12$^{de}$-13$^{de}$-eeuwse urbanisatie van West-Nederland. Deze verstedelijking met haar relatieve autonomie en progressieve ontwikkeling bood de burgers een positief toekomstperspectief en economische mogelijkheden. Doordat voor het eerst constructies in één stad structureel met elkaar zijn vergeleken, kon worden vastgesteld dat tussen 1300 en 1800 sprake was van een geleidelijke evolutie van de kapconstructievorm. Typologisch was de ontwikkeling zeer beperkt met een sporenkap als basistype, een doorontwikkeling naar een met dekbalkspanten ondersteunde sporenkap als tweede type en als laatste innovatie de introductie van de nokgording met de nokstijl, driehoekspanten en schaarspanten als verschillende typen nok-ondersteunende spanten. De oudste huizen zullen voorzien zijn geweest van een kapconstructie met gekoppelde sporenparen voor de ondersteuning van rieten daken. De basale sporenkap is het basisconstructieprincipe in heel Noordwest-Europa. Uit de studie blijkt dat de huizen zijn uitgevoerd met transversale jukvormige spanten, waarop longitudinale dragers liggen die sporen ondersteunen. Het kenmerkende constructieve framework is deel van de Vlaams-Nederlandse groep in de Nederlandstalige regio langs de Noordzeekust, strekkend van Duitsland tot Noord-Frankrijk. Gevolgen van de 12$^{de}$-/13$^{de}$-eeuwse urbanisatie van West-Nederland waren verstedelijking en het ontstaan van een gespecialiseerd timmerambacht. In de dichtbebouwde stedelijke context zijn de door de stedelijke overheid gestimuleerde natuurlei en keramische daktegel, in plaats van het zeer brandgevaarlijke riet, de aanleiding geweest voor een ondersteuningsconstructie. Vanwege het grotere gewicht van lei en tegels en de vereiste steilere dakhelling ontwikkelden de timmerlieden een draagkrachtiger en tegelijk materiaal-efficiënte ondersteuningsconstructie met dwarsgeplaatste (stapel-)spanten en lichtere sporenparen. Met de gestapelde constructie, met haar optimaal en spaarzaam gebruik van bouwmateriaal, speelde de timmerman in op het in Leiden en omringende regio relatief kostbare import-bouwhout. De spantconstructie is een door de timmerlieden ontwikkelde technische innovatie van het dragende houtskelet van het stenen huis met houtskelet. Dit huis was een samenvloeiing van het vakwerk- of houtskelethuis en het stenen huis en kenmerkend voor de regio in de onderzoeksperiode. Het toepassen van de borstwering, voor een ‘verdiep’ met een optimaler gebruik van de zolder, blijkt niet de primaire aanleiding voor de ontwikkeling van de spantconstructie, zoals wel verondersteld.

De combinatie van onderzochte Leidse kapconstructies en archiefgegevens maakt voor het eerst duidelijk dat als gevolg van de komst van de innovatieve dakpan rond 1545, de timmerman een oplossing moest vinden voor een stabielere nokconstructie. Dit leidde tot de introductie van de nokgording op driehoekspanten of nokstijlspanten en losse sporen in de kapconstructie van stadshuizen. Dit was de belangrijkste typologische ontwikkeling van de kapconstructie op Leidse huizen in de onderzoeksperiode. Opmerkelijk is dat dit soort significante verbeteringen een snelle toepassing laten zien en ook een verspreiding over een groot gebied. Een ander voorbeeld hiervan is het constructief en materiaal efficiënte schaarspant van kort na het midden van de 17$^{de}$ eeuw.
Dat de kapconstructie op Leidse huizen voor de hoofdopzet in de onderzoeksperiode nauwelijks ontwikkeling vertoont, is het gevolg van het feit dat de bouw van ordinaire stedelijke huizen door de gildedwang voorbehouden was aan leden van het lokale timmergilde.

Door hun behoudende en beschermende organisatie en interne, grotendeels ongewijzigde opleidingsstructuur waren moderniseringen van de bouwconstructie vrijwel uitgesloten.
Onder invloed van economische factoren werd in de loop van de tijd de constructie steeds eenvoudiger en efficiënter vervaardigd, wat een besparing op materiaal en arbeid opleverde. Innovatief daarbij waren houten schetsplaten vanaf het eind van de 16$^{de}$ eeuw en ijzeren bouten vanaf het begin van de 18$^{de}$ eeuw. Het effect hiervan op de opzet van de kapconstructie was echter beperkt. Ook de overgang van eiken constructiehout naar grenenhout vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw als gevolg van de verminderde beschikbaarheid had een gering effect op de opzet en uitvoering van de kapconstructie. Extraordinaire bouwwerken en hun constructies of timmerlieden van buitenaf hadden evenmin invloed op de ordinaire werken. De organisatie rond het bouwen van ordinaire huizen veranderde niet. Ook timmermansgereedschap en de werkwijzen bleven ongewijzigd. De opdrachtgevers, de bouworganisatie en de uitvoerende timmerlieden kunnen daarom niet de worden aangewezen als de oorzaak voor veranderingen of modernisering van de kapconstructie van ordinaire bouw. De timmerman kon wel variëren met de flexibele opzet van de constructie en zo inspelen op functionele of architectonische aspecten, zoals aankappingen of een nieuwe omlopende dakvorm bij de komst van de architectuur van het Hollands Classicisme in de 17$^{de}$ eeuw, maar de hoofdopzet wijzigde niet.
De periode van economische groei vanaf het einde van de 16$^{de}$ eeuw tot aan het rampjaar (1672), leidde in de florerende steden tot de ontwikkeling van een lokale bouwmarkt. Hierdoor ontwikkelden zich plaatselijk of regionaal gebonden constructievormen. In dezelfde periode kwam het Leidse stadsbestuur in 1593 met een keur om brandbare rieten daken definitief te laten vervangen door harde onbrandbare dakbedekking. Met de aangescherpte harddak-regelgeving en de harddaksubsidie en de innovatieve, efficiënte en praktische golfpan kwam in Leiden het versteningsproces gericht op een brandveilige stedelijke bebouwing tot een definitieve afronding. Dit proces en de periode van hoogconjunctuur hadden een intensieve vernieuwing van Leidse daken en kapconstructies tot gevolg, waarbij eigenaren de gelegenheid aangrepen hun huis te verhogen. Het aanzien van de stad wijzigde hierdoor ingrijpend. Over het algemeen stonden in de stad eerst lage huizen en later met verdiepingen. Dit leidde echter niet tot constructieve innovaties van de kapconstructies van huizen. Door opkomst van een nieuwe zaagmolenindustrie rond Leiden werd vanaf het tweede kwart van de 17$^{de}$ eeuw gezaagd hout met een standaardisering van houtmaten toegepast, zoals daksporen en meskant gezaagd constructiehout. Dit had echter evenmin effect op hoe de timmerman de hoofdvorm van de constructie vormgaf. In de onderzoeksperiode ontwikkelde de kapconstructie op het Leidse huis zich dus zeer beperkt. Pas met het opheffen van het gilde en de gildedwang (1798-1810) kwam er ruimte voor vernieuwing en modernisering van de eeuwenoude constructievorm. Er was echter geen sprake van een abrupte verandering en zowel aloude en nieuwe constructies vonden toepassing. Daarbij kwam de industrialisatie met nieuwe technieken, constructies en materialen, waardoor een einde kwam aan de toepassing van de traditionele spantvorm.

De primaire factoren voor ontwikkeling van de kapconstructie van ordinaire Leidse huizen tussen 1300 en 1800 waren dus het gildesysteem en het versteningsproces. Het gildesysteem zorgde voor stilstand en het versteningsproces veroorzaakte tot tweemaal toe met nieuwe harde dakbedekkingsmaterialen voor een technologische ontwikkeling.

Het onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat de Vlaams-Nederlandse kapconstructie een doorontwikkeling is van de basale sporenkap en niet kan worden ingedeeld bij de gordingenkap als basistype. Het denken in een stringente, ‘lineair-evolutionaire’, typologische ontwikkeling van de constructie − zoals gebruikelijk in oudere onderzoek − blijkt weinig zinvol. Dit geldt ook voor Janses typologische indeling met onderverdeling en codering. Nieuw synthetiserend onderzoek kan beter gericht zijn op lokale en regionale aspecten en verspreiding van vernieuwingen en moderniseringen.

Historische kapconstructie zijn bijzondere bronnen voor onderzoek naar sociale, economische, technische en materiele geschiedenis. Het onderzoek naar de Leidse kapconstructies toont het nut van bouwhistorische documentatie. Om te voorkomen dat onvervangbare bouwhistorische bronnen bij restauraties, renovaties, verbouwingen en hergebruik ongezien en ongedocumenteerd verloren gaan voor onderzoek, is het noodzakelijk dat structureel documentair bouwhistorisch onderzoek vooraf en tijdens uitvoeringswerkzaamheden verplicht wordt. Hiermee zal eindelijk de Nederlandse omgang met en wetgeving over cultureel erfgoed voldoen aan de geratificeerde internationale verdragen. Uiteindelijk zal hierdoor een groter en beter bewustzijn ontstaan over de rijkdom van het bouwhistorisch erfgoed uit ons verleden.

**SUMMARY**

The research on the roof constructions on Leiden houses between 1300 and 1800 is primarily based on the systematic documentation and analysis of more than a hundred selected roof constructions of houses and twenty comparable on other types of buildings in Leiden. The research provides for the first time a summary overview of this type of constructions in one city. Partly due to dendrochronological research, almost all roof constructions are provided with a reliable date and information is available on the origin of construction wood and trade therein. The documented constructions are unambiguously recorded on a newly developed standardized catalog sheet.
By linking the data from the investigated roof constructions with historical sources and published research, an attempt was made to answer the main question about the appearance and development of roof constructions from 1300 to 1800 on Leiden houses and what the influences and indicators are.

The geographical location and demographic and economic development of Leiden are fundamental aspects for the origin and development of the roof. The location of Leiden and the adjacent region is determined by a maritime climate, where a steep roof slope of 50-60 degrees is customary. The origin and prosperity of Leiden is connected with the 12th-13th-century urbanization of the Western Netherlands. This urbanization with its relative autonomy, stability and progressive development offered the citizens a positive perspective and economic opportunities.
Because roof constructions were structurally compared for the first time in a single city, it could be established that in Leiden between 1300 and 1800 there was a gradual development of the form of roof construction. Typologically, the development was very limited with a common rafter roof as the basic type, a further development to a common rafter roof supported with trusses as a second type and as the last innovation the introduction of the ridge purlin with the ridge style, triangular trusses and scissors trusses as different types of ridge supporting trusses. The oldest houses will have been provided with a roof construction with coupled rafters for supporting thatched roofs. The basic common rafter roof is the basic construction principle throughout North-West Europe. The study shows that the houses in Leiden between 1300 and 1800 are equipped with transverse portal-shaped trusses, on which lie longitudinal carriers that support common rafters. The characteristic structural framework is part of the Flemish-Dutch group in the Dutch-speaking region along the North Sea coast, stretching from Germany to the North of France. The consequence of the 12th / 13th-century urbanization of the western part of the Netherlands was the emergence of a specialized carpentry craft. In the densely built-up urban context, the slate and ceramic roof tile stimulated by the city government instead of very fire-hazardous reed have been the reason for a support structure. Due to the greater weight of slate and tiles and the required steeper roof pitch, the carpenters developed a more robust and at the same time material-efficient support construction with transversely placed (stacked) trusses and lighter common rafters. With the stacked construction with its optimal and economical use of building material, the carpenter responds to the relatively expensive import construction timber in Leiden and the region. The truss construction is a technical innovation developed by the carpenters of the load-bearing frame of the stone house with a timber frame. This house is a confluence of the half-timbered house and the stone house and characteristic of the region during the research period. The use of the parapet, for a ' sunken floor' with a more optimal use of the attic, does not appear to be the primary reason for the development of the truss construction, as is assumed.

The combination of investigated roof constructions and archive data makes it clear for the first time that as a result of the arrival of the innovative pantile, in Leiden around 1545, the carpenter had to find a solution for a more stable ridge construction. This led to the introduction of the ridge purlin on triangular trusses or ridge post and individual rafters in the roof construction of houses. This is the most important typological development of the roof construction on Leiden houses. It is noteworthy that these kinds of significant improvements have a rapid application and also a spread over a large area. Another example is the constructive and material efficient crossed triangular trusss shortly after the middle of the 17th century. The roof construction on houses in Leiden has hardly any development in the research period. This is due to the fact that the construction of ordinary urban houses is reserved for members of the local carpenter guild because of the mandatory guild rules. Because of their conservative and protective organization and internal, largely unchanged training structure, modernization of the building structure is virtually impossible.

Under the influence of economic motives, in the course of time the construction is made simpler and more efficient, which saves on materials and labor. However, the effect of this on the design of the roof construction is limited. The transition from oak construction timber to pine wood from the end of the 16th century as a result of the more difficult availability also has had little effect on the design and construction of the roof construction. Extraordinaire structures and their constructions or carpenters from outside also have no influence on the ordinary works. The organization around the building of ordinary houses did not change. The tools and methods of the carpenter also remained unchanged. The principals, the building organization and the executing carpenters cannot therefore be designated as the cause for developments or modernization of the roof construction of ordinary constructions. The carpenter could vary with the flexible design of the construction and thus respond to functional or architectural requirements, such as a lean-to roof or a new M-shaped roof shape at the arrival of the architecture of Dutch Classicism in the 17th century, but the main setup of the construction did not change. The period of unhindered economic growth from the end of the 16th century to the ‘rampjaar’ (1672) led to the development of a local construction market in the flourishing cities. This allowed development of locally or regionally bound forms of construction. In the same period, the Leiden city council came in 1593 with a legislation to permanently replace combustible thatched roofs with hard non-flammable roofing. The hard roof regulations, the hard roof subsidy and the period of economic boom have resulted in the intensive renewal of Leiden roofs and roof constructions, whereby owners have taken the opportunity to raise their homes. The appearance of the city changes drastically. In general, in the city there were first low houses and later with storeys. However, this does not lead to developments of the roof constructions of houses. As a result of the emergence of a sawmill industry around Leiden, sawn timber with standardization of wood sizes was used from the second quarter of the 17th century, such as rafters and neatly sawn construction timber. However, this had no effect on how the carpenter constructed the main shape of the structure.
In the research period, the development of the roof construction on the houses in Leiden is thus very limited. With the lifting of the guild and guild rules (1798-1810) renewal and modernization of the age-old form of construction occurs. However, there was no abrupt change and both old and new constructions were applied. In addition, the industrialization of new technologies, structures and materials came, making an end to the use of traditional truss form.

It can be concluded that the primary factors for the development of the roof construction of ordinary Leiden houses between 1300 and 1800 were the guild system and the transition process from thatched roofs to non-combustible roofing. The guild system caused stagnation and the transition process caused technological development twice with new non-combustible roofing materials.

The research has made it clear that the Flemish-Dutch roof construction is a further development of the basic common rafter roof and cannot be classified as a purlin roof as a basic type. Thinking in a stringent, "linear-evolutionary", typological development of the construction, as is usual in older building history overviews, seems to make little sense. this also applies to the typological classification with subdivision and coding proposed by Janse. New research can be better focused on local and regional aspects and the dissemination of innovations and modernisations.

Historic roof construction are particular sources for research into social, economic, technical and material history. The research into the Leiden roof constructions shows the usefulness of building archaeological documentation. In order to prevent that irreplaceable building archaeological sources are unseen and undocumented lost for research, it is essential that documentary building archaeological research is mandatory before and during restoration and renovation work. With this, the Dutch legislation on and treatment of cultural heritage will finally comply with the ratified international conventions. Ultimately, this will create a greater and better awareness of the richness of the building heritage from our past.

**LITERATUUR**

Adam, B., 2015, ‘Nederlandse houthandel op de Elbe in de zeventiende en achttiende eeuw’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 114, nr. 3, 144-157.

Alcock, N.W. et al., 1989, *Recording timber-framed buildings: an illustrated glossary*, Practical Handbooks in Archeology, No. 5, London.

Alcock, N.W., 1992, ‘Cruck-Konstruktionen’, in: *Hausbau in Grossbritannien*, Jahrbuch für Hausforschung, band 40, Marburg, 187-207.

Baar, P.J.M. de, 1982, ‘De droogmaking van de Starrevaartpolder’, in: *Rijnlandse Molenstichting*, Jaarboekje 1982, 65-92.

Baar, P.J.M. de et al. (red.), 1983a, *Het Jean Pesijnhof*, De Leidse hofjes, jrg. 12, nr. 2, Leiden.

Baar, P.J.M. de et al. (red.), 1983b, *Meermansburg, Leidens grootste hofje 1683-1983*, De Leidse hofjes, jrg. 13, nr. 1-2, Leiden.

Baar, P.J.M. de et al. (red.), 1985a, *Sint Annahofje*, De Leidse hofjes, jrg. 14, nr. 1-2, Leiden.

Baar, P.J.M. de, 1985b, ‘De Slaaghbrug: Bij huize Groenoord en molen De Herder’, in: *Leidsche Courant*, 2 november 1985.

Baar, P.J.M. de, L. Barendrecht en H. Suurmond-Van Leeuwen, 1986, *Stadstimmerwerf, Stadshulpwerf, Stadswerf*, Leiden.

Baar, P.J.M. de, 1994, ‘Dakpannen in Leiden’, in: *Renus*, mededelingenblad van de AWN, afd. Rijnstreek, nr. 2, 24-30.

Baar, P.J.M. de, 1996, ‘Openbare werken in Leiden’, in: *Architectuur & Monumentengids Leiden*, Leiden, 30-34.

Baar, P.J.M. de, 2015, ‘Gilden in Leiden’, in: *Kunst & Ambacht*, Open Monumentendagen Leiden, Leiden, 26-27.

Bakker, J.S., 2014, ‘Verloren gewaande Leidse molen teruggevonden’, in: *Molenwereld*, nr. 9, jrg. 17, 318-329.

Barendregt, L., 2001, ‘De Blaasbalg, de Dood en het Zwarte Schaap, Zaanse molens in Zoeterwoude en Leiderdorp’, in: *Leids jaarboekje 2001*, Leiden, 145-174.

Barnwell, P.S. en A.T. Adams, 1994, *The House Within: interpreting Medieval Houses in Kent*, London.

BBA, Bureau voor Bouwhistorie en Architectuurgeschiedenis, 2005, *Vredenburgh en de koepel van Bellevue, Kleine Houtweg 113 & 119, Haarlem, Deel I, Bouwhistorische opname met waardestelling*, Utrecht.

Bedal, K., 1977, *Ländliche Ständerbauten des 15. bis 17. Jahrhundert in Holstein und im südlichen Schleswig*, Neumünster.

Bedal, K., 1978, *Historische Hausforschung, Eine Einführung in Arbeitsweise, Begriffe und Literatur*, Münster.

Beisterveld, J. en A.A. Kok, 1948, *Het monumentale dak*, Heemschutserie, Amsterdam.

Bemelmans, H., 1984, *Het Harteveltcomplex te Leiden, een bouwhistorisch onderzoek*, Delft.

Bemelmans, H., 1987, *Schenkel-spanten*, Delft/Zeist.

Bemelmans, H., 1989, 'Schenkelspanten', in: *Restauratie Vademecum*, deel 2c, Samengestelde spanten, Philibert-spant, RV blad 01, 1-10, Zeist.

Benthem, M. van en M. Masop, 1999, *Het wateren van hout, naar een verbeterde kwaliteit van Nederlands hout*, Amsterdam.

Berends, G., 1996, *Historische houtconstructies in Nederland*, Arnhem.

Berends, G., 1997, 'Het verspreidingsgebied van het Rijndak en het Maasdak', in: *Restauratie Vademecum*, deel 2a, Dakbedekking, lei, RV blad 01, 1-2, Zeist.

Berends, G., 2017, *Van punt tot mijl, De vroegere voet-, roede- en mijlmaten in Nederland*, Amersfoort.

Berg, A., 1982, 'Konstruktionen im profanen norwegischen Holzbau des Mittelalters', in: *Frühe Holzkirchen im nördlichen Europa*, Hamburg, 349-354.

Berg, B. van den, 1992, *De Pieterskerk in Leiden*, Utrecht.

Berge Henegouwen, A.D. van, 2000, *'Alwaer uythanght het Moeriaenshooft', Breestraat 115, een studie naar de bouw- en bewonersgeschiedenis*, Doctoraalscriptie Vaderlandse Geschiedenis, Universiteit Leiden, Leiden.

Binding, G., 1989, 'Holzbau – Geräte', in: *Europäische Technik im Mittelalter, Tradition und Innovation*, Berlin, 77-80.

Binding, G., 1990, *Fachterminologie für den historischen Holzbau, Fachwerk – Dachwerk*, Köln.

Binding, G., 1991, *Das Dachwerk auf Kirchen im deutschen Sprachraum vom Mittelalter bis zum 18. Jahrhundert*, München.

Binding, G. en N. Nussbaum, 1978, *Der mittelalterliche Baubetrieb nördlich der Alpen in zeitgenössischen Darstellungen*, Darmstadt.

Bismanis, M.R., 1987, *The medieval Englisch domestic timber roof, a handbook of types*, American university studies, series IX, History, vol. 25, New York.

Bláha, J., 2008, 'Traces of construction techniques and processes', in: *Matériaux de l'architecture et toits de l'Europe*, Les Dossiers de l'IPW, 6, Namen, 145-150.

Bláha, J., K. Janák en P. Růžička, 2008, 'Traces of woodworking tools', in: *Matériaux de l'architecture et toits de l'Europe*, Les Dossiers de l'IPW, 6, Namen, 128-139.

Blijdenstijn R. en R. Stenvert, 2000, *Bouwstijlen in Nederland 1040-1940*, Nijmegen.

Blockmans, W. en P. Hoppenbrouwers, 2016, *Eeuwen des onderscheids, Een geschiedenis van middeleeuws Europa*, Amsterdam.

Bochove, van C., 2008, *The economic consequences of the Dutch, Economic integration around the North Sea, 1500-1800*, Proefschrift Universiteit Utrecht, Utrecht.

Boekwijt H. en A. van Drunen, 1996, 'Het middeleeuwse tussenbalkjuk opnieuw beschouwd', in: *Monumenten en bouwhistorie, Jaarboek Monumentenzorg 1996*, Zeist, 19-28.

Boer, D.E.H. de, 1991, 'Leiden in de middeleeuwen', in: *Stof uit het Leidse Verleden, zeven eeuwen textielnijverheid*, Leidse Historische Reeks nr. 5, Utrecht, 32-45.

Boer, D.E.H., 2008, 'De ontdorping van de stad, Leiden rond 1300', in: *Eeuwig Leiden, Leids Jaarboekje 2008*, Leiden, 33-61.

Boer, P., 2015, 'Zwolse kappen', in: *Onzichtbaar Zwolle, Archeologie en bouwhistorie van de stad*, Zwolle, 245-269.

Boerefijn W. en E.D. Orsel, 2009, 'De Bouwhistorische verwachtingskaart', in: *Ongekend Leiden*, Leiden, 49-72.

Bosboom, S., 1657, *Cort onderwys vande vyf Colomen*, Amsterdam.

Bosboom, S., 1750, *'t Dubbelt Bosboom, Architectura, vervattende in zig 't kort en bondig onderwys van de 5 colommen*, Amsterdam.

Bosma K. et al., 2007, *Bouwen in Nederland, 600-2000*, Zwolle/Amsterdam

Bouwmeester, H.M.P., 2014a, 'Het ontstaan en de vroegste ontwikkeling van het Nederlandse stadshuis', in: *Huisplattegronden in Nederland, Archeologische aspecten van het huis*, Amersfoort, 421-463.

Bouwmeester, J., 2014b, 'The Development of Dutch Townhouses 700-1300', in: *Dwelling, Identities and Homes, European Housing Culture from the Viking Age to the Renaissance*, Højbjerg, 243-253.

Brade, W.C., 1842, *Theoretisch en practisch bouwkundig handboek*, 's-Gravenhage.

Brand, H., 2008, 'Een pre-industriële samenleving onder spanning, Leiden rond 1500', in: *Eeuwig Leiden, Leids Jaarboekje 2008*, Leiden, 95-120.

Brandenburgh, C.R. (red.), 2011, *Archeologisch, bouwhistorisch en archiefonderzoek naar de bewoning aan het Steenschuur, ter plaatse van het voormalige Kamerlingh Onnes Laboratorium*, Bodemonderzoek en Bouwhistorie in Leiden 2, Leiden.

Brandenburgh, C.R., J.F. Dröge en E.D. Orsel, 2010, 'Het archiefonderzoek naar het St.-Catharinagasthuis te Leiden', in: *Leiden – Aalmarktschool, Archeologisch en bouwhistorisch onderzoek naar 800 jaar bewoning langs de Oude Rijn, ter plaatse van het voormalige St.-Catharinagasthuis*, Bodemonderzoek en Bouwhistorie in Leiden 1, Leiden, 306-320.

Brandenburgh, C.R. en E.D. Orsel, 2013, *Onderzoeksagenda Archeologie en Bouwhistorie Leiden*, Leiden.

Brons, J.C., 1985, *De geschiedenis van de panden Nieuwe Rijn 9 en 10 vanouds genaamd Het Vergulde Paert (nr. 9) en De Drie Coorenaeren (nr. 10)*, Leiden.

Brouwer, P., 2011, *De wetten van de bouwkunst, Nederlandse architectuurboeken in de negentiende eeuw*, Amsterdam.

Buis, J., 1985, *Historia Forestis, Nederlandse bosgeschiedenis*, AAG Bijdragen 26, Afdeling Agrarische Geschiedenis, Landbouwhogeschool Wageningen en HES Studia Historica, deel 14, Utrecht.

Buisman, J., 2011, *Extreem weer! Een canon van weergaloze winters & zinderende zomers, hagel & hozen, stormen & watersnoden*, Franeker.

Campbell, J.W.P, 2007, *Building St Paul's*, London.

Campen, P. van, 1780, *Grondbeginsels der Bouwkunstige Reekenkunde*, Leiden.

Campen, P. van, M.I.S. Bevel en P.E. Rijk, 1826, *Grondbeginselen der bouwkunstige reekenkunde*, Leiden.

Caston, P., 2006, 'Historic Roof Trusses between 1500 and 1700 in German-speaking Central Europe: Documentation, Analysis and Development', in: *Proceedings of The Second International Congress on Construction History*, Cambridge, 579-597.

Cleijne, I.J. et al., 2017, *Huizenbouw en percelering in de late middeleeuwen en nieuwe tijd, Van hout(skelet)bouw naar baksteenbouw in tien steden*, Nederlandse Archeologische Rapporten 59, Amersfoort.

Cramer, J en T. Eißing, 1996, *Dächer in Thüringen*, Arbeitshefte des Thüringischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bad Homburg en Leipzig.

Daelemans, F., 1975, 'Leiden 1581: een socio-demografisch onderzoek', in: *AAG Bijdragen 19*, Afdeling Agrarische Geschiedenis, Landbouwhogeschool Wageningen, Wageningen, 137-215.

Danckers, J., z.j. (omstreeks 1675), *Architectura Chivilis, Vertoonende verscheyde Treffelijcke Cappen So van Toorens, Kercke, als mede veelderhande voorname Huysen, etc en eenige Wenteltrappe*, Amsterdam.

De Jonge, K, en K. van Balen (red.), 2002, *Preparatory Architectural Investigation in the Restoration of Historical Buildings*, Leuven.

De Jonge, K., P. Geleyns en M. Hörsch, 2009, *Gotiek in het hertogdom Brabant*, Leuven.

De l'Orme, P., 1567, *Le premier tome de l'Architecture*, Paris.

De Vos, P.J., 2014, 'Gebogen Duitse spantconstructies, Haarlemmerstraat 164, Leiden', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 57, 57-67.

De Vos, P.J., 2016, 'Haarlemmerstraat 254, een boerderij in de stad, met een enkelvoudige balklaag uit 1409', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 60, 62-74.

De Vos, P.J., C. de Graaf en A. van Noort, 2016, 'Haarlemmerstraat 254: een boerderij in de stad', in: *Jaarboek 2014/2015 Erfgoed Leiden en Omstreken*, Leiden, 18-25.

De Vos, P.J., 2017, 'Documenting for posterity: advocating the use of advanced recording techniques for documentation in the field of building archaeology', in: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume IV-2/W2, 2017, Ottawa, 59-65.

Debonne, V. en P.J. Lachaert, 2007, 'Een middeleeuws huis in Oudenaarde (prov. Oost-Vlaanderen): historisch en bouwhistorisch onderzoek in Hoogstraat 7', in: *Relicta 3*, Brussel, 237-288.

Derksen, D., 2010, ‘Dachwerke der Amsterdamer Bürgerhäuser im 17. Jahrhundert’, in: *Hausbau in Holland, Baugeschichte und Stadtentwicklung*, Jahrbuch für Hausforschung, band 61, Marburg, 95-112.
Dijkstra, M.F.P., 2010, ‘Synthese. Achthonderd jaar bebouwing langs de Oude Rijn ter plaatse van het St.-Catharinagasthuis’, in: *Leiden – Aalmarktschool, Archeologisch en bouwhistorisch onderzoek naar 800 jaar bewoning langs de Oude Rijn, ter plaatse van het voormalige St.-Catharinagasthuis*, Bodemonderzoek en Bouwhistorie in Leiden 1, Leiden, 321-352.

Dijkstra, M.F.P., J. van Horssen en E.D. Orsel, 2010, ‘Bouwkeramiek en constructiehout. Resten van huizenbouw uit de 13e en 14e eeuw’, in: *Leiden – Aalmarktschool, Archeologisch en bouwhistorisch onderzoek naar 800 jaar bewoning langs de Oude Rijn, ter plaatse van het voormalige St.-Catharinagasthuis*, Bodemonderzoek en Bouwhistorie in Leiden 1, Leiden, 162-171.

Dirks, P. en T. Kessels, 2012, *Potloden & puntenslijpers*, Woudrichem.

Doesburg, J. van, 2014, ‘Middeleeuwse huisplattegronden in West- en Midden-Nederland’, in: *Huisplattegronden in Nederland, Archeologische aspecten van het huis*, Amersfoort, 341-366.

Dolfin, M.J., E.M. Kylstra en J. Penders, 1989, *Utrecht, De huizen binnen de singels*, De Nederlandse Monumenten van Geschiedenis en Kunst, De provincie Utrecht, De gemeente Utrecht, deel III, ’s-Gravenhage.

Domínguez Delmás, M. en H. van den Berselaar, 2008, ‘Hout, handel en herkomst’, in: *RACM, Nieuwsbrief 5*, jrg. 3, nr. 5, Amersfoort, 20-21.

Domínguez Delmás, M. en H. van den Berselaar, 2009, ‘‘Nederlands’ hout op drift, Over houthandelsroutes en de herkomst van hout van de Late Middeleeuwen tot in de 18de eeuw’, in: *Vitruvius*, nr. 6, Rotterdam, 12-18.

Dröge, Bureau voor Bouwhistorie, 1991, *Bouwhistorisch onderzoek Oude Singel 118 te Leiden*, Leiden.

Dröge, Bureau voor Bouwhistorie, 1993, *Bouwhistorische aantekening Breestraat 121 Leiden*, Leiden.

Dröge, Bureau voor Bouwhistorie, 2001, *Bouwhistorische opname Commissarishuis Delftse Vliet, Vlietweg 70 (-72) Leiden*, Leiden.

Dröge, Bureau voor Bouwhistorie, 2005a, *Bouwhistorische opname Breestraat 113 Leiden*, Leiden.

Dröge, Bureau voor Bouwhistorie, 2005b, *Bouwhistorische opname Breestraat 123 Leiden*, Leiden.

Dröge, J.F., 1982, *De bouw- en bewoningsgeschiedenis van Pieterskerkgracht 9*, Leiden.

Dröge, J.F., 1986, ‘De bouwgeschiedenis van de Latijnse School in Leiden’, in: *Leids Jaarboekje 1986*, Leiden, 33-52.

Dröge J.F., 1990, *‘Waar de wezen in de gevel staan’, De bouwgeschiedenis van het Heilige Geest- of Arme Wees- en Kinderhuis aan de Hooglandsekerkgracht te Leiden*, Leiden.

Dröge, J.F., 1992, ‘Zijn er nog Middeleeuwse huizen in Leiden?’, in: *Bodemonderzoek in Leiden 1990/1991*, Leiden, 33-50.

Dröge J.F. (red.), 1996, *Architectuur & Monumentengids Leiden*, Leiden.

Dröge, J.F., 2000, ‘De bouwgeschiedenis van het Pesthuis te Leiden’, in: *Leids Jaarboekje 2000*, Leiden, 75-96.

Dröge, J.F., 2001, *Het Stadhuis van Leiden*, Leiden.
Dröge, J.F., 2006, ‘Bouwen met Jan van Hout’, in: *Erudiete overpeinzingen*, Leiden, 44-46.

Dröge, J.F., 2010, ‘Bauvorschrift, Versteinerung und Subvention, Das Leidener "Ontwerpkeurboek" von 1607 als Quelle für die Baugeschichte’, in: *Hausbau in Holland, Baugeschichte und Stadtentwicklung*, Marburg, 267-276.

Dröge, J.F. en E.D. Orsel, 2007, ‘Leven in de voormalige brouwerij’, in: *Leids Jaarboekje 2007*, Leiden, 219-222.

Dröge, J.F. en J. Veerman, 2011, ‘De bouwgeschiedenis’, in: *De Pieterskerk in Leiden, Bouwgeschiedenis, inrichting en gedenktekens*, Leiden, 13-71.

Drunen, A.H. van, 1983, ‘Het Bossche Burgerhuis in het midden van de 16de eeuw’, in: *Van Bos tot stad*, ’s-Hertogenbosch, 127-137.

Drunen, A.H. van, 2006, ‘In Memoriam – Herman Janse’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 40, 3-5.

Dukers, B., 2004, ‘Maastrichtse vakwerkbouw, resten van een houten verleden’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 103, nr. 6, 201-214.

Dukers, B. en B.J.M. Klück, 2004, ‘Venlo, verrassend middeleeuws’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 103, nr. 6, 215-225.

Dukers, B., 2015, ‘Bijzondere kappen in Limburg’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 59, 70-80.

Eenhooge, D., Van, V. Debonne en K. Haneca, 2018, *Middeleeuwse dakkappen in Brugge en Ommeland, Een catalogus*, Brussel.

Eggen, C., 2016, *Vakwerkbouw, 600 jaar bouwen met hout en leem in Zuid-Limburg en omstreken*, Nijmegen.

Eißing, T., 2009, *Kirchendächer in Thüringen und dem südlichen Sachsen-Anhalt: Dendrochronologie – Flößerei – Konstruktion*: Arbeitsheft des Thüringischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie - Neue Folge 32, Erfurt.

Eißing, T., 2010a, ‘Dendrochronologie – Dendroprovenancing, Zu den Wechselbezügen zwischen Natur- und Kulturwissenschaften’, in: *Mitteralterliche Architektur. Bau und Umbau, Reperatur und Transformation*, Petersberg, 31-43.

Eißing, T., 2010b, ‘Genesevorstellungen in Ostendorfs Dachwerkbuch zu offenen und sichtbaren Dachstühlen und Holztonnen’, in: *Friedrich Ostendorf, Bauten und Schriften*, Salzburg-Wien, 79-95.

Eißing, T., 2010c, ‘Probleme der Dendrochronologie in Quedlinburg’, in: *Bauforschung in Quedlinburg und der Harzregion*, Jahrbuch für Hausforschung, band 57, Marburg, 55-66.

Eißing, T., 2016, ‘Zur Entstehung der Holztonnengespärre und Holztonnenwölbe om mitleren und nördlichen Frankreich und ihre Vermittlung nach Mittel-deutschland’, in: *West- und mitteleuropäischer Hausbau im Wandel 1150-1350*, Jahrbuch für Hausforschung, band 56, Marburg, 89-124.

Enderman, Bureau voor Bouwhistorie, 2003, *Rapenburg 34 & 36 te Leiden*, Nieuwkoop.

Enderman, Bureau voor Bouwhistorie, 2004a, *Vijfde Binnenvestgracht 7, 7a en 8 te Leiden*, Nieuwkoop.

Enderman, bureau voor Bouwhistorie, 2004b, *Rapenburg 29 te Leiden*, Nieuwkoop.

Enderman, bureau voor Bouwhistorie, 2004c, *Rapenburg 31-33 te Leiden*, Nieuwkoop.

Enderman, bureau voor bouwhistorie, 2005 *Breestraat 135 te Leiden*, Nieuwkoop.

Enderman, M.W., 2001, 'Nokruiterbokjes', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 28, 28-29.

Enderman, M.W., 2016a, 'Bossche huizen uit de tijd van Bosch', in: *De stad van Bosch, Bossche bouwhistorie in nieuw perspectief*, 's-Hertogenbosch, 71-104.

Enderman, M.W., 2016b, 'Structural timber in 15th- and 16th-century town houses in 's-Hertogenbosch (The Netherlands): Recent research on supporting structures', in: *Between Carpentry and Joinery, Wood Finishing Work in European Medieval and Modern Architecture*, Scientia Artis 12, Brussel, 46-65.

Erfgoedinspectie, 2011, *Verantwoord moderniseren, Bouw- en cultuurhistorisch onderzoek in gemeenten*, 's-Gravenhage.

Erzey, A., 1777, *Architectura of Bouw-konst*, Amsterdam.

Eshuis, G., *Bouwhistorie en gemeentebeleid*, Amersfoort 2009.

Essen, G. van, 2011, *Het stadsfabrieksambt, De organisatie van de publieke werken in de noordelijke Nederlanden in de 17de eeuw*, Proefschrift Universiteit Utrecht, Utrecht.

Fock, C.W., 1989, 'Stucwerk in Leiden', in: *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht*, deel IVa: Leeuwenhorst, Leiden, 79-133.

Fock, C.W., 1994, 'De kerkmeesterskamer in de Pieterskerk', in: *Leids Jaarboekje 1994*, Leiden, 97-131.

Fock, C.W., 2011, 'Jacob Roman en zijn relatie tot de Delftse regent Pieter Teding van Berkhout', in: *Oud Holland*, jrg. 124, nr. 4, Leiden, 185-208.

Frank, C.J.B.P. en F.A.C. Haans, 1996, *De binnenstad, Duizend jaar wonen in Arnhem tussen Singels en Rijn*, Arnhemse monumentenreeks 1, Arnhem.

Gawronski, J. en R. Jayasena, 2006, *Tweede Kostverlorenkade*, AAR2, Amsterdam.

Gemeente Gouda, 1995, *Monumentenzorg en archeologie in Gouda, Nieuwsbrief 9*, Gouda.

Gemeente Gouda, 2008, *Monumentenzorg en archeologie in Gouda, Nieuwsbrief 32*, Gouda.

Genabeek, R. van, 1994, 'Bouwhistorisch onderzoek, bovengrondse archeologie?', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 11, 22-26.

Gerhardt, M.I. (red.), 1988, *Het 'testament' van Adriaan Bommenee, praktijkervaringen van een Veerse bouw- en waterbouwkundige uit de 18e eeuw*, werken uitgegeven door het koninklijk Zeeuwsch genootschap der wetenschappen, deel 4, Middelburg.

Gerritsen, E., 2006, *Zeventiende-eeuwse architectuurtekeningen, De tekening in de ontwerp- en bouwpraktijk in de Nederlandse Republiek*, Cultuurhistorische studies, Zwolle.

Glaudemans, R., 1996, 'Van oudste tot nieuwste bakstenen woonhuis van Nederland? De Moriaan te 's-Hertogenbosch als blijvende bouwhistorische bron', in: *Monumenten en bouwhistorie, Jaarboek Monumentenzorg 1996*, Zeist, 247-253.

Glaudemans, R., 2001, *Verborgen vakwerk, 59 Bouwhistorische verkenningen in de binnenstad van Maaseik*, Maaseik.

Glaudemans, R. en K. Steehouwer, 1995, 'Een veertiende eeuws huis aan het Spaarne te Haarlem', in: *Bouwsporen I*, 's-Hertogenbosch, 21-26.

Glaudemans, R. en J. Smit, 2003, 'De houten stad, Het lange leven van het Amsterdamse houtskelet', in: *Amsterdam, Monumenten & Archeologie 2*, Amsterdam, 24-39.

Goeree, W., 1681, *D'Algemene Bouwkunde, volgens d'Antyke en Hedendaagse Manier*, Amsterdam.

Goudriaan, K. (red.), 1996, *De Gilden in Gouda*, Gouda.

Griep, H.G., 1985, *Kleine Kunstgeschichte des Deutschen Bürgerhauses*, Darmstadt.

Groodt, A.A. de, z.j., *Houtzaagmolen De Heesterboom*, z. pl.

Großmann, G.U., 1986, *Der Fachwerkbau, Das historische Fachwerkhaus, seine Entstehung, Farbgebung, Nutzung und Restaurierung*, Köln.

Hamaker, H.G., 1873, *De middeneeuwsche keurboeken van de stad Leiden*, Leiden.

Haneca, K. et al., 2009, 'De 'houten eeuw' van een Vlaamse stad. Archeologisch en dendrochronologisch onderzoek in Ieper (prov. West-Vlaanderen)', in: *Relicta 4*, 99-133.

Haneca, K., 2015, 'Historisch bouwhout uit Vlaanderen: import uit noodzaak?', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 114, nr. 3, 158-169.

Hanke, T., 2005, *The development of roof carpentry in south east Scotland untill 1647*, ongepubliceerd proefschrift University of Edinburgh, Edinburgh.

Harris, R., 1992, 'Einführung zum Fachwerkbau in England', in: *Hausbau in Grossbritannien*, Jahrbuch für Hausforschung, band 40, Marburg, 29-49.

Harris, R., 2013, *Discovering Timber-Framed Buildings*, Oxford.

Hart, G., 't, 1979, *Rijnland's huis 1578-1978*, z. pl.

Hartog, E. den, 2011, 'De gildeborden', in: *De Pieterskerk in Leiden, Bouwgeschiedenis, inrichting en gedenktekens*, Leiden, 253-261.

Haslinghuis, E.J. en H. Janse, 1997, *Bouwkundige termen, verklarend woordenboek van de westerse architectuur- en bouwhistorie*, Leiden.

Heijenbrok, J.H., 2007, ‘‘Een nieuwe lap op een gescheurd kleed’, De herbouwplannen onder Lodewijk Napoleon’, in: *Het fataal evenement, De buskruitramp van 1807 in Leiden*, Leiden, 278-299.

Heijden, P.C. van der, 2004, *Sieboldhuis, Rapenburg 19 Leiden, Rapport van de documentatie van bouwhistorische gegevens 2003-2004*, ’s-Gravenhage.

Hekker, R.C., 1957, ‘De ontwikkeling van de boerderijvormen in Nederland’, in: *Duizend jaar bouwen in Nederland*, Amsterdam.

Hekker, R.C. en C.J. Kolman, 1989, *“Ten voordele en cieraat van dese stad”, Studies over houten huizen in Nederlandse steden*, RV bijdrage 09, Zeist.

Hemert, R. van, 2005, *Houtconstructies, balklagen, gebinten, kapconstructies, Handboek voor timmerlieden betrokken bij restauratie van monumenten, deel 3*, Amsterdam.

Hendriks, L. en J. van der Hoeve, 2009, *Richtlijnen bouwhistorisch onderzoek, Lezen en analyseren van cultuurhistorisch erfgoed*, ’s-Gravenhage.

Hengstmengel, J., 2013, *Gelegen buyten de Maren-poort, Geschiedenis van de Maredijkbuurt in Leiden*, Leiden.

Heuvel, N.H.L. van den, 1946, *De ambachten van ‘s-Hertogenbosch vóór 1629, Rechtsbronnen van het bedrijfsleven en het gildewezen*, Eerste stuk, Werken der vereeniging tot uitgaaf der bronnen van het Oud-vaderlandsche recht, derde reeks, nr. 13, Utrecht.

Heuvel, C. van den, 2005, *Die Huysbou. A reconstruction of an unfinished treatise on architecture, town planning and civil enginering by Simon Stevin*, Amsterdam.

Heußner, K.U., 1999, ‘Wieviel fehlt? – Ein Beitrag zur Genauigkeit von dendrochronologischen Datierungen’, in: *Den Bogen spannen …*, Festschrift für B. Gramsch, Berlin, 523-525.

Heußner, K.U., 2015, ‘De houtvoorziening van Amsterdam uit Scandinavië en het Baltisch gebied. Gezien vanuit dendrochronologisch perspectief (circa 1500-1700)’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 114, nr. 3, 132-143.

Hoffsummer, P., 1998, ‘Die Entwicklung der Dachwerk in Belgien und im Norden Frankreichs – aktuelle Beiträge der Dendrochronologie‘, in: *Hausbau in Belgien*, Jahrbuch für Hausforschung, band 44, Marburg, 218-234.

Hoffsummer, P., 2002, *Les charpentes du XIe au XIXe siècle, Typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Cahiers du Patrimoine 62, Paris.

Hoffsummer, P. (red.), 2009, *Roof Frames from the 11th to the 19th Century, Typology and Development in Northern France and in Belgium*, Analysis of CRMH Documentation, Turnhout.

Hoffsummer, P. en J. Eeckhout (red.), 2008, *Matériaux de l’architecture et toits de l’Europe*, Les Dossiers de l’IPW, 6, Namur.

Hollestelle, J, 1961, *De steenbakkerij in de Nederlanden tot omstreeks 1560*, Assen.

Holzer, S.M. en B.B. Köck, 2009a, ‘Investigations into the structural behaviour of german baroque timber roofs’, in: *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 3, z. pl., 316-338.

Holzer, S.M. en B.B. Köck, 2009b, ‘On the Use of Iron Elements in Southern Bavarian Roofs of the Baroque’, in: *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*, Cottbus, 821-828.

Hoving, A.J., 1994, *Nicolaes Witsens Scheeps-bouw-konst Open Gestelt*, Franeker.
Huijts, C.S.T.J., 1992, *De voor-historische boerderijbouw in Drenthe. Reconstructiemodellen van 1300 vóór tot 1300 na Chr.*, Arnhem.

Huisken, J. et al. (red.), 1995, *Jacob van Campen, Het klassieke ideaal in de Gouden* Eeuw, Amsterdam.

Hundertmark H., 2012, ‘Oudegracht 179, Utrecht, Een bijzonder huistype aangetoond en gedateerd’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 53, 41-49.

Hurx, M., 2012, *Architect en aannemer. De opkomst van de bouwmarkt in de Nederlanden 1350-1530*, Nijmegen/’s-Gravenhage.

IBID, 2000, *Stille Rijn 11, Bouwhistorische verkenning en waardebepaling*, ’s-Hertogenbosch.

Informationsdienst Holz, 2004, ‘Erneuerung von Fachwerkbauten’, in: *Holzbau handbuch*, Reihe 7, Teil 3, Folge 1, Bonn.

Israel, J.I., 1991, *Nederland als centrum van de wereldhandel 1585-1740*, Franeker.

Jans, E., 1989, *Burgerhuizen tussen IJssel en Eems*, Almelo/Zutphen.

Janse, H. en L. Devliegher, 1962, ‘Middeleeuwse bekappingen in het vroegere graafschap Vlaanderen’, in: *Bulletin Koninklijke Commissie voor Monumenten en Landschappen*, XII, z. pl., 5-84.

Janse, H., 1964, ‘Constructie, ondersteuning en versiering van balken en houten vloeren tot omstreeks 1650’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 17, nr. 63, 303-328.

Janse, H., 1965, *Bouwers en bouwen in het verleden, de bouwwereld tussen 1000 en 1650*, Zaltbommel.

Janse, H., 1978, *Houten huizen, een unieke bouwwijze in Noord-Holland*, 4de druk, Zaltbommel.

Janse, H., 1986, *Leien op monumenten*, Zeist.

Janse, H., 1988a, ‘Het gebruik van hout in het Nederlandse bouwbedrijf in het verleden’, in: *Restauratie Vademecum*, deel 2a, RV blad 01-1, Zeist.

Janse, H., 1988b, ‘Timmermansmerken’, in: *Restauratie Vademecum*, RV blad ‘Merk op hout’ 01, 1-3, Zeist.

Janse, H., 1989, *Houten kappen in Nederland, 1000 – 1940*, Bouwtechniek in Nederland, 2, Delft.

Janse, H., 1990a, ‘Dachstühle und Holzkonstruktionen, Grundlagen der Holz- und Dachstuhlkonstruktionen in den Niederlanden‘, in: *Hausbau in den Niederlanden*, Jahrbuch für Hausforschung, band 39, Marburg, 49-63.

Janse, H., 1990b, ‘Telmerken’, in: *Restauratie Vademecum*, RV blad ‘Merk op hout’ 02, 1-10, Zeist.

Janse, H., 1990c, ‘Vlotmerken’, in: *Restauratie Vademecum*, RV blad ‘Merk op hout’ 01, 1-2, Zeist.

Janse, H., 1991, ‘Samengestelde spanten in Nederland in de 19de en 20ste eeuw’, in: *Restauratie Vademecum*, deel 2c, ‘Samengestelde spanten’, RV blad 02, 1-14, Zeist.

Janse H., 1998, *Van Aaks tot Zwei, Historische handgereedschappen in de Nederlandse en Vlaamse bouwwereld*, RV Bijdrage 19, Zeist.
Janse H., 2004, *Spijkers en draadnagels*, Ambacht en Gereedschap historische cahiers nr. 1, Leiden.

Janse, H. et al. (red.), 1990, *Het Weke Dak, Riet- en strobedekkingen*, RV Bijdrage 11, Zeist.

Jansen, P. en L. Kuiper, 2001, *Hakhout; Suggesties voor het beheer*, Wageningen.

Jansma, E., 1995, *RememberRINGs, The Development and Aplication of Local and Regional Tree-Ring Chronologies of OAK for the Purposes of Archaeological and Historical Research in the Netherlands*, Nederlandse Archeologische Rapporten 19, Amersfoort.

Janssen, H.L., 1990, ‘Räumliche Entwicklung, Parzellierung und Hauskonstruktionen in ’s-Hertogenbosch zwischen 1150 und 1350’, in: *Hausbau in den Niederlanden*, Jahrbuch für Hausforschung, band 39, Marburg, 153-172.

Jehee, J., 2010, *Tussen lucht en licht, De ontwikkeling van de vensters, kozijnen, ramen en luiken*, Zwolle.

Jezeer, W., 2013, *Oudbouw onder nieuwbouw, Middeleeuws muurwerk op de hoek Breestraat-Mandenmakerssteeg te Leiden, Een archeologische begeleiding*, ADC Rapport 3514, Amersfoort.

Jong, A. de, 1994, ‘De Heesterboom te Leiden’, in: *Het houtblad*, juni 1994, 30-31.

Jongh, E. de, 1973, ‘’t Gotsche krulligh mall’, de houding tegenover de gotiek in het zeventiende-eeuwse Holland’, in: *Nederlands Kunsthistorisch Jaarboek 24*, Bussum, 85-145.

Kamphuis, bureau voor bouwhistorie, 1998, *Lange Voorhout 30 te Den Haag*, Delft

Kamphuis, bureau voor bouwhistorie, 1999, *Schoterburcht, Schotersingel 2-4 te Haarlem*, Delft.

Kamphuis, bureau voor bouwhistorie, 2000, *Nieuwe Molsstraat 26 te Den Haag*, Delft

Kamphuis, bureau voor bouwhistorie, 2001, *De Orangerie in de Hortus Botanicus te Leiden*, Delft.

Kipp, F.,1990, *Water en Vuur, Brandpreventie en het middeleeuwse dak*, in: Het vuur beschouwd, Utrecht, 77-106.

King, R., 2007, *De koepel van Brunelleschi*, Amsterdam.

King, S. en B. Lohrum, 2000, *Historische dachwerke, Eine Ausstellung*, Stuttgart.

Klein, P. (red.), 2010, ‘Houtvlotten op de Rijn’, in: *Binnenvaart*, jrg. 2010, nr. 4.

Kleinmanns, J. (red.), 2010, *Friedrich Ostendorf – Bauten und Schriften*, Salzburg-Wien.

Kloes, J.A. van der, 1925a, *Onze bouwmaterialen*, deel II, Kunststeen, Amsterdam.

Kloes, J.A. van der, 1925b, *Onze bouwmaterialen*, deel IV, Hout, Amsterdam.

Klück, B., 1999, ‘Met de rug naar de kerk. Utrecht anders bekeken’, in: *Rotterdam Papers 10, A contribution to medieval an post-medieval archaeology and history of building*, Rotterdam, 131-141.

Kolman, C.J., 1993, *Naer de eisch van 't werck, De organisatie van het bouwen te Kampen 1450-1650*, Utrecht.

Kolman, C.J. en D.J. de Vries, 1993, 'Merken op hout en handelswaar; timmermansmerken opnieuw bezien', in: *Restauratie Vademecum*, RV blad 'Merk op hout' 04, 1-10, Zeist.

Konieczny, A., 2007, 'Mittelalterliche Dachkonstruktionen der Danziger Kirchen in der Geschichte des Dachwerks im Ordensland Preußen', in: *Schriftenreihe der Danziger Naturforschenden Gesellschaft*, Band 9, Lübeck.

Kopkowicz, F., 1958, *Ciesielstwo Polskie*, Warzawa.

Kort, J.W. de, D.J.K. Zweers en O. Brinkkemper (red.), 2016, *Rijke oogst van een armenhoef*, Rapportage Archeologische Monumentenzorg 234, Amersfoort.

Kosykh, A., W. Lorenz en K. Frommelt, 2018, 'The roof of the Marble Palace in Saint-Petersburg: A structural iron ensemble form the 1770s, in: *Building Knowledge, Constructing Histories, Proceedings of the 6th International Congress on Construction History (6ICCH), Brussels, Belgium, 9-13 July 2018*, London, 809-817.

Krabbe, C.P., 1998, *Ambacht, Kunst, Wetenschap, Bevordering van de bouwkunst in Nederland (1775-1880)*, Cultuurhistorische studies, Zwolle.

Kuijpers, G., 2008, *ABC van een onderzoeksopzet*, Bussum.

Kuile, E.H. ter, 1944, *Leiden en Westelijk Rijnland*; De Nederlandsche Monumenten van Geschiedenis en Kunst, Geïllustreerde Beschrijving, deel VII, De Provincie Zuidholland, eerste stuk, 's-Gravenhage.

Kuyper, W., 1980, *Dutch classicist architecture. A survey of Dutch architecture, gardens and Anglo-Dutch architectural relations from 1625 to 1700*, Delft.

Kühnel, H., 1998, ,'Forstkultur im Mittelalter, Die anfänge der Laubholz- und Nadelwald-Saat', in: *Europäische Technik im Mittelalter, Tradition und Innovation*, Berlin, 121-123.

Lambrechtsen-Van Essen, I.W., 1994, *De stadspoorten van Leiden en stadsbouwmeester Willem van der Helm (ca. 1628-1675)*, Leidse Historische Reeks nr. 9, Leiden.

Lammers-Keijsers, Y.M.J. (red.) 2009, *Ongekend Leiden, Het verleden in kaart*, Leiden.

Lammers-Keijsers, Y.M.J. (red.) 2012, 'Een fascinerend stukje hout', in: *Ontdekt in Leiden*, Leiden, 56-59.

Leenders, K.A.H.W., 2015, *De dynamische hoeve. Veranderingen in boerderijgebouwen en hun omgeving in de Meierij van 's-Hertogenbosch, 1662-2015*, Woudrichem.

Lennep, J. van en J. ter Gouw, 1869, *Het Boek der Opschriften, een bijdrage tot de Gescheidenis van het Nederlandse volksleven*, Amsterdam.

Lintsen, H.W. (red.), 1993, *Geschiedenis van de techniek in Nederland, De wording van een moderne samenleving 1800-1890, Deel III, Textiel, Gas, licht en elektriciteit*, Bouw, Zutphen.

Lis, C. en H. Soly (red.), 1997, *Werelden van verschil. Ambachtsgilden in de Lage Landen*, Brussel.

Lohrum, B., 2010, ‘Die Ostendorf’sche Theorie zur Entwicklung des deutschen Kehlbalkensdachwerks im Spiegel des südwestdeutschen Dachbestandes’, in: *Friedrich Ostendorf – Bauten und Schriften*, Salzburg-Wien, 97-107.

Lorenz, W. en B. Heres, 2015, ‘The Demidov Ironworks in Nevyansk (Ural Mountains) – Iron Structures in Building from the First Half of the 18th Century’, in: *Proceedings of the 5th International Congress on Construction History*, Chicago, 505-516.

Losenoord, B. van, 2001, *Bouwblok onderzoek aan de Breestraat te Leiden, Middeleeuwse kappen en kelders*, afstudeerrapport Hogeschool van Utrecht, Leiden/Utrecht.

Lourens, P. en J. Lucassen, 1997, ‘De oprichting en ontwikkeling van ambachtsgilden in Nederland (13de – 19de eeuw)’, in: *Werelden van verschil. Ambachtsgilden in de Lage Landen*, Brussel, 43-77.

Louw, H., 2007, ‘The development of the window’, in: *Windows, History, Repair and Conservation*, London, 7-96.

Louw, H., 2009, ‘Dutch Influence on British Architecture in the Late-Stuart Period, c. 1660-c. 1714’, in: *Dutch Crossing*, Vol. 33, No. 2, Leeds, 83-120.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1986, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel 1: ’s Groenhazenburch*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1987, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel II: De Paplepel*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1988a, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel IIIa: Meyenburch*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1988b, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel IIIb: Meyenburch*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1990a, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel IVa: Leeuwenhorst*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1990b, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel Va: ’s Gravensteyn*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1990c, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel Vb: ’s Gravensteyn*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1992a, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel VIb: Het Rijck van Pallas*, Leiden.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., C.W. Fock en A.J. van Dissel (red.), 1992b, *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel VIb: Het Rijck van Pallas*, Leiden.

Maanen, R.C.J. van (red.), 2002, *De geschiedenis van een Hollandse stad, deel 1, tot 1574*, Leiden.

Maanen, R.C.J. van (red.), 2003, *De geschiedenis van een Hollandse stad, deel 2, 1574 – 1795*, Leiden.

Maanen, R.C.J. van (red.), 2004, *De geschiedenis van een Hollandse stad, deel 3, 1795 – 1896*, Leiden.

Maanen, R.C.J. van, 2009, 'De Leidse bevolkingsaantallen in de 16de en 17de eeuw, Enkele kanttekeningen', in: *Leids Jaarboekje 2009*, Leiden, 41-70.

Maas, P. en T. Schwering (red.), 2015, *'t Goet te Arle, De Aarlese Hoeve, de Armenhoef, de Amelrijck Booth Hoeve, meer dan zeven eeuwen een boerderij*, Woudrichem.

Medema, G., 2011, *Achter de façade van de Hollandse stad, Het stedelijk bouwbedrijf in de achttiende eeuw*, Nijmegen/Utrecht.

Meijers, P.C., 2004, *Bouwhistorisch rapport Nieuwe Rijn 105 & 106 te Leiden*, Noordwijk.

Meijers, P.C., 2005a, *Bouwhistorisch rapport Breestraat 117 te Leiden*, Noordwijk.

Meijers, P.C., 2005b, *Bouwhistorisch rapport Hogewoerd 185 te Leiden*, Noordwijk.

Meijers, P.C., 2007, *Bouwhistorische inventarisatie Breestraat 19 te Leiden*, Noordwijk.

Meijers, P.C., 2012, *Bouwhistorische documentatie Breestraat 84 te Leiden*, Twisk.

Meindersma, K.T., 1994, *Achter Slot en Grendel*, RV bijdrage 14, Zeist.

Meischke, R., 1988, *De gothische bouwtraditie*, Amersfoort.

Meischke, R., 1996, 'Voorpui-overstekken en gevels op vlucht', in: *Monumenten en bouwhistorie, Jaarboek monumentenzorg 1996*, Zeist, 47-52.

Meischke, R. en G. Berends, 1978, 'Straten en huizen in het Bergkwartier; zes eeuwen historie', in: *Tien jaren stadsherstel, Bergkwartier Deventer 1967-1977*, Deventer.

Meischke, R. en H.J. Zantkuijl, 1969, *Het Nederlandse woonhuis, van 1300-1800*, Haarlem.

Meischke, R. en H.J. Zantkuijl, 2005, 'De wederopbouw van kastelen en buitenhuizen na circa 1600; met centraal het Huis te Capelle bij Rotterdam', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 104, nr. 2005-4, 117-132.

Meischke, R., H.J. Zantkuijl, W. Raue en P.T.E.E. Rosenberg, 1993, *Huizen in Nederland; Friesland en Noord-Holland, Architectuurhistorische verkenningen aan de hand van het bezit van de Vereniging Hendrick de Keyser*, Zwolle.

Meischke, R., H.J. Zantkuijl, W.Raue en P.T.E.E. Rosenberg, 1995, *Huizen in Nederland; Amsterdam, Architectuurhistorische verkenningen aan de hand van het bezit van de Vereniging Hendrick de Keyser*, Zwolle.

Meischke, R., H.J. Zantkuijl en P.T.E.E. Rosenberg, 1997, *Huizen in Nederland; Zeeland en Zuid-Holland, Architectuurhistorische verkenningen aan de hand van het bezit van de Vereniging Hendrick de Keyser*, Zwolle.

Meischke, R., H.J. Zantkuijl en P.T.E.E. Rosenberg, 2000, *Huizen in Nederland; Utrecht, Noord-Brabant en de oostelijke provincies, Architectuurhistorische verkenningen aan de hand van het bezit van de Vereniging Hendrick de Keyser*, Zwolle.

Mennemann, H.E., 1980, *Die Entwicklung der Dachkonstruktionen westfälischer Kirchen während des Mittelalters und deren Weiterentwicklung im 17. und 18. Jahrhundert*, Aachen.

Meule, L. van der, 2000, *Het Rijnlandhuis teruggevolgd in de tijd, ontleedkunst op een Leidse kavel, 2000 – 1578*, Leiden.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2009, *Beleidsbrief Modernisering Monumentenzorg*, ’s-Gravenhage.

Mombers, H., 2000, *Dakpannengids*, z. pl.

Mulder A., 1904, ‘Iets over de Leidsche Sint-Pieterskerk, haare geschiedenis en architectuur’, in: *Bulletin NOB*, jrg. 5, nr. 5-2/3, 54-87.

Meyer, G.M. de en E.W.F. van den Elzen, 1982, *De verstening van Deventer, Huizen en mensen in de 14e eeuw*, Historische Studies XLIII, Bijdragen van het instituut voor middeleeuwse geschiedenis XXXVIII, Groningen.

Natrus, L. van, C. van Vuuren en J. Polly, 1736, *Groot volkomen moolenboek; of Nauwkeurig ontwerp van allerhande tot nog toe bekende soorten van moolens, met haare gronden en opstallen en al het geene verder daar toe behoort*, Amsterdam.

Netiv, A., 2008, ‘Een stad op de drempel van volwassenheid, Leiden rond 1400’, in: *Eeuwig Leiden, Leids Jaarboekje 2008*, Leiden, 63-93.

Nipius, J., 2011, ‘Het dak van Dordrecht, Een veertiende-eeuws kapgedeelte met leidekking, gevonden ten zuiden van Dordrecht’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 110, nr. 3-4, 129-132.

Noordegraaf, L., 1985, *Hollands welvaren? Levensstandaard in Holland 1450-1650*, Bergen.

Nuytten, D., 2005a, ‘Bouwhistorisch onderzoek van de voormalige abdijschuur van Ter Doest’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 104, nr. 2/3, 58-74.

Nuytten, D., 2005b, ‘Middeleeuwse dakkappen in het voormalige hertogdom Brabant’, in: *Monumenten, Landschappen en Archeologie*, 24/4, juli-augustus 2005, 22-36.

Nuytten, D., 2013, ‘De middeleeuwse kappen en houten tongewelven van de Sint-Janskerk in Mechelen: typologisch, bouwhistorisch en dendrochronologisch onderzoek’, in: *Relicta 10*, 209-228.

Oerle, H.A. van, 1975, *Leiden binnen en buiten de stadsvesten: de geschiedenis van de stedebouwkundige ontwikkeling binnen het Leidse rechtsgebied tot aan het einde van de gouden eeuw*, Leiden.

Oosten, R.M.R. van, 2014, *De stad, het vuil en de beerput, Een archeologisch-historische studie naar de opkomst, verbreiding en neergang van de beerput in stedelijke context (13de tot 18de eeuw)*, Groningen.

Oosterhoff, J., 1988, *Constructies van ijzer en beton, Gebouwen 1800 – 1940, Overzicht en typologie*, Bouwtechniek in Nederland, 1, Delft.

Orsel, E.D., 2001, ‘Ankerbalkgebinten in Breda’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 29, 27-29.

Orsel, E.D., 2003, ‘Oude Rijn 66’, in: *Leids Jaarboekje 2003*, Leiden, 264-266.

Orsel, E.D., 2004a, ‘Botermarkt 11’, in: *Leids Jaarboekje 2004*, Leiden, 261-263.

Orsel, E.D., 2004b, ‘Hogewoerd 33’, in: *Leids Jaarboekje 2004*, Leiden, 263-264.

Orsel, E.D., 2004c, ‘Hooigracht 41 Leiden, Het huis met de drie trapgeveltjes’, in: *Nieuwsbief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 34, 22-24.

Orsel, E.D., 2004d, ‘Langebrug 87e Leiden, dwars of diep?’, in: *Nieuwsbief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 36, 25-27.

Orsel, E.D., 2004e, ‘Oude Rijn 166’, in: *Leids Jaarboekje 2004*, Leiden, 269-272.

Orsel, E.D., 2004f, ‘Oude Singel 218’, in: *Leids Jaarboekje 2004*, Leiden, 272-274.

Orsel, E.D., 2005a, ‘Donkersteeg 5’, in: *Leids Jaarboekje 2005*, Leiden, 213-215.

Orsel, E.D., 2005b, ‘Langebrug 55’, in: *Leids Jaarboekje 2005*, Leiden, 215-217.

Orsel, E.D, 2006a, ‘Breestraat 135’, in: *Leids Jaarboekje 2006*, Leiden, 237-239.

Orsel, E.D., 2006b, ‘Brickwork in Leiden: a Survey of Sixteenth an Seventeenth Century Characteristics’, in: *Proceedings of The Second International Congress on Construction History*, Cambridge, 2379-2394.

Orsel, E.D., 2006c, ‘Gepende Kinderbinten – doordachte constructie’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 41, 28-29.

Orsel, E.D, 2006d, ‘Rapenburg 41-43-45’, in: *Leids Jaarboekje 2006*, Leiden, 245-247.

Orsel, E.D., 2007a, ‘De verbouwing van 1463’, in: *Dwars door de stad*, Leiden, 14.

Orsel, E.D., 2007b, ‘Dendrochronologisch onderzoek’, in: *Dwars door de stad*, Leiden, 132-133.

Orsel, E.D., 2007c, ‘Een fraij gesicht, het Leidse huis in de 17$^{de}$ eeuw, een poging tot typologiesering’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 106, nr. 1, 11-25.

Orsel, E.D., 2007d, ‘Het leemstucplafond van Rapenburg 65 te Leiden nader beschouwd’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 106, nr. 1, 26-31.

Orsel, E.D., 2007e, ‘Licht in de duistere middeleeuwen. Het Gravensteen versus de Burcht’, in: *Dwars door de stad*, Leiden, 10-24.

Orsel, E.D, 2007f, ‘Nieuwe Rijn 8, 9 en 10, Staalkaart van meer dan zes eeuwen bouwen’, in: *Leids Jaarboekje 2007*, Leiden, 223-227.

Orsel, E.D., 2007g, ‘Zijn er nog ‘veel’ middeleeuwse huizen in Leiden?’, in: *Dwars door de stad*, Leiden, 114-134.

Orsel, E.D., 2007h, ‘Rijswijkers in Leiden, Algemeen overzicht van bakstenen en metselwerk in Leiden en signalering van zestiende- en zeventiende-eeuwse kenmerken’, in: *Bodemonderzoek in Leiden 20*, Leiden.

Orsel, E.D., 2008, ‘Gehangen in de kap – De vlieringvloer met “flieringhangbalken”’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 44, 31-35.

Orsel, E.D., 2009a, ‘Breestraat 95 in beeld’, in: *Leids Jaarboekje 2009*, Leiden, 206-210.

Orsel, E.D., 2009b, ‘Breestraat 95 te Leiden, een statig huis uit de 15$^{de}$ eeuw’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 108, nr. 2, 49-57.

Orsel, E.D., 2009c, ‘De hand van Jacob Roman, de nokplaat van Rapenburg 61’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 47, 38-41.

Orsel, E.D., 2009d, ‘Klassizistische Dachkonstruktionen des 17. und 18. Jahrhunderts in Leiden‘, in: *Dachkonstruktionen der Barockzeit in Norddeutschland und im benachbarten Ausland*, Petersberg, 124-135.

Orsel, E.D., 2009e, ‘Nogmaals nokruiterbokjes, van Heiloo naar Leiden’, in: *Leids Jaarboekje 2009*, Leiden, 216-217.

Orsel, E.D., 2009f, ‘The earliest development of roof construction in Leiden (NL)’, in: *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*, Cottbus, 1113-1120.

Orsel, E.D., 2010a, ‘CGB, Convent van Gemeentelijke Bouwhistorici in Nederland’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 48, 6.

Orsel, E.D., 2010b, ‘Hausbau in Leiden’, in: *Hausbau in Holland, Baugeschichte und Stadtentwicklung*, Jahrbuch für Hausforschung, band 61, Marburg, 243-265.

Orsel, E.D., 2010c, ‘Projectontwikkeling in de vroege 17de eeuw’, in: *Jaarverslag 2009, Unit Monumenten & Archeologie*, Leiden, 42.

Orsel, E.D., 2011a, ‘De eerste zeventiende-eeuwse kerkmeesterskamer’, in: *De Pieterskerk in Leiden*, Leiden, 142-145.

Orsel, E.D., 2011b, ‘De makelaar, steunpunt in het schilddak’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 51, 36-44.

Orsel, E.D., 2011c, ‘Een bouwhistorische analyse van de funderingsresten’, in: *Archeologisch, bouwhistorisch en archiefonderzoek naar de bewoning aan het Steenschuur, ter plaatse van het voormalige Kamerlingh Onnes Laboratorium*, Bodemonderzoek en Bouwhistorie in Leiden 2, Leiden, 89-96.

Orsel, E.D., 2011d, ‘Een onverwachtse gast, de ontdekking van een middeleeuwse gevel van het Catharinagasthuis’, in: *Jaarverslag Team Monumenten & Archeologie 2010*, Leiden, 41.

Orsel, E.D., 2011e, ‘Mysterieuze nummers’, in: *Jaarverslag Team Monumenten & Archeologie 2010*, Leiden, 36-37.

Orsel, E.D., 2011f, ‘Oude moeren, een signalering’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 50, 23-26.

Orsel, E.D., 2011g, ‘Stenen van de Graaf’, in: *Westerheem*, jrg. 60, nr. 4, 184-192.

Orsel, E.D., 2011h, ‘Van verwachting naar waarden’, in: *Jaarverslag Team Monumenten & Archeologie 2010*, Leiden, 14.

Orsel, E.D., 2012a, ‘Baddingen of platen. Vroege ongeschaafde ‘plaat’-balklagen’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 52, 65-70.

Orsel, E.D., 2012b, ‘Houtskeletconstructies in statige achttiende-eeuwse architectuur’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 53, 18-23.

Orsel, E.D., 2013a, ‘De helft is meer dan genoeg, Economisch gebruik van gekromd hout’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 54, 52-56.

Orsel, E.D., 2013b, ‘De kappen van het Gemeenlandshuis en de Latijnse school met elkaar vergeleken’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 55, 28-36.

Orsel, E.D., 2014, ‘Bouwhistorie ontdekt Leiden’, in: *Tastbaar Geheugen, 150 jaar zorg voor Leidse monumenten*, Leiden, 148-164.

Orsel, E.D., 2015, ‘Houten wigjes in houtconstructies’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 58, 44-48.

Orsel, E.D., 2016, ‘Uitzetlijnen van Jan de Timmerman in Leiden’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 60, 101-102.

Orsel, E.D., 2017, ‘Uitzondering op de regel, een afwijkende kapconstructie in Leiden’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 62, 53-59.

Orsel, E.D., 2018, ‘Sixteenth-century development from common rafter roofs to ridge purlins in Leiden (NL)’, in: *Building Knowledge, Constructing Histories, Proceedings of the 6th International Congress on Construction History (6ICCH), Brussels, Belgium, 9-13 July 2018*, London, 1013-1019.

Orsel, E.D. en S. Palstra, 2018, ‘Dateren door dendrochronologisch en $^{14}$C onderzoek’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 65, 34-44.

Orsel, E.D. en J.W. van Rooden, 2011, *De Aalmarkt, structuur in ontwikkeling, Bouwhistorische verkenning van het Aalmarktgebied*, Leiden.

Orsel, E.D. et al., 2016, ‘Onverwachte ontdekkingen in Breestraat 90’, in: *Jaarboek 2014/2015 Erfgoed Leiden en Omstreken*, Leiden, 30-33.

Ostendorf, F., 1908, *Die Geschichte des Dachwerks*, Leipzig en Berlin.

Palladio, A., 1570, *I Quattro Libri Dell'Architettura*, Venezia.

Pelinck, E., 1949, ‘Het huis van het timmermans- en metselaarsgilde’, in: *Leids Jaarboekje 1949*, Leiden, 97-100.

Pelinck, E., 1962, ‘De ontwikkeling van het stadsbeeld’, in: *Leiden 1860-1960*, Leiden, 293-335.

Pelinck, E., 1967, ‘De functionarissen belast met de zorg voor de stadsbouwwerken te Leiden (1575-1818)’, in: *Leids Jaarboekje 1967*, Leiden, 59-76.

Peterse, H. (red.), 2004, *Verborgen Verleden, Bouwhistorie in Nijmegen*, Nijmegen, 2004.

Pijkeren, D. van, 2010, *Waag en Boterhal – Leiden, Analyse van Constructie en Materiaal*, Leiden.

Poley, J., 1770, *Architectura Civilis, Of Naauwkeurige Ontwerpen En Verzamelingen Van Verscheide Zeer Fraaye Groote Kap-Werken, Van Huizen, Schuuren, Pakhuizen, &c*, Amsterdam.

Posthumus, N.W., 1908-1933, *De geschiedenis van de Leidse lakenindustrie*, 3 delen, ’s-Gravenhage.

Prak, M., 2006, ‘Craft Guilds in North-Western Europe (England, France, Low Countries)’, in: *http://www.iisg.nl/hpw/papers/guilds-prak.pdf*.

Prak, M., 2012, *Gouden Eeuw, het raadsel van de Republiek*, Amsterdam.

Prak, N.L., 1991, *Het Nederlandse woonhuis van 1800 tot 1940*, Delft.

Prooije, L.A. van, 1984, *De vakleu en et vak, Boerderijbouw in Oost-Gelderland vanaf de eeuwwisseling tot ca 1940, Vaktermen en werkwijze*, Arnhem.

Prooije, L.A. van, 1990, ‘Entwicklung der Holzverarbeitung und Flößerei in den Niederlanden im 17. und 18 Jahrhundert’, in: *Hausbau in den Niederlanden*, Jahrbuch für Hausforschung, band 39, Marburg, 39-48.

Prooije, L.A. van, 2005, ‘De houtvlotterij en Dordrecht in de 17e en 18e eeuw‘, in: *Oud Rhenen*, jrg. 24, nr. 2, 12-25.

Reenen, W. van, 2014, ‘Wisselwerking monumentenzorg en universiteit, onderzoek en opleidingen, wat er gedaan is en nog wordt verwacht, Dirk Jan de Vries, Bouwhistoricus RCE, Bijzonder hoogleraar bouwhistorie, Faculteit Archeologie, Universiteit Leiden’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 57, 16-19.

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2011, *Bouwhistorisch onderzoek werkt!*, Amersfoort.

Röell, E., 2004, ‘Die gräflichen Säle auf den Binnenhof - Architektur- und bauhistorische Untersuchung’, in: *Burgen und Schlösser in den Niederlanden und in Nordwestdeutschland*, Forschungen zu Burgen und Schlössern band 8, München, 35-48.

Röell, E., 2010, *Tekenen ter verlichting, Architectuurtekeningen in de achttiende-eeuwse Republiek*, Utrecht.

Rooden, J.W. van, 2002a, ‘Breestraat 123’, in: *Leids Jaarboekje 2002*, Leiden, 275-278.

Rooden, J.W. van, 2002b, ‘Nieuwstraat 15’, in: *Leids Jaarboekje 2002*, Leiden, 278-280.

Roon, D. de, 2009, Dekbalkgebinten in woonhuizen van Noordwest-Nederland, in: *Amsterdam, Monumenten & Archeologie, 10*, Amsterdam, 38-53.

Roon, D. de, 2018, ‘Van vóór Mansart tot na Mansarde, De Nederlandse gebroken kap in internationale context’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 117, nr. 1, 28-48.

Rouwhorst, T., 2013, ‘Gevels op vlucht’, in: *Binnenstad 260*, 75-77.

Rutte, R. en J.E. Abrahamse, 2014, *Atlas van de verstedelijking in Nederland, 1000 jaar ruimtelijke ontwikkeling*, Bussum.

Saeftel, F., 1970, *Krummholz- und cruck-Dachwerke in Nordwest-Europa*, Eckenförde.

Saemann, H., 2014, *Dachwerke über den welfischen Residenzbauten der Barockzeit im Kontext des höfischen Bauwesens, Untersuchungen in den ehemaligen Residenzstädten Hannover, Celle, Osnabrück, Wolfenbüttel und Braunschweig*, Petersberg.

Sander-Berke, A., 1995, *Baustoffversorgung spätmittelalterlicher Städte Norddeutschlands*, Köln.

Sarfatij, H., 1995, ‘Van polder tot polis in de archeologie van de Hollandse stad’, in: *Jaarboek Amstelodamum*, 87, 9-29.

Scharroo, P.W., 1944, *Bouwmaterialen, Encyclopaedische gids voor theorie en practyk*, tweede druk, Amsterdam.

Schäfer, J. (red.), 2014, *Als Zimmerleute Großes schufen – Monumentale Dachwerke über mitteralterlichen Hallenkirchen, Zum Forschungsstand bei aufgeständerten Kehlbalkendachwerken*, Arbeitsheft der LWL-Denkmalplege, Landschafts- und Baukulter in Westfalen, 12, Münster.

Schellingerhout, A., 2009, *Dakpannen, 2600 jaar terracotta of keramische dakpan*, Ambacht en Gereedschap historische cahiers nr. 2, Leiden.

Schmidt, F.H., 1999, *Pieter de Swart, Architect van de achttiende eeuw*, Cultuurhistorische studies, Zwolle.

Schmidt, F.H., 2006, *Paleizen voor prinsen en burgers, Architectuur in Nederland in de 18de eeuw*, Zwolle.

Schuller, M., 2002, 'The application of Bauforschung – methodology and presentation', in: *Preparatory Architectural Investigation in the Restoration of Historical Buildings*, Leuven, 31-47.

Schuller, M., T. Eißing en M. Scheffold, 2004, *800 Jahre Bamberger Dachwerke*, Bamberg.

Serafini, A. en C. González-Longo, 2015, *The design and construction techniques of eighteenth century timber roofs in Scotland: Glasgow Trades Hall and Tweeddale House in Edinburgh*, manuscript 5th International Congress on Construction History, Glasgow.

Serlio, S., 1575, *Tutte l'opere d'architettura et prospectiva di Sebastiano Serlio*, herdruk 1600, Venezia.

Sicking, L., 1998, *Zeemacht en onmacht. Maritieme politiek in de Nederlanden, 1488-1558*, Amsterdam.

Sicking, L., 1999, 'Hollands voorsprong ter zee', in: *1000 jaar Holland, Holland, Historisch tijdschrift*, jrg. 31, nr. 4/5, Hilversum, 244-251.

Sluijter, R., 2008, 'Kantelpunt, Leiden rond 1700', in: *Eeuwig Leiden, Leids Jaarboekje 2008*, Leiden, 155-180.

Smith, J.T., 1960, 'Medieval roofs: a classification', in: *The archaeological journal*, volume CXV for the year 1958, 111-149, London.

Smith, J.T., 1982, 'Mittelalterliche Dachkonstruktionen in Nordwesteuropa', in: *Frühe Holzkirchen im nördlichen Europa*, Hamburg, 379-390.

Smith, J.T., 1992a, 'Der Fachwerkbau in England. Seine Entwicklung und regionalen Unterschiede', in: *Hausbau in Grossbritannien*, Jahrbuch für Hausforschung, band 40, Marburg, 51-88.

Smith, J.T., 2004, 'The origins and early development of the coupled-rafter roof', in: *Alles unter einem Dach, Häuser . Menschen . Dinge*, Petersburg, 305-315.

Smith, P., 1992b, 'Der regionale Hausbau der Britischen Inseln', in: *Hausbau in Grossbritannien*, Jahrbuch für Hausforschung, band 40, Marburg, 9-27.

Soltow, L. en J.L. van Zanden, 1998, *Income and wealth inequality in the Netherlands, 16th-20th Century*, Amsterdam.

Stades-Vischer, E. en R. Stenvert, 1996, 'Van het Bouwhistorisch Platform, 13 maart 1996,'Vlaamse gevels' in Leiden – Jan Dröge', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 17, 11-12.

Steenhouwer, K.J., 2000, 'Achter het pleisterwerk der geschiedenis', in: *Bouwhistorie in Nederland, Kennis en bescherming van gebouwen*, Utrecht, 8-27.

Steenmeijer, G., 2005, *Tot cieraet ende aensien deser stede, Arent van 's-Gravesande (ca. 1610-1662), architect en ingenieur*, Leiden.

Stenvert, R., 1994, 'Bouwhistorie en wetenschap(sfilosofie)', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 11, 12-22.

Stenvert, R., 1996, 'Dak met plat van papier: het ontstaan van het platte dak', in: *Monumenten en bouwhistorie, Jaarboek Monumentenzorg 1996*, Zeist, 113-1121.

Stenvert, R., 2005, 'Naar aanleiding van een advies', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 38/39, 29-40.

Stenvert, R., 2008, 'Inleiding in de bouwhistorie: een mijlpaal?', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 44, 16-23.

Stenvert, R., 2010a, 'Bouwhistorische platforms, 14 oktober 2009, Vroegste ontwikkeling van kapconstructies in Leiden, Edwin Orsel', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 48, 7-9.

Stenvert, R., 2010b, 'Methodiek, 'Naar een bouwhistorische kapstok?'', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 4, 3-10.

Stenvert, R., 2013a, *Kerkkappen in Nederland, 1800-1970*, Amsterdam.

Stenvert, R., 2013b, 'Theoretische bouwhistorie: naar de contouren van een onderzoeksagenda', in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 55, 49-68.

Stenvert, R. en E. Orsel, 2018, 'Jacob Roman, een innovatief ontwerper?', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 117, nr. 2, 58-79.

Stenvert, R. en G. van Tussenbroek (red.), 2015, *Inleiding in de bouwhistorie, opmeten en onderzoeken van oude gebouwen*, Utrecht.

Stenvert, R. et al., 1998, *Monumenten in Nederland, Overijssel*, Zeist/Zwolle.

Stenvert, R. et al., 2004, *Monumenten in Nederland, Zuid-Holland*, Zeist/Zwolle.

Stenvert, R. et al., 2006, *Monumenten in Nederland, Noord-Holland*, Zeist/Zwolle.

Stokroos, M., 1988, *Lood in Nederland, het gebruik van lood in voorbije eeuwen*, Amsterdam.

Stokroos, M., 1990, *Koper in Nederland, het gebruik van koper in voorbije eeuwen*, Amsterdam.

Storm van 's-Gravesande, C.M., 1850, *Handleiding tot de kennis der burgerlijke en militaire bouwkunst: Bouwkundige leercursus, ten gebruike der Koninklijke Militaire Akademie*, Breda.

Swichgem, C.A. van, 1965, *Abraham van der Hart, 1747-1820, Architect, Stadsbouwmeester van Amsterdam*, Amsterdam.

Temminck-Groll, C.L.,1963, *Middeleeuwse stenen huizen te Utrecht en hun relatie met die van andere noordwesteuropse steden*, 's-Gravenhage.

Terwen, J.J., 1987, 'De architectuur van het Hollands classicisme in Leiden', in: *Het Rapenburg, Geschiedenis van een Leidse gracht, deel II: De Paplepel*, Leiden, 3-43.

Terwen J.J., 1989, ‘Pieter Post stuurt een declaratie aan de stad Leiden’, in: *Uit Leidse bron geleverd, studies over Leiden en de Leidenaren in het verleden, aangeboden aan drs. B.N. Leverland bij zijn afscheid als adjunct-archivaris van het Leidse Gemeentearchief*, Leiden, 383-391.

Terwen, J.J. en K.A. Ottenheym, 1993, *Pieter Post (1608-1669)*, Zutphen.

Terwen-De Loos, J., 1952, ‘De bouwgeschiedenis van het Hofje Meermansburg’, in: *Leids Jaarboekje 44*, Leiden, 118-131.

Terwen-De Loos, J., 1970, ‘Twee woonhuizen van Cornelis de Jonge van Ellemeet’, in: *Opstellen voor H. van der Waal*, Leidsche kunsthistorische reeks, deel III, Amsterdam/Leiden, 185-202.

Toebast, J., 2014, ‘Brabantse boerderijplattegronden vanuit bovengronds perspectief’, in: *Huisplattegronden in Nederland, Archeologische aspecten van het huis*, Amersfoort, 465-495.

Tol, A. van (red.), 1984, *Jellema, Bouwkunde 3*, Delft.

Tollet, R. (red.), 2008, *Le logis en pan-de-bois dans les villes du bassin de la Meuse moyenne (1450-1650)*, Dossier de la Commission Royale des Monuments, Sites et Fouilles, volume 12, Luik.

Tussenbroek, G. van, 2001, *Bouwen voor stad en land, Overzicht van het handelsnetwerl van de aannemersfamilie Van Neurenberg in de Noordelijke en Zuidelijke Nederlanden (1480-1640)*, Proefschrift Universiteit Utrecht, Utrecht.

Tussenbroek, G. van, 2003, *Onder de daken van Zaltbommel, Bouwen en wonen in de historische binnenstad (1350-1650)*, Utrecht.

Tussenbroek, G. van, 2006a, ‘Architectuur- en bouwhistorisch onderzoek ten behoeve van monumentenzorg’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 105, nr. 6, 229-234.

Tussenbroek, G. van, 2006b, ‘Vlotverbindingen, Het wisgat als bouwhistorische mythe? Sporen van houtvlotten in Amsterdamse kappen (en elders)’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 41, 7-15.

Tussenbroek, G. van, 2008a, ‘Geheimschrift in oude constructies, Amsterdam en de internationale houthandel in de 17$^{de}$ en 18$^{de}$ eeuw’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 45, 37-51.

Tussenbroek, G. van, 2008b, ‘Hout voor de Derde Uitleg, De bouw van de Amsterdamse grachtengordel’, in: *Amsterdam, Monumenten & Archeologie, 7*, Amsterdam, 119-129.

Tussenbroek, G. van, 2009, ‘Dachwerke des 17. und 18. Jahrhunderts in Amsterdam. Tradition und Erneuerung’, in: *Dachkonstruktionen der Barockzeit in Norddeutschland und im benachbarten Ausland*, Petersberg, 124-135.

Tussenbroek, G. Van, 2010, ‘Hausbau in Holland – Eine Einführung’, in: *Hausbau in Holland, Baugeschichte und Stadtentwicklung*, Jahrbuch für Hausforschung, band 61, Marburg, 9-23.

Tussenbroek, G. van, 2012, *Historisch hout in Amsterdamse monumenten, Dendrochronologie – houthandel – toepassing*, Publicatiereeks Amsterdamse Monumenten 3, Amsterdam.

Tussenbroek, G. van, 2013, *‘Alzo zult gijlieden dat maken’, Gebruik en ontwikkeling van bouwcontracten en bestekken in de Noordelijke en Zuidelijke Nederlanden tot 1650*, Leiden.

Tussenbroek, G. van, 2015a, ‘‘De droechste waegscotten, die ghij weet te becomen’. De gedifferentieerde houtmarkt voor 1800 en de wisselwerking tussen aanbod, vraag en toepassing’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 114, nr. 3, 170-185.

Tussenbroek, G. van, 2015b, ‘Voor de grote uitleg. Stedelijke transformatie en huisbouw in Amsterdam, 1452-1578’, in: *Stadsgeschiedenis*, jrg. 2015, nr. 1, Hilversum, 1-23.

Tussenbroek, G. van, 2017a, ‘De versterkte stad Zaltbommel’, recensie in: *Bulletin KNOB*, jrg. 116, nr. 3, 157-158.

Tussenbroek, G. van, 2017b, ‘Timber-framed Town Houses in the Northern Netherlands Before 1600. Construction and Geographical Distribution’, in: *Vernacular Architecture*, vol. 48:1, 44-62.

Tussenbroek, G. van, A. van Drunen en E. Orsel, 2012, ‘Bouwhistorische waardenkaarten. Een gebiedsgerichte benadering van bouwhistorisch erfgoed’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 111, nr. 1, 40-53.

Valeriani, S., 2006a, *Kirchendächer in Rom, Zimmermannskunst un Kirchenbau von der Spätantike bis zur Barockzeit*, Berliner Beiträge zur Bauforchung und Denkmalpflege 3, Petersberg.

Valeriani, S., 2006b, ‘The Roofs of Wren and Jones: A Seventeenth-Century Migration of Technical Knowledge from Italy to England’, in: *Working Papers on the Nature of Evidence: How Well Do ‘Facts’ Travel?*, nr. 14/06, London.

Valeriani, S., 2008, ‘Behind the Façade: Elias Holl and the Italian Influence on Building Techniques in Augsburg’, in: *Working Papers on the Nature of Evidence: How Well Do ‘Facts’ Travel?*, nr. 29/08, London.

Vandenabeele, L, I. Bertels en I. Wouters, 2016, ‘Baltic shipping marks on nineteenth-century timber: Their deciphering and a proposal for classifying old timber’, in: *Construction History*, volume 31, nr. 2, 157-175

Veerman, J., 2015, ‘De bouwgeschiedenis van de Hooglandsekerk’, in: *Zeven eeuwen Hooglandse kerk, De kathedraal van het licht*, Leiden, 197-281.

Vermaarsch, J., 1664, *Eerste deel der Bouw-kunst, ofte grondige bewijs-redenen, over den sin ende Practijck van den Autheur Vincent Scamozzi*, Leiden.

Vink, E., 1993, ‘Bosch bouwhout onderweg, Een historisch onderzoek naar de herkomst van Bosch bouwhout in de vijftiende en zestiende eeuw’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 92, nr. 5, 129-140.

Viollet-Le-Duc, E.M., 1854-1875, *Dictionnaire raisonné de l’architecture française du XI$^{e}$ au XVI$^{e}$ siècle*, 10 delen, Paris.

Visser, R.M., 2008, ‘Geveld door de Romeinen?, Aanwijzingen voor bosbouw in de Romeinse tijd’, in: *Vitruvius*, nr. 4, Rotterdam, 46-51.

Volmer, L. en W.H. Zimmermann (red.), *Glossary of Prehistoric and Historic Timber Buildings / Glossar zum prähistorischen und historischen Holzbau, Studies in Landscape and Settlement History in the Southern North Sea Region 3 / Studien zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte im südlichen Nordseegebiet 3*, Wilhelmshaven.

Voskuil, J.J., 1979, *Van vlechtwerk tot baksteen, Geschiedenis van de wanden van het boerenhuis in Nederland*, Arnhem.

Vries, D.J. de, 1979, *De konstruktieve ontwikkeling van het stadswoonhuis te Zwolle van 1300-1700*, Afstudeerscriptie Bouwkunde, HTS Zwolle, Zwolle.

Vries, D.J. de, 1983, 'Middeleeuwse boerderijplattegronden en de oudste bekende kapconstructies. Vraagtekens bij het onderzoek naar vroege draagconstructies', in: *Stichting Historisch Boerderijonderzoek, Jaarverslag 1983*, Arnhem, 45-61.

Vries, D.J. de, 1985, 'IJzer en ijzerconstructies', in: *Restauratie Vademecum*, deel 2b, 'IJzer', RV blad 01, 1-17, Zeist.

Vries, D.J. de, 1987, 'Monumenten dendrochronologisch gedateerd', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 86, nr. 2, 85-89.

Vries, D.J. de, 1988a, 'Middeleeuwse dakbedekkingsmaterialen in Nederland', in: *Restauratie Vademecum*, deel 2a, 'Dakpan', RV blad 03, 1-14, Zeist.

Vries, D.J. de, 1988b, 'Monumenten dendrochronologisch gedateerd (2)', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 87, nr. 2, 71-73.

Vries, D.J. de, 1990a, 'Mitteralterliche Dachdeckungsmaterialien in den Niederlanden', in: *Hausbau in den Niederlanden*, Jahrbuch für Hausforschung, band 39, Marburg, 79-96.

Vries, D.J. de, 1990b, 'Monumenten dendrochronologisch gedateerd (3)', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 89, nr. 5, 19-26.

Vries, D.J. de, 1992, 'Monumenten dendrochronologisch gedateerd (4)', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 91, nr. 1, 27-35.

Vries, D.J. de, 1993, 'Monumenten dendrochronologisch gedateerd (5)', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 92, nr. 3, 64-71.

Vries, D.J. de, 1994a, *Bouwen in de late middeleeuwen, Stedelijke architectuur in het voormalige Over- en Nedersticht*, Utrecht.

Vries, D.J. de, 1994b, 'Dendrochronologisch dateringsonderzoek': in *Restauratie Vademecum*, deel 2a, 'Dendrochronologie', RV blad 01, 1-11, Zeist.

Vries, D.J. de, 1996, 'Monumenten dendrochronologisch gedateerd (6), Torens en kerken', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 95, nr. 4, 128-135.

Vries, D.J. de, 1997, 'Monumenten dendrochronologisch gedateerd (7), Huizen', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 96, nr. 6, 218-225.

Vries, D.J. de, 1998, 'Dendrochronologisch datierte Dachwerke in Maastricht (NL) und Umgebung', in: *Hausbau in Belgien*, Jahrbuch für Hausforschung, band 44, Marburg, 235-246.

Vries, D.J. de, 2000, 'Vergelijkend natuurwetenschappelijk dateringsonderzoek', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 99, nr. 3, 74-84.

Vries, D.J. de, 2001a, 'Jelis Knijff en Jelis Jelissen, kistemaker in Zwolle en beeldsnijder in Kampen', in: *Bulletin KNOB*, jrg. 100, nr. 2, 72-82.

Vries, D.J. de, 2001b, *Verbrokkeld verleden*, Oratie 5 oktober 2001, bijzondere leerstoel bouwhistorie Universiteit Leiden, Leiden.

Vries, D.J. de, 2002, ‘The significance of building history research for conservation in the Netherlands’, in: *Preparatory Architectural Investigation in the Restoration of Historical Buildings*, Leuven, 95-103.

Vries, D.J. de, 2003, ‘The appearance of trusses in the Low Countries’’, in: *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 2097-2105.

Vries, D.J. de, 2006a, ‘Hausforschung in Quedlinburg, 11-15 juni 2006’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 41, 24-27.

Vries, D.J. de, 2006b, ‘Ambachtelijk metselwerk, in: Bulletin KNOB, jrg. 105, nr. 1/2, 2-14.

Vries, D.J. de, 2007, *Beproefde gevels*’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 106, nr. 3, 148-156.

Vries, D.J. de, 2008, ‘Kapconstructies uit de 18$^{de}$ eeuw; stilstand of vernieuwing?’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 107, nr. 5/6, 224-232.

Vries, D.J. de, 2009, ‘Een timmerman zal tot zijn proeve maken …’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 108, nr. 1, 32-47.

Vries, D.J. de, 2010, ‘Meisterproben der holländischen Bauhandwerker’, in: *Hausbau in Holland, Baugeschichte und Stadtentwicklung*, Marburg, 131-146.

Vries, D.J. de, 2013, ‘Geletterde bouwvakkers’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 55, 37-48.

Vries, D.J. de, 2015, ‘Uit ander hout gesneden. Veranderend houtgebruik in de zestiende en zeventiende eeuw’, in: *Bulletin KNOB*, jrg. 114, nr. 3, 186-202.

Waard, F. van der, 1996, ‘‘Oplecht wark’, de oudste boerderijconstructies in Oost-Nederland’, in: *Monumenten en bouwhistorie, Jaarboek Monumentenzorg 1996*, Zeist, 8-18.

Walker, J. en N. Alcock, 2017, ‘The carpentry of a twelf century aisled hall: Burmington manor, Warwickshire’, in: *Vernacular Architecture*, vol. 48:1, 63-77.

Wallis, P., 2018, ‘Between apprenticeship and skill: acquiring knowledge outside the academy in Early Modern England’, in: *Science in Context* (in druk), Cambridge.

Waterbolk, H.T., 2009, *Getimmerd verleden, sporen van voor- en vroeghistorische houtbouw op de zand- en kleigronden tussen Eems en IJssel*, Groningen Archaeological Studies Vol. 10, Groningen.

Wattjes, J.G. , 1930, *Constructie van Gebouwen, Eenvoudige dakconstructies en dakbedekkingen*, deel IX, derde druk, Amsterdam.

Weegenaar, E.R., 1995, *Stadsbank Leiden, Breestraat 24, Leiden*, Leiden.

Weststrate, J., 2008, *In het kielzog van moderne markten, Handel en scheepvaart op de Rijn, Waal en IJssel, ca. 1360-1560*, Middeleeuwse Studies en Bronnen CXIII, Hilversum.

Weve, W., 2002, ‘Een bijzonder kaptype in Delft’, in: *Nieuwsbrief Stichting Bouwhistorie Nederland*, nr. 31, 22-24.

Weve, W., 2013, *Huizen in Delft in de 16$^{de}$ en 17$^{de}$ eeuw*, Zwolle.

Wielen-de Goede, M. van der, 2006, *De nieuwe trekweg langs de Vliet, Het jaagpad van Leiden tot de Leidschendam en de trekschuitdiensten naar Delft en Den Haag 1636-1638*, Leidse Historische Reeks nr. 19, Leiden.

Witbreuk, H., A.G.A. Nijmeijer en M.A.A. Soppe, 2009, *Bescherming Bouwhistorische Waarden*, z. pl.

Wolters-Noordhoff, 2000, *De Grote Bostatlas*, 51ste editie, Groningen.

Yeomans, D., 1986, 'Inigo Jones's Roof Structures', in: *Architectural History*, vol. 29, 1986, 85-101.

Yeomans, D., 2009, 'Baroque roofs in England', in: *Dachkonstruktionen der Barockzeit in Norddeutschland und im benachbarten Ausland*, Petersberg, 153-164.

Zalewski, P., 1996, 'Bürgerhausdachwerke in Schmalkalden', in: *Dächer in Thüringen, Arbeitshefte des Thüringischen Landesamtes für Denkmalplege*, Bad Homburg en Leipzig, 61-68.

Zalewski, P., 2009 (red.), *Dachkonstruktionen der Barockzeit in Norddeutschland und im benachbarten Ausland*, Petersberg.

Zantkuijl, H.J., 1975, *Bouwen in Amsterdam; Het woonhuis in de stad, Van sporenkap tot mansarde*, deel 1, afl. 6, Amsterdam.

Zantkuijl, H.J., 1993-1, *Bouwen in Amsterdam; Het woonhuis in de stad*, herdruk, Amsterdam.

Zantkuijl, H.J., 1993-2, 'Houtskelethuizen met stenen wanden', in: *Jaarboek Monumentenzorg 1993*, Zeist, 36-50.

Zimmermann, W.H., 2016, 'Heraus aus den Löchern! Der Übergang vom Pfosten- zum Ständerbau', in: *Nah am Wasser, auf schwankendem Grund, Der Bauplatz und sein Haus*, Kataloge und Schriften des Museumsdorfes Cloppenburg, Band 32, Aurich.

Zweers, D, 1996, 'Van stergebinten en torenspitsen, een merkwaardige kapconstructie boven de koorsluiting van gotische kerken', in: *Monumenten en bouwhistorie, Jaarboek Monumentenzorg 1996*, Zeist, 29-38.

Zwerger, K., 2015, *Wood and Wood Joints, Building Traditions in Europe, Japan and China, Third, Expanded Edition*, Basel.

Zwiers, L., 1907, *Houtconstructies*, Amsterdam.

Zwiers, L., 1920, *Handboek der burgerlijke bouwkunde, deel 1, Houtconstructies*, vierde druk, Amsterdam.

## AFBEELDINGVERWIJZING

De afbeeldingen en figuren zijn vervaardigd door de auteur voor zover hieronder niet vermeld.

### Afkortingen

ELO – Erfgoed Leiden en Omstreken
NHAH – Noord-Hollands Archief Haarlem
NI – Nieuwe Instituut Rotterdam
SHdH – Stichting Houtzaagmolen de Heesterboom Leiden
UB Leiden – Universiteitsbibliotheek Universiteit Leiden

### Afbeeldingen

1 British Library: Add MS 18850BL, f. 15v. Miniatuur uit de *Bedford Hours*, 1423.
4 Hoffsummer 2002, 262-263.
5 Caston 2005, 579.
6 Harris 2003, 49.
7 Janse 1989, 71, 93, 83, 120, 250, 281, 257 en 623.
8 ELO, kaart E. Gehring.
9 Boerefijn en Orsel 2009, 67.
10 Boerefijn en Orsel 2009, 67.
15 Koninklijke Bibliotheek van België, Ms 9242, fol 232. Chroniques de Hainaut, 1447-1448.
16 Lunsingh Scheurleer et al. 1990c, 480.
17 ELO, foto L. Gräper. De maquette bevindt zich in de collectie van Museum De Lakenhal.
20 Dit bestek bevindt zich in de archieven van ELO. Met dank aan bouwhistoricus J. Dröge voor de afbeelding.
21 ELO, archieven van de gilden, 0509, inv.nr. 1110.
23 ELO, PV29612.
24 ELO, z.n. Poortje frieslijst Sint Josephs gildehuis,
25 NHAH, toegangsnummer1105, LI timmermans of St. Josephgilde, nr. 315. Foto D.J. de Vries.
26 Eiken: http://treesplanet.blogspot.nl/2014/05/quercus-robur-pedunculate-oak-english.html#.V-wf6fTW3lE en https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quercus_robur_crosssection.jpg.
Dennen: http://www.funghiitaliani.it/?showtopic=47322 en https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abies_alba_cross_section_Beskid_%C5%BBywiecki.JPG.
Grenen: http://en.hortipedia.com/wiki/Pinus_sylvestris en http://www.aphotoflora.com/conifer_pinus_sylvestris_scots_pine.html.
Vuren: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Picea_abies1.JPG en https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Reaction_Wood_of_Picea_Abies.jpg.
Gecontroleerd 2019-10-06.
39 ELO, PV329.1a.
40 Van Oerle 1975, 325, afb. 336.
41 ELO, PV362.
42 ELO, PV4549.5. Foto J. Goedeljee, eind 19de eeuw.
43 Stichting Houtzaagmolen de Heesterboom.
44 ELO, PV5382.3.
45 ELO, kaart E. Gehring.
55 Enderman 2004a, 16
83 Natrus et al. 1736, afb. I.
116 Natrus et al. 1736, afb. I.
164 Natrus et al. 1736, afb. II.
165 Natrus et al. 1736, afb. II.
180-182 ELO, PV329.1a.
183 Gemeente Leiden. Luchtfoto situatie 2008.
206 ELO, PV20651.
222 ELO, SA II, inv.nr. 7877. Met dank aan bouwhistoricus Jan Dröge. Zie De Vos et al. 2016, 21-24.
232 ELO, fotocollectie monumentenzorg.
289 ELO, PV21360. In 1657 werd de trekvliet naar Haarlem aangelegd. Zie Gerritsen 2006, 44.
352 ELO, PV21351.
369 Poley 1770, plaat I, fig. 3.
370 Erzey 1777. Ontleend aan De Vries 2008, 227.
371 Brade 1842, plaat 13, fig. 4.

372 ELO, PV12430.
374 Van Campen 1780, plaat IV.
377 BBA 2005, 98.
378 Universiteit Leiden, Universiteitsbibliotheek, COLLBN Port 14 N 154 en 155, detail.
379 Nieuwe Instituut, LAAX, 0110, r.113. Verbouwtekening 1927, Van der Laan.
380 ELO, PV12407.
381 ELO, PV26301.
382 ELO, PV12336.
390 ELO, PV30824.1a.
391 ELO, PV28676.1.
394 Palladio 1570, boek III, 15.
395 Serlio 1575, boek VII, 197. Foto Ronald Stenvert.
396 Yeomans 1986, 92.
397 Valeriani 2006b, 18.
398 ELO, PV32080.
399 Danckers z.j., ca. 1675, folio 35.
400 Glaudemans en Steehouwer 1995, 23.
401 Janse 1989, 112, afb. 165.
402 Janse 1989, 93, afb. 125.
403 Van Tussenbroek 2012, 199. Tekening D. Derksen.
404 Dolfin et al. 1989, 306.
405 Weve 2013, 225.
407 ELO, tekening P.J. De Vos.
408-409 Dijkstra et al. 2010, 167-169. Het blokkeel is vondst 771.
410 Janse 1989, 92, afb. 118.
411 Janse 1989, 195, afb. 368.
412 Janse 1989, 94, afb. 124.
413 Janse 1989, 89, afb. 112.
415 Orsel 2011c, 92. Huis 5 in opgraving KOL aan het Steenschuur.
416 Hundertmark 2012, 48, afb. 6
417 SBN Nieuwsbrief, mei 2012, nr. 52, afbeelding achterzijde omslag.
418 Janse 1989, 76, afb. 87.
419 Janse 1989, 71, afb. 75.
427 Glaudemans 1996, 249, afb. 3.
428 Janse 1989, 93, afb. 119.

**Figuren**

8 Nomenclatuur ontleend aan Van Tol 1984, 113.
9 Hellingshoeken ontleend aan Binding 1991, 11.
10 Hoffsummer 2002, 151, fig. 120.
14 De waarden voor leien zijn ontleend aan Janse 1986, p.64-65.

## CURRICULUM VITAE

Edwin Dietrich Orsel werd op 20 juli 1969 geboren op de grens van Nederland en Duitsland, in het douanekantoor van Mander in de gemeente Tubbergen. Hij studeerde vanaf 1989 bouwkunde aan de Hogere Technische School te Groningen en sloot deze studie in 1993 af met een restauratieproject voor drie pakhuizen aan de Kleine Butjesstraat in Groningen. Hij vervolgde zijn studie aan de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft, met een vrij doctoraal, gericht op restauratie, hergebruik en renovatie- en onderhoudstechnieken. In 1996 studeerde hij af op een bouwhistorisch onderzoeks- en restauratieproject voor het huis Polstraat 16 in Deventer.
Vanaf 1996 is hij werkzaam als bouwhistoricus, in eerste instantie voor bouwhistorische bureaus zoals het FBB, het IBID en Bureau Kamphuis. Sinds 2001 werkt hij als stadsbouwhistoricus bij de gemeente Leiden. Eerst bij het Bureau Monumenten en Archeologie van de gemeente Leiden en sinds een fusie van 2013 met het Regionaal Archief Leiden bij Erfgoed Leiden en Omstreken.
Als gemeentelijk bouwhistoricus houdt hij zich bezig met alle aspecten van bouwhistorisch onderzoek, van bouwhistorische waardestellingen en documentaties tot voorlichting, beleid en communicatie. Vele Leidse bouwwerken zijn door hem bouwhistorisch onderzocht. Regelmatig publiceert en presenteert hij over bouwhistorie in algemene zin en gebouwen of vondsten in het bijzonder. In 2007 verscheen een publicatie van zijn hand over de historische ontwikkeling en toepassing van bakstenen en metselwerk in Leiden. Hij werkte, samen met collega-archeologe Chrystel Brandenburgh, aan de, tot nu toe voor Nederland unieke, Leidse integrale Onderzoeksagenda Archeologie en Bouwhistorie uit 2013. Ook droeg hij zorg voor de ontwikkeling van een Leidse bouwhistorische waardenkaart. En in 2018 legde Leiden als eerste gemeente in Nederland deze bouwhistorische waarden vast in een bestemmingsplan, inclusief regelgeving waarbij een documentatieplicht geldt voor de initiatiefnemer bij verstoring van deze waarden. Hij werkte, samen met collega's Pieter-Jan De Vos en Cor de Graaf, in het kader van het Rembrandtjaar 2019, aan de digitale reconstructie van het geboortehuis van Rembrandt. De reconstructie is zowel in de digitale wereld als in publicatievorm voor het publiek beschikbaar gemaakt. Ook internationaal is hij actief, onder andere met bijdragen aan congressen van Construction History, de Arbeitskreis für Hausforschung en Château Gaillard.
Edwin Orsel zet zich ook in voor het algemeen belang van bouwhistorisch onderzoek. Hij was eerst secretaris en thans voorzitter van het Convent van Gemeentelijke Bouwhistorici. Daarnaast is hij bestuurslid van de Stichting Bouwhistorie Nederland, lid van de Nederlandse Kastelen Studie Groep en lid van diverse monumentencommissies.