



Universiteit
Leiden

The Netherlands

Voorspelling en beoordeling van effecten op het natuurlijk milieu : een studie in opdracht van het Waterloopkundig Laboratorium Delft naar toepassingsmogelijkheden van de voorspellings- en beoordelingsmethoden van het CML
Runhaar, J.

Citation

Runhaar, J. (1986). Voorspelling en beoordeling van effecten op het natuurlijk milieu : een studie in opdracht van het Waterloopkundig Laboratorium Delft naar toepassingsmogelijkheden van de voorspellings- en beoordelingsmethoden van het CML. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/8103>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/8103>

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

VOORSPELLING EN BEOORDELING VAN EFFECTEN OP
HET NATUURLIJK MILIEU

Een studie in opdracht van het Waterloopkundig Laboratorium Delft naar toepassingsmogelijkheden van de voorspellings- en beoordelingsmethoden van het Centrum voor Milieukunde te Leiden.

CML-mededelingen nr. 27

J. Runhaar

Centrum voor Milieukunde
Rijksuniversiteit Leiden

Leiden, mei 1986

INHOUDSOPGAVE

1	<u>Samenvatting en conclusie</u>	1
2	<u>Inleiding</u>	7
3	<u>Methoden voor voorspelling en beoordeling van effecten op het natuurlijk milieu</u>	
3.1	Inleiding en overzicht van methoden	9
3.2	Voorspelling van effecten op het niveau van ecosystemen: de CML ecosysteemmethode (ECOMET)	14
3.3	Voorspelling en beoordeling van effecten op de vegetatie: de CML ecotopenmethode	21
3.4	Voorspelling effecten op de flora: soortsmethoden	31
3.5	Voorspelling en beoordeling effecten op de broedvogelstand	
	3.5.1. Inleiding	34
	3.5.2. Voorspelling effecten op de broedvogelstand als gevolg van veranderingen in biotooptype	35
	3.5.3. Voorspelling directe effecten ingrepen op de broedvogelstand	38
3.6	Voorspelling van effecten op het landschap	40
4	<u>Toepassing van de methoden en verdere ontwikkeling</u>	
4.1	Methodiekkeuze	42
4.2	Toepassing in beleidsstudies	
	4.2.1. Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland	46
	4.2.2. Beleidsanalyse kustverdediging Texel	49
	4.2.3. Contra-expertise MER-baggersliblocatie	51
4.3	Conclusie over toepassing in beleidsstudies	53
4.4	Verdere ontwikkeling van de methoden	54
4.5	Overdraagbaarheid methodieken	57

5	<u>Toepassing in waterhuishoudingsstudies</u>	
5.1	Inleiding	58
5.2	Toepassing in waterhuishoudingsstudies op nationale schaal	60
5.3	Toepassing in waterhuishoudingsstudies op provinciale en regionale schaal	72
5.4	Conclusie over toepassing in waterhuishoudings- studies	76
	<u>Literatuur</u>	78
	<u>Bijlagen</u>	

1. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Inleiding

- Dit rapport vormt het resultaat van een opdracht van het Waterloopkundig Laboratorium (WL) aan het Centrum van Milieukunde in Leiden (CML), waarin werd gevraagd om een overzicht van - voor het WL interessante - expertise aanwezig bij het CML.
- Voor het WL het meest interessant zijn de door het CML ontwikkelde methoden voor voorspelling en beoordeling van effecten op het natuurlijk milieu binnen Nederland en de expertise van het CML op het gebied van milieu-effecten in de Derde Wereld.
- In overleg met de opdrachtgever is besloten het rapport in te perken tot de door het CML ontwikkelde voorspellingsmethodieken en dieper in te gaan op de vraag hoe door het WL van deze technieken gebruik gemaakt zou kunnen worden.

De voorspellingsmethoden

- Door het CML is een aantal methoden ontwikkeld voor de voorspelling en beoordeling van effecten op het natuurlijk milieu. De methoden zijn kwantitatief van aard, dat wil zeggen de beoordelingsresultaten kunnen in ordinale of cardinale schaal weergegeven worden. Hierdoor lenen de methoden zich in het bijzonder voor toepassing in beleidsstudies waarin op grond van natuureffecten een afweging tussen beleidsalternatieven dient te worden gemaakt.
- De methoden verschillen onderling vooral door het organisatie-niveau van de eenheden waarin de voorspelling wordt uitgevoerd, en de aspecten van het natuurlijk milieu waarvoor effecten worden voorspeld. Het hoogste organisatieniveau waarvoor voorspellingen worden uitgevoerd is dat van ecosystemen op het schaalniveau van landschappen, het laagste niveau is dat van afzonderlijke soorten. Naarmate eenheden van een hoger organisatieniveau in beschouwing worden genomen neemt het aantal aspecten van het na-

tuurlijk milieu waarmee rekening kan worden gehouden toe, maar neemt de mate van detail van de voorspellingen af.

- De voorspellingsmethode die zich richt op het hoogste organisatieniveau, namelijk dat van ecosystemen op het schaalniveau van landschappen, is de ecosysteemmethode, ook wel ECOMET genoemd. De methode houdt met veel aspecten van het natuurlijk milieu rekening, zowel met patroon- als met procesaspecten, en zowel met biotische als abiotische componenten. De methode is weinig geformaliseerd en daardoor snel toepasbaar, daar staat tegenover dat het onderscheidend vermogen gering is.
- De ecotopenmethode richt zich op een lager organisatieniveau, namelijk dat van groepen organismen in relatie tot het milieu waarin ze voorkomen. De methode is tot nu toe vooral gehanteerd om effecten op de vegetatie te voorspellen en te beoordelen. De eenheden waarin de voorspelling plaatsvindt zijn ecotopen, ruimtelijke eenheden die homogeen zijn ten aanzien van de (voor de vegetatie) meest relevante biotische en abiotische factoren. De effecten werden weergegeven in de vorm van verschuivingen tussen ecotooptypen en kwaliteitsklassen. De kwaliteitsklassen geven de mate van ontwikkeling van de vegetatie binnen ecotooptypen weer. De methode is sterk geformaliseerd en heeft in vergelijking met de ecosysteemmethode een groot onderscheidend vermogen.
- Voorspellingen ten aanzien van afzonderlijke plantensoorten zijn door het CML nooit uitgevoerd, mede omdat in de tot nu toe uitgevoerde studies nooit de behoefte heeft bestaan aan dermate gedetailleerde voorspellingen. Wel is een globale soortsmethode beschreven die uitgaat van informatie over het voorkomen van plantensoorten per vierkante kilometer. Wanneer nadere differentiatie binnen een kilometerhok gewenst is, bijvoorbeeld omdat de effecten van ingrepen standplaatsafhankelijk zijn of omdat de ingrepen lokaal van aard zijn, zijn meer gedetailleerde, ruimtelijk gedifferentieerde soortsmethoden nodig. In dit rapport wordt hiertoe verwezen naar door andere instituten ontwikkelde modellen op soortsniveau.

- Ten aanzien van de fauna zijn door het CML methoden ontwikkeld voor de voorspelling van effecten op broedvogels. De eenheden waarin de effecten worden voorspeld zijn de afzonderlijke vogelsoorten. Voorspelling kan op twee manieren plaatsvinden: afgeleid uit veranderingen in biotooptype, of rechtstreeks met behulp van ingreep-effect-relaties.
- Een methode die kort behandeld wordt in dit rapport is de landschapsmethode. Deze methode gaat uit van dezelfde ruimtelijke eenheden als de ecosysteemmethode, namelijk van landschappen. Daarbij richt de landschapsmethode zich echter niet op het ecosystemen en de veranderingen in ecosysteemkenmerken, maar op veranderingen in de verschijningsvorm en in functiepatronen van het landschap.

Toepassing van methoden en verdere ontwikkeling

- Welke methoden in een bepaalde studie worden toegepast is afhankelijk van het gewenste onderscheidend vermogen, de mate waarin de verschillende aspecten van het ecosysteem worden beïnvloed, van het belang dat aan de verschillende aspecten wordt gehecht, en van de beschikbare hoeveelheid tijd en geld.
- In het algemeen dient een methode van zodanig organisatieniveau te worden uitgekozen dat het mogelijk is met alle aspecten van het ecosysteem rekening te houden, voor zover ze worden beïnvloed door een ingreep en relevant geacht worden. Het gewenste onderscheidend vermogen bepaalt in hoeverre een voorspelling zelfstandig op een hoog organisatieniveau kan plaatsvinden of dient als aanvulling op gedetailleerdere voorspellingen op lager organisatieniveau.
- In het verleden zijn de voorspellingsmethoden toegepast in een drietal milieu-effectstudies, te weten het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland (IODZH), de Beleidsanalyse Kustverdediging Texel (KUSTEX) en een contra-expertise voor Milieu-effect-rapportage Grootchalige Baggersliblocaties.

- Uit de toepassingen blijkt dat de methoden bruikbaar zijn in studies van zeer uiteenlopende aard en omvang. Dit hangt samen met de aanwezigheid van voorspellingsmethoden van verschillend organisatieniveau en mate van detail. Hierdoor bestaat de mogelijkheid een methode te kiezen die is aangepast aan de aard en omvang van de studie. Ook is van belang dat voor het opstellen van ingreep-effect-relaties gebruik kan worden gemaakt van verschillendsoortige kennis, variërend van gedetailleerd procesonderzoek tot globale deskundigenschattingen.
- Voor de verdere toepassing van de methoden is een aantal ontwikkelingen van belang, te weten de verdere ontwikkeling van het beschrijvingssysteem voor ecotootypen, zoals gehanteerd bij de ecotopenmethode, de verdere ontwikkeling van de ecosysteemmethode in het kader van de toepassing in provinciale milieuscenario's, en de opbouw van een landelijk databestand met landschapecologische gegevens.
- Bij de voorspellingsmethoden gaat het niet om volledig geformaliseerde modellen, maar om algemene methoden die aangepast kunnen worden aan de omvang en vraagstelling van uit te voeren beleidsstudies. Onderdelen van de methoden, zoals bijvoorbeeld gehanteerd bij de beschrijving van de uitgangssituatie of de beoordeling van effecten, zijn in een aantal gevallen wel in direkt overdraagbare vorm aanwezig.

Toepassing in waterhuishoudingsstudies

- Een onderzoeksgebied waar grote behoefte bestaat aan een methode om effecten op het natuurlijk milieu te voorspellen en te beoordelen, is dat van waterhuishoudingsstudies op nationale en regionale schaal. Nagegaan is in hoeverre de door het CML ontwikkelde methoden toepasbaar zijn in dergelijke studies.
- Daarbij is uitgegaan van de gedachte die is vastgelegd in de nota "Omgaan met Water" van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, waarin watersystemen een belangrijke rol spelen bij het streven om te komen tot een meer integraal waterbeheer.

- Door met behulp van de ecosysteemmethode de veranderingen in deze watersystemen te beschrijven en te beoordelen kan worden tegemoet gekomen aan de wens om effecten op watersystemen als geheel weer te geven waarbij rekening wordt gehouden met de diverse aspecten van dergelijke watersystemen, voor zover relevant uit natuurbehoudsoogpunt.
- Het onderscheidend vermogen van de ecosysteemmethode als zelfstandige methode is gering, en in veel gevallen zullen aanvullende voorspellingen nodig zijn ten aanzien van deelaspecten of componenten van de beschouwde watersystemen.
- Ten aanzien van de terrestrische vegetatie kan hiertoe gebruik worden gemaakt van de ecotopenmethode. In dit rapport wordt een nieuw type ruimtelijke eenheden geïntroduceerd, te weten "locale watersystemen", die dienen om generaliserende uitspraken mogelijk te maken over effecten van ingrepen binnen verschillende landchapstypen. De ingrepen worden gespecificeerd per lokaal watersysteem. De effecten worden weergegeven in de vorm van verschuivingen tussen ecotooptypen binnen lokale watersystemen. Een mogelijke bron voor gegevens zijn de provinciale inventarisatiegegevens.
- Ten aanzien van de kleinere aquatische systemen kan eveneens gebruik worden gemaakt van de ecotopenmethode, zij het dat het ecotopensysteem eerst dient te worden aangepast om aquatische ecosystemen zodanig te kunnen beschrijven dat ook met andere organismen dan alleen hogere waterplanten rekening wordt gehouden.
- Ten aanzien van grotere aquatische systemen, zoals het IJsselmeer of de Deltawateren, kan aansluiting worden gezocht bij door het WL ontwikkelde deterministische modellen, zoals bijvoorbeeld het BLOOM-model. De uitkomsten van deze modellen lenen zich goed om rechtstreeks vertaald te worden in ecosysteemkenmerken als stofhuishouding en opbouw levensgemeenschappen.

- Voor de voorspelling ten aanzien van vogels of andere groepen organismen kan gebruik worden gemaakt van de voorspellingsmethoden die door het CML in het IODZH zijn ontwikkeld. Daarbij worden effecten afgeleid uit veranderingen in biotooptype of voorspeld met behulp van ingreep-effect-relaties.
- In waterhuishoudingsstudies op nationale schaal is een voorspelling ten aanzien van afzonderlijke plantensoorten af te raden vanwege onder meer het arbeidsintensieve karakter van de toe te passen methoden. In waterhuishoudingsstudies op lager schaalniveau kan wel gebruik worden gemaakt van deze methoden. Een keuze tussen de ecotopenmethode en soortsmethoden dient gebaseerd te zijn op een afweging ten aanzien van het gewenste onderscheidend vermogen, de benodigde arbeidsinspanning en de betrouwbaarheid van de resultaten.

2. INLEIDING

In de afgelopen jaren hebben de sector Waterbeheer en Milieu van het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het Centrum voor Milieukunde te Leiden (CML) samengewerkt in een tweetal grote beleidsanalytische studies, namelijk het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland (IODZH) en de beleidsanalyse Kustverdediging Texel (KUSTEX). Deze samenwerking werd van beide zijden als succesvol ervaren. Er bleek een goede aansluiting te bestaan in de wijze van probleembenadering van beide instituten en daarnaast bleek er duidelijk een wederzijdse aanvulling te zijn wat betreft de kennisinbreng.

Deze ervaringen vormden voor het WL aanleiding om te onderzoeken in hoeverre ook op andere gebieden samenwerking mogelijk is dan wel gebruik kan worden gemaakt van door het CML ontwikkelde methodieken. Daarbij werd vooral gedacht aan methoden voor het voorspellen en beoordelen van effecten op het natuurlijk milieu. Historisch gezien heeft het WL wat betreft het voorspellen van veranderingen in het milieu vooral ervaring met voorspellingen ten aanzien van het fysisch-chemisch milieu. Het takenpakket van het WL is echter de laatste jaren uitgebreid naar onder meer het uitvoeren van beleidsanalytische studies waarin de effecten op het natuurlijk milieu een belangrijke rol spelen. Een knelpunt in veel van deze studies vormt het vertalen van fysisch-chemische veranderingen in effecten op de levende natuur en het beoordelen van deze effecten.

Door het CML is een aantal methoden ontwikkeld voor de voorspelling en beoordeling van effecten op het natuurlijk milieu in Nederland die goed zijn in te passen in een systeemanalytische benadering van beleidsproblemen doordat:

- er methoden zijn ontwikkeld die op verschillende schaalniveau's bruikbaar zijn.
- beoordeling plaatsvindt op grond van expliciete criteria;
- de effecten kwantificeerbaar zijn (ordinaal of cardinaal), zodat een afweging tussen beleidsvarianten op grond van natuureffecten mogelijk is;
- met onzekerheden in de voorspelling kan worden rekening gehouden door middel van gevoeligheidsanalyses;

Een ander mogelijk punt van samenwerking is de milieuproblematiek in de derde wereld in relatie tot ontwikkelingsprojecten in "wetlands". Het Derde Wereldonderzoek van het Centrum voor Milieukunde concentreert zich op het bepalen van functies en waarden op het gebied van tropische moerassen (wetlands) en op de milieu-effecten van "river-basin" projecten. Hierbij is minder sprake van de ontwikkeling van methoden en ligt de nadruk meer op de aanwezige kennis over milieu-effecten van grootschalige ingrepen in tropische "wetlands".

Binnen het kader van deze studie is besloten dieper in te gaan op de door het CML ontwikkelde methodieken voor voorspelling van effecten op het natuurlijk milieu in Nederland. Een beperking tot dit onderwerp maakte het mogelijk een vollediger inzicht te geven in bestaande methoden en in te gaan op mogelijke toepassing van methoden binnen studies van het WL.

De opbouw van het rapport is als volgt:

In hoofdstuk drie worden de door het CML ontwikkelde methoden voor de voorspelling en beoordeling van effecten op het natuurlijk milieu beschreven. In hoofdstuk vier wordt vervolgens ingegaan op de vraag welke methoden te kiezen binnen een bepaalde studie, uitgaande van de vraagstelling en het schaalniveau van de studie. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de ervaringen die met de toepassing van de methoden zijn opgedaan in een aantal studies, te weten: het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland (IODZH), de beleidsanalyse kustverdediging Texel (KUSTEX) en het rapport over effecten van alternatieve locaties voor de berging van baggerslib. Aangegeven wordt wat de perspectieven voor verdere ontwikkeling van de methoden zijn.

Na deze behandeling van voorspellings- en beoordelingsmethoden wordt in hoofdstuk 5 geïnventariseerd waar binnen het takenpakket van het WL toepassingsmogelijkheden bestaan. Een aantal toepassingsmogelijkheden wordt nader uitgewerkt, waarbij als voorbeeld is gekozen voor studies gericht op het oppervlakte- en grondwaterbeheer in Nederland. Juist bij dit soort studies bestaat op dit moment veel behoefte aan betrouwbare methoden voor het kwantificeren van natuureffecten.

3 METHODEN VOOR VOORSPELLING EN BEOORDELING VAN EFFECTEN OP HET NATUURLIJK MILIEU

3.1 Inleiding en overzicht van methoden

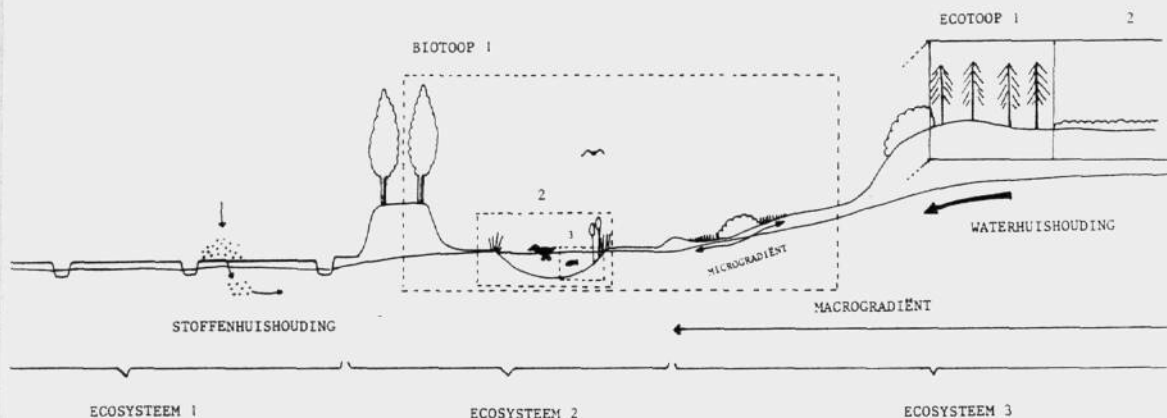
Door het Centrum van Milieukunde is een aantal methoden ontwikkeld om de veranderingen in het natuurlijk milieu als gevolg van menselijk handelen (of als gevolg van het achterwege laten daarvan) te voorspellen en te beoordelen. Een gemeenschappelijk kenmerk van de methoden is dat ze (semi)kwantitatief van aard zijn, hetgeen wil zeggen dat de beoordeelde effecten een dimensie hebben en in ordinale of cardinale schaal kunnen worden weergegeven. Daardoor lenen de methoden zich bijzonder goed voor toepassing in beleidsstudies waarin een afweging tussen beleidsvarianten dient plaats te vinden.

De methoden verschillen in de aspecten van het natuurlijk milieu die in beschouwing worden genomen (plantengroei, broedvogelstand, visuele aspecten), en door het organisatieniveau van de eenheden waarvoor de voorspellingen worden uitgevoerd (tabel 1).

Het hoogste organisatieniveau waarvoor voorspellingen worden uitgevoerd is dat van ecosystemen op het schaalniveau van landschappen, bestaand uit abiotische componenten als bodem en grondwater, biotische componenten in de vorm van organismen, en gekenmerkt door onderlinge relaties tussen de componenten in de vorm van ruimtelijke patronen en processen.

Een lager niveau is dat van groepen organismen in relatie tot het voor hen relevante deel van het biotische en abiotische milieu. Dit kunnen bijvoorbeeld ecotopen zijn, ruimtelijke eenheden die homogeen zijn wat betreft de plantengroei en de voor de plantengroei relevante (a)biotische factoren, of biotopen die de broedvogelstand beschrijven in relatie tot de voor broedvogels relevante vegetatiepatronen en abiotische milieukekenmerken (zie figuur 1).

Het laagste organisatieniveau dat binnen deze studie in beschouwing wordt genomen is dat van afzonderlijke soorten.



Figuur 1 Toelichting bij enkele in dit rapport veel gehanteerde termen.

ecotoop ruimtelijke eenheid die homogeen is ten aanzien van de vegetatie en de standplaatsfactoren die voor de vegetatie bepalend zijn.

biotoop ruimtelijke eenheid die een organisme de noodzakelijke voorwaarden levert voor de vervulling van zijn levensfuncties.

ecosysteem ruimtelijk samenhangend geheel van organismen en het abiotisch milieu met hun onderlinge relaties. In dit rapport is meestal sprake van landschapsecosystemen, ruimtelijke eenheden gekenmerkt door een bepaalde ontstaanswijze en beheer.

microgradiënt gradiënt op kleine ruimtelijke schaal in (a) biotische factoren als vochttoestand, trofie, saliniteit e.d.

macrogradiënt gradiënt binnen een landschap in geomorfologie en klimaat, bv. de overgang van zeereep naar naar binnenduinrand.

waterhuishouding het stelsel van waterstromen binnen een ecosysteem. Omvat aspecten als aan- en afvoer van water, verdeling tussen grond- en oppervlaktewater, fluctuaties in (grond)waterstand e.d.

stoffenhuishouding het stelsel van stoffenstromen binnen een ecosysteem. Omvat aspecten als aan- en afvoer van stoffen, kringloop van stoffen binnen het ecosysteem.

VOORBEELD TYPE UITSpraak
DAT MOGELIJK IS

TE HANTEREN CRITERIA

BESCHOUWDE
ASPEKTEN

METHODE

ORGANISATIENIVO

MATE VAN DETAIL

ECOSYSTEEM
VOLLEDIGHEID

ECOSYSTEEM (LANDSCHAP)	ECOSYSTEEMMETHODE	Opbouw levensgemeenschap, abiotische milieu, ruimtelijke patronen, biotische en abiotische processen	Diversiteit aan patronen en processen binnen ecosysteem, zeldzaamheid van patronen en processen, ongestoordheid van levensgemeenschappen, kenmerkendheid patronen/processen voor ecosysteemtpe	+	+	Verdwijnen van vochtgradiënten door verdroging, verstoring stofhuishouding door toename mineralisatie, afname diversiteit aan levensgemeenschappen. Uitgedrukt in oppervlakte en mate van aantasting.
ORGANISMEN IN RELATIE TOT HET (A)BIOTISCH MILIEU	VOORSPELLING T.A.V. HET LANDSCHAP	Visuele aspecten landschap, functiep patronen	belevingswaarde landschap, samenhang tussen functies	+	+	Achteruitgang belevingswaarde landschap door verdwijnen afwisseling tussen rietlanden en open water.
	ECOTOPENMETHODE	Vegetatie in relatie tot het voor de plantengroei bepalende (a)biotische milieu	Zeldzaamheid van het ecotooptype, vervangbaarheid van het type, diversiteit aan soorten, zeldzaamheid van soorten, kenmerkendheid van soorten voor het type	+	+	Verdwijnen van verlandingsvegetaties, vervanging van matig voedselrijke natte graslanden en rietlanden door voedselrijke droge ruipte. Uitgedrukt in oppervlakte en mate van ontwikkeling van de vegetatie.
	VOORSPELLING T.A.V. BROEDVOGELS M.B.V. BIOTOOPTYPEN	Broedvogelstand in relatie tot het voor de broedvogelstand bepalende (a)biotische milieu	Diversiteit aan soorten, zeldzaamheid van soorten, kenmerkendheid van soorten voor het biotooptype	+	+	Verdwijnen van moeras- en rietvogels, uitgedrukt in oppervlakte biotoop en mate van ontwikkeling van de broed- vogelstand.
SOORTEN	VOORSPELLING T.A.V. PLANTENSOORTEN	Amwezigheid soorten	Zeldzaamheid van soorten	-	++	Achteruitgang van botterbloem in aantallen exemplaren.
	VOORSPELLING T.A.V. BROEDVOGELSOORTEN	Amwezigheid soorten	Zeldzaamheid van soorten	-	++	Achteruitgang van kleine karukiet in aantallen exemplaren.

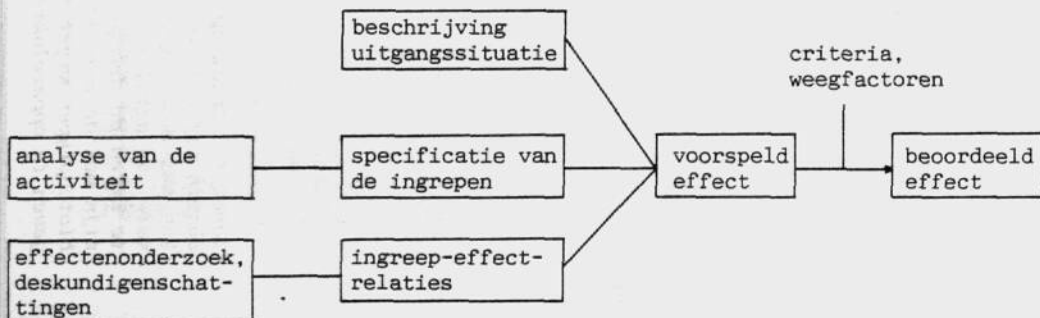
*Table 1 Indeling van voorspellingsmethoden naar organisatie-niveau van de eenheden
waarin effecten worden voorspeld. Naarmate het organisatie-niveau van de eenheden hoger is
kan met meer aspecten van het natuurlijke milieu worden rekening gehouden, maar neemt de
mate van detaillering van de voorspellingen af. Ter illustratie is voor een type ingreep,
te weten de drooglegging van een klein moeras, aangegeven welke typen uitspraak mogelijk
zijn met de verschillende methoden. NB: de voorspelling ten aanzien van broedvogels m.b.v.
biotooptypen wijkt in zoverre af van bovenstaande schema dat effecten niet worden weerge-
geven in oppervlakte biotoopverandering maar worden vertaald in aantallen broedparen.*

De volgende voorspellingsmethoden zullen in dit rapport behandeld worden:

- voorspelling van effecten op ecosystemen op het schaalniveau van landschappen met behulp van de ecosysteemmethode (ECOMET);
- Voorspelling van effecten op de vegetatie in relatie tot het (a)biotisch milieu met behulp van de ecotopenmethode;
- voorspelling van effecten op afzonderlijke plantensoorten;
- voorspelling van effecten op afzonderlijke broedvogelsoorten;
- voorspelling van effecten op verschijningsvorm en functiepatroon van het landschap.

De verschillen in organisatieniveau zijn bepalend voor het gebruik dat men van de methoden kan maken en van het type uitspraken dat ze mogelijk maken (zie tabel 1). Met voorspellingsmethoden die zich richten op eenheden van een hoog organisatieniveau is het mogelijk om meer aspecten van het natuurlijk milieu te belichten, waaronder de relaties tussen organismen en het abiotisch milieu, en de ruimtelijke en functionele samenhang tussen onderdelen van het ecosysteem. Daarentegen is het onderscheidend vermogen van de voorspellingen meestal vrij gering. Met voorspellingsmethoden die zich richten op eenheden van een laag organisatieniveau, bijvoorbeeld soorten, zijn meer gedetailleerde voorspellingen mogelijk, maar kan minder aandacht worden besteed aan relaties tussen organismen onderling of aan relaties tussen organismen en het abiotisch milieu.

Hoewel de methoden onderling sterk verschillen wat betreft de eenheden waarvoor de voorspelling wordt uitgevoerd gaan ze alle uit van een zelfde voorspellingsschema:



Allereerst vindt een analyse plaats tot welke ingrepen een bepaalde activiteit aanleiding geeft, en waar deze ingrepen zullen plaatsvinden. Hoe nauwkeurig de ingrepen worden omschreven is afhankelijk van het detailniveau waarop binnen een bepaalde studie uitspraken gewenst zijn, de kennis over de aard van de ingreep en de beschikbaarheid van gegevens. Op die plaatsen waar de ingrepen zullen plaatsvinden wordt de uitgangssituatie beschreven aan de hand van een aantal in de verdere voorspelling te hanteren kenmerken. Voor de beschrijving van de uitgangssituatie wordt gebruik gemaakt van bestaande inventarisatiegegevens, waar nodig aangevuld met eigen karteringen.

Hierna, of tegelijkertijd, worden ingreep-effect-relaties opgesteld die aangeven hoe de beschreven kenmerken zullen veranderen bij een bepaalde ingreep. De relaties kunnen zijn opgesteld op grond van procesonderzoek of van vergelijkend correlatief onderzoek, of zijn het resultaat van deskundigenschattingen. Dit geeft de mogelijkheid de ingreep-effect-relaties in eerste instantie te baseren op vergelijkend correlatief onderzoek in combinatie met deskundigenschattingen, en later op grond van procesonderzoek de relaties te onderbouwen en te verfijnen.

Op grond van de beschrijving van de uitgangssituatie en de specificatie van ingrepen, en gebruik makend van de ingreep-effect-relaties, kan nu een voorspelling worden uitgevoerd in welke mate de gehanteerde kenmerken zullen veranderen.

Ten slotte vindt op grond van natuurbehoudscriteria (of in het geval van de landschapsmethode criteria die zijn gebaseerd op de belevingswaarde van het landschap) een evaluatie plaats van de voorspelde effecten. Met behulp van gevoeligheidsanalyses wordt nagegaan in hoeverre de beoordelingsresultaten worden beïnvloed door onzekerheden in de effectvoorspelling en door subjectieve keuzes in het toekennen van gewichten aan de verschillende beoordelingscriteria.

In principe zijn alle voorspellingsmethoden te herleiden tot bovenstaande schema. In de praktijk doen zich een aantal afwijkingen voor die voornamelijk het gevolg zijn van vereenvoudingen van de methode op grond van efficiëntieoverwegingen of vanwege het ontbreken van gedetailleerde informatie. De meest voorkomende afwijking is dat beschrijving en beoordeling niet strikt van elkaar worden gescheiden. Bij

enkele methoden wordt de uitgangssituatie al ten dele in beoordelende termen weergegeven, met het doel voor de beoordeling relevante informatie samen te vatten. Een voorbeeld vormen de kwaliteitsklassen die bij de ecotopenmethode worden gebruikt om de mate van ontwikkeling van de vegetatie binnen een ecotooptype weer te geven. Bij één methode, de ecosysteemmethode, vindt ook de effectvoorspelling ten dele plaats in beoordelende termen.

In de volgende pragrafen zullen de door het CML ontwikkelde methoden beschreven worden aan de hand van de stappen in het hierboven beschreven voorspellingsschema. Voor gebieden waarop het CML minder expertise heeft, bijvoorbeeld de voorspelling van verschuivingen tussen afzonderlijke plantensoorten, zal waar nodig worden verwezen naar het werk van andere onderzoeksinstituten.

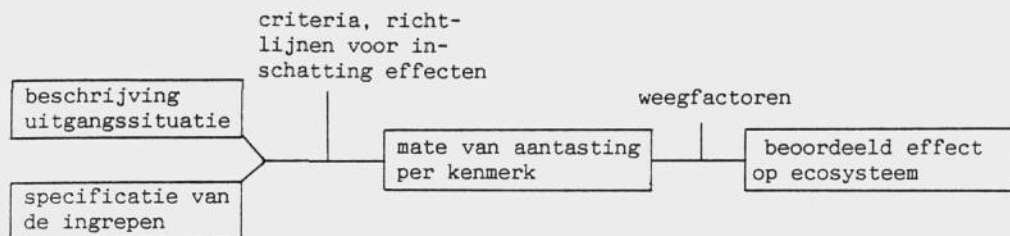
3.2 Voorspelling van effecten op het niveau van ecosystemen: de CML ecosysteemmethode (ECOMET)

Eenheden waarin de voorspelling plaatsvindt

De ecosysteemmethode richt zich op de voorspelling van effecten op eenheden van het hoogste organisatieniveau, te weten ecosystemen op het schaalniveau van landschappen. De ecosystemen op dit schaalniveau bestaan uit abiotische componenten (bodem, grondwater), biotische componenten (vegetatie, fauna), en worden gekenmerkt door de onderlinge relaties tussen deze componenten in de vorm van patronen en processen (zie fig. 1). Het is aan de hand van deze patroon- en proceskenmerken dat het ecosysteem wordt beschreven en effecten worden voorspeld.

De ecosysteemmethode is vrij globaal van karakter, enerzijds omdat lang niet voor alle aspecten op dit integratieniveau voldoende kennis en inzicht aanwezig is voor gedetailleerde voorspellingen, anderzijds omdat vanuit het beleid vaak behoefte bestaat aan globale voorspellingsmethoden op een hoog integratieniveau. Samenhangend met het meer globale karakter van de voorspellingen vormt de voorspellingsprocedure een vereenvoudigde versie van de in 3.1 geschetste algemene procedure. Een belangrijk verschil is dat beschrijving en beoordeling van effecten minder duidelijk van elkaar zijn gescheiden, en dat geen expliciete ingreep-effect-relaties worden opgesteld. Gebruik makend van natuurbehoudscriteria en richtlijnen worden de effecten per kenmerk

van het ecosysteem geschat en direct vertaald in de mate van aantasting van kenmerken:



Beschrijving van de uitgangssituatie

De uitgangssituatie wordt beschreven aan de hand van de in tabel 2 genoemde kenmerken, die zijn gegroepeerd tot vier hoofdkenmerken: ruimtelijke diversiteit, abiotische huishoudingen, opbouw levensgemeenschappen en relaties van het ecosysteem met de omgeving. De kenmerken zijn zodanig gekozen dat zowel met de biotische als met de abiotische componenten van het ecosysteem wordt rekening gehouden, en dat tevens aandacht wordt besteed aan de relaties met de omgeving. In bijlage 1 worden de kenmerken uitgebreider beschreven.

Binnen de kenmerken wordt een aantal klassen onderscheiden die aangeven in hoeverre het betreffende kenmerk is ontwikkeld vanuit natuurbehoudsoogpunt (zie bijlage 1). Als criteria worden daarbij gehanteerd de mate van natuurlijkheid en de mate van differentiatie. Onder de mate van natuurlijkheid wordt verstaan de mate waarin het ecosysteem zelfregulerend is of door de mens wordt gereguleerd. Dit criterium is vooral van toepassing op proceskenmerken (abiotische huishoudingen), terwijl de mate van differentiatie meer van toepassing is op patroonkenmerken (ruimtelijke diversiteit). Kenmerken met zowel patroon- als procesaspecten (opbouw levensgemeenschap, relaties met de omgeving) worden op grond van beide criteria beoordeeld.

Specificatie van de ingrepen

Op grond van een nadere analyse van de activiteit wordt aangegeven waar welke ingrepen zullen plaatsvinden. Gezien het globale karakter van de methoden zullen ook de ingrepen meestal vrij globaal gedefinieerd zijn. Ingerepen die in beschouwing worden genomen zijn bijvoorbeeld bemesting, grondwaterstandsdeling, vergraving en dergelijke.

KENMERK	SUBKENMERK
Ruimtelijke diversiteit	-macrogradiënten -microgradiënten -vegetatiestructuur -bodemstructuur
Abiotische huishoudingen	-sedimenthuishouding -bodemhuishouding -waterhuishouding -stoffenhuishouding
Opbouw levensgemeenschap	-producenten -herbivoren -carnivoren I -carnivoren II
Relaties ecosysteem met omgeving	-georelaties -hydrologische relaties -biomassarelaties -uitwisseling van (genetisch vastgelegde) informatie

Tabel 2 Overzicht van de binnen de ecosystememethode gehanteerde kenmerken. Uit: Canters en de Haes, 1986.

Voorspelling en beoordeling van effecten per kenmerk

Op grond van de beschrijving van de Ausgangssituatie en de specificatie van de ingrepen wordt geschat over welke oppervlakte en in welke mate een bepaald kenmerk wordt aangetast. Figuur 2 geeft een voorbeeld van een dergelijke voorspelling. De oppervlakte komt overeen met de oppervlakte waarover een bepaalde ingreep plaatsvindt. De mate van aantasting van het kenmerk binnen het beïnvloede gebied wordt geschat op grond van deskundigenoordeel. Eerst wordt ingeschat welke verschuivingen tussen de kenmerkklassen zich zullen voordoen, vervolgens worden de verschuivingen vertaald in de sterkte van het effect. Een zeer sterk effect komt daarbij overeen met een verschuiving van de hoogste naar de laagste klasse, een zwak effect heeft betrekking op veranderingen die niet leiden tot een verschuiving tussen kenmerkklassen.

KUSTVAK	MUYEN	INGREEP	
variant	geen verdediging	-biotoopverlies	22.5 ha
		-overschuiving	54.2 ha
		-zware overstuiwing	13.2 ha
		-lichte overstuiwing	4.3 ha
		-grondwaterstandsval	3.2 ha
		-grondwaterstandsstijging	- ha
		-verschuiving	- ha

CRITERIUM	SUBCRITERIUM	STERKTE, TEKEN en BEINVLOED OPPERVLAK			
		zwak	matig	sterk	zeer sterk
RUIMTLLIJKE DIVERSITEIT	macrogradiënten		-675		
	microgradiënten			-5	
	relief			-70	
	vegetatiestruct.		-80	-20	
ABIOTISCHE HUISHOUDINGEN	aardhuishouding	-15	-55		-25
	waterhuishouding		-15		
	bodemhuishouding		-75		
	stofhuishoudingen				
OPBOUW LEVENS- GEMEENSCHAP	productenten			-120	-10
	herbivoren	-150			
	carnivoren 1		-200		
	carnivoren 2	-675			
RELATIES MET OMGEVING	georelaties	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
	hydrologische rel.		-100		
	rel. via stoffen	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
	biotische rel.		-100		

Figuur 2 Effectvoorspelling met behulp van de ecosysteemmethode. Aangegeven wordt over welke oppervlakte en in welke mate kenmerken van het ecosysteem worden aangetast door de ingreep, in dit geval de effecten van kustafslag in het kustvak de Muyen op Texel. Uit: Stevers e.a. 1984.

Voor de inschaling van effecten worden geen geformaliseerde ingreep-effect-relaties gebruikt, welk wordt in de vorm van richtlijnen aangegeven wat wordt verstaan onder een bepaalde mate van aantasting en op welke manier is gekomen tot een bepaalde inschatting van effecten. Deze richtlijnen worden per studie opgesteld, toegespitst op de ingrepen die in de betreffende studie van belang zijn. Bijlage 2 geeft een voorbeeld van de richtlijnen die binnen de beleidsanalyse kustverdediging Texel zijn gehanteerd.

Voor de schatting van effecten kan gebruik worden gemaakt van twee soorten informatie. De eerste mogelijkheid is om de effecten direct in te schatten door gebruik makend van de in bijlage 1 genoemde gegevens

over de uitgangssituatie, uitgaand van globale richtlijnen voor de wijze van inschatting. Een andere mogelijkheid is om uit te gaan van voorspellingen ten aanzien van deelaspecten of componenten van het ecosysteem, en in de vorm van gedetailleerde richtlijnen aan te geven hoe deze voorspellingen kunnen worden vertaald in mate van aantasting/versterking van ecosysteemkenmerken. Daarbij kunnen de volgende voorspellingen worden gehanteerd als invoergegevens ten aanzien van de afzonderlijke kenmerken:

- abiotische huishoudingen: Af te leiden uit fysisch-chemische modellen;
- microgradiënten, macrogradiënten en vegetatiestructuur: Af te leiden uit voorspellingen ten aanzien van ecotopen;
- opbouw levensgemeenschap: Af te leiden uit voorspellingen ten aanzien van de vegetatie met behulp van ecotooptypen, voorspellingen ten aanzien van broedvogels en andere organismen met behulp van biotooptypen, voorspellingen ten aanzien van afzonderlijke dier- en plantensoorten.

Beoordeling van effecten op ecosysteem als geheel

Voor de beoordeling van effecten op het ecosysteem als geheel staan meerdere mogelijkheden open. In de eerste plaats is het mogelijk om op grond van een kwalitatieve beschouwing van de effecten zoals die zijn weergegeven in figuur 2 een afweging te maken tussen de verschillende beleidsvarianten. Wanneer het aantal te beschouwen alternatieven groot is (meer dan 3 à 5 varianten) is het echter inzichtelijker om door weging tussen de oppervlakte en de mate van aantasting de effecten te vertalen in een effectscore per kenmerk.

Deze scores kunnen worden gebruikt om in een overzichtstabel aan te geven hoe bepaalde beleidsalternatieven zicht ten opzichte van elkaar verhouden wat betreft de effecten op afzonderlijke kenmerken (fig. 3). Wanneer het aantal te beschouwen varianten erg groot is, is het ten slotte ook mogelijk om door een weging tussen kenmerken alle effecten samen te vatten in een effectscore, die een kwantitatieve vergelijking tussen de beleidsalternatieven mogelijk maakt. De uiteindelijke effectscore is het resultaat van een aantal achtereenvolgende deelafwegingen en moet daarom met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd, het liefst onder gebruik making van gevoeligheidsanalyses.

criterium	RUIMTELIJKE DIVERSITEIT				ABIOTISCHE HUISHOUDINGEN				OPBOUW LEVENSGEMEENSCHAP				RELATIES MET OMGEVING			
	macrogradiënten	microgradiënten	relief	vegetatiestructuur	aardhuishouding	waterhuishouding	bodemhuishouding	stofhuishouding	producten	herbivoren	carnivoren 1	carnivoren 2	georelaties (p.m.)	hydrologische relaties	rel. via stoffen (p.m.)	biologische relaties
variant																
Nw vv	o	--	+	+	+	-	+	o	+	+	o	o		o		o
Nw hv	+	--	--	--	--	-	--	o	--	--	-	o		+		+
Nw gv	+	--	--	--	--	-	--	o	--	--	-	o		+		+
SLUF vv	o	-	+	+	+	-	+	o	+	+	o	o		o		o
SLUF gv	--	--	--	--	--	-	--	o	--	--	-	o		o		--
MUY vv	o	-	+	+	+	-	+	o	+	+	o	o		o		o
MUY hv	-	--	--	--	--	-	--	o	--	--	-	--		+		--
MUY gv	-	--	--	--	--	-	--	o	--	--	-	--		+		--
KOOG vv	o	-	o	o	-	o	o	o	o	o	o	o		o		o
KOOG hv	-	-	-	-	-	-	-	o	-	-	o	o		o		-
KOOG gv	-	-	--	--	--	-	-	o	-	-	o	o		o		-
NZw vv	o	-	+	+	+	-	+	o	+	+	o	o		o		o
NZw gv	-	-	--	--	--	-	--	o	--	--	-	o		+		--
ZZw vv	o	--	++	++	+	-	++	++	+++	++	o	o		-		-
ZZw vv ww	o	+++	++	++	+	+++	++	++	+++	++	++	+++		++		+
ZZw hv	-	--	--	--	-	++	--	++	--	--	-	--		+		-
ZZw hv ww	-	+++	--	--	-	++	--	+	--	--	--	+		++		o
ZZw gv	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--		--		--
ZZw gv ww	--	++	--	--	--	++	--	+	--	--	--	o		+		o

Figuur 3 Vergelijking van beleidsopties op grond van mate van aantasting van ecosysteemkenmerken, waarbij effecten per kenmerk zijn samengevat en weergegeven in de vorm van minnen en plussen. Het voorbeeld betreft de effecten van kustafslag en kustverdediging in verschillende kustvakken op het eiland Texel (NW t/m ZZW). Referentie vormt de huidige situatie.

*vv=volledige verdediging hv=halve verdediging
gv=geen verdediging ww=beëindiging waterwinning*

Toepasbaarheid methode

De ecosysteemmethode kan op twee manieren worden toegepast:

- Als zelfstandige methode om effecten op het ecosysteem te voorspellen en te beoordelen;
- In combinatie met voorspellingen ten aanzien van afzonderlijke aspecten of componenten van het ecosysteem.

Op welke manier de methode gebruikt is voornamelijk afhankelijk van het onderscheidend vermogen dat gewenst is. Is slechts een gering onderscheidend vermogen noodzakelijk, zoals bijvoorbeeld bij een eerste globale screening van beleidsopties, dan zal het gebruik van de ecosysteemmethode als zelfstandige methode het meest voor de

hand liggen. In dat geval wordt aangenomen dat de effecten op ecosysteemniveau voldoende indicatief zijn voor de effecten op het gehele ecosysteem.

Is een groot onderscheidend vermogen gewenst dan zal gebruik moeten worden gemaakt van gedetailleerdere voorspellingen ten aanzien van die aspecten van het ecosysteem die het meeste door de ingreep worden beïnvloed. De ecosysteemmethode kan dan worden gebruikt ter aanvulling van de voorspellingen op ecotopen- of soortsniveau, waarbij de nadruk wordt gelegd op de veranderingen in specifieke ecosysteemkenmerken. Een alternatief is om de ecosysteemmethode te gebruiken als integratiekader waarbij voorspellingen ten aanzien van afzonderlijke aspecten of componenten van het ecosysteem worden vertaald in mate van beïnvloeding van het gehele ecosysteem. Op het gebruik van de ecosysteemmethode als integratiekader, waarbij ook rekening wordt gehouden met effecten op ecotopen- of soortsniveau, zal worden teruggekomen in par. 5.2.

Doordat de methode weinig is geformaliseerd is de methode in zeer uiteenlopende gebieden en voor heel verschillende ingrepen bruikbaar. In het verleden is de methode gebruikt om effecten te voorspellen van kustafslag in duingebieden, effecten van drinkwaterwinning in duin-, polder- en moerasgebieden, en aanleg van baggersliblocaties in het kustgebied.

3.3 Voorspelling en beoordeling van effecten op de vegetatie: de CML-ecotopenmethode

Eenheden waarin de voorspelling plaatsvindt

De eenheden waarin de voorspelling plaatsvindt zijn ecotopen, ruimtelijk begrensde eenheden die worden gekenmerkt door een bepaalde vegetatiestructuur en successiestadium van de vegetatie, en die homogeen zijn wat betreft de voor plantengroei relevante abiotische factoren als voedselrijkdom, vochtvoorziening en dergelijke.

Door genoemde factoren te gebruiken als beschrijvende kenmerken van de ecotopen, en binnen elk kenmerk een aantal klassen te onderscheiden, kunnen ecotooptypen worden gedefinieerd; abstracte eenheden die gekenmerkt worden door een bepaalde combinatie van vegetatiestructuur, successiestadium en abiotische factoren. Voorbeelden van dergelijke ecotooptypen zijn nat, zeer voedselrijk grasland en vochtige, voedselarme kalkarme ruigte etc. Tabel 3 geeft een overzicht van de tot nu toe binnen het ecotopensysteem gehanteerde kenmerken en kenmerkclassen.

Naast de abiotische en biotische factoren, die zijn gebruikt bij de indeling in ecotooptypen, wordt elke type ook gekenmerkt door het voorkomen van plantensoorten die in meerdere of mindere mate aan dat ecotooptype gebonden zijn. In de vorm van soortengroepen wordt per ecotooptype aangegeven welke soorten dat zijn. Bijlage 3 geeft een voorbeeld in de vorm van een beperkt aantal soortengroepen. In deze bijlage wordt tevens uitgelegd hoe de soortengroepen tot stand zijn gekomen.

De soortengroepen kunnen worden gebruikt om op grond van de soortensamenstelling te besluiten tot welk type een bepaald ecotoop (waarschijnlijk) behoort. Deze methode van bepaling van het ecotooptype is vooral belangrijk wanneer abiotische factoren die worden gebruikt in de definiëring van de typen moeilijk rechtstreeks te meten zijn. Bijvoorbeeld wanneer het gaat om complexe factoren als vochttoestand en voedselrijkdom, die elk zijn samengesteld uit een aantal in de tijd fluctuerende enkelvoudige parameters als grondwaterstand, hoeveelheid hangwater, gehalten aan afzonderlijke nutriënten et cetera.

Binnen een ecotooptype kan nog een grote variatie in de plantengroei bestaan, variërend van het ontbreken van plantensoorten (bijvoorbeeld in nog onbegroeide pioniersituaties) tot rijk ontwikkelde vegetaties waarin alle voor het ecotooptype of groep van ecotooptypen kenmerkende soorten aanwezig zijn, inclusief de zeldzamere soorten. Deze verschillen worden samengevat in kwaliteitsklassen, die niet zozeer beschrijvend als wel beoordelend van aard zijn. Geeft het ecotooptype het milieutype, en daarmee de potenties voor de plantengroei weer, de kwaliteitsklasse geeft aan in hoeverre die potenties ook werkelijk ontwikkeld zijn.

TERRESTRISCH:

kenmerk	kenmerkklasse
vegetatiestructuur	onbegroeid, kruidvegetatie, ruigte, dwergstruweel, laag struweel, hoog struweel, loofbos, naaldbos.
successiestadium	pionierstadium, overige successiestadia.
dynamiek substraat	oppervlakkig gestoord, stuivend, stabiel.
saliniteit	zoet, brak, zout.
vochttoestand	droog, vochthoudend, vochtig, nat.
trofietoestand	voedselarm, matig voedselrijk, zeer voedselrijk.
kalkgehalte	kalkarm, kalkrijk.
aard van substraat	muren en gesteente, overig substraat.

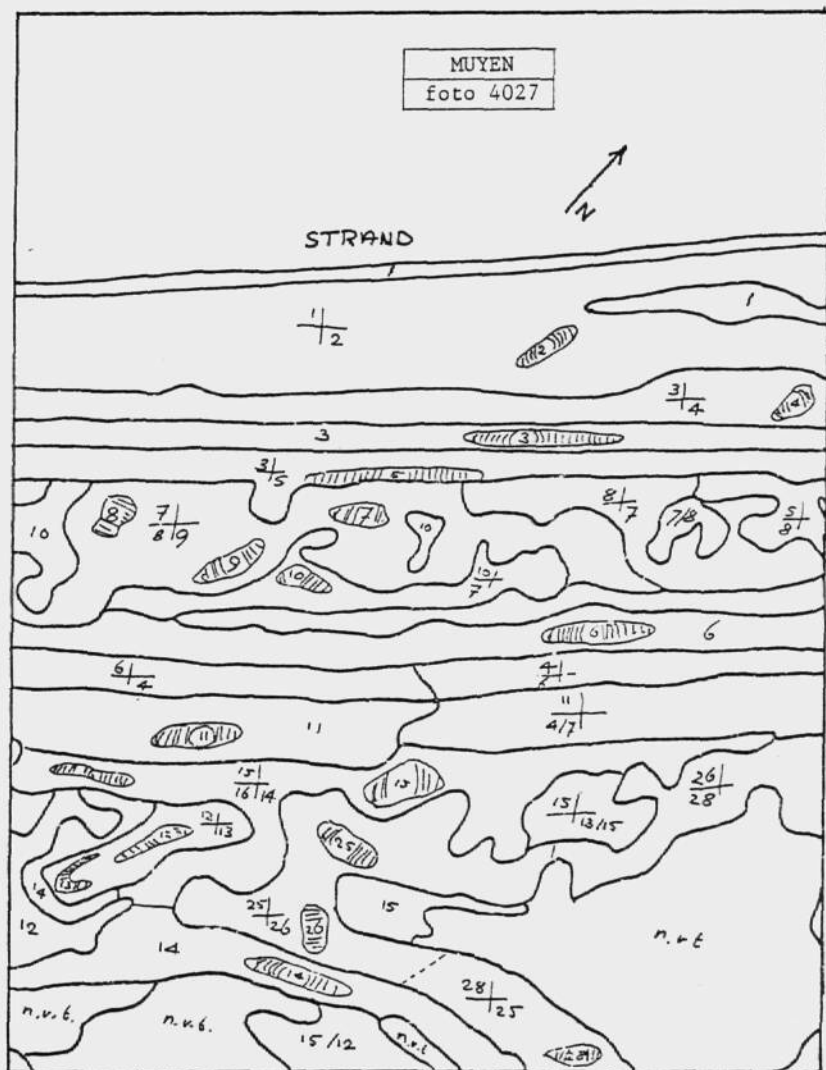
AQUATISCH:

kenmerk	kenmerkklasse
vegetatiestructuur	open water, verlanding.
dynamiek substraat	stilstaand zonder golfslag, stilstaand met golfslag, zwak stromend, snel stromend.
saliniteit	zoet, brak, zout.
trofietoestand	voedselarm, matig voedselrijk, zeer voedselrijk.
alkaliniteit	niet alkalien/zuur, laag alkalien/neutraal, hoog alkalien.
volume	diep, ondiep (stilstaande wateren), groot, klein (stromende wateren).
saprobietoestand	sterk organisch belast, niet of matig organisch belast.
bodem	op veen, op minerale bodem.

Tabel 3 Overzicht van de in het ecotopensysteem gehanteerde kenmerken en kenmerkclassen

Beschrijving van de uitgangssituatie

Voor de beschrijving van de uitgangssituatie wordt, voor zover voldoende eenduidige gegevens beschikbaar zijn, gebruik gemaakt van informatie over abiotische factoren. Waar deze gegevens niet aanwezig zijn, of niet zijn weergegeven in voor de plantengroei relevante eenheden, wordt gebruik gemaakt van de indicatieve waarde van de plan-



-  = opnamelokatie en nummer;
 $\frac{5}{8}$ = verwijzingen naar opnamen; het vlak is
 voor driekwart beschreven door opname 5
 en voor een kwart door opname 8.

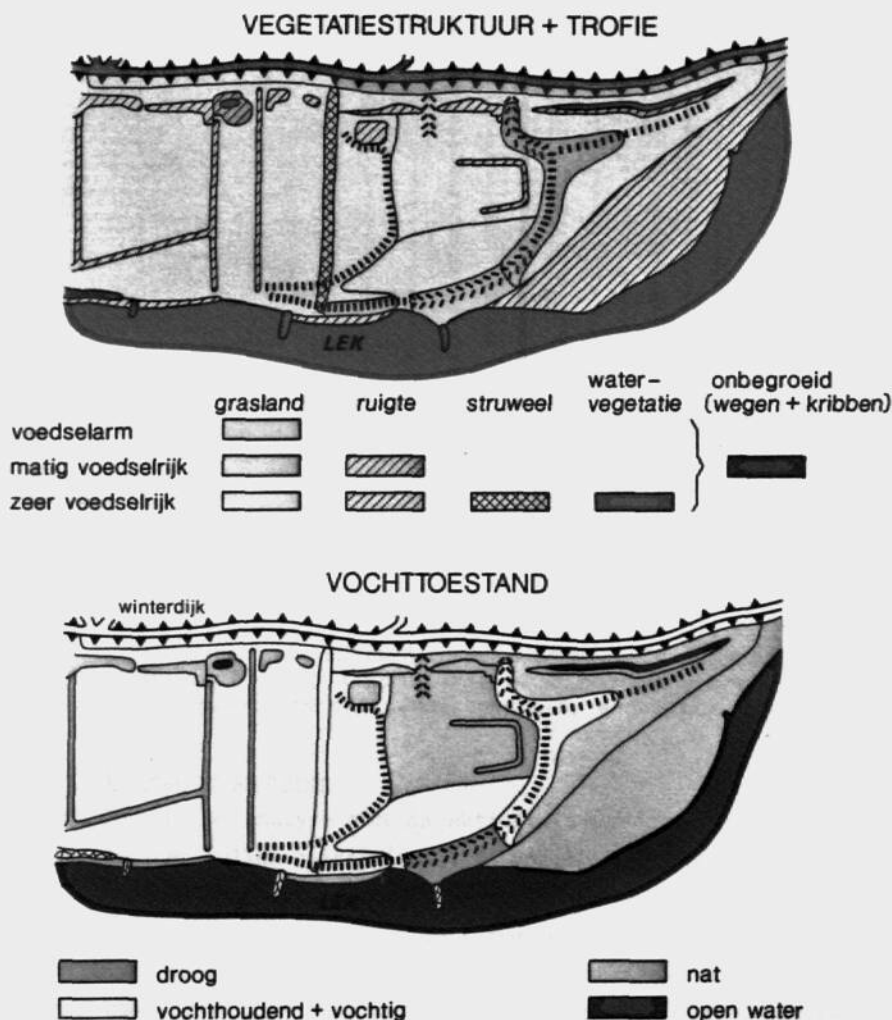
Figuur 4 Beschrijving uitgangssituatie voor de vegetatie met behulp van luchtfoto's en en vegetatieopnamen. Op grond van luchtfotointerpretatie wordt het gebied ingedeeld in eenheden die $\pm$ homogeen zijn wat betreft vegetatiestructuur en reliëf. Met behulp van vegetatieopnamen (en verwijzingen naar vegetatieopnamen) worden de luchtfoto-interpretatie-eenheden beschreven. Uit: Stevers e.a. 1984.

tengroei. Dit betekent dat in terrestrische systemen, waar de voor de plantengroei relevante factoren moeilijk meetbaar zijn, overwegend gebruik zal worden gemaakt van de indicatieve waarde van de plantengroei. In aquatische systemen waar de indicatieve waarde van de plantengroei geringer is (geringer aantal hogere waterplanten) en de voor de plantengroei en andere organismen relevante factoren relatief eenvoudig te meten zijn, zal eerder gebruik worden gemaakt van fysisch-chemische metingen.

Vaststelling van het ecotooptype op grond van de soortensamenstelling kan in principe direct in het veld gebeuren, maar de reproduceerbaarheid van de toedeling is aanmerkelijk groter wanneer een gebied eerst aan de hand van vegetatieopnamen wordt beschreven, en de vegetatieopnamen naderhand op grond van de soortensamenstelling worden toegedeeld aan ecotooptypen en kwaliteitsklassen daarbinnen. Hiertoe is een karteringsmethode ontwikkeld waarbij op grond van luchtfoto-interpretatie kaartvlakken worden onderscheiden, die $\pm$ homogeen zijn qua vegetatiestructuur. Deze kaartvlakken worden beschreven met behulp van vegetatie-opnamen (figuur 4). Gebruik makend van het computerprogramma ECOTYP kunnen deze opnamen vervolgens worden vertaald in ecotooptypen. Figuur 6 geeft een voorbeeld van een door dit programma uitgevoerde toedeling van een opname aan een ecotooptype.

Ook is het mogelijk bestaande flora- en vegetatiekarteringsgegevens te vertalen in termen van ecotooptypen. Voor het omzetten van provinciale flora- en vegetatie-gegevens is programmatuur ontwikkeld. Hierop zal worden teruggekomen in 4.5, over de verdere ontwikkeling van de methoden.

Het eindresultaat van de beschrijving van de uitgangssituatie bestaat uit een kaart waarop staat aangegeven waar welke ecotooptypen voorkomen en wat de mate van ontwikkeling van het ecotooptype (de kwaliteitsklasse) is. Voor de effectbepaling is het voldoende over een basiskaart te beschikken met afgegrensde vlakken ten aanzien van de ingrepen die een eenduidige verwijzing hebben naar een databestand van ecotoop-beschrijvingen (ecotooptype + kwaliteitsklasse). Voor presentatiedoeleinden wordt soms een ecotopenkaart of een kaart naar afzonderlijke abiotische factoren gemaakt (fig. 5). Deze kaarten zijn direct af te leiden uit de basiskaart en het databestand.



figuur 5 Ecotopenkaart van een uiterwaardengebied langs de Lek bij Schoonhoven. Bovenste kaart geeft informatie over vegetatiestructuur en trofietoestand, onderste kaart geeft informatie over vochttoestand. Indeling gebaseerd op de indicatieve waarde van de plantengroei, zoals met het programma ECOTYP afgeleid uit vegetatieopnamen.

opname nr	105 436 180 IP=112 tabeltype 10	naam	bed	bed%	sog	CMSG	Fre
18	AGROSTIS STOLONIFERA	4	30	2A	216 217 214 414 116	0 0 0 0	2
36	ALNUS GLUTINOSA	7	375	9A	514 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	3
60	ANGELICA SYLVESTRIS	5	85	4D	214 414 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	3
173	CALAMAGROSTIS CANESCENS	3	10	7A	211 411 414 311 314 0 0 0	0 0 0 0	3
335	CIRSIIUM PALUSTRE	1	1	5B	214 414 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
426	DRYOPTERIS CARTHUSIANA	1	1	9E	414 411 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	4
451	EPILOBIUM HIRSBUTUM	5	85	4D	316 416 414 317 116 0 0 0	0 0 0 0	2
526	FILIPENDULA ULMARIA	5	85	5B	214 414 314 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
546	GALIUM APARINE	3	10	8B	336 436 426 0 0 0 0 0	0 0 0 0	4
585	GLYCERIA MAXIMA	6	185	4C	216 416 316 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
665	IRIS PSEUDACORUS	2	3	4C	314 216 414 416 756 316 0 0	0 0 0 0	2
680	JUNCUS EFFUSUS	3	10	2A	214 314 414 0 0 0 0 0	0 0 0 0	3
959	PDA TRIVIALIS	4	30	2A	216 236 416 426 414 217 116 0	0 0 0 0	3
967	POLYGONUM AMPHIBIUM	1	1	2A	216 616 656 716 756 314 316 0	0 0 0 0	3
1056	RANUNCULUS REPENS	2	3	2A	236 216 416 426 0 0 0 0	0 0 0 0	4
1092	RUMEX ACETOSA	2	3	5A	214 234 414 0 0 0 0 0	0 0 0 0	4
1218	SOLANUM DULCAMARA	3	10	4D	414 714 314 0 0 0 0 0	0 0 0 0	4
1321	URTICA DIOICA	5	85	8B	336 436 426 0 0 0 0 0	0 0 0 0	4
1333	VALERIANA OFFICINALIS	2	3	5B	314 214 416 414 0 0 0 0	0 0 0 0	2
427	THELYPTERIS PALUSTRIS	2	3	7A	211 743 744 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
780	LYCOPUS EUROPAEUS	6	185	4C	214 414 217 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
782	LYSIMACHIA NUMMULARIA	2	3	2A	421 234 214 411 0 0 0 0	0 0 0 0	4
584	GLYCERIA FLUITANS	3	10	4C	214 216 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
2923	POLYTRICHUM COMMUNE	3	10	211	231 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	4
249	CAREX PANICULATA	6	185	4C	214 414 744 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
929	PEUCEDANUM PALUSTRE	5	85	7A	214 414 744 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
2376	GALIUM PALUSTRE S L	2	3	214	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
651	HYPERICUM TETRAPETERUM	1	1	5B	214 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
1533	SPARGANIUM ERECTUM SSP ERECTUM	2	3	4C	714 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
972	POLYGONUM HYDROPIPER	5	85	2B	116 216 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
1099	RUMEX HYDROLAPATHUM	1	1	4C	414 714 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0	2
verdeling over vochtcategorieën							
			0- 54 - 32 -		7 - 0 - 0		
bedekking voedselrijke bossen en str.			1 % (resp		1 en 0 voor onder- en bovengroei)		
bedekking voedselrijke bossen en str			94 % (resp		90 en 100 voor onder- en bovengroei)		
bedekking voedselarm /matig voedselrijk			80 % (resp		67 en 100 voor onder- en bovengroei)		
bedekking voedselrijke bossen en str			20 % (resp		33 en 0 voor onder- en bovengroei)		
totale bedekking (gecorrigeerd)			1589 00				
			matig v. nat loofbos		+ "specifieke"		
					+ ECO 514 + soorten +		
					+ 80 % +		

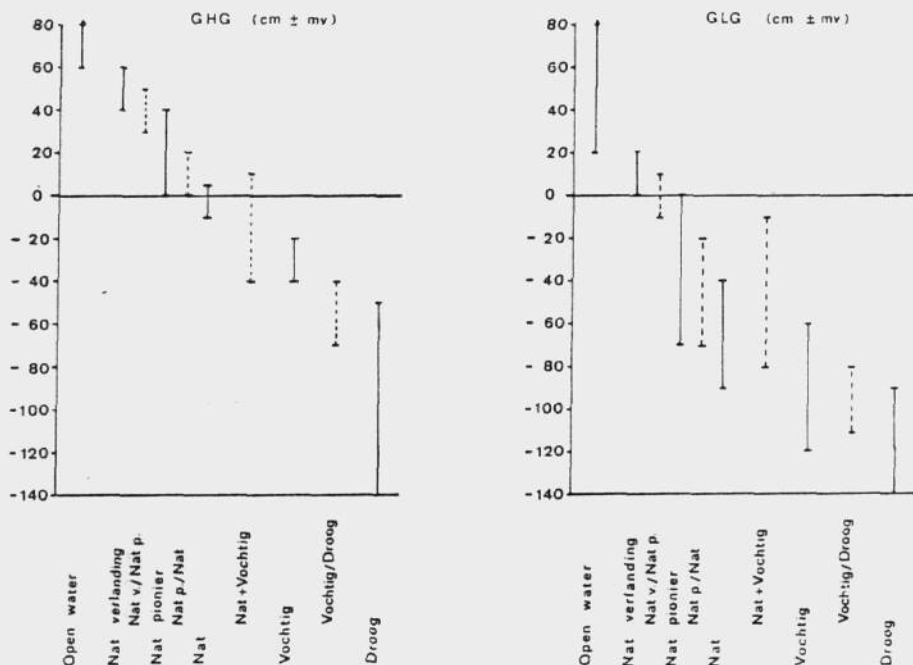
Figuur 6 Uitvoer van het programma ECOTYP. Op grond van de indeling van soorten in soortengroepen (CMSG, zie bijlage 3 voor betekenis nummering) wordt bepaald tot welk ecotooptype een opname waarschijnlijk behoort; in dit geval type 514, een matig voedselrijk nat bos.

Specificatie van de ingrepen

Uitgaande van de analyse van de activiteit wordt aangegeven waar bepaalde ingrepen zullen plaatsvinden. In vergelijking met de hiervoor behandelde ecosysteemmethode worden de ingrepen veel gedetailleerder beschreven. Indien mogelijk worden de ingrepen gedefinieerd als veranderingen in de voor de plantengroei relevante biotische en abiotische factoren, zoals die zijn gehanteerd bij de indeling in ecotooptypen. In hoeverre dat mogelijk is hangt af van de nauwkeurigheid waarmee de veranderingen in abiotische factoren kunnen worden bepaald en de manier waarop de in het ecotopensysteem gehanteerde abiotische kenmerken zijn beschreven.

Een voorbeeld waarin de ingrepen relatief ver zijn gespecificeerd is de voorspelling van effecten van grondwaterstands-daling en -stijging zoals uitgevoerd in de Beleidsanalyse Kustverdediging Texel (Stevens e.a. 1984). Gebruik makend van een voor het duingebied geijkte relatie tussen grondwaterstand en de vochtclassen uit het

ecotopensysteem (fig. 7) en een gedetailleerde hydrologische voorspelling ten aanzien van de verwachte grondwaterstand konden de ingrepen worden gedefinieerd als een overgang naar een van de vochtklassen uit het ecotopensysteem.



Figuur 7 IJking van de vochtklassen uit het ecotopensysteem aan grondwaterstanden in het duingebied. Aangegeven wordt bij welke (Gemiddeld Hoogste en Gemiddeld Laagste) grondwaterstanden de in de Texel-studie gehanteerde vochtcategorieën aangetroffen kunnen worden.

Opstellen van ingreep-effect-relaties

Per ingreep en per type gebied worden vervolgens ingreep-effect-relaties opgesteld die aangeven wat bij een bepaalde uitgangssituatie (ecotooptype + eventueel aanvullende gegevens die voor de voorspelling relevant zijn, bijvoorbeeld kalkgehalte van de ondergrond of gehalte aan organisch materiaal) de effecten van een ingreep zullen zijn, weergegeven als te verwachten ecotooptype(n) en kwaliteitsklasse(n) na de ingreep. De effectrelaties kunnen zijn gebaseerd op gedetailleerd proces-onderzoek, op vergelijkend correlatief onderzoek, of zijn gebaseerd op deskundigenoordeel. Met onzekerheden over te ver-

wachten effecten wordt rekening gehouden door marges aan te geven in de vorm van optimistische en pessimistische schattingen.

De ingreep-effect-relaties hebben de vorm van overgangsmatrices, die als zodanig worden gebruikt in het voorspellings- en beoordelingsprogramma EFJEKT. Figuur 8 geeft een voorbeeld van een ingreep-effect-matrix voor de ingreep 'overgang naar droog' zoals gehanteerd binnen de beleidsanalyse Texel. Bij de in deze studie uitgevoerde voorspellingen ten aanzien van effecten van grondwaterstands daling en stijging zijn de verandering in vochttoestand gegeven door de ingreep zelf, en worden de veranderingen in vegetatiestructuur, trofiettoestand, successiestadium en soortensamenstelling (voor

ecotooptype vóór ingreep	ecotooptype en kwaliteits- klasse ná ingreep										
		Voedselrijk grasland (236), kw=3	Kalkarm schraalgrasland (231), kw=3	Kalkrijk schraalgrasland, (232), kw=2	Kalkrijk schraalgrasland, (232), kw=3	Voedselarme ruigte (333), kw=3	Droge heide (251), kw=3	Kalkrijk laag struweel (472), kw=3	Kalkarm laag struweel (471), kw=3	Kalkarm struweel (431), kw=3	Kalkarm pionierstruweel (451), kw=3
(117) Brak pioniermoeras		. 10 .	25 35	. 25 5	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(116) Voe-rijk pioniermoeras		. . .	. 70	. .	. 10 20	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(112) Kalkrijk pioniermoeras		. 10 .	25 35	. 25 5	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(217) Vochtig brak grasland		. 35 30	. 25	. 10	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(226) Vochtig voe-rijk grasland	100	. . .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(221) Vochtig Ca ⁺ schraalgr.		. 90 .	. 10	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(211) Kalkarm moeras		. 70 .	. 15 10	. 5	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(222) Vochtig Ca ⁺ schraalgr.		. 20 .	55 25	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(212) Kalkrijk moeras		. 20 40	. 30	. 10	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(716) Voedselrijke verlandings		. 10 .	10 50	. .	. 10 20	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(712) Kalkrijke verlandings		. . .	20 80	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(716) Voe-rijk moeras en ruigte		. . .	. 70	. .	. 30	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(313) Voe-arme vochtige ruigte		. 20 .	. 80	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(241) Vochtige heide		. . .	. 10 90	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(462) Vochtig Ca ⁺ laag struwl		. . .	. .	. 75 25	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(461) Vochtig Ca ⁺ laag struwl		. . .	. .	. 100	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
(414) Nat struweel		. . .	. .	. 100	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
Voe-rijke ondiepe plas		. 10 .	15 50	. .	. 10 15	. .	. .	. .	. .	. .	. .

Figuur 8 Ingerep-effect-relaties voor de ingreep 'Overgang naar vocht categorie droog' (GHG meer dan 50 cm. onder maaiveld) voor het duingebied op Texel, op lange termijn (ca. 20 jaar). Verschuivingen in percentages. Optimistische en pessimistische relaties zijn niet aangegeven. kw=kwaliteitsklasse, 2=arm ontwikkeld, 3=matig tot rijk ontwikkeld. Uit: Stevers e.a. 1984.

zover relevant voor de indeling in kwaliteitsklassen) weergegeven door de ingreep-effect-relaties. Daarbij zijn de effect-relaties voor grondwaterstandsdeling vooral gebaseerd op vergelijkend/correlatief onderzoek naar effecten van grondwaterstandsdeling in vergelijkbare duingebieden, de effect-relaties voor grondwaterstandsstijging voornamelijk op deskundigenoordeel.

Voorspelling van effecten

Uitgaande van de gespecificeerde ingrepen, de beschrijving van de uitgangssituatie en de ingreep-effect-relaties vindt een voorspelling van effecten plaats in termen van verschuivingen tussen ecotooptypen en kwaliteitsklassen. De voorspelling wordt uitgevoerd met behulp van het programma EFPEKT, dat als invoer heeft:

- nummers van kaartvlakken met hun bijbehorende oppervlakte, ecotooptype en kwaliteitsklasse;
- een specificatie in welke kaartvlakken een bepaalde ingreep plaatsvindt;
- ingreep-effect-matrices die aangeven welke verschuivingen tussen ecotooptypen en kwaliteitsklassen plaatsvinden bij een bepaalde ingreep.

De uitvoer bestaat uit een overzicht over welke oppervlakten verschuivingen tussen ecotooptypen en kwaliteitsklassen zullen plaatsvinden bij uitvoering van de beschouwde activiteit, uitgaande van respectievelijk optimistische, pessimistische of meest waarschijnlijk geachte ingreep-effect-relaties (zie figuur 9).

Beoordeling van effecten

Beoordeling van effecten vindt plaats met behulp van een aantal aan natuurbehoudsdoelstellingen ontleende criteria. De bij de ecosysteem-methode gehanteerde criteria te weten mate van differentiatie en mate van natuurlijkheid, zijn daartoe opgesplitst in een aantal deelcriteria, namelijk:

- zeldzaamheid van ecotooptypen
- vervangbaarheid van ecotooptypen
- potentiële soortenrijkdom van ecotooptypen

MUYEN geen verdediging
realistische voorspelling

OPPERVLAKTE VERANDERINGEN PER ECOTOOPTYPE EN KWALITEITSKLASSE

Ecotooptype	verdeling over kwaliteitsklassen (ha)				totaal
	1	2	3	4	
Brak pioniermoeras	0.00	0.00	-0.53	0.00	-0.53
Kalkrijke pioniersteppe	-0.53	6.36	-5.37	-0.31	0.10
Zeereepstuifduin	-3.00	25.59	-14.62	0.00	7.96
Vochtig brak grasland	0.00	0.00	0.00	-0.57	-0.57
Vochtig Ca- schraalland	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11
Vochtig Ca+ schraalland	0.00	-0.38	-3.01	0.00	-3.39
Kalkrijk moeras	0.00	-0.89	-0.40	-6.21	-7.51
Kalkarm schraalgrasland	0.00	0.00	-2.73	-1.53	-4.26
Kalkrijk schraalgrasland	0.00	-1.67	-7.15	0.00	-8.82
Kalkrijke mosvlakte	0.00	0.00	-0.24	0.00	-0.24
Voedselrijke verlanding	0.00	-1.03	0.20	-0.44	-1.28
Kalkrijke verlanding	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Voerrijk moeras + ruigte	0.00	-0.99	0.72	0.00	-0.27
Voerarme vochtige ruigte	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
Voedselarme ruigte	0.00	-0.44	0.68	0.00	0.24
Voedselarme ruigte	0.00	9.78	1.98	0.00	11.76
Vochtige heide	0.00	-0.08	0.00	0.00	-0.08
Vochtig Ca- laag struwl	0.00	0.00	0.09	0.00	0.09
Vochtig Ca- laag struwl	0.00	-0.30	-0.01	0.00	-0.31
Kalkrijk laag struweel	0.00	0.00	0.39	0.00	0.39
Vochtig Ca+ struweel	0.00	-2.37	-0.82	0.00	-3.19
Vochtig Ca- struweel	0.00	-3.46	-0.01	0.00	-3.48
Kalkrijk pionierstruweel	0.00	0.57	-1.82	-1.09	-2.34
Voerrijk pionierstruweel	0.00	2.26	-2.93	-5.22	-5.89
Kalkarm struweel	0.00	0.53	-0.70	0.00	-0.17
Kalkarm pionier struweel	0.00	0.14	-0.41	0.00	-0.27
Kalkrijk struweel	0.85	-1.51	0.00	0.00	-0.66
Voerrijke ondiepe plas	0.00	0.00	0.00	-0.21	-0.21
Zee en strand	0.00	0.00	22.48	0.00	22.48
					0.0000

Figuur 9 Uitvoer van het programma EFFEKT in de vorm van oppervlak-teverschuivingen tussen ecotootypen en kwaliteitsklassen. Het voor-beeld heeft betrekking op de voorspelde effecten van kustafslag in kustvak de Muyen op Tezel. Natte en droge schraalgraslanden nemen in oppervlakte af, zee, strand en voedselarme ruigte nemen in oppervlakte toe. Uit: Stevers e.a. 1984.

- actuele soortenrijkdom van een ecotoop
- zeldzaamheid van soorten
- kenmerkendheid van soorten voor ecotootypen.

De eerste drie criteria hebben betrekking op de waarde van een eco-tooptype, de laatste drie criteria worden gebruikt bij de bepaling van de mate van ontwikkeling van de vegetatie binnen een ecotooptype, de "kwaliteitsklasse".

Door aan de verschillende criteria gewichten toe te kennen ontstaat een waardering per ecotooptype en per kwaliteitsklasse. Deze waarde-ringsgetallen kunnen gebruikt worden voor een sommatie van de voor-

spelde oppervlakteverschuivingen, gewogen naar de waarde van het ecotooptype en de kwaliteitsklasse daarbinnen. Het eindresultaat is een effectscore die een maat is voor het totale effect van de activiteit op het aspect vegetatie en het met de vegetatie samenhangend abiotisch milieu. De hierboven aangegeven berekening is als subroutine ingebouwd in het programma EFJEKT.

Met behulp van dit programma kan ook een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd, die aangeeft in hoeverre de beoordelingsresultaten worden beïnvloed door aannames in de effectvoorspelling en de keuze van weegfactoren in de beoordeling van de effecten.

Toepasbaarheid van de methode

Er zijn twee factoren die de toepasbaarheid van de ecotopenmethode bepalen;

- de mate waarin sleutels aanwezig zijn om de uitgangssituatie te kunnen beschrijven in termen van ecotooptypen en kwaliteitsklassen;
- de mate waarin de abiotische factoren die zijn gehanteerd als indelingskenmerken van het ecotopensysteem zijn beschreven op grond van, en zijn getoetst aan onafhankelijk van de vegetatie te meten abiotische grootheden.

Voor de beschrijving van de uitgangssituatie kan het ecotopensysteem in geheel West-Nederland worden toegepast. Daartoe is een 70-tal ecotooptypen gedetailleerd beschreven wat betreft de soortensamenstelling. In bijlage 4 staat een overzicht van de ecotooptypen. Door gebruik te maken van hiertoe ontwikkelde programmatuur kunnen inventarisatiegegevens van de provincies Utrecht, Noord- en Zuid-Holland worden vertaald in ecotooptypen (zie par. 4.4). Voor toepassing in Oost-Nederland zal een nadere beschrijving van een gering aantal niet in West-Nederland voorkomende ecotooptypen nodig zijn, alsmede een aanvulling op de beschrijving van typen die hun hoofdverspreiding in Oost-Nederland hebben.

In aquatische systemen is de ecotooptypologie uitgewerkt voor die typen waarin de hogere plantengroei een belangrijke rol speelt. Het is de bedoeling in de toekomst het ecotopensysteem verder uit te breiden naar overige aquatische typen, waarbij het noodzakelijk is dat ook andere organismen dan hogere waterplanten in de indeling worden betrokken.

Voor het verfijnen en het generaliseerbaar maken van de ingreep-effect-relaties is het wenselijk dat de abiotische factoren die worden

gehanteerd bij de indeling van ecotooptypen nader worden omschreven, zodanig dat de voorspelde veranderingen in het abiotisch milieu direct vertaald kunnen worden in verschuivingen tussen kenmerkklassen uit het ecotopensysteem. Voor de toepassing in studies naar (grond)waterbeheer is met name van belang dat het kenmerk 'vochttoestand' ook buiten het duingebied wordt gerelateerd aan grondwaterstand en eventueel aanvullende factoren die voor de vochtvoorziening van belang zijn. Voor toepassing in studies naar effecten van waterkwaliteitsveranderingen is met name van belang dat het kenmerk 'trofietoestand' wordt gerelateerd aan gehalten nutriënten (concentraties of belastingen) in het oppervlaktewater.

In principe kunnen van alle ingrepen die leiden tot duidelijke verschuivingen in de vegetatiesamenstelling de effecten worden voorspeld met behulp van de ecotopenmethode. Binnen het gebied waarvoor het ecotopensysteem tot nu toe is uitgewerkt, te weten het Randstadgebied en het kustgebied, zijn tot nu toe effecten voorspeld van zeer uiteenlopende ingrepen als:

- vergraving
- overstuiving
- verdroging
- vernatting
- betreding
- verschraling
- verharding

3.4 Voorspelling effecten op de flora: soortsmethode

Globale (ruimtelijk niet gedifferentieerde) soortsmethode

In een studie naar globale voorspellings- en beoordelingsmethoden te hanteren bij een toekomstige wijziging of herziening van het bestaande Structuurschema Drink- en Industrierwatervoorziening (Van Latesteijn en Udo de Haes, 1985) wordt een globale soortsmethode voorgesteld die gebruik maakt van flora-gegevens per kilometerhok. Voorspellingen worden bij deze methode uitgevoerd op grond van indicatiewaarden van soorten. Effecten worden weergegeven in de vorm van het betrokken aantal kilometerhokken in combinatie met het aantal potentiële beïnvloede soorten per kilometerhok.

De methode is weinig arbeidsintensief doordat gebruik kan worden gemaakt van bestaande flora-inventarisatiegegevens. De methode kan

worden gebruikt om op grond van potentiële effecten te komen tot een eerste selectie van veelbelovende alternatieven. In hoeverre de methode ook kan worden gebruikt om effecten op soortsniveau te voorspellen is afhankelijk van de aard van de ingrepen waarvoor effecten moeten worden voorspeld:

- Waar het gaat om ingrepen die gelijkmatig over een groot gebied plaatsvinden, en die de planten beïnvloeden onafhankelijk van locale standplaatsfactoren, kunnen effecten op soortsniveau goed worden voorspeld met behulp van deze methode. Als voorbeeld kan worden gedacht aan de voorspelling van effecten van luchtverontreiniging.
- Waar het gaat om ingrepen die ruimtelijk gedifferentieerd zijn binnen een kilometerhok, of om ingrepen waarvan de effecten afhankelijk zijn van standplaatsfactoren als bodemtype en grondwaterstand, neemt het onderscheidend vermogen van de methode af en krijgen de voorspellingen meer het karakter van risicobepalingen waarbij potentiële effecten worden aangegeven (namelijk effecten die zouden optreden als de ingreep overal zou plaatsvinden en het effect overal gelijk zou zijn).

Het onderzoek van het WL richt zich voor een groot deel op ingrepen die binnen de laatste categorie vallen, te weten waterkwaliteitsveranderingen en grondwaterstands dalingen. Bij effecten van waterkwaliteitsverandering gaat het meestal om verontreinigingsgradiënten, die afhankelijk zijn van de mate waarin gebiedsvreemd water in een gebied doordringt, en is er dus sprake van een ruimtelijke differentiatie binnen een kilometerhok. Bij grondwaterstandsdaling gaat het om ingrepen waarvan de effecten in hoge mate standplaatsafhankelijk zijn (afhankelijk van grondwaterstand, bodemtextuur en dergelijke).

Dit betekent dat de globale soortsmethode binnen het onderzoek van het WL wel gehanteerd zou kunnen worden bij een selectie van veelbelovende alternatieven, maar dat voor een voorspelling van effecten van grondwaterstandsdaling en waterkwaliteitsverandering op soortsniveau gedetailleerdere methoden nodig zijn die rekening houden met verschillen in standplaatsfactoren en/of verspreiding van plantensoorten binnen een kilometerhok. Omdat het CML voor deze situaties geen methoden heeft ontwikkeld zal in onderstaande worden verwezen naar het werk van andere instellingen.

Gedetailleerde (ruimtelijk gedifferentieerde) soortsmethoden

Het CML heeft zelf geen ruimtelijk gedifferentieerde soortsmethoden ontwikkeld, door een tweetal andere instituten zijn wel gedetailleerde soortsmethoden uitgewerkt die voorspellingen mogelijk maken ten aanzien van de voor het WL relevante ingrepen grondwaterstandsaling en waterkwaliteitsverandering:

- een voorspellingsmethode voor effecten van waterkwaliteitsverandering in het noordelijk Vechtplassengebied, uitgewerkt door de vakgroep Milieukunde in Utrecht (Barendregt e.a. 1985);
- het WAFLO-model van het RIN voor voorspelling van de effecten van grondwaterstandsaling (Gremmen e.a. 1985).

Het voorspellingsmodel van Milieukunde Utrecht is gebaseerd op correlatief onderzoek. Gebruikmakend van logistische regressietechnieken worden correlatieve relaties gelegd tussen milieufactoren en het voorkomen van water en moerasplanten. Op grond van deze relaties wordt de kans berekend dat in een nieuwe situatie, gekenmerkt door een bepaalde waarde voor de onderzochte milieufactoren, soorten water- en moerasplanten zullen voorkomen. Doordat het model gebaseerd op vergelijkend correlatief onderzoek kunnen alleen uitspraken worden gedaan over situaties die in vergelijkingsgebied in voldoende mate zijn vertegenwoordigd, en voor die factoren waarvoor relaties zijn onderzocht. Vooralsnog is het model operationeel voor een beperkt deel van Nederland (het vergelijkingmateriaal op grond waarvan de relaties zijn gelegd is afkomstig uit het Vechtplassengebied en de omgeving van Groet), en voornamelijk voor ingrepen die gevolgen hebben voor de waterkwaliteit.

Het voorspellingsmodel van het RIN is gebaseerd op indicatiewaarden van soorten (indicatiewaarden volgens Ellenberg) voor vocht en stikstof. De ingreep-effect-relaties hebben betrekking op groepen soorten met een bepaalde indicatiewaarde voor vocht of stikstof, en zijn gedeeltelijk opgesteld op grond van vergelijkend correlatief onderzoek (relatie grondwaterstand en voorkomen soorten met een bepaald vochtgetal volgens Ellenberg), en gedeeltelijk op grond van deskundigenoordeel (effecten toename 'fijne dynamiek', toename mineralisatiesnelheid, afname vochtleverantie en vermindering waterdiepte). De methode is in principe in geheel Nederland toepasbaar en zou ook voor andere typen ingrepen uitgewerkt kunnen worden. Een beperking van de methode is echter dat alleen het verdwijnen van soorten wordt voorspeld en

niet welke soorten in de situatie na ingreep zullen verschijnen. Dit betekent dat de effecten van grondwaterstandsstijging met deze methode niet goed zijn aan te geven.

3.5 Voorspelling en beoordeling effecten op de broedvogelstand

3.5.1 Inleiding

De methode voor het voorspellen van effecten op de broedvogelstand is ontwikkeld binnen het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland, en is tot nu toe alleen binnen deze studie gehanteerd.

Bij de voorspelling van effecten op broedvogels is een minder duidelijk onderscheid te maken naar organisatieniveau als bij de voorspelling van effecten op de plantengroei. Hoewel het voor een aantal toepassingen waarschijnlijk goed mogelijk is om effecten op de broedvogelstand weer te geven in de vorm van verschuivingen tussen biotooptypen of groepen soorten met gemeenschappelijke biotoopeisen, zijn de resultaten tot nu toe altijd op soortsniveau weergegeven in de vorm van veranderingen in het aantal broedparen per soort. Er kan wel een onderscheid worden gemaakt naar de manier waarop de voorspelling plaatsvindt:

- voor zover ingrepen de broedvogelstand indirect beïnvloeden via veranderingen in het biotoop vindt voorspelling plaats door eerst te voorspellen welke verschuivingen zich zullen voordoen tussen voor de vogelstand relevante biotooptypen: daarna worden deze veranderingen op grond van relaties tussen biotooptypen en aantallen broedvogels vertaald in te verwachten aantallen broedparen per soort;
- de effecten van overige ingrepen worden voorspeld met behulp van ingreep-effect-relaties die aangeven in hoeverre de binnen een gebied voorkomende soorten worden beïnvloed door een de ingrepen.

In het volgende zal eerst worden ingegaan op de eerste methode, waarbij effecten indirect, via veranderingen in biotooptype worden voorspeld. Daarna zal worden aangegeven in hoeverre de tweede methode voor het voorspellen van directe effecten hiervan afwijkt.

3.5.2 Voorspelling effecten op de broedvogelstand als gevolg van veranderingen in biotooptype

Eenheden waarin de voorspelling plaatsvindt

Bij deze voorspellingswijze wordt de broedvogelsamenstelling beschreven binnen biotopen, eenheden die tot op zekere hoogte homogeen zijn ten aanzien van de broedvogelstand en de voor die groep broedvogels relevante biotische en abiotische factoren. In tegenstelling tot ecotopen, die homogeen zijn ten aanzien van de beschouwde (a)biotische factoren, worden de biotopen meestal gekenmerkt door een zekere heterogeniteit die samenhangt met de verschillendsoortige eisen die soorten aan hun leefmilieu stellen (beschutting voor nestgelegenheid, open ruimte voor fourageren en dergelijke). Ruimtelijk zullen ecotopen en biotopen meestal niet samenvallen (zie figuur 10).

A



INDELING NAAR BROEDVOGELS



INDELING NAAR VEGETATIE

B



INDELING NAAR BROEDVOGELS



INDELING NAAR VEGETATIE

Figuur 10 Verschillen in begrenzing tussen ruimtelijke eenheden gebaseerd op broedvogelsamenstelling (biotopen) en ruimtelijke eenheden gebaseerd op vegetatiestructuur en standplaatsfactoren (ecotopen). Deze verschillen worden veroorzaakt door A) verschillen in schaalniveau van verspreiding, en B) doordat sommige vogels gebonden zijn aan een heterogeen milieu, bijvoorbeeld bosranden. Ontleend aan: Opdam, 1984.

Voor de voorspelling van effecten worden de broedvogelbiotopen ingedeeld in biotooptypen, die voldoen aan voorwaarden ten aanzien van de vegetatiestructuur en de aanwezigheid van abiotische factoren die voor een bepaalde groep broedvogels van belang zijn. Tabel 4 geeft ter illustratie een overzicht van de binnen het IODZH gehanteerde indeling van duin-biotooptypen.

Open water	Droge ruigte
Moeras en rietland	Vochtig/nat struweel
Kalkrijke vochtige duinvalleien	Droog struweel
Kalkarme vochtige duinvalleien	Zeereep en stuifduinvegetaties
Droge duingraslanden en pioniervegetaties	Helm-aanplant
Vochtig/natte duinrietvelden	Opgaand vochtig/nat loofbos
Droge duinrietvelden	Opgaand droog loofbos
Vochtig/natte duinrietvelden	Vochtig/nat mozaïeklandschap (komplex van
Droge duinrietvelden	open vegetaties en struweel/bos)
Vochtig/natte ruigte	Droog mozaïeklandschap

Tabel 4 Binnen het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland gehanteerde indeling in duin-biotooptypen.

Beschrijving uitgangssituatie

Voor de beschrijving van de uitgangssituatie is globale informatie nodig over vegetatiestructuur en abiotische factoren, en gegevens over de binnen het gebied aanwezige broedvogelstand. Bij voorkeur dienen de gegevens over broedvogels gelocaliseerd te zijn, bijvoorbeeld in de vorm van zogenaamde stippenkaarten waarbij de broedterritoria zijn weergegeven in de vorm van stippen. Indien alleen aantallen per gebied bekend zijn zal op grond van de relatie tussen soorten en biotooptypen moeten worden ingeschat in welke mate soorten gebonden zijn aan de in het beïnvloede gebied aanwezige biotopen. De beschrijving van de uitgangssituatie op grond van deze gegevens bestaat uit een overzicht van de in het beïnvloede gebied voorkomende biotooptypen met de daarin voorkomende aantallen broedvogels.

Voorspelling van effecten

Om de effecten op de broedvogelstand als gevolg van veranderingen in biotooptype te kunnen voorspellen is het noodzakelijk te weten welke biotoopveranderingen zullen optreden. Deze kunnen worden afgeleid uit voorspellingen ten aanzien van de vegetatie en het abiotisch milieu in de vorm van verschuivingen tussen ecotooptypen (zoals binnen het IODZH), of ze kunnen direct ingeschat worden. De veranderingen worden weergegeven in de vorm van verschuivingen tussen biotooptypen.

Op grond van de relatie tussen biotooptypen en broedvogels kan nu binnen zekere marges worden aangegeven welke aantallen vogels in de nieuwe situatie verwacht kunnen worden. De relatie tussen biotooptype en dichtheid van broedvogels dient bij voorkeur gebaseerd te zijn op correlatief onderzoek naar aantallen broedvogels per biotooptype binnen het studiegebied of in vergelijkbare gebieden. De effecten worden weergegeven in veranderingen in aantallen broedvogelterritoria, met marges gebaseerd op standaarddeviaties gevonden in het vergelijkend correlatief onderzoek.

Beoordeling van effecten

Beoordeling van de effecten vindt plaats op grond van de landelijke en regionale zeldzaamheid van soorten, de kenmerkendheid van soorten voor een landschapstype en de landelijke populatietendens. Door waarden toe te kennen aan de verschillende maten van zeldzaamheid, kenmerkendheid of bedreigdheid en vervolgens een weging toe te passen tussen de gehanteerde criteria kan een effectscore per beleidsvariant worden berekend. De gehanteerde marges in te verwachten aantallen worden vertaald in marges in deze effectscores. Door middel van gevoeligheidsanalyse kan worden nagegaan in hoeverre de totaalscores worden beïnvloed door onzekerheden in de voorspelling en door de keuze van de weegfactoren.

Bij de beoordeling van effecten wordt aan de zeldzaamheid of kenmerkendheid van biotooptypen geen zelfstandige waarde toegekend. In tegenstelling tot ecotopen, die homogene milieus beschrijven die ook voor andere soorten dan den hogere plantengroei relevant zijn, vormen biotopen heterogene milieus en zijn de eenheden alleen voor de betreffende groep organismen (in dit geval broedvogels) relevant.

Toepasbaarheid van de methode

Voor de toepasbaarheid van deze voorspellingsmethode zijn drie factoren van belang:

- de aard van de ingrepen
- de mate waarin biotooptypen zijn beschreven;
- de mate waarin relaties zijn gelegd tussen biotooptypen en dichtheid van broedvogels.

De methode is te gebruiken voor het voorspellen van effecten die het gevolg zijn van veranderingen in biotooptype. Gedacht kan worden

aan effecten van ingrepen als verdroging of vergraving.

Voor toepassing van de methode is het allereerst noodzakelijk te beschikken over een voor het studiegebied relevante beschrijving van biotooptypen. Binnen het IODZH zijn de biotooptypen beschreven van duin- en poldergebieden. Uit onderzoek van het RIN (cf Opdam 1984) is ook voor gebieden in Oost-Nederland kennis beschikbaar over voor broedvogels relevante biotooptypen.

Informatie over dichtheden per biotooptype is binnen het IODZH verzameld voor die gebieden en biotooptypen die voor dit onderzoek relevant waren, te weten biotooptypen in duingebieden en polders. Daarbij heeft een inperking plaatsgevonden tot die soorten die regelmatig in het onderzoeksgebied voorkomen en die op grond van hun zeldzaamheid en/of kenmerkendheid voldoende belangrijk worden geacht (de zogenaamde 'kwaliteitsindicatoren', die ca. de helft van het totaal aantal soorten vormen). Omdat de dichtheden per gebied sterk kunnen variëren als gevolg van factoren die niet bij de indeling in biotooptypen zijn betrokken (bijvoorbeeld isolatie ten opzichte van overeenkomstige biotopen, populatieveranderingen, menselijke verstoring e.d.) is het voor toepassingen in nieuwe studies noodzakelijk opnieuw informatie te verzamelen over dichtheden per biotooptype binnen de voor deze studies relevante gebieden.

3.5.3 Voorspelling directe effecten ingrepen op de broedvogelstand

Eenheden waarin de voorspelling plaatsvindt

Van ingrepen die niet leiden tot verandering in biotooptype en die de broedvogelstand meer rechtstreeks beïnvloeden, zoals rustverstoring, jacht of landbouwkundig beheer, kunnen de effecten in principe rechtstreeks worden voorspeld. Hiertoe moeten dan ingreep-effectrelaties worden opgesteld die betrekking hebben op veranderingen in dichtheid per soort onder invloed van deze ingrepen. De biotooptypen kunnen daarbij eventueel dienen als kader waarbinnen effecten worden voorspeld. Dit kan bijvoorbeeld van belang zijn wanneer ingrepen in verschillende biotooptypen een ander effect hebben op de soortensamenstelling.

Beschrijving uitgangssituatie

De beschrijving van de uitgangssituaties wijkt in zoverre af van de hiervoor beschreven methode dat niet altijd naar biotoop gelocali-

seerde gegevens nodig zijn. Voor de meeste toepassingen is het voldoende te beschikken over een lijst van aantallen exemplaren per soort binnen het door de ingreep te beïnvloeden gebied.

Voorspelling van effecten

Voor de voorspelling van effecten wordt gebruik gemaakt van ingreep-effect-relaties die per soort, en eventueel per biotooptype, aangeven in welke mate de dichtheid van de soort verandert als gevolg van een bepaalde ingreep. Figuur 11 geeft als voorbeeld de ingreep-effect-relatie voor verdroging (en daarmee samenhangende veranderingen in beheer) in vochtig-natte graslanden. Wanneer de onzekerheidsmarges in de voorspelling erg groot zijn, bijvoorbeeld bij de voorspelling van de effecten van recreatie, worden slechts risico's aangegeven in de vorm van aantallen potentiëel gevoelige soorten (in plaats van aantallen verdwijnende exemplaren). De ingreep-effect-relaties zijn afgeleid uit proces-onderzoek of vergelijkend correlatief onderzoek, of zijn gebaseerd op deskundigenoordeel.

	Natte graslanden	Vochtig/natte graslanden	Natig vochtige tot droge graslanden
Zomertaling	100	75	45
Slobeend	100	30	0
Kemphaan	100	75	35
Watersnip	100	75	40
Grutto	100	85	50
Tureluur	100	50	35
Zwarte Stern	100	0	0

Figuur 11 Ingreep-effect-relaties voor effecten van verdroging en daarmee gepaard gaande intensivering van landbouwkundig gebruik op broedvogels. Afname weergegeven in percentages. Voorbeeld ontleend aan Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland. Uit: Winkelman en Udo de Haes, 1982.

Beoordeling van effecten

De beoordeling van effecten is identiek aan de methode zoals in vorige paragraaf behandeld.

Toepasbaarheid van de methode

De belangrijkste factor die de toepasbaarheid van deze voorspellingsmethode bepaalt is de aanwezigheid van voldoende kennis over effecten van ingrepen. In het IODZH zijn ingreep-effect-relaties opgesteld voor een aantal binnen deze studie relevante ingrepen, te weten rustverstoring door recreatie in duingebieden en binnenduinrandbossen (Vertegaal 1983) en effecten van grondwaterstandsaling in veenweidegebieden (Winkelman en Udo de Haes 1982). Ook hier heeft een inperking plaatsgevonden tot de zogenaamde kwaliteitsindicatoren. Omdat effecten van in beschouwing genomen ingrepen vrij onzeker zijn, zijn ook de onzekerheidsmarges in de effectvoorspellingen groot. Wanneer de onzekerheid over de te verwachten effecten erg groot is, bijvoorbeeld bij de voorspelling van de effecten van recreatie, kunnen alleen risico's worden aangegeven.

3.6 Voorspelling van effecten op het landschap

Doel van de methode is om aan te geven welke effecten bepaalde activiteiten in het landelijk gebied zullen hebben op de visueel-ruimtelijke aspecten van het landschap en op de samenhang tussen functies die het landschap vervult. De activiteiten die in beschouwing worden genomen kunnen betrekking hebben op een bepaalde manier van waterwinning of een bepaalde manier van landinrichting. De methode is voor het eerst toegepast in het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland (Anema 1982). Ze omvat de volgende stappen:

- uitgaande van de ontstaanswijze van het landschap worden de verschillende gebruiksvormen van het landschap, zoals die tot uiting komen in het functiepatroon, beschreven;
- aan de hand van zogenaamde beelddragende factoren worden de landschapstypen visueel-ruimtelijk beschreven;
- de voorgenomen activiteit wordt vertaald in één of meerdere inrichtingsvarianten;
- de inrichtingsvarianten worden gelegd over het oorspronkelijke landschap, ingeschat wordt in welke mate functiepatroon en verschijningsvorm van het landschap worden aangetast of versterkt;
- als laatste vindt een beoordeling van de effecten plaats.

De effecten worden weergegeven als de oppervlakte van het te beïnvloeden gebied en de mate waarin het functiepatroon en de verschij-

ningsvorm van het landschap werden aangetast. De mate van aantasting (of eventueel verbetering) wordt weergegeven in de vorm van ordinale sterkteklassen. Door deze ordinale klassen te vertalen in weegfactoren en te vermenigvuldigen met de oppervlakte van het beïnvloede gebied kan een kwantitatieve beoordelingsmaat worden verkregen voor de effecten op het landschap.

Toepasbaarheid methode

De landschapsmethode is evenals de ecosysteemmethode weinig geformaliseerd en in zeer uiteenlopende situaties bruikbaar.

Ze is binnen het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland toegepast om effecten van ingrepen in het landschap te beoordelen variërend van het aanleggen van puttenreeksen in het duingebied tot het aanleggen van spaarbekkens in de Biesbosch (Anema 1982). Binnen de contra-expertise MER-baggersliblocatie (Van Latesteyn en De Groot, 1984) is ze gebruikt om de landschappelijke effecten van de aanleg van baggerslibopslagplaatsen te beoordelen.

4. TOEPASSING VAN DE METHODEN EN VERDERE ONTWIKKELING

4.1 Methodieke keuze

In het voorgaande hoofdstuk is een aantal voorspellingsmethoden besproken die als gemeenschappelijk kenmerk hebben dat ze kwantitatief van aard zijn, dat wil zeggen dat de beoordeelde effecten kunnen worden weergegeven in een cardinale schaal of een combinatie van een ordinale en een cardinale schaal. Een dergelijke kwantitatieve weergave van effecten is vooral zinvol in beleidsanalyses waarin een afweging tussen meerdere beleidsalternatieven nodig is, met name in situaties waarbij alternatieven opgebouwd zijn uit projecten waarvan de effecten moeten worden gesommeerd, of waarbij een vergelijking met andere, eveneens in kwantitatieve termen weergegeven effecten, nodig is.

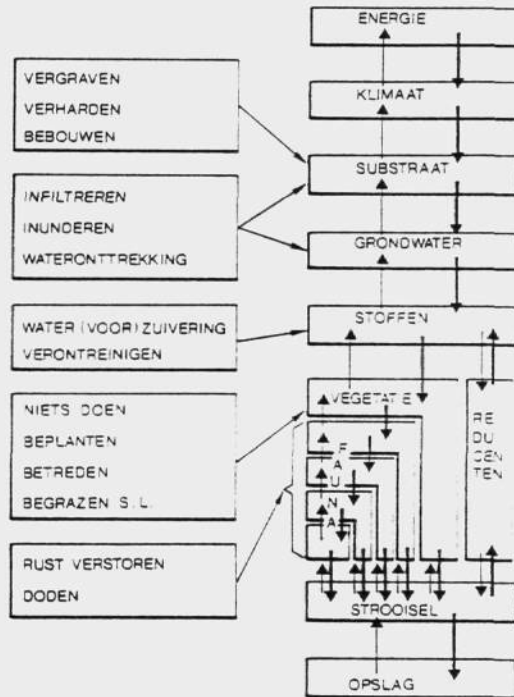
Voorwaarde voor het gebruik van deze methoden is dat voldoende bekend is over de ingrepen (plaats en aard van de ingrepen) en over het type effecten dat optreedt. Wanneer die kennis ontbreekt zal noodgedwongen moeten worden volstaan met een risicobenadering, bijvoorbeeld in de vorm van een kwetsbaarheidsbepaling (in het geval onvoldoende bekend is over de ingreep) of een inschatting van het type effecten dat mogelijk te verwachten is bij een bepaalde ingreep (indien onvoldoende bekend is over de kwantitatieve relatie tussen ingreep en effect).

Wanneer wel voldoende kennis aanwezig is over de ingrepen en de aard en omvang van de verwachten effecten, dient een keuze te worden gemaakt tussen de verschillende voorspellingsmethoden. Daarbij kunnen de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

- a) de effectvoorspelling dient zoveel mogelijk rekening te worden gehouden met alle vanuit natuurbehoudsoogpunt relevante aspecten van het natuurlijk milieu;
- b) de effectvoorspelling dient voldoende onderscheidend te zijn om, rekening houdend met de betrouwbaarheid van de methode en mogelijke verschillen in beoordeling, een afweging tussen beleidsalternatieven mogelijk te maken;
- c) de effectvoorspelling dient qua inspanning en benodigde hoeveel-

heid tijd inpasbaar te zijn in de betreffende studie.

Op het laatste punt, de hoeveelheid tijd en inspanning die de methoden vergen, zal in paragraaf 4.2 aan de hand van praktisch voorbeelden worden teruggekomen. Hier zal eerst worden aangegeven hoe aan de hand van de punten a en b een keuze voor een van de voorspellingsmethoden kan worden gemaakt.



Figuur 12 Hiërarchisch ecosysteemmodel, waarin de relaties tussen componenten van het ecosysteem worden weergegeven. Sterke beïnvloeding wordt aangegeven met dikke pijlen, zwakke beïnvloeding met dunne pijlen. Uit de figuur is af te lezen dat ingrepen als vergraving en verharding het ecosysteem als geheel meer beïnvloeden dan ingrepen als rustverstoring en jacht.

a) Met welke aspecten van het natuurlijk milieu dient rekening te worden gehouden?

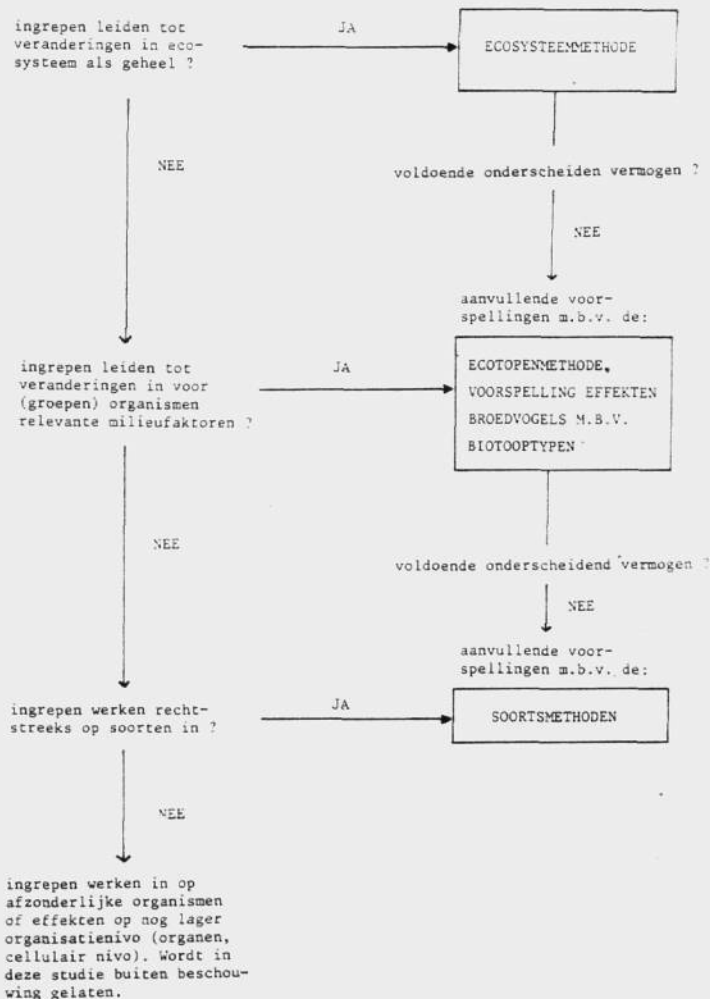
Met welke aspecten van het natuurlijk milieu dient rekening te worden gehouden is allereerst afhankelijk van de plaats in het ecosysteem waar de ingreep plaatsvindt. Zoals geïllustreerd in het hiërarchisch ecosysteemmodel in figuur 12, zal een verandering in bodem

of grondwater het ecosysteem meer beïnvloeden dan een ingreep die selectief op bepaalde (dier)soorten inwerkt. Daarnaast zal ook de sterkte van de ingreep, en de aard van het ecosysteem bepalen welke aspecten van het ecosysteem worden beïnvloed. In het algemeen geldt dat naarmate een ingreep een groter deel van het ecosysteem beïnvloedt het voor de beschrijving van de effecten nodig zal zijn eenheden van een hoger organisatieniveau in beschouwing te nemen. Door eenheden van een hoger organisatieniveau te hanteren is het mogelijk meer (beïnvloede) aspecten van het ecosysteem gelijktijdig en in onderlinge samenhang te belichten (zie tabel 1).

b) Onderscheidend vermogen

Wanneer effecten worden beschreven op een hoog organisatieniveau, bijvoorbeeld op het ecosysteemniveau door gebruik te maken van de ecotoopsysteemmethode, dan zullen door de aard van de gehanteerde methode de voorspellingen over het algemeen minder gedetailleerd zijn dan voorspellingen op een lager organisatieniveau, (bijvoorbeeld voorspellingen in de vorm van verschuivingen tussen ecotopen en soorten, of, als het gaat om proceskenmerken, voorspellingen gebaseerd op modeberekeningen). Het is afhankelijk van de grootte van de effecten en het gewenste onderscheidend vermogen of kan worden volstaan met deze vrij globale voorspellingen of dat aanvullende voorspellingen op een lager organisatieniveau nodig zijn (figuur 13).

Dit laatste was bijvoorbeeld nodig bij de beleidsanalyse kustverdediging Texel. Om alle effecten van de betreffende ingrepen (kustafslag en grondwaterstandsaling) in onderlinge samenhang weer te geven is gebruik gemaakt van de ecosysteemmethode. Omdat niet alleen de ingrepen, maar ook de beïnvloede kustgebieden veel op elkaar lijken was het onderscheidend vermogen van de methode te gering en hebben aanvullende voorspellingen plaatsgevonden ten aanzien van de variabele die het meest rechtstreeks door de ingrepen wordt beïnvloed en daarnaast een belangrijke waar voor het natuurbehoud vertegenwoordigt, te weten de vegetatie.



Figuur 13 Keuzeschema methodieken. Aangegeven wordt hoe de keuze van voorspellingsmethodieken afhankelijk is van het type ingrepen en het gewenste onderscheidend vermogen.

4.2 Toepassing in beleidsstudies

Door het CML zijn, al of niet in samenwerking met andere instituten, een aantal studies uitgevoerd waarin de in het voorgaande hoofdstuk behandelde methoden voor voorspelling van effecten op het natuurlijk milieu zijn toegepast:

Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland (IODZH)

- Een integrale beleidsstudie naar de drinkwatervoorziening in Zuid-Holland.

Beleidsanalyse Kustverdediging Texel (KUSTEX)

- Een studie naar de kustafslag op Texel en mogelijk te nemen verdedigingsmaatregelen.

Contra-expertise Milieueffecten Baggerslibberging

- Een studie naar effecten van grootschalige baggerslibberging in het Rijnmondgebied, waarbij tevens een aantal alternatieven is uitgewerkt die in het officiële MER-rapport buiten beschouwing waren gebleven.

Van deze studies zal worden aangegeven welke methoden zijn gehanteerd om de effecten op het natuurlijk milieu te voorspellen, welke inspanning daarvoor nodig was en in welke mate de voorspellingsresultaten hebben doorgewerkt in de uiteindelijke resultaten van de studie.

4.2.1 Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland

Doel van het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland was het zoeken naar mogelijke oplossingen om in de toekomst aan de vraag naar drinkwater in de provincie Zuid-Holland te voorzien zonder onevenredige schade toe te brengen aan het natuurlijk milieu en aan recreatieve belangen. Aanleiding voor de studie vormde het toenemend conflicteren van de belangen waterwinning, recreatie en natuurbehoud in het Zuidhollandse duingebied.

Naast een verdere uitbreiding van de oppervlaktewater-infiltratie in het duingebied is daarom onderzoek gedaan naar een aantal alternatieve methoden om aan de vraag naar drinkwater te voldoen. In beschouwing genomen zijn de volgende alternatieve type projecten:

- uitbreiding winning grondwater;
- overgaan op diepte-infiltratie;
- uitbreiding oever-grondwaterwinning;
- uitbreiding open voorraadvorming en zuivering van oppervlakte-

water;

- overgaan op ontziltning brak grondwater;
- overgaan op ontziltning zout grondwater;
- een vermindering van de vraag naar water.

Deze alternatieven zijn geconcretiseerd tot een groot aantal mogelijke projecten, welke vervolgens op verschillende wijze werden gecombineerd tot oplossingsrichtingen voor de gehele provincie. Op grond van een globale schatting van de kosten en effecten op het natuurlijk milieu heeft een selectie plaats gevonden van de meest belovende richtingen. Deze zijn vervolgens nader onderzocht op hun kosten, veiligheidsrisico's, drinkwaterkwaliteit en effecten op het natuurlijk milieu, landschap en recreatie.

Aan de te hanteren voorspellingsmethoden werd een scala van verschillende eisen gesteld. Enerzijds waren globale methoden noodzakelijk voor een selectie van veelbelovende richtingen, anderzijds waren ook gedetailleerde voorspellingen nodig omdat het de bedoeling was te komen tot concrete uitvoeringsplannen waarin ook uitspraken worden gedaan over de meest geschikte locatie van deelprojecten. Daarbij dienden de effecten zodanig te worden aangegeven dat een afweging tussen belangen kon plaatsvinden.

Voor de eerste selectie van veelbelovende richtingen is gebruik gemaakt van een globale methode om de effecten op het natuurlijk milieu in te schatten. Hierbij had in principe gebruik gemaakt kunnen worden van de ecosysteemmethode, die echter op dat moment nog niet ontwikkeld was. In plaats daarvan is gebruik gemaakt van een globale methode waarbij projecten in een rangorde zijn geplaatst op grond van geschatte effecten ten aanzien van afzonderlijke aspecten of componenten.

Voor de uiteindelijke afweging tussen de projecten op grond van de effecten op het natuurlijk milieu is gebruik gemaakt van de in hoofdstuk 3 beschreven voorspellings- en beoordelingsmethoden. Omdat de afzonderlijke deelprojecten onderling veel op elkaar lijken (bijvoorbeeld oppervlaktewater-infiltratieprojecten gelokaliseerd in verschillende duingebieden) hebben naast voorspellingen met behoud van de ecosysteemmethode ook gedetailleerdere voorspellingen plaatsgevonden met betrekking tot de vegetatie en de broedvogels.

Van de methode om effecten op het landschap te bepalen is zowel gebruik gemaakt om de meest gunstige inpassing van deelprojecten in

het landschap te bepalen als om effecten van de binnen de deelprojecten gekozen inrichtingsvarianten op de verschijningsvorm en het functiepatronen van het landschap te voorspellen en te beoordelen.

Dit betekent dat de volgende methoden zijn gehanteerd:

- een globale effectkarakterisering ten behoeve van de selectie van veelbelovende oplossingsrichtingen;
- voorspelling van effecten op het natuurlijk milieu als geheel met behulp van de ecosysteemmethode;
- voorspelling van effecten op de vegetatie met behulp van de ecotopenmethode;
- voorspelling van effecten op de broedvogelstand;
- voorspelling van effecten op verschijningsvorm en het functiepatroon van het landschap.

Al deze methoden zijn in het kader van deze studie ontwikkeld en voor het eerst toegepast.

Benodigde inspanning

Met de totale studie is een bedrag van ruim 3 miljoen gulden gemoeid geweest. De natuurdeelstudie, die grotendeels is uitgevoerd door het CML, heeft, inclusief de ontwikkeling van voorspellingsmethoden, bijna 9 mensjaren gevergd. Daarnaast heeft ook de PPD-ZH een aanzienlijke bijdrage geleverd aan de natuurdeelstudie wat betreft de beschrijving van de uitgangssituatie en de voorspelling van effecten van recreatie op vegetatie en broedvogels in de duinen.

Voor de beschrijving van de uitgangssituatie is voor de vegetatie gebruik gemaakt van het gegevensbestand van de provincie Zuid-Holland. Omdat voor het duingebied gegevens ontbraken is hier door de provincie een aanvullende vegetatiekartering uitgevoerd van ongeveer 600 hectare duingebied. Voor de voorspelling van effecten op de vogelstand is gebruik gemaakt van inventarisatiegegevens van provincie en vrijwilligersorganisaties; in het duingebied zijn in samenwerking met vogelwerkgroepen aanvullende inventarisaties uitgevoerd.

Uitgesplitst naar onderdelen levert dit het volgende beeld op van de inspanning die met de natuurdeelstudie gemoeid is geweest (inclusief methode-ontwikkeling):

<u>CML:</u>	Globale effectkarakterisering	27 maanden
	Ecosysteemmethode	10 maanden
	Effecten op landschap	15 maanden
	Effecten op broedvogels	20 maanden
	Effecten op de vegetatie	34 maanden
	Totaal	107 maanden
<u>PPD:</u>	Kartering duingebied	57 maanden
	Effecten recreatie	18 maanden
	Totaal	75 maanden

In de uiteindelijke beleidsaanbevelingen van de studie hebben de voorspelde effecten op het natuurlijk milieu een belangrijke rol gespeeld. Een van de belangrijkste uitkomsten van de studie was dat het vanwege negatieve effecten op met name de vegetatie en het landschap wenselijk zou zijn te komen tot een vermindering van de bestaande oppervlaktewaterinfiltratiecapaciteit in het duingebied. Vanwege de negatieve effecten op de broedvogelstand in bepaalde duingebieden zou er overigens niet naar gestreefd moeten worden de capaciteit van oppervlaktewaterinfiltratie volledig tot nul terug te brengen.

De vermindering aan oppervlaktewaterinfiltratiecapaciteit in het duingebied en de toenemende vraag naar drinkwater bleek zonder ernstige konsekwenties voor kosten of veiligheid te kunnen worden gekompenseerd door een betere benutting van de bestaande capaciteit voor oppervlaktewaterzuivering en door over te gaan op de voor het natuurlijk milieu naar verwachting minder schadelijke methode van diepte-infiltratie. Bij de invulling van projecten buiten de duinen hebben de resultaten van de natuurdeelstudie (inklusief de studie naar effecten op het landschap) onder meer een rol gespeeld bij de keuze van locaties.

Een groot deel van de aanbevelingen uit de studie zijn door de provincie overgenomen in haar toekomstige beleid.

4.2.2 Beleidsanalyse kustverdediging Texel

Doel van de studie was een voorspelling van de mate van kustafslag en de effecten hiervan op het natuurlijk milieu, de recreatie en

de drinkwatervoorziening van het eilanden, en een analyse van mogelijke beleidsmaatregelen om de kust te verdedigen. Doel van de natuurdeelstudie was het aangeven van effecten op het natuurlijk milieu van kustafslag en van mogelijke verdedigingsmaatregelen, zodanig dat een afweging met andere belangen (kosten van verdedigingsmaatregelen, recreatiebelangen en drinkwatervoorziening) mogelijk werd.

Om een afweging van de belangen mogelijk te maken werd de kust verdeeld in een aantal kustvakken die worden gekarakteriseerd door een bepaalde (verwachte) mate van kustafslag en door de functie die het kustvak vervult ten aanzien van de belangen van natuur, recreatie, drinkwatervoorziening en veiligheid.

Omdat de kustvakken kwa natuurlijk milieu en aard van de beschouwde ingrepen onderling sterk op elkaar lijken was een voorspellingsmethode nodig met een groot onderscheidend vermogen. Daarom is naast het gebruik van de ecosysteemmethode, die diende als methode om effecten op het ecosysteem als geheel weer te geven, gekozen voor een gedetailleerdere voorspelling van de effecten op de vegetatie met behulp van de ecotopenmethode. Deze keuze voor de vegetatie wordt ingegeven door het feit dat de vegetatie een belangrijke natuurwaarde vertegenwoordigt en rechtstreeks wordt beïnvloed door de effecten van kustafslag. De effecten op de vogelstand zijn vooral het gevolg van biotoopveranderingen en kunnen evenals de veranderingen in micro- en macrogradiënten worden weergegeven met de ecosysteemmethode, waarbij de effecten worden afgeleid uit de voorspelde verschuivingen tussen ecotooptypen.

Benodigde inspanning

In totaal heeft de beleidsanalyse kustverdediging Texel ruim 1 miljoen gulden gekost. Aan de natuurdeelstudie is een bedrag van ongeveer 180.000 gulden gespendeerd. Binnen de natuurdeelstudie is een vegetatie-kartering uitgevoerd van ongeveer 550 hectare duingebied die het meest door kustafslag werd bedreigd, aanvullend is ongeveer 150 hectare duingebied beschreven op grond van bestaande vegetatie-inventarisatiegegevens.

Binnen de natuurdeelstudie zijn de volgende taken uitgevoerd:

ECOTOPENMETHODE:

kartering 550 hectare duingebied	5 maanden
beschrijving uitgangssituatie	3 maanden
opstellen IER	3 maanden
specificatie ingrepen	2 maanden
voorspelling en beoordeling	4 maanden

ECOSYSTEEM:

3 maanden

RAPPORTAGE en OVERLEG

5 maanden

TOTAAL:

 25 maanden
Resultaten van de natuurdeelstudie

De resultaten van de natuurdeelstudie hebben een belangrijke rol gespeeld in de beleidsaanbevelingen en bij de uiteindelijke beslissing van Rijkswaterstaat om het noordelijk deel van het eiland integraal te verdedigen door het uitvoeren van zandsuppleties. In kustvak De Koog heeft het belang van recreatie de doorslag gegeven bij het besluit dit kustvak te verdedigen; in de overige kustvakken waren dat de belangen van natuurbehoud (Muy, Slufter) en die van veiligheid (Noordwest) die de doorslag hebben gegeven. Belangrijk is dat de effecten op het natuurlijk milieu in een cardinale schaal werden weergegeven, zodat een vergelijking met de kosten mogelijk werd. Zou alleen gelet zijn op de absolute grootte van de effecten op het natuurlijk milieu dan had de prioriteit gelegd moeten worden op de verdediging van het zuidwestelijk kustgedeelte. De kosten van verdediging zijn daar echter aanzienlijk hoger zijn dan elders, en de positieve effecten minder zeker, zodat de daar te behalen "natuurwinst" bij een gegeven budget minder groot is dan in het noordelijk kustgedeelte.

4.2.3 Contra-expertise MER-baggersliblokatie

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten en de Stichting Natuur en Milieu. Doel van de studie was de uitwerking van een aantal alternatieven die volgens de partikuliere natuur- en milieubeschermingsinstanties ten onrechte

niet waren opgenomen in de MER 'grootschalige bergingslokatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied'.

In samenwerking met het bureau Hydronamic B.V., dat de civiel-technische aspecten onderzocht, is een drietal varianten uitgewerkt en nader op effecten onderzocht (locaties bij Hoek van Holland, Maasvlakte NW en Maasvlakte Europaweg). Ter vergelijking is een van de varianten uit de officiële MER mee in het onderzoek betrokken. De volgende effecten zijn onderzocht:

- effecten op het ecosysteem met behulp van de ecosysteemmethode;
- effecten op de verschijningsvorm en het functioneren van het landschap;
- effecten op de recreatie.

De totale studieduur bedroeg slechts 5 weken, op de volgende manier verdeeld over de verschillende voorspellingen:

Ecosysteemmethode	3 weken
Effecten op het landschap	1 week
Recreatie-effecten	1 week
Totaal	5 weken

Resultaten van de studie

Hoewel de studie gezien de beschikbare hoeveelheid tijd zeer globaal van aard was konden toch duidelijke uitspraken worden gedaan over een voorkeur ten aanzien van de alternatieven vanuit het oogpunt van natuurbehoud, landschapsbehoud en recreatie. De lokaties die zoveel mogelijk gebruik maken van of aansluiten bij de bestaande Maasvlakte bleken uit oogpunt van natuur- en landschapsbehoud verreweg te verkiezen boven andere lokaties die veel grotere veranderingen in het bestaande kustmilieu te weeg brengen en een grotere invloed uitoefenen op het duingebied van Voorne.

De gemeenschappelijke inspanningen vanuit de partikuliere natuur- en milieubeschermingsorganisaties hebben er toe bijgedragen dat is gekozen voor de vanuit natuur- en milieubehoudsoogpunt meest gunstige variant uit het bestaande MER, dat wil zeggen de variant die het meest aansluit bij de bestaande Maasvlakte. In hoeverre deze studie daaraan feitelijk heeft bijgedragen is evenwel moeilijk aan te geven.

4.3 Conclusie over toepassing in beleidsstudies

Uit de behandelde voorbeelden blijkt dat de door het CML ontwikkelde voorspellings- en beoordelingsmethoden zijn te gebruiken in studies van zeer verschillende omvang en zeer verschillende aard. De ruime toepasbaarheid van de methoden hangt samen met het feit dat:

- er methoden van verschillend integratieniveau's beschikbaar zijn zodat gekozen kan worden voor die methode die het beste aansluit bij het gewenste onderscheidend vermogen van de studie;
- de ingreep-effect-relaties een zodanige vorm hebben dat gebruik kan worden gemaakt van alle beschikbare kennis over effecten, of het nu gaat om gedetailleerd proces-onderzoek, vergelijkend correlatief onderzoek of globale deskundigenschattingen.

In de opeenvolgende studies is er sprake geweest van een steeds verdere ontwikkeling van methoden. Het gevolg daarvan is dat de benodigde hoeveelheid tijd om methoden toe te passen sterk is afgenomen. In vergelijking met het IODZH, waarbij alle methoden nog moesten worden ontwikkeld, kon in latere studies een veel efficiënter gebruik worden gemaakt van de tijd doordat de methoden reeds ontwikkeld waren en kon worden geprofiteerd van opgedane ervaringen.

Een duidelijk voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van de karteringsmethodiek zoals toegepast ten behoeve van de ecotopenmethode. Waren in de eerste studie (IODZH) nog 57 mens-maanden nodig om 600 hektare te beschrijven, in latere toepassingen van dezelfde methode bleek te kunnen worden volstaan met 5 maanden voor een duingebied van 550 hektare op Texel (Stevens en Melman, 1982), en een periode van 4 maanden voor een duingebied van ongeveer 230 hektare op Goeree (Weslinga en Van Wijngaarden, 1984). Ook de methoden voor verwerking van provinciale flora- en vegetatie-inventarisatiegegevens hebben een soortgelijke ontwikkeling meegemaakt.

Een opgave van de hoeveelheid tijd die per methode nodig is, is daarom slechts onder voorbehoud te maken, en alleen voor die methoden waarmee relatief veel ervaring is opgedaan, namelijk de ecosysteem- en de ecotopenmethode. In bijlage 5 is per studie-onderdeel de benodigde hoeveelheid tijd in mensmaanden ingeschat. Op grond van deze specificaties kan voor een aantal voorbeeldsituaties een schatting van de tijdsinspanning per methode worden gemaakt (zie tabel 5).

oppervlakte studiegebied (ha)	oppervlakte natuur- gebied daarbinnen	gebruik van bestaande inventarisatiegegevens ?	aantal ingrepen	tijdsinspanning ecotopenmethode (maanden)	tijdsinspanning ecosys- teemethode (maanden)
500	500	-	1	12	2
500	500	-	4	17	3
2000	200	-	1	12	3
2000	200	-	4	19	5
2000	nvt	+	1	6	3
2000	nvt	+	4	10	5
20.000	nvt	+	1	12	5
20.000	nvt	+	4	17	8

Tabel 5 Geschatte tijdsinspanning ecotopen- en ecosysteemmethode, afhankelijk van de grootte van het studiegebied, de oppervlakte aan natuurgebied daarbinnen, het aantal type ingrepen dat in beschouwing wordt genomen en de mogelijkheid om gebruik te maken van bestaande inventarisatiegegevens.

4.4 Verdere ontwikkeling van de methoden

Voor de toekomstige toepassingen van de voorspellingsmethoden is een aantal verdere ontwikkelingen van belang:

- verdere ontwikkeling van het ecotopensysteem;
- verdere ontwikkeling van de ecosysteemmethode;
- opbouw databestand van landschapsecologische gegevens in kader van LKN-project van de Rijksplanologische Dienst.

Verdere ontwikkeling ecotopensysteem

In opdracht van de RPD wordt gewerkt aan de verdere ontwikkeling van het ecotopensysteem, speciaal gericht op het verwerken van provinciale flora- en vegetatie-inventarisatiegegevens. In de eerste fase van dit onderzoek zijn alleen in het Randstadgebied voorkomende ecotootypen beschreven aan de hand van opnamen en literatuurgegevens, en

zijn computerprogramma's ontwikkeld voor de vertaling van inventarisatiegegevens van de provincie Zuid-Holland, Utrecht en Noord-Holland naar ecotooptypen (Runhaar e.a. 1985). Met behulp van de ontwikkelde programmatuur kan voor de beschrijving van de uitgangssituatie, zoals die plaatsvindt in de ecotopenmethode, rechtstreeks gebruik worden gemaakt van de verschillende soorten provinciale karteringsgegevens.

In een naar verwachting binnenkort te starten vervolgproject zal het ecotopensysteem verder worden uitgewerkt voor andere delen van Nederland en zullen ook hier gecomputeriseerde vertaalsleutels worden opgesteld voor aanwezige provinciale flora- en vegetatie-inventarisatiegegevens. Dit project start medio 1986, de resultaten zullen begin 1987 beschikbaar zijn.

Binnen het onderzoeksprogramma van het CML ligt het in de bedoeling het ecotopensysteem zodanig verder uit te werken dat ook aquatische typen volledig kunnen worden beschreven. Gedeeltelijk zal deze uitwerking kunnen plaatsvinden binnen fase II van het RPDproject, namelijk voor zover het gaat om ecotooptypen waarin de hogere plantengroei een belangrijke rol speelt. Deels zal gezocht moeten worden naar andere opdrachtgevers, met name waar het gaat om de beschrijving van aquatische ecosystemen waarin hogere waterplanten nauwelijks of geen rol spelen.

Ook wordt gezocht naar financiering voor een project waarbij de indeling in kenmerkklassen voor terrestrische ecotooptypen zal worden getoetst en nader onderbouwd met behulp van onafhankelijk van de vegetatie te meten abiotische grootheden als grondwaterstand, vochtleverend vermogen van de bodem, kalkgehalte e.d.

Verdere ontwikkeling ecosysteemmethode

In opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne is een onderzoek uitgevoerd naar het mogelijk gebruik van de ecosysteemmethode bij het opstellen van milieuscenario's, als hulpmiddel bij het opstellen van provinciale milieu-beleidsplannen (Canter 1984). Als proefgebied is gekozen voor het noordelijk deel van de provincie Gelderland; binnen dat gebied is met behulp van de ecosysteemmethode voorspeld welke veranderingen zich in het natuurlijk milieu zullen voordoen bij een scenario gebaseerd op een voortzetting van het huidige beleid (basisscenario).

Voor dit doel is de methode zodanig uitgewerkt dat effecten van alle binnen het basisscenario verwachte ontwikkelingen in uiteenlopende sectoren als recreatie, woningbouw, verkeer, landbouw, natuurbeheer en dergelijke worden weergegeven in de mate van aantasting of versterking van de gekozen ecosysteemkenmerken. De ontwikkelingen zijn daartoe eerst herleid tot ingrepen in het natuurlijk milieu (verharding, bebouwing, grondwaterstandsaling, rustverstoring en dergelijke). Vervolgens zijn op grond van opgestelde richtlijnen de ingrepen vertaald in mate van aantasting/versterking van de betreffende kenmerken.

Uit de toepassing in het proefgebied blijkt dat effecten van fysieke ingrepen (vergraving, bebouwing, wateronttrekking, verstoring, versnippering) op provinciaal niveau goed kunnen worden weergegeven met de ecosysteemmethode. De effecten van 'milieuhygiënische' ingrepen (verzuring, eutrofiëring en vergiftiging) blijken voorsnog minder goed in de termen van de gekozen kenmerken te kunnen worden weergegeven.

In een vervolgstudie (Murk en Udo de Haes, 1986) wordt aangegeven dat effecten van verzuring en eutrofiëring wel kunnen worden weergegeven met behulp van de ecosysteemmethode wanneer de ingrepen voldoende nauwkeurig zijn gespecificeerd. Voor het beschrijven van de effecten van de verspreiding van milieugevaarlijke stoffen lijkt de ecosysteemmethode echter minder geschikt, omdat een groot deel van de (bekende) effecten zich afspeelt op een laag organisatie-niveau (het niveau van afzonderlijke organismen of zelfs op cellulair of moleculair niveau), terwijl nog weinig bekend is over de doorwerking van toxische effecten van stoffen in het ecosysteem. Recent is daarom als aanvulling op de ecosysteemmethode een methode ontwikkeld om potentiële milieurisico's van milieugevaarlijke stoffen weer te geven (Murk en Udo de Haes 1986, de Groot en Murk 1986).

Landschapsecologische Kartering Nederland

Ten behoeve van de planning op rijksniveau is door de RPD een onderzoek opgezet om te komen tot een nationaal databestand van landschapsecologische gegevens (Veelenturf e.a., 1985). Het is de bedoeling dat per gridcel van 1 vierkante kilometer voor de planning op rijksniveau relevante landschapsecologische gegevens worden opgeslagen, zoals informatie over bodemtype en grondwaterstand, informatie over de

vegetatie in de vorm van ecotooptypen, en informatie over de fauna in de vorm van het voorkomen van soorten. De landschapsoecologische kartering is met name interessant als mogelijke bron van gegevens bij toekomstige studies op nationaal schaalnivo.

Het project wordt uitgevoerd door de RPD in samenwerking met de STIBOKA en het CML. Het CML is betrokken bij het ontwikkelen van de methodiek voor het project als geheel en is verantwoordelijk voor de verwerking van gegevens die betrekking hebben op vegetatie en fauna.

Voor de opbouw van het databestand wordt gebruik gemaakt van bestaande gegevens, onder andere van provinciale inventarisaties. Bij de verwerking van provinciale flora- en vegetatie-inventarisatie gegevens wordt gebruik gemaakt van de in het kader van het ecotopen-project ontwikkelde programmatuur.

4.5 Overdraagbaarheid methodieken

Bij de hiervoor gepresenteerde methoden is geen sprake van kant en klare modellen die zonder meer overdraagbaar zijn, maar van methoden die aangepast kunnen worden aan de omvang en vraagstelling van uit te voeren beleidsstudies. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van ervaring die in voorgaande studies is opgedaan, maar blijft de noodzaak bestaan om de methode aan te passen aan het type ingrepen dat in beschouwing wordt genomen en aan de aard van het studiegebied.

Bij de meest geformaliseerde methode, de ecotopenmethode, is overigens wel sprake van onderdelen uit de methode die zonder al te grote aanpassingen rechtstreeks kunnen worden overgenomen. Het gaat hier met name om de programmatuur voor de vertaling van inventarisatiegegevens naar ecotooptypen, en de procedures ontwikkeld voor de voorspelling en beoordeling van effecten.

Van belang bij de toepassing van de voorspellingsmethoden is verder dat de methoden goed aansluiten op het soort gegevens zoals dat op dit moment door de RPD ten behoeve van de planning op nationaal schaalniveau wordt verzameld in het kader van de Landschapsecologische Kartering Nederland. Bij deze kartering, waaraan ook door het CML wordt meegewerkt, wordt bijvoorbeeld ook informatie opgeslagen over het voorkomen van ecotooptypen per landschapselement per vierkante kilometer.

5 TOEPASSING IN WATERHUISHOUDINGSSTUDIES

5.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is al uitgebreid ingegaan op de toepassing van door het CML ontwikkelde voorspellingsmethoden in geïntegreerde beleidsstudies (IODZH en KUSTEX) gericht op respectievelijk de effecten van drinkwaterwinningsprojecten en van kustafslag. In dit hoofdstuk zal vooral worden ingegaan op mogelijke nieuwe toepassingen binnen het WL-takenpakket.

Een potentieel nieuw toepassingsgebied wordt onder meer gevormd door waterkwaliteits- en kwantiteitsstudies die een belangrijk deel vormen van het toegepaste onderzoek van de afdeling Waterbeheer en Milieu van het Waterloopkundig Laboratorium. In dit soort studies wordt steeds meer aandacht besteed aan effecten op het natuurlijk milieu.

In het verleden zijn waterkwantiteits- en kwaliteitsstudies meestal gescheiden van elkaar uitgevoerd. Zowel op nationaal niveau als regionaal nivo bestaat de tendens om te komen tot een meer integraal waterbeleid, waarin zowel met kwantiteits- als kwaliteitsaspecten rekening wordt gehouden, en waarin meer aandacht wordt besteed aan het ecologisch functioneren van aquatische systemen.

Een stimulerende rol speelt daarbij de nota 'Omgaan met water' die onlangs is uitgebracht door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. In de nota wordt gepleit in de toekomst te komen tot een meer integraal waterbeheer. Daarbij staat het concept 'Watersysteem' als eenheid waarbinnen die integratie moet plaatsvinden centraal. Een watersysteem is:

'een geografisch afgebakend, samenhangend en functionerend geheel van oppervlaktewater, grondwater, onderwaterbodems, oevers en technische infrastructuur, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen'.

In de nieuwe watersysteembenadering wordt getracht om uit te gaan van de verschillende functies die watersystemen (kunnen) vervullen. Daarbij wordt ook expliciet rekening gehouden met de functie 'natuur'.

Er van uitgaande dat deze benadering de komende jaren verder zal worden uitgewerkt, en ook een belangrijke rol zal spelen in de door het WL uit te voeren onderzoeken, zal in het volgende worden aangegeven hoe voorspellingen ten aanzien van het natuurlijk milieu kunnen worden ingepast in waterhuishoudingsstudies die gericht zijn op een integraal waterbeheer en waarin zowel met waterkwantiteits- als waterkwaliteitsproblemen rekening wordt gehouden. Daarbij wordt uitgegaan van de specifieke eisen die dergelijke integrale waterhuishoudingsstudies stellen aan te hanteren voorspellingsmethoden.

Opgemerkt moet worden dat het uitgaan van het integrale karakter van een studie leidt tot andere keuzes dan wanneer wordt uitgegaan van de afzonderlijke onderdelen van een studie. Wat betreft de voorspellingsmethoden is niet zo zeer van belang welke methode het meest nauwkeurig de veranderingen in een bepaald deelsysteem beschrijft, maar welke methode resultaten oplevert die het beste kunnen worden ingepast in het kader van de gehele studie.

In het volgende zal worden aangegeven in hoeverre de door het CML ontwikkelde methoden juist in zo'n geïntegreerde benadering kunnen worden ingepast. Daarbij zal eerst worden ingegaan op het gebruik in waterhuishoudingsstudies op nationaal niveau. Daarbij wordt gedacht aan studies die qua omvang te vergelijken zijn met de PAWN-studie, maar daarvan afwijken doordat meer aandacht wordt besteed aan het ecologisch functioneren van watersystemen en meer aandacht wordt besteed aan waterkwaliteitsaspecten. Daarna zal worden aangegeven in hoeverre waterhuishoudingsstudies op regionaal niveau andere eisen stellen aan te hanteren voorspellingsmethoden, en hoe hieraan kan worden voldaan.

5.2 Toepassing in waterhuishoudingsstudies op nationale schaal

In het volgende zal worden aangegeven welke eisen waterhuishoudingsstudies op nationale schaal stellen aan te hanteren voorspellingsmethoden, en in hoeverre de door het CML ontwikkelde voorspellingsmethoden aan deze eisen voldoen. Vervolgens wordt een beeld geschetst hoe een voorspelling van de effecten op het natuurlijk milieu kan plaatsvinden met behulp van o.a. de door het CML ontwikkelde methoden, en welke aanpassingen daarvoor nodig zijn.

Eisen te stellen aan voorspellingsmethoden

Bij waterhuishoudingsstudies gericht op een integraal waterbeheer zijn twee vormen van integratie te onderscheiden: De eerste betreft de integratie van functies. Aandacht wordt besteed aan de verschillende functies die watersystemen (inclusief landsystemen waar het grondwater een essentieel onderdeel van uitmaakt) kunnen vervullen, dus niet alleen als medium voor scheepvaart of als bron voor irrigatiewater, maar ook als leefmilieu voor organismen en als omgeving voor recreatie. De tweede vorm van integratie heeft betrekking op de integratie van componenten. Uitgaan wordt van watersystemen als samenhangende gehelen van oppervlaktewater, grondwater, onderwaterbodems, oevers en technische infrastructuur, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen.

Deze integratie van functies en van ruimtelijke componenten stelt de volgende eisen aan de te hanteren voorspellingsmethoden ten aanzien van het natuurlijk milieu:

- ten einde een afweging mogelijk te maken tussen verschillende, onderling vaak strijdige functies van watersystemen zal het noodzakelijk zijn maten te vinden die aangeven in hoeverre aan de verschillende functies tegemoet wordt gekomen. Ook voor de functie 'natuur' zal gezocht moeten worden naar parameters om de mate van functieervulling vanuit het oogpunt van natuurbehoud weer te geven;
- daarbij is er behoefte aan een methode om effecten op watersystemen als geheel weer te geven, waarbij rekening wordt gehouden met alle erin voorkomende levensgemeenschappen en waarbij reke-

ning wordt gehouden met de samenhang met het fysische en chemische milieu.

Daarnaast wordt ook een aantal eisen aan de voorspellingsmethoden gesteld die samenhangen met het schaalniveau van de studie en de aard van de ingrepen:

- effecten van verschillende ingrepen in onderling sterk verschillende ecosystemen moeten kunnen worden voorspeld en onderling vergeleken (bijvoorbeeld effecten grondwaterstands daling in terrestrische systemen en waterkwaliteitsverandering in aquatische systemen) ;
- de methode dient gezien de omvang van het studiegebied niet arbeidsintensief te zijn en zo veel mogelijk gebruik te maken van bestaande gegevens.

Hoe met gebruikmaking van door het CML ontwikkelde methodieken kan worden voldaan aan deze onderling soms strijdige eisen wordt in het volgende behandeld. Waar nodig zal ook worden verwezen naar andere methoden.

Te hanteren voorspellingsmethoden

Om effecten op watersystemen als geheel weer te geven, waarbij rekening wordt gehouden met de onderlinge samenhang tussen de componenten, en om deze effecten samen te vatten, zou gebruik kunnen worden gemaakt van een aan de waterhuishoudingsstudies aangepaste versie van de ecosysteemmethode. Dat houdt in dat een watersysteem wordt beschreven aan de hand van kenmerken die zowel betrekking hebben op het biotische als het abiotische deel van watersystemen, en die de onderlinge relaties tussen componenten in de vorm van patronen en processen beschrijven. De mate van verandering in functie vervulling kan vervolgens worden weergegeven als de mate waarin de mate van differentiatie en/of natuurlijkheid van watersysteemkenmerken wordt aangetast.

Het onderscheidend vermogen van de zelfstandig gebruikte ecosystememethode is bij toepassing in waterhuishoudingsstudie op nationale schaal te klein omdat vaak sprake is van vergelijkbare ingrepen in soms ook onderling op elkaar gelijkende gebieden. Dit betekent dat naast de voorspellingen met behulp van de ecosystememethode gedetailleerdere voorspellingen nodig zijn ten aanzien van die aspecten en componenten van het ecosysteem die het meest door de ingrepen worden

beïnvloed en vanuit natuurbehoudsoogpunt voldoende relevant worden geacht. In een eerste fase van het onderzoek, bij de selectie van veelbelovende alternatieven, zou de ecosysteemmethode wel als zelfstandige (globale) methode gehanteerd kunnen worden, mogelijk in combinatie met de globale soortsmethode uit par. 3.4.1.

Ten aanzien van welke aspecten of componenten van het ecosysteem gedetailleerdere voorspellingen nodig zijn hangt, behalve van de natuurbetekenis, vooral af van de mate waarin het betreffende aspect of de component wordt beïnvloed en van het onderscheidend vermogen dat gewenst is. Gezien de aard van de ingrepen (waterkwaliteitsverandering, grondwaterstandsaling en veranderingen in stromingspatronen) zullen in ieder geval gedetailleerdere voorspellingen nodig zijn van effecten op terrestrische vegetaties en op de flora en fauna van aquatische ecosystemen.

In watersystemen die grotendeels of geheel bestaan uit terrestrische systemen en uit kleinere wateren kan een groot deel van de effecten worden voorspeld met behulp van de ecotopenmethode. Omdat de genoemde ingrepen leiden tot aanzienlijke veranderingen in het abiotische milieu (vochttoestand, trofietoestand, stroming, alkaliniteit en dergelijke) laten de biotische effecten zich hier goed beschrijven in de vorm van verschuivingen tussen kenmerkklassen uit het ecotopenstelsel. Een gedetailleerdere voorspelling ten aanzien van afzonderlijke plantensoorten voor de beschrijving van effecten in deze watersystemen lijkt -gezien het gewenste onderscheidend vermogen in studies op nationaal schaalniveau- niet noodzakelijk. Door de terrestrische systemen en kleinere aquatische systemen te beschrijven aan de hand van ecotooptypen kan worden volstaan met minder gedetailleerde informatie over de uitgangssituatie, hetgeen van belang is bij de beschrijving van de uitgangssituatie in die gebieden waarvan slechts weinig inventarisatiegegevens beschikbaar zijn.

In watersystemen die grotendeels of geheel bestaan uit grotere wateren (bijvoorbeeld het IJsselmeer of de Delta-wateren) zijn de veranderingen in het abiotisch milieu minder groot en laten de effecten zich nauwelijks beschrijven in de vorm van verschuivingen tussen ecotooptypen. In deze wateren is als aanvulling op de voorspellingen met behulp van de ecosysteemmethode vooral gedetailleerdere informatie nodig over veranderingen in proceskenmerken, bijvoorbeeld veranderingen in trofie- en suprobie-toestand. Daarbij kan gebruik worden

gemaakt van de modellen die door het WL zijn ontwikkeld om processen in dergelijke wateren te voorspellen (CHARON, BLOOM). Vanwege de goede aansluiting bij de in de ecosysteemmethode gehanteerde proceskenmerken kunnen de voorspellingsresultaten rechtstreeks worden vertaald in mate van aantasting/versterking van ecosysteemkenmerken.

Wat betreft veranderingen in de fauna dient onder meer rekening te worden gehouden met veranderingen in de vogelstand. Gedacht kan worden aan effecten van waterkwaliteitsverandering op (overwinterende) watervogels in grotere waterbekkens als het IJsselmeer of het Grevelingenmeer, en effecten van peilverlaging en daarmee samenhangende veranderingen in landbouwkundig beheer op weidevogels. De effecten kunnen slechts ten dele worden voorspeld met behulp van de in paragraaf 3.5.1 beschreven methode voor voorspelling van effecten op de broedvogelstand via veranderingen in biotooptype. Veel effecten zijn het gevolg van veranderingen die zich binnen een bepaald biotooptype voordoen. In die gevallen dienen rechtstreeks op soortsniveau ingreep-effect-relaties te worden opgesteld (zie paragraaf 3.5.2.).

De voorspellingen ten aanzien van ecotootypen, proceskenmerken in grotere wateren en (avi)fauna kunnen in principe worden gehanteerd als aanvullend op de voorspellingen op ecosysteemniveau. Omdat in verschillende typen watersystemen sprake is van verschillendsoortige aanvullende voorspellingen lijkt het echter voor de vergelijking van effecten zinniger om deze voorspellingen te integreren in een voorspelling van effecten op het ecosysteem als geheel. Daartoe kan gebruik worden gemaakt van een aangepaste versie van de ecosysteemmethode, waarin behalve met effecten op ecosysteemniveau ook rekening wordt gehouden met effecten op lager organisatieniveau. In de praktijk betekent dit dat bij het kenmerk 'opbouw levensgemeenschappen' niet alleen met de diversiteit en ongestoordheid van levensgemeenschappen, maar ook met de zeldzaamheid van soorten of groepen soorten wordt rekening gehouden.

In deze benadering worden de aanvullende voorspellingen vooral gehanteerd als onderbouwing voor de voorspelling van effecten op het ecosysteem als geheel met behulp van de ecosysteemmethode. De voorspellingen ten aanzien van ecotootypen kunnen dienen als onderbouwing van de voorspelling van effecten op microgradiënten, vegetatiestructuur en opbouw levensgemeenschappen; de voorspellingen ten aanzien van processen kunnen dienen als onderbouwing voor een voorspelling van

effecten op de abiotische huishoudingen (vooral de stoffenhuishouding) van grotere wateren; de voorspelde effecten op de (avi)fauna kunnen dienen als onderbouwing voor de voorspelling van effecten op de opbouw van levensgemeenschappen.

Dit leidt er toe dat voorlopig de volgende combinatie van methoden de meest zinvolle lijkt:

- de zelfstandig gebruikte (globale) ecosysteemmethode, eventueel aangevuld met de globale soortsmethode ten aanzien van de plantengroei, voor de selectie van veelbelovende alternatieven;
- de ecotopenmethode om effecten op terrestrische systemen en kleinere aquatische systemen weer te geven;
- deterministische modellen om effecten binnen aquatische systemen te voorspellen voor grotere wateren;
- voorspelling effecten op vogels afgeleid uit veranderingen in biotooptypen of rechtstreeks met behulp van ingreep-effect-relaties.
- de ecosysteemmethode als methode om voorspellingen van een lager organisatieniveau te vertalen in mate van aantasting/versterking van (ecosysteem)kenmerken van watersystemen, en te completeren tot een voorspelling van effecten op het ecosysteem als geheel.

Indeling studie naar organisatieniveau en schaalniveau

Toepassing van de hiervoor genoemde methoden vereist ook een bepaalde ordening naar organisatieniveau en schaal van de ruimtelijke eenheden die worden gehanteerd binnen de studie. Deze ordening zal worden toegelicht aan de hand van het schema in figuur 14.

Het hoogste organisatie- en schaalniveau is dat van nationale watersystemen, grote ruimtelijke eenheden die worden gekenmerkt door een bepaalde herkomst van het water en een bepaald patroon in aan- en afvoer van water. Het is op dit organisatieniveau dat uiteindelijk de verschillende voorspellingen ten aanzien van afzonderlijke onderdelen van het watersysteem dienen te worden geïntegreerd en te worden geëvalueerd vanuit het oogpunt van natuurbehoud.

Voor een goede voorspelling van effecten op het natuurlijk milieu zal het nodig zijn om de veranderingen in de waterhuishouding nader te specificeren. Daarvoor is een onderverdeling nodig naar functionele eenheden waarbinnen de waterdistributie plaatsvindt. Deze eenheden

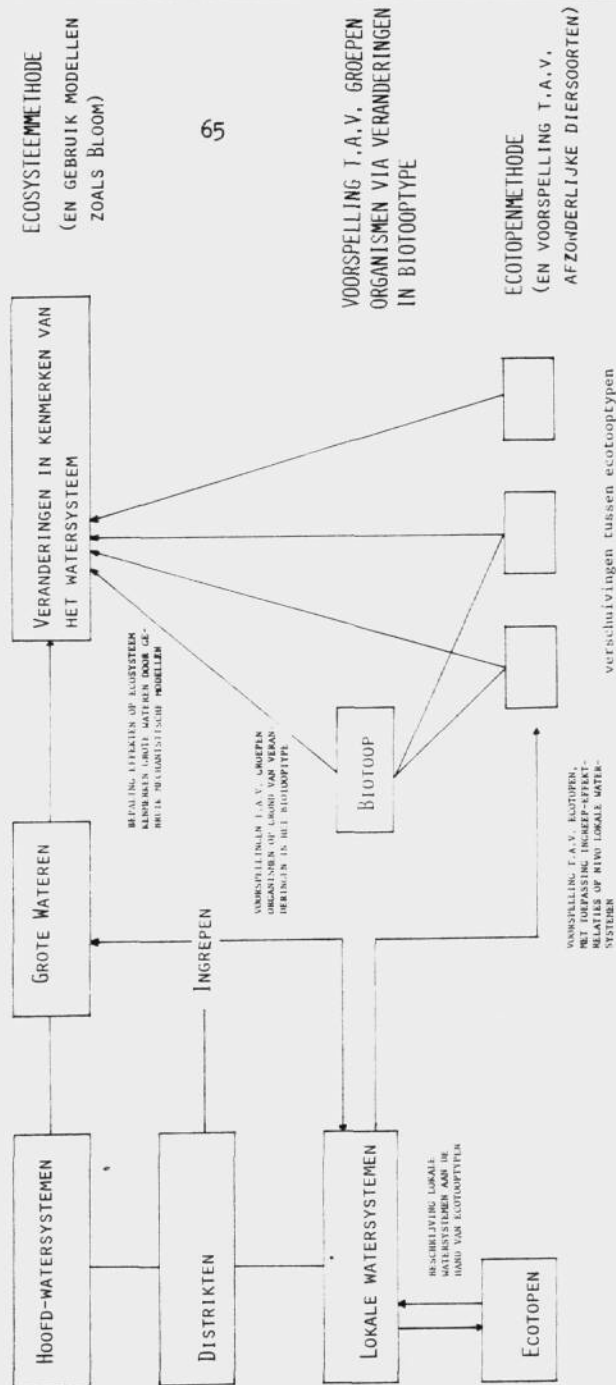
KENMERKEN:

Berkomst water, aard aan- en afvoer van water

Beheers eenheden distributie van water.

Geomorfologie, gebruikswijze en waterhuishouding.

(a)biotische factoren bepalend voor aard levensgemeenschap.



Figuur 14 Waterhuishoudingsstudie op nationale schaal. Mogelijke indeling naar ruimtelijke eenheden en overzicht van de te hanteren voorspellingsmethoden. Uitleg zie tekst.

komen grofweg overeen met de districten uit de PAWN-studie. De indeling in de distrikten dient vooral om via modellering van waterstromen de ingrepen nader te specificeren.

Een verdere onderverdeling naar locale watersystemen is nodig voor de voorspelling van effecten van ingrepen in kleinere wateren en terrestrische milieus. Deze locale watersystemen komen ongeveer overeen met "plots" uit de PAWN-studie en bestaan uit samenhangende eenheden met een gemeenschappelijke waterhuishouding en bodemtype en eenzelfde beheer. Ze dienen ten aanzien van de genoemde kenmerken zodanig homogeen te zijn dat het mogelijk is generaliserende uitspraken te doen over effecten van ingrepen als grondwaterstandsdeling of inlaat van gebiedsvreemd water binnen een bepaald type lokaal watersysteem.

De grootte van dergelijke locale watersystemen zal sterk afhangen van de aard van de ingrepen en de variatie aan bodemtypen en beheer binnen een onderzoeksgebied, en zal waarschijnlijk variëren tussen minimaal enkele tientallen hektaren en maximaal enkele honderden vierkante kilometers. Om de gedachten te bepalen is in bijlage 7 een hypothetische indeling in locale watersysteemtypen gegeven.

Het laagste niveau wordt gevormd door ecotopen. Deze worden niet gehanteerd als zelfstandige ruimtelijke eenheden, maar dienen om de locale watersystemen nader te omschrijven, en als eenheden waarin de effecten worden weergegeven. Alleen voor zover binnen locale watersystemen voor de effectvoorspelling relevante verschillen tussen landschapselementen bestaan, wordt nader aangegeven waar de ecotooptypen voorkomen, bijvoorbeeld in de oevers of in de percelen. Voor de beschrijving van de locale watersystemen aan de hand van ecotooptypen kan gebruik worden gemaakt van het soort gegevens zoals dat in het databestand van de Landschapsecologische Kartering Nederland wordt opgeslagen (zie paragraaf 4.4). Daarbij wordt per kilometerhok en per landschapselement aangegeven welke ecotooptypen voorkomen. Alleen waar ingrepen plaatsvinden met een zeer lokaal karakter is het nodig om ecotopen te hanteren als zelfstandige ruimtelijke eenheden.

Voor grote nationale wateren als de rivieren, het IJsselmeer, de Waddenzee, de Deltawateren en de Noordzee, waarin effecten worden voorspeld op basis van modelberekeningen, is bovenstaand schema minder relevant omdat het gaat om grote gebieden die ongeveer homogeen zijn wat betreft de kenmerken die worden gehanteerd bij de indeling in

distrikten, locale watersystemen en ecotopen.

Op welk schaalniveau voorspellingen ten aanzien van vogels en eventueel ander diergroepen plaatsvinden is afhankelijk van de aard van de optredende effecten. Effecten op overwinterende watervogels bijvoorbeeld kunnen het beste worden voorspeld op het schaalniveau van watersystemen, door effecten af te leiden uit veranderingen in onder meer het trofieniveau binnen deze watersystemen. Effecten van ontwatering en intensivering in landbouwgebieden kunnen het beste op het schaalniveau van locale watersystemen worden voorspeld door ingreep-effect-relaties op te stellen die per type lokaal watersysteem aangeven welke veranderingen bij een bepaalde ingreep zullen plaatsvinden.

Benodigde invoer voorspelling effecten op natuurlijk milieu

In de PAWN-studie was de specificatie van de ingrepen meer toegespitst op het voorspellen van effecten op de landbouw dan op het voorspellen van effecten op de natuur. Bovendien werd het ecologisch functioneren van gebieden met een andere hoofdbestemming dan de functie 'natuur' buiten beschouwing gelaten.

Een beleidsstudie waarin meer de nadruk zal komen te liggen op de mate waarin het natuurlijk functioneren van watersystemen wordt aangetast of versterkt stelt ook hogere eisen aan de mate waarin de ingrepen worden gespecificeerd en aan de gegevens die nodig zijn voor de beschrijving van de uitgangssituatie.

Voor een voorspelling van effecten op het natuurlijk milieu op het niveau van locale watersystemen zijn de volgende ingrepen van belang:

- grondwaterstandsaling (respektievelijk -stijging)
- verandering waterkwaliteit:
 - . verandering trofie
 - . verandering saprobie
 - . verandering alkaliniteit
 - . verandering saliniteit
- verandering in toevoer:
 - . verandering in kwel
 - . verandering in stroming
- verandering verticale waterbeweging:
 - . verandering getijdeverschillen
 - . verandering seizoensfluctuaties grondwater.

Voor al deze ingrepen geldt dat ze in ieder geval gespecificeerd dienen te zijn op het schaalniveau van lokale watersystemen. In welke mate ingrepen binnenlocale watersystemen verder doorwerken op afzonderlijke ecotopen kan worden afgeleid uit voorbeeldspecificaties, waarin bijvoorbeeld wordt nagegaan hoever gebiedsvreemd water door-dringt in een bepaald type watersysteem (Gilding, 1984), of uit vergeleijkend correlatief onderzoek. Een nadere specificatie van ingrepen binnen een lokaal watersysteem lijkt gezien het schaalniveau van de studie slechts in uitzonderingen mogelijk. Vergeleken met de PAWN-studie zal al een aanzienlijke inspanning nodig zijn om ingrepen te specificeren naar lokale watersystemen.

Wat de beschrijving van de uitgangssituatie betreft zal getracht moeten worden zoveel mogelijk gebruik te maken van bestaande inventarisatiegegevens. Een mogelijke bron van gegevens vormen de provinciale milieu-inventarisaties. Voor de verwerking van de provinciale flora- en vegetatie-inventarisatiegegevens kan daarbij gebruik worden gemaakt van de door het CML ontwikkelde programma's ECOTYP en IPITYP om respectievelijk vegetatieopnamen en streeplijsten te vertalen naar ecotopen en ecotooptypen.

Verdere uitwerking methodiek

Een verdere uitwerking van de hier geschetste methodiek zou de volgende onderdelen moeten omvatten:

- a. Uitwerking ecosysteemmethode als kader om effecten op watersystemen als geheel weer te geven en te evalueren.
- b. Uitwerking ecotopensysteem voor aquatische typen.
- c. Nadere onderbouwing abiotische kenmerken ecotooptypen.
- d. Ontwikkelen van methodieken om voorspellingen te doen ten aanzien van faunagroepen.
- e. Het onderscheiden van lokale watersystemen.
- f. Opstellen van ingreep-effect-relaties op niveau lokale watersystemen.

ad a Om de effecten op het watersysteem als geheel weer te geven (althans voor zover belangrijk vanuit de functie 'natuur') is een aanpassing nodig van de in de ecosysteemmethode gehanteerde kenmerken, waarbij met name de omschrijving van de kenmerken zodanig zal moeten

worden aangepast dat ze ook van toepassing zijn op watersystemen (bijvoorbeeld het kenmerk reliëf).

Omdat de ecosysteemmethode een centrale rol inneemt bij de integratie van voorspellingen en het beoordelen van effecten, en een groot onderscheidend vermogen gewenst is, zal de methode gedetailleerder omschreven dienen te worden als tot nu toe in andere toepassingen is gebeurd. Om de reproduceerbaarheid van de methode te verhogen is het nodig beschrijving en beoordeling duidelijk te scheiden, en zowel bij de beschrijving als bij de beoordeling de werkwijze te formaliseren.

Het is mogelijk dat voor een adequate beschrijving sommige kenmerken worden onderverdeeld in subkenmerken, bijvoorbeeld het kenmerk waterhuishouding in de subkenmerken horizontale beweging (stroming) en vertikale beweging, of zelfs in sub-subkenmerken, bijvoorbeeld het subkenmerk vertikale waterbeweging in getijdebeweging, seizoensfluctuatie (grond)waterstand, kortstondige fluctuaties (grond)waterstand etc. Uit deze omschrijving van kenmerken kan worden afgeleid welke gegevens noodzakelijk zijn om het watersysteem als geheel te beschrijven.

Bij de beoordeling zullen de criteria 'mate van differentiatie' en 'natuurlijkheid' nader moeten worden gedefinieerd. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van afgeleide criteria als kenmerkendheid van patronen en processen voor een bepaald type watersysteem, zeldzaamheid van patronen en/of processen, ongestoordheid van levensgemeenschappen en diversiteit aan levensgemeenschappen of soorten. Een dergelijke aanpassing van de ecosysteemmethode aan de beschrijving van watersystemen ligt waarschijnlijk het meest op het terrein van WL en RWS, of zal in ieder geval in nauw overleg met deze instanties dienen plaats te vinden.

ad b Het ecotopensysteem zal verder moeten worden uitgewerkt wat betreft aquatische ecosystemen. Tot nu toe zijn de biotische kenmerken van ecotooptypen omschreven op grond van de aanwezigheid van hogere waterplanten. Omdat in veel aquatische systemen hogere waterplanten in geringe aantallen voorkomen of ontbreken zal het nodig zijn ook andere groepen organismen in de indeling te betrekken. In principe kunnen alle organismen die hun levensfuncties grotendeels of geheel binnen één type milieu vervullen worden gehanteerd bij de beschrijving en afgrenzing van aquatische ecotooptypen. In de praktijk zal een selec-

tie moeten plaatsvinden van groepen mikrofyten en (makro)fauna die het meest bepalend en/of typerend zijn voor de betreffende milieutypen.

Invulling van de soortengroepen per ecotooptype zou kunnen plaatsvinden door het CML in samenwerking met het WL en RWS, en eventueel andere deskundigen op het gebied van aquatische ecosystemen.

ad c Van zowel terrestrische ecotooptypen (voor zover afhankelijk van grond- of oppervlaktewater) als aquatische ecotooptypen dienen de abiotische kenmerken zodanig te worden beschreven dat binnen het kader van de studie een goede koppeling kan worden gelegd met de resultaten van abiotische effectvoorspellingen.

Wat betreft de effecten van grondwaterstandsaling is van belang dat het kenmerk vochttoestand nader wordt omschreven op grond van onder andere bodemtextuur en grondwaterstand. Een eenduidige relatie tussen het kenmerk vochttoestand, zoals dat kan worden afgeleid uit de vegetatie, en de feitelijke grondwaterstand is tot nu toe alleen voor het duingebied uitgewerkt.

Wat betreft de waterkwaliteit is vooral van belang dat het kenmerk 'trofietoestand' nader wordt onderbouwd, het liefst door een direkt verband te leggen met de beschikbaarheid van makronutriënten. Voor natte ecotooptypen gevoed door grondwater zal het nodig zijn het kenmerk kalkrijkdom mede te definiëren op grond van de toevoer van calcium-bicarbonaat via het grondwater.

ad d Voor groepen organismen die afhankelijk zijn van een bepaalde heterogeniteit van het milieu zal gebruik moeten worden gemaakt van een soortgelijke methode als gehanteerd bij de voorspelling van effecten op de broedvogels (paragraaf 3.5). Nagegaan zal moeten worden om welke organismen het gaat. Gedacht kan worden aan van watersystemen afhankelijke broed- en trekvogels, aan vissen met een migratoir gedrag en aan zoogdieren. Per groep moet worden vastgesteld hoe de effecten het beste kunnen worden voorspeld;

-via verandering in biotooptype afgeleid uit verschuivingen tussen ecotooptypen;

-rechtstreeks uit ingrepen in (lokale) watersystemen met behulp van ingreep-effect-relaties.

ad e Om op het niveau van lokale watersystemen uitspraken te kunnen

doen over het effect van ingrepen zal het nodig zijn een indeling te maken van locale watersystemen naar bodemtype waterhuishouding en beheer. De eenheden moeten voldoende homogeen zijn om generaliserende uitspraken over het effect van de in deze studie relevante ingrepen op locale watersysteemttypen mogelijk te maken.

ad f Om op het niveau van locale watersystemen effecten op het natuurlijk milieu te voorspellen in de vorm van verschuivingen tussen ecotooptypen (en eventueel kwaliteitsklassen) dienen ingreep-effect-relaties te worden opgesteld per watersysteemttype en per ingreep. Wanneer de ecotooptypen goed zijn gekarakteriseerd wat betreft abiotische kenmerken zal het probleem niet zozeer zijn om de veranderingen in het abiotische milieu te vertalen in verschuivingen tussen ecotooptypen, als wel om aan te geven hoever een ingreep als de inlaat van gebiedsvreemd water, binnen locale watersystemen doorwerkt naar de samenstellende ecotopen. Dat laatste kan worden afgeleid uit voorbeeldspecificaties, waarin modelmatig wordt nagegaan hoe een ingreep als grondwaterstandsaling of waterkwaliteitsverandering doorwerkt naar onderdelen van een lokaal watersysteemttype (zie bijvoorbeeld Gilding, 1984), en uit vergelijkend correlatief onderzoek naar effecten van soortgelijke ingrepen in bepaalde watersysteemttypen.

Een deel van de genoemde punten zou verder kunnen worden uitgewerkt binnen proefgebieden. Dit betreft vooral de beschrijving van het natuurlijk functioneren van watersystemen aan de hand van nader te definiëren kenmerken, en het ontwikkelen van criteria om de mate waarin kenmerken zijn ontwikkeld (respectievelijk worden aangetast of versterkt) te kunnen beoordelen.

Wat betreft de verdere onderbouwing van abiotische kenmerken van terrestrische ecotooptypen en onderzoek naar de effecten van ingrepen binnen verschillende typen watersystemen is er een duidelijk raakpunt met het onderzoek van de Studiekommissie Waterbeheer Natuur Bos en Landschap, waarin ook Rijkswaterstaat participeert. Wat betreft de verdere onderbouwing van abiotische kenmerken gaat het vooral om de vraag hoe het vocht karakter van de vegetatie in andere gebieden dan het duingebied kan worden gerelateerd aan factoren als bodemtextuur en grondwaterstand. Uit de tot nu toe binnen deze commissie verrichte studies valt over dit onderwerp echter nog onvoldoende direkt toepas-

bare informatie te halen.

5.3 Toepassing in waterhuishoudingsstudies op provinciale en regionale schaal

Wat betreft de eisen die in waterhuishoudingsstudies op provinciale en regionale schaal worden gesteld aan de te hanteren methoden voor voorspelling van effecten op het natuurlijke milieu, zijn er twee belangrijke verschillen met soortgelijke studies op nationale schaal.

Er is minder behoefte aan integratie en aggregatie van gegevens omdat effecten op grotere watersystemen als geheel binnen regionale studies minder aan de orde komen, en vooral sprake is van effecten binnen locale watersystemen.

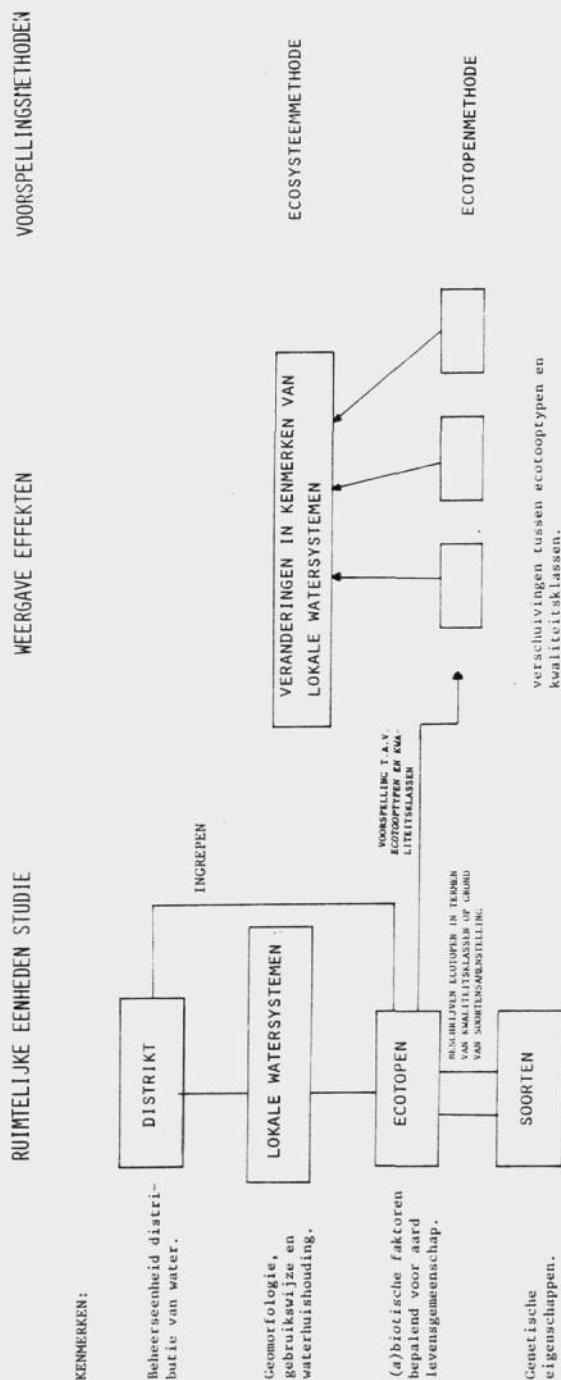
Dit betekent dat aan de ecosysteemmethode als integratiekader om effecten op nationale watersystemen aan te geven weinig of geen behoefte bestaat, en de methode beter gebruikt zou kunnen worden als integratiekader om effecten op locale watersystemen te beschrijven en beoordelen.

Daarentegen dient het onderscheidend vermogen van de voorspellingsmethoden groter te zijn omdat binnen regionale studies de verschillen tussen varianten kleiner zijn en concrete uitspraken moeten worden gedaan over de invulling van beleidsvarianten.

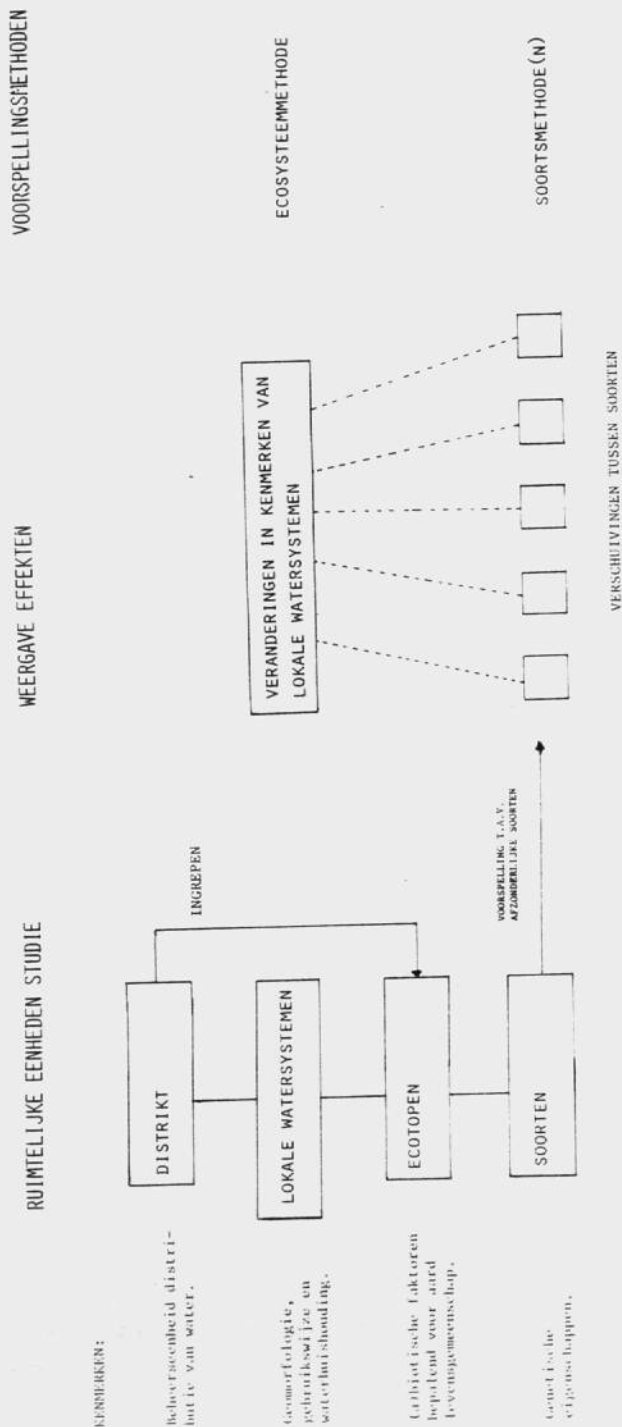
De effecten op de vegetatie en aquatische systemen van kleinere wateren zullen meer aandacht moeten krijgen, omdat het vooral op grond van deze effecten is dat een verdere invulling van beleidsvarianten zal plaatsvinden. Om de effecten op de vegetatie en aquatische systemen weer te geven staan twee mogelijkheden open:

- een voorspelling op ecotopenniveau, waarbij soortsinformatie wordt gebruikt om ecotopen nader te karakteriseren in de vorm van kwaliteitsklassen binnen een ecotooptype (figuur 15);
- een gedetailleerde voorspelling op soortsniveau (figuur 16).

In beide gevallen worden de ingrepen gespecificeerd per ecotoop. Bij de ecotopenmethode wordt de soortsinformatie per ecotoop gebruikt om de uitgangssituatie te beschrijven in de vorm van ecotooptypen en kwaliteitsklassen en hebben de ingreep-effect-relaties eveneens betrekking op verschuivingen tussen ecotooptypen en kwaliteitsklassen. Bij de soortsmethode wordt niet alleen de uitgangssituatie beschreven



Figuur 15 Waterhuishoudingsstudie op regionale schaal. Mogelijke indeling naar ruimtelijke eenheden en type voorspellingen bij gebruik van de ecotopenmethode. Vulteg zie tekst.



Figuur 16 Waterhuishoudingsstudie op regionale schaal. Mogelijke indeling naar ruimtelijke eenheden en type voorspellingen bij gebruik van soortsmethoden. Uitleg zie tekst.

in termen van soorten maar worden ook de effecten in termen van soortsverschuivingen weergegeven.

Een voordeel van de eerste methode is dat effecten op aquatische en terrestrische systemen in vergelijkbare eenheden kunnen worden voorspeld en weergegeven, dat de eenheden waarin de effecten worden voorspeld beoordeeld een ruimtelijke dimensie hebben en dat effecten van verschillendsoortige ingrepen met een zelfde methode kunnen worden voorspeld. In het kader van deze studie is van belang dat ook effecten van grondwaterstandsstijging kunnen worden voorspeld. Bij de evaluatie van effecten kan met verschillendsoortige criteria worden gewerkt, die betrekking hebben op verschillende aspecten van het natuurlijk milieu. Behalve met de zeldzaamheid van soorten en aantal soorten per ecotoop kan ook rekening worden gehouden met kenmerkendheid van soorten voor ecotooptypen, de zeldzaamheid van ecotooptypen en de vervangbaarheid van ecotooptypen.

Een nadeel is echter dat de methode nog niet is geoperationaaliseerd voor de voorspelling van effecten van grondwaterstandsveranderingen buiten het duingebied en voor effecten van eutrofiëring via het grond- of oppervlaktewater.

Een voordeel van de toepassing van soortsmethoden is dat het onderscheidend vermogen van de voorspellingen groter is en dat methoden operationeel zijn voor effecten van grondwaterstandsval (WAFLO-model RIN) en voor effecten van waterkwaliteitsverandering in het noordelijk van de Randstad (Milieukunde Utrecht). Een nadeel is dat de methoden arbeidsintensiever zijn en minder aandacht besteden aan de onderlinge samenhang van soorten in de vorm van vegetatietypen en ecotooptypen. Hierdoor kunnen de effecten slechts op een beperkt aantal criteria worden beoordeeld. In tegenstelling tot hetgeen wordt gesteld door De Jong en Van der Most (1985) is het voor het belichten van andere aspecten onvoldoende om effecten op afzonderlijke soorten te aggregeren en te interpreteren. Hiertoe dienen eenheden van een hoger organisatieniveau in beschouwing te worden genomen (zie tabel 1). Een ander nadeel van de soortsmethode is dat effecten op aquatische systemen slechts beperkt worden weergegeven, namelijk voor zover er sprake is van veranderingen in het voorkomen van hogere waterplanten.

Welke methode wordt gekozen is in de eerste plaats afhankelijk van het gewenste onderscheidend vermogen en van de betrouwbaarheid en

de effectiviteit van de methoden. Gezien de aard van de ingrepen, die leiden tot aanzienlijke veranderingen in vochttoestand, trofietoestand, vegetatiestructuur en successiestadium, en gezien de ervaringen in voorgaande studies, lijkt het onderscheidend vermogen van de ecotopenmethode voor toepassing in waterhuishoudingsstudies op provinciale en regionale schaal in de meeste gevallen voldoende te zijn. Voor een verantwoorde afweging waarbij rekening wordt gehouden met onderscheidend vermogen, betrouwbaarheid en benodigde inspanning is het in feite nodig dat beide methoden onafhankelijk van elkaar in een zelfde proefgebied worden toegepast.

5.4 Conclusie over toepassing in waterhuishoudingsstudies

Zoals blijkt uit voorgaande paragrafen zijn er goede mogelijkheden om de door het CML ontwikkelde methodieken toe te passen voor het voorspellen van effecten op het natuurlijk milieu binnen waterhuishoudingsstudies. De meerwaarde van het gebruik van deze methoden is het grootst in waterhuishoudingsstudies op nationale schaal. In deze studies is de behoefte het grootst aan integratie van gegevens om voorspellingen te kunnen uitvoeren ten aanzien van eenheden van een hoog organisatieniveau, te weten watersystemen. Met behulp van een aangepaste versie van de ecosysteemmethode is het mogelijk het ecologisch functioneren van watersystemen vanuit natuurbehoudsoogpunt te beschrijven en om voorspellingen ten aanzien van deelaspecten van watersystemen te vertalen naar mate van aantasting of versterking van voor natuurbehoud belangrijke ecosysteemkenmerken.

Voor voorspelling ten aanzien van deelaspecten kan deels gebruik worden gemaakt van voorspellingsmethoden van het WL zelf (processen in grotere wateren), deels van voorspellingsmethoden zoals ontwikkeld door het CML (effecten op fauna en vegetatie middels verschuivingen tussen respectievelijk biotoop- en ecotooptypen).

Voordat kan worden overgegaan op toepassing van de in paragraaf 5.2 beschreven methode zal vooronderzoek moeten plaatsvinden ten aanzien van de volgende punten:

- de beschrijving van watersystemen aan de hand van ecosysteemkenmerken en de vertaling van voorspellingen ten aanzien van deelaspecten naar effecten op watersysteem als geheel;
- een betere aansluiting op elkaar van abiotische en biotische

effectvoorspellingen, met name wat betreft de schaal waarop effecten worden weergegeven en de eenheden waarin abiotische effecten worden weergegeven respectievelijk ingrepen voor biotische effectvoorspelling worden gedefinieerd.

Dit vooronderzoek zou deels kunnen plaatsvinden binnen proefgebieden, deels binnen het onderzoek van het SWNBL (onderzoek relatie grondwaterstand en vegetatie).

De door het CML ontwikkelde methoden, en dan met name de ecotoxopemethode, zijn ook goed toepasbaar in waterhuishoudingsstudies op de gedetailleerder schaalniveau. Hier bestaat echter een overlap met door andere instituten ontwikkelde methoden voor het uitvoeren van voorspellingen ten aanzien van plantensoorten. Daarom zal een afweging moeten plaatsvinden welke methode binnen een bepaalde studie te hantieren. Deze afweging zal gebaseerd moeten zijn op een vergelijking van de methoden voor wat betreft hun betrouwbaarheid, onderscheidend vermogen en benodigde inspanning.

LITERATUUR

- Anema, K. (1982)
Onderzoek naar de effecten op het landschap van de in het IODZH te onderzoeken drinkwaterwinningsprojecten.
Eindrapport IODZH deel 22
RID/PW-Zuid-Holland, Den Haag
- Barendregt A., de Smidt J.T. en M.J. Wassen (1985)
Relaties tussen milieufactoren en water- en moerasplanten in de Vechtstreek en de omgeving van Groet.
Interfacultaire vakgroep milieukunde, Utrecht.
- Canters, K.J. (1984)
Een methode voor het opsporen van natuureffecten op ecosysteem-niveau.
Centrum voor Milieukunde, Leiden
- Canters, K.J. en H.A. Udo de Haes (1986).
Ecomet. Een methode voor het voorspellen en beoordelen van effecten op ecosysteemniveau.
Landschap (3) 1:29-40
- Gilding, B.H. (1984)
Quality aspects of groundwater flow.
Waterloopkundig Laboratorium Delft
- Gremmen N.J.M., Reynen M.J.S.M., Wiertz J. en G. van Wirdum (1985).
Modelling for the effects of ground-water withdrawal on the species composition of the vegetation in the pleistocene areas of The Netherlands.
Jaarverslag Rijksinstituut voor Natuurbeheer 1984.
- Groot, W.T. de en A.J. Murk (1986)
Ecologische risico's van gif.
Milieu 1:8-14

- Jong, J.F. de en H. van de Most (1985).
Analyse van uitbreidingsmogelijkheden van grondwaterwinning ten zuiden van Breda.
Landschap (2) 3: 211-255.

- Latesteijn, H.C. van en H.A. Udo de Haes (1985).
Globale effectvoorspellings- en beoordelingsmethoden.
Voorspelling en beoordeling van milieueffecten ten behoeve van een MER ten dienste van een mogelijke toekomstige wijziging of herziening van het bestaande structuurschema drink- en industriewatervoorziening.

- Latesteijn H.C. van en W.T. de Groot (1984)
Lokaties voor grootschalige berging van baggerspecie.
Deelrapport 2: alternatieven voor de in het MER-onderzoek beschouwde varianten: milieu-aspecten.
Centrum voor Milieukunde Leiden.

- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1985).
Beleidsnota 'Omgaan met water'.

- Murk A.J. en H.A. Udo de Haes (1986)
Het potentiële milieurisico van toxische stoffen.
in: Tangena B.H., R.J.M. Maas, H.C. van Latesteijn, H.A. Udo de Haes en A.J. Murk: Provinciale milieuscenario's. Evaluatie van een studie in Gelderland. RIVM Leidschendam.

- Opdam P.F.M., Kalkhoven J.T.R. en J. Philippona (1984).
Verband tussen broedvogelgemeenschappen en begroeiing in een landschap bij Amerongen.
Pudoc, Wageningen.

- Opdam P. (1985)
Delineating ecotopes as holistic landscape units:some methodological problems.
Jaarverslag 1984 Rijksinstituut voor natuurbeheer, pp.77-88.

- Beintema, A.J. en G.J.D.M. Müskens (1984).
De invloed van beheer op de produktiviteit van weidevogels.
RIN Leersum, rapport 81-19.

- Runhaar J., Stevers R.A.M. en H.A. Udo de Haes (1985).
Uitwerking CML-ecotopensysteem voor de Randstad.
Rapportage van een studie in opdracht van de Rijksplanologische
Dienst, gericht op de verwerking van provinciale flora- en vege-
tatiegegevens uit het Randstadgebied.
Centrum voor Milieukunde Leiden, mededelingen nr. 20.

- Stevers, R.A.M. en Th.C.P. Melman (1982)
Beleidsanalyse kustverdediging Texel: verslag van seizoensgebon-
den activiteiten.
WL Delft/CML Leiden.

- Stevers, R.A.M., Runhaar J. en H.A. Udo de Haes (1984).
Beleidsanalyse kustverdediging Texel: De effecten van kustverde-
digingsalternatieven op het natuurlijk milieu.

- Veelenturf P.W.M., K.J. Canters en A.A. de Veer (1985)
Landschapsoecologische Kartering van Nederland.
Landschap (2) 3:169-182

- Vertegaal C.T.M. (1982)
De effecten op de plantengroei van de recreatieprojecten in het
IODZH. Eindrapport IODZH, deelrapport 26.
RID Leidschendam/PW-ZH Den Haag.

- Vertegaal C.T.M. (1983)
De effecten op de plantengroei van de recreatieprojecten in het
IODZH. Eindrapport IODZH, deelrapport 26.
RID Leidschendam/PW-ZH Den Haag.

- Westinga E. en W. van Wijngaarden (1984).
De vegetatie van Oost- en Middelduinen; de effecten van alterna-
tieven voor uitbreiding van de waterwinning op Goeree.
PPD-ZH, Den Haag.

- Winkelman J.E. en H.A. Udo de Haes (1982).
De effecten op de broedvogelstand van de waterwinningsprojecten
in het IODZH. Eindrapport IODZH, deelrapport 20.
RID Leidschendam/PW-ZH Den Haag.

OVERZICHT BIJLAGEN

		pag.
BIJLAGE 1	Beschrijving van de binnen de ecosysteemmethode gehanteerde kenmerken.	B1
BIJLAGE 2	Voorbeeld richtlijnen voor de inschatting van de mate van aantasting van ecosysteemkenmerken.	B7
BIJLAGE 3	Voorbeeld van indeling in ecotootypen en indeling van soorten in bijbehorende soortengroepen.	B13
BIJLAGE 4	Overzicht van de in het Randstadgebied beschreven ecotootypen	B25
BIJLAGE 5	Inschatting tijdsinspanning per studieonderdeel van de ecosysteem- en de ecotopenmethode.	B29
BIJLAGE 6	Indeling in (lokale) watersysteemttypen.	B31

Bijlage 1 Indeling van de bij de ecosysteemmethode gehanteerde kenmerken in kenmerkklassen

Aangegeven wordt wat de betekenis is van de in de ecosysteemmethode gehanteerde hoofdkenmerken en hoe de kenmerken op grond van mate van natuurlijkheid en differentiatie kunnen worden ingedeeld in kenmerkklassen. Per kenmerkklasse wordt aangegeven van welke informatiebronnen gebruik kan worden gemaakt om de kenmerkklasse te bepalen in het geval dat de ecosysteemmethode als zelfstandige methode wordt toegepast en geen gebruik wordt gemaakt van aanvullende voorspellingen t.a.v. vegetatie of fauna.

HOOFDKENMERK: RUIMTELIJKE DIVERSITEIT

Onder de ruimtelijke diversiteit wordt verstaan de afwisseling in de ruimte van de aanwezige abiotische en biotische variabelen. Ruimtelijke diversiteit is duidelijk een patroonkenmerk. Binnen dit hoofdenmerk is onderscheid gemaakt tussen afwisseling in horizontale richting en in verticale richting.

Bij de afwisseling in horizontale richting wordt een nader onderscheid gemaakt tussen macro- en microgradiënten. Bij macrogradiënten kan, als voorbeeld, gedacht worden aan de overgang van strand- of kustzone naar de binnenduinrand langs de hollandse kust. Microgradiënten bevinden zich bijvoorbeeld op de overgang van hoog opgaande vegetatie (bos, struweel) naar lage vegetatie (ruigte, grasland).

De afwisseling in verticale richting wordt verdeeld in de bodemopbouw (ondergronds) en de vegetatiestructuur (bovengronds). Deze bodemopbouw en vegetatiestructuur - in dit verband met name de bestaande gelaagdheid - zijn twee topologische kenmerken, die elkaar wederzijds aanvullen en betrekking hebben op het abiotisch en het biotisch deel van het ecosysteem en de daarbinnen aanwezige ruimtelijke variatie.

KENMERKEN	KLASSE-INDELING	MATE VAN NATUURLIJKHEID EN/OF DIFFERENTIATIE	BRONNEN VAN GEGEVENS
I. RUIMTELIJKE DIVERSITEIT			
- <u>Macrogradiënten:</u>	- afwezig - gefragmenteerd - incompleet - compleet	- nihil - matig - groot - zeer groot	bodemkaart 1:50.000; geomorfologische kaart 1:50.000; de bij de vegetatiekarteringen onderscheiden "Inter Provinciale Inventarisatie-eenheden" (IPI's) in relatie met de topografische kaart.
- <u>Microgradiënten:</u>	- afwezig (vb. landbouwmonocultures) - zwak ontwikkeld (vb. oude cultuurgebieden; productiebossen) - matig ontwikkeld (vb. natuurbossen, heidevelden) - rijk ontwikkeld (vb. buitendijkse gronden; natuurlijke beekdalen; duingebieden)	- nihil - matig - groot - zeer groot	
- <u>Vegetatiestructuur:</u>	- afwezig (geen vegetatie aanwezig) - één laag (grassen en kruiden) - twee lagen (grassen en kruiden + struvelen) - drie lagen (grassen en kruiden + struvelen + bos)	- nihil - matig - groot - zeer groot	
- <u>Bodemstructuur:</u>	- ongelaagd - twee lagen - meer dan twee lagen	- nihil - matig - groot	

HOOFDKENMERK: FUNCTIONEREN ABIOTISCHE HUISHOUDINGEN

De abiotische huishoudingen zijn de processen in het anorganische deel van het ecosysteem. In tegenstelling tot de ruimtelijke diversiteit, waarbij sprake is van een patroonaspect, is dit hoofdkenmerk hoofdzakelijk een proceskenmerk.

Onderscheid is gemaakt naar: i) de sedimenthuishouding middels het verdwijnen van bodemmateriaal door wegspoelen en wegwaaien en het vervolgens weer afzetten van dit materiaal door neerslaan en bezinken; ii) de waterhuishouding, waarbij gelet wordt op hoogte van en frequentie in (grond)waterstanden en grondwaterstromen; iii) de bodemhuishouding, dat wil zeggen de bodemvormende processen, zoals de vorming van humus en het ontstaan van bodemhorizonten; en, tenslotte, iv) de stofhuishouding, waarbij de omloopsnelheid en de in- en uitvoer van stoffen in het ecosysteem en de wijze van (tussentijdse) opslag wordt beschreven.

KENMERKEN	KLASSE-INDELING	MATE VAN NATUURLIJKHEID EN/OF DIFFERENTIATIE	BRONNEN VAN GEGEVENS
II. FUNCTIONEREN ABIOTISCHE HUISHOUDINGEN			
- <u>Sedimenthuishouding:</u>	- afwezig/geblokkeerd (vb. bebouwing, gessalteerde dijktafsluit, e.d.) - geremd (vb. helm-aanplant; kribben, hoofden) - onbeïnvloed/volledig functionerend (vb. zandverstuivingen).	- klein - matig - groot	topografische kaart; IPI's en aanvullende terreinbeschrijvingen
- <u>Bodemhuishouding:</u>	- afwezig/geblokkeerd (vb. bebouwing) - geremd (vb. oogsten of verzuren) - onbeïnvloed/volledig functionerend (vb. schorvorming)	- klein - matig - groot	af te leiden uit de bodemtypen, aangevuld met informatie omtrent plaatselijke processen (zure depositie, salt-spray, erosie e.d.)
- <u>Waterhuishouding:</u>	- afwezig/volledig beheerst (vb. genormaliseerde waterlopen) - sterk beheerst (vb. ontwatering; kanalisering) - zwak beheerst (vb. oud polderland) - volledig natuurlijk gereguleerd	- klein - matig - groot - zeer groot	waterskaarten; karteringen van de mate van isolatie van oppervlaktewater.
- <u>Stofhuishouding:</u>	- natuurlijke hoeveelheid veel kleiner dan toegevoegde - natuurlijke hoeveelheid ongeveer gelijk aan toegevoegde - natuurlijke hoeveelheid veel groter dan toegevoegde - natuurlijke hoeveelheid veel groter dan toegevoegde	- klein - matig - groot - zeer groot	landbouwkundige statistiek/gebruik; beheersverslaglegging natuurgebieden; emissie/immissieregistratie

HOOFDKENMERK: OPBOUW LEVENSGEMEENSCHAP

Onder de opbouw van de levensgemeenschap worden de aanwezige trofieniveaus verstaan en de relaties welke deze niveaus met elkaar onderhouden. Het betreft hier een hoofdkenmerk met zowel patroon- als proceskenmerken, aangezien zowel gelet wordt op het aantal soorten per trofieniveau als op de relaties tussen deze niveaus.

Met de vegetatie worden in dit verband alle primaire producenten aangeduid. De secundaire producenten, de consumenten, worden onderscheiden in herbivoren en carnivoren. Bij carnivoren wordt een nader onderscheid gemaakt tussen de verzamelaars en jagers. Dit laatste onderscheid komt min of meer overeen met het verschil tussen r- en K-soorten (vgl. Krebs, 1978) en betekent dat onder de carnivoren van de eerste orde de veelal kleine, voor-de-voet-jagende dieren met een relatief klein territorium en een hoge reproductiesnelheid worden gerangschikt. Voor de carnivoren van de tweede orde geldt het tegenovergestelde.

KENMERKEN	KLASSE-INDELING	MATE VAN NATUURLIJKHEID EN/OF DIFFERENTIATIE	BRONNEN VAN GEGEVENS
III. OPBOUW LEVENSGEMEENSCHAP			
- <u>Producenten</u>	per kenmerk: afwisseling/variatie		algemene informatie omtrent landbouwkundig gebruik (CBS-metellingen)
- <u>Herbivoren</u>	- gering	- klein	informatie over natuur- en beheersgebieden in beheersverslagen en -overeenkomsten; algemene informatie over de vier onderscheiden groepen kan worden verkregen uit provinciale milieukarteringen, atlasprojecten, verspreid uitgevoerde inventarisaties en terreinbeschrijvingen
- <u>Carnivoren I</u>	- matig	- matig	
- <u>Carnivoren II</u>	- groot	- groot	
	- zeer groot	- zeer groot	
		en/of	
	per kenmerk: - volledig beheerst - sterk beheerst - zwak beheerst - natuurlijk gereguleerd	- klein - matig - groot - zeer groot	

HOOFDKENMERK: RELATIES MET OMGEVING

Binnen dit hoofdkenmerk, dat het meest nadrukkelijk betrekking heeft op het ecosysteem in zijn totaliteit, wordt onderscheid gemaakt tussen abiotische en biotische relaties. Deze worden op hun beurt onderverdeeld in georelaties*) en hydrologische relaties enerzijds en in relaties via overdracht van genetische informatie en via overdracht van biomassa anderzijds (vgl. Vos et al., 1982).

KENMERKEN	KLASSE-INDELING	MATE VAN NATUURLIJKHEID EN/OF DIFFERENTIATIE	BRONNEN VAN GEGEVENS
IV. RELATIES MET DE OMGEVING			
- <u>Georelaties</u>	per kenmerk: - geheel door mens gecontroleerd	- afwezig	hierbij vooral te letten op de aard van de relaties in termen van het werkzame regulatiemechanisme, overigens dezelfde bronnen als bij de abiotische huishoudingen en de opbouw van de levensgemeenschap, zij het op een ander schaalniveau
- <u>Hydrologische relaties</u>	- sterk door mens gecontroleerd	- matig	
- <u>Biomassarelaties</u>	- door mens gecontroleerd	- groot	
- <u>Uitwisseling van (genetisch vastgelegde) informatie</u>	- niet door mens gecontroleerd	- zeer groot	

*) omvat relaties via sedimenttransport en via stoffenuitwisseling

Bijlage 2 Voorbeeld richtlijnen voor de beschrijving van ecosys-
teemkenmerken en de inschatting van de mate van aantas-
ting van kenmerken, zoals gehanteerd binnen de ecosys-
teemmethode.

Deze bijlage dient als voorbeeld om aan te geven welke vorm de richtlijnen hebben die binnen de ecosysteemmethode worden gehanteerd bij de beschrijving van de uitgangssituatie en de inschatting van de mate van aantasting van ecosysteemkenmerken. De hier gepresenteerde richtlijnen zijn ontleend aan de Beleidsanalyse Kustverdediging Texel (Stevens e.a. 1984) en hebben betrekking op het hoofdkenmerk 'abiotische huishoudingen'. De effecten waar het in dit voorbeeld om gaat zijn de effecten van kustafslag, verstuiving en grondwaters- tandsdaling in het duingebied van Texel.

Beschrijving van de kenmerken

Abiotische huishoudingen

Aardhuishouding (=sedimenthuishouding)

Onder de aardhuishouding van een ecosysteem worden die processen samengevat, die in verband staan met de afzetting en het wegwaaien of uitspoelen van overwegend anorganisch bodemmateriaal onder invloed van wind en stroming van water. Juist in een kustzone spelen deze processen een belangrijke rol. Voor het onderhavig onderzoek vormen ze zelfs het uitgangspunt. Het al of niet natuurlijk karakter vormt een belangrijk aspect van de potenties, zoals die in een ecosysteem aanwezig zijn.

Doordat de binnenduinrand van Texel al gedurende ruime tijd is gefixeerd en voor het hele duingebied wordt gestreefd naar het zoveel mogelijk vastleggen van verstuiwingen heeft het duingebied vaak een statisch karakter gekregen. Op de lange duur kan dit leiden tot een afname van de verscheidenheid in gradiënten en levensgemeenschappen. Toename van de dynamiek in de vorm van natuurlijke verstuiwing en vorming van nieuwe duinen en duinvalleien wordt daarom op zich positief gewaardeerd (los van mogelijke negatieve effecten ten aanzien van andere kenmerken).

Waterhuishouding

Na de aardhuishouding vormt de waterhuishouding het volgende abiotische aspect van het ecosysteem. In het duingebied is de oorspronkelijke en op sommige plaatsen nog steeds aanwezige fluctuatie van het waterpeil, zowel van het grond- als oppervlaktewater, een van de meest duidelijke factoren, die de plantengroei en de fauna op directe of indirecte wijze beïnvloeden. Kenmerkend voor vochtige duinvalleien zijn de regelmatige fluktuaties in grondwaterstanden, waarbij de valleien 's winters vaak onder water staan om in de loop van het voorjaar droog te vallen. Verstoring van deze regelmaat heeft negatieve gevolgen voor het natuurlijk milieu doordat soorten die zich aan een natuurlijke waterhuishouding hebben aangepast verdwijnen en de relaties tussen organismen worden verbroken.

Bodemhuishouding

De processen in de bodem geven aanleiding tot veranderingen in de bodem en daarmee tot verandering in vegetatie en fauna. In een ongestoord duingebied treden belangrijke bodemvormende processen op, namelijk de uitspoeling van kalk en de accumulatie van organisch materiaal. Deze staan tegenover verjongende processen zoals die onder het kenmerk aardhuishouding zijn weergegeven. Door grondroering en beïnvloeding van de stofhuishoudingen kunnen deze processen worden verstoord. Binnen deze studie is er echter geen sprake van ingrijpende veranderingen in de bodemhuishouding, zoals die bijvoorbeeld in het agrarisch kultuurgebied plaatvinden.

Stofhuishoudingen

Hoewel onder stofhuishoudingen een heel scala van processen is te rangschikken wordt in deze studie onder stofhuishoudingen vooral de kringloop van voedingsstoffen verstaan en de intensiteit waarmee deze processen plaatsvinden. Binnen de droge duinen zijn geen ingrijpende veranderingen in de stofhuishoudingen te verwachten, binnen de vochtige duinvalleien echter wordt de stofhuishoudingen beïnvloed door een verschrallingsbeheer zoals dat voor de natter wordende valleien is aangenomen. Door afvoer van organisch materiaal wordt hier de hoeveelheid nutriënten, en daarmee de intensiteit van kringloopprocessen verminderd.

Richtlijnen voor de inschaling van de effecten op het ecosysteem

Abiotische huishoudingen

Aardhuishouding (=sedimenthuishouding)

De aardhuishouding wordt op directe wijze beïnvloed door de ingrepen biotoopverlies, overschuiving en overstuiving. Evenals bij de beïnvloeding van het reliëf wordt ook hier het effect van lichte overstuiving verwaarloosd. Bij dit kenmerk zijn de effecten van de verschillende ingrepen goed van elkaar te scheiden.

Biotoopverlies heeft een zeer sterk negatief effect op de aardhuishouding aangezien het substraat ter plekke volledig verdwijnt. Overschuiving heeft matig negatief effect op de aardhuishouding door het onnatuurlijke karakter van deze ingreep die leidt tot een fixatie. Hoewel verstuiving op zich binnen de duinen een natuurlijk proces vormt wordt zware verstuiving vanuit de verschoven zeereep als (zwak) negatief beschouwd omdat hier alleen sprake is van overstuiving en geen sprake is van natuurlijke duinvormingsprocessen waarbij ook uitstuiving plaatsvindt.

Waterhuishouding

De waterhuishouding wordt in alle kustvakken negatief beïnvloed door de ingreep biotoopverlies, aangezien door versmalling van het duingebied de omvang van de zoetwaterlens, en daarmee de hoogte van het grondwater peil afneemt. Om aan te geven dat ook in het droge duingebied rondom de valleien de waterhuishouding wordt beïnvloed, wordt als oppervlaktemaat 3x het oppervlakte van het verdrogend gebied genomen. Het effect wordt ingeschaald als sterk.

In het kustvak Zuid-Zuidwest speelt nog een tweede verandering in de waterhuishouding. Door over te gaan op het voorgestelde wateronttrekkingsregiem zal de waterhuishouding matig positief beïnvloed worden doordat de nu abnormaal grote fluktuaties in waterstand zullen verminderen. Bij beëindiging van de waterwinning treedt een sterk positief effect doordat de natuurlijke waterhuishouding in het gebied wordt hersteld. Als oppervlaktemaat wordt bij grondwaterstandsstijging ook 3x het natter wordend gebied genomen.

Bodemhuishouding

De bodemhuishouding wordt beïnvloed door overschuiving en overstuiving. Het effect hiervan is sterk negatief, wanneer door overschuiving en overstuiving van oude duingebieden het resultaat van bodemvormende processen uit het verleden min of meer teniet gedaan wordt en matig negatief wanneer het gaat om jongere duingebieden. Door verdroging worden bodemvormende processen niet stopgezet, maar in een andere richting voortgezet. Er treedt bijvoorbeeld een snellere mineralisatie op, waarbij uitspoeling van kalk in principe, en mogelijk sneller, door zal blijven gaan. De sterkte van het effect van verdroging op de bodemhuishouding is als matig negatief aangeduid. Negatieve effecten van lichte overstuiving spelen alleen bij beïnvloeding van ontkalkte gebieden.

Stofhuishoudingen

Slechts een beperkt aantal stofhuishoudingen wordt door de ingrepen beïnvloed. Door overschuiving en overstuiving wordt kalkrijk zand aangevoerd. Aangezien dit aangevoerde (kalkrijke) zand tot veranderingen in de bodemhuishouding leidt, welke veranderingen onder andere in verband staan met wijzigingen in het kalkgehalte, wordt ter voorkoming van dubbeltelling, de verandering in deze stofhuishouding niet nog eens apart beoordeeld.

Een volgende huishouding, die kan worden beïnvloed staat in verband met mogelijke veranderingen in de grootte en invloed van de salt-spray door een andere positie en ligging van terreindelen ten opzichte van de zee. Deze veranderingen worden echter verwaarloosbaar klein geacht.

De enige beïnvloeding van een stofhuishouding die overblijft, is die door verschraling als gevolg van natuurbeheersmaatregelen. Dit effect doet zich alleen voor in het kustvak Zuid-Zuidwest en strekt zich uit over het na de ingrepen aanwezig vochtig terrein. Het effect is sterk positief aangezien juist in de vochtige sfeer door eutrofiëring en verstoring van de waterhuishouding de hier nieuw te verwachten laag-produktieve voedselarme milieus zeldzaam geworden zijn.

Bijlage 3 Voorbeeld van de indeling in soortengroepen en beschrijving bijbehorende ecotooptypen.

De soortengroepen geven aan welke plantensoorten voorkomen bij een bepaalde combinatie van standplaatsfactoren en worden gehanteerd bij de indeling van ecotopen in ecotooptypen. Een verschil met andere ecologische soorts-indelingen (bv. Arnolds en v.d. Meyden, 1983) is dat soorten in meer dan één groep kunnen worden ingedeeld. Op deze manier kan rekening worden gehouden met de verschillen tussen soorten die strikt aan 1 type milieu gebonden zijn en soorten met een ruimere ecologische amplitudo.

Bij de indeling in soortengroepen is gebruik gemaakt van vegetatiekundige en autoecologische literatuur, met name literatuur over de indicatiewaarden van soorten voor bepaalde milieu-omstandigheden (Ellenberg 1979, Klapp 1965, Kruyne e.a. 1967, De Lange en van Zon 1976, indicatiewaarden PPD-ZH e.a.). Ingedeeld zijn tot nu toe vooral soorten uit het westelijk deel van Nederland, met name soorten die voorkomen in de gegevensbestanden van de provincies Noord-Holland, Utrecht en Zuid-Holland. In een vervolg op het ecotopenproject zal, in samenwerking met het Rijksherbarium Leiden, de indeling nader worden uitgewerkt voor de rest van Nederland.

Ter illustratie wordt in deze bijlage een deel van de soortengroepen, nl. die van pionierecotopen, weergegeven. Daarbij wordt per soort de volgende informatie gegeven:

- soortnummer volgens interprovinciale afspraken, voor de hogere planten overeenkomend met de standaardlijst van de Nederlandse Flora (Arnolds en v.d. Meyden, 1983),
- indeling naar vochtafhankelijkheid van soorten (vanaf 1, waterplant, tot 6, soorten van droge milieu's),
- naam van de plantensoort,
- nummers van de overige soortengroepen waarin de soort voorkomt.

Behalve de indeling in soortengroepen wordt ook een korte beschrijving gegeven van pionierecotopen zoals die in de Randstad voorkomen.

De nummering van de soortengroepen en ecotooptypen is zoveel mogelijk systematische en geeft informatie over de belangrijkste biotische en abiotische factoren:

Het honderdtal geeft de vegetatiestructuur weer:

- 100 pioniervegetaties
- 200 kruidvegetaties
- 300 ruigtes
- 400 ondergroei struwelen en bossen
- 500 bossen en struwelen
- 600 watervegetaties
- 700 verlandingsvegetaties

Het tiental geeft o.a. de vochttoestand weer:

- 10 vochtig/natte ecotopen
- (20 vochtige ecotopen)
- 30 droge ecotopen

Het laatste getal geeft informatie over de trofietoestand, de kalkrijkdom en de saliniteit:

- 1 voedselarme, kalkarme milieu's
- 2 voedselarme, kalkrijke milieu's
- 4 matig voedselrijke milieu's
- 6 zeer voedselrijke milieu's
- 7 brakke milieu's
- 8 zilte milieu's

Soortengroep 111		Pioniersoorten van voedselarme, vochtig/natte, kalkarme bodem	
288 2	CENTUNCULUS MINIMUS	613	
429 2	ECHINODORUS RANUNCUL.	112, 114, 117	
1930 3	JUNCUS BUFONIUS S.L.	112, 114	
675 3	JUNCUS BUFONIUS SSP. BUF.ONIS	611	
2343 2	JUNCUS BULBOSUS S.L.	112, 613	
753 2	LITTORELLA UNIFLORA		
1038 2	RADIOLA LINOIDEA		
1159 2	SCIRPUS SETACEUS		
Soortengroep 112		Pioniersoorten van voedselarme, vochtig/natte, kalkrijke bodem	
53 2	ANAGALLIS TENELLA	212	
1463 2	CAREX SEROTINA SSP. PUL. CHELLA	114	
286 2	CENTAUURIUM ERYTHRAEA	117	
287 2	CENTAUURIUM LITTORALE	117	
562 2	GENTIANELLA ANARELLA	114	
587 2	GNAPHALUM LUTEO-ALBUM	212	
672 2	JUNCUS ALPINO-ART. SSP. ATRICAPILLUS	111, 114, 117	
1930 3	JUNCUS BUFONIUS S.L.	114, 117	
671 3	JUNCUS BUFONIUS SSP. AMB.IGUUS	114, 111	
675 3	JUNCUS BUFONIUS SSP. BUF.ONIS	111, 613	
753 2	LITTORELLA UNIFLORA	114	
841 2	MYOSOTIS LAXA	114, 136, 217	
2320 4	PLANTAGO MAJOR S.L.	114, 217	
945 2	SAGINA NODOSA	212, 117	
1111 2	SAGINA NODOSA	117	
1135 2	SAMOLUS VALERANDI	114, 117	
3301 2	ANEURA PINGUIS	212	
2576 2	BRYUM ALGIVICUM VAR. RUTHEANUM		
2596 2	BRYUM KNOXII		
3430 2	PELLIA ENDIVIAFOLIA		
3455 2	RICCARDIA CHAMEDRYFOLIA		
Soortengroep 114		Pioniersoorten van matig voedselrijke, vochtig/natte bodem	
27 2	ALISHA LANCEOLATUM	614	
28 1	ALISHA PLANTAGO-AQUATICA	614, 116	
141 2	BIDENS CERNUA	116	
286 2	CENTAUURIUM ERYTHRAEA	112	
463 2	EQUISETUM FLUVIATILE	214, 614, 714	
987 2	GNAPHALUM LUTEO-ALBUM	112	
589 3	GNAPHALUM ULIGINOSUM		
630 1	HIPPURIS VULGARIS	614	
673 2	JUNCUS ARTICULATUS	214	
1930 3	JUNCUS BUFONIUS S.L.	112, 111, 117	
671 3	JUNCUS BUFONIUS SSP. AMB.IGUUS	112, 117	
675 3	JUNCUS BUFONIUS SSP. BUF.ONIS	112, 111	
841 2	MYOSOTIS LAXA	112	

Soortengroep 116		Pioniersoorten van zeer voedselrijke, vochtig/natte bodem	
859 2	NASTURTIUM MICROPHYLLUM	214, 716	
2320 4	PLANTAGO MAJOR S.L.	112, 136, 217	
945 2	PLANTAGO MAJOR SSP. PLEI.OSPERMA	112, 217	
1100 2	RUMEX MARITIMUS		
1346 2	VERONICA ANAGALLIS-AQ.	214, 716, 216	
1350 3	VERONICA CATENATA	214	
4362 2	NASTURTIUM	116	
2512 2	AMBLYSTEGIUM RIPARIUM	112, 117	
2519 1	AMBLYSTEGIUM VARIUM	132, 134	
2576 2	BRYUM ALGIVICUM VAR. RUTHEANUM	134, 117	
2577 4	BRYUM ARGENTEUM		
2580 3	BRYUM BICOLOR		
2701 2	DREPANOCLODUS ADUNCUS		
2802 3	LEPTOBRYUM PYRIFORME		
3403 4	MARCHANTIA POLYMORPHA		
2872 3	PHYSOCOMITRIUM PYRIFORME		
Soortengroep 116		Pioniersoorten van zeer voedselrijke, vochtig/natte bodem	
18 3	AGROSTIS STOLONIFERA	216, 217, 214, 414, 716, 756	
28 1	ALISHA PLANTAGO-AQUATICA	114, 614	
141 2	BIDENS CERNUA	114	
142 2	BIDENS CERNUA		
144 2	BIDENS TRIPARTITA		
312 4	CHENOPODIUM GLAUCUM	136	
315 4	CHENOPODIUM POLYSPERMUM	136	
316 4	CHENOPODIUM RUBRUM	316, 416, 414, 317	
457 2	EPILOBIUM HIRSUTUM	316, 216	
739 2	EPILOBIUM PARVIFLORUM		
847 3	LIPOSILLA AQUATICA	216	
972 2	MYOSOTON AQUATICUM	316	
976 3	POLYGONUM HYDROPIPER	216	
1058 2	RANUNCULUS SCLEERATUS		
1074 2	RORIPPA AMPHIBIA	216, 416, 616	
1076 2	RORIPPA PALUSTRIS	216	
1098 4	RUMEX CHRISPI	136, 236, 216	
1184 2	SENECIO CONGESTUS		
1245 2	STACHYS PALUSTRIS	216, 416, 316	
1316 3	TUSSILAGO FARFARA	136	
2131 1	DRACOPIS	117, 118, 614, 616, 644, 646, 656	
2132 1	ENTEROMORPHA	117, 118, 616, 617	
4330 4	MATRICARIA	136	
2519 1	AMBLYSTEGIUM VARIUM	114	
2753 4	FUNARIA HYGROMETRICA		
3464 2	RICCIA CAVERNOSA		

Soortengroep 117 Pioniersoorten van brakke, vochtig/natte bodem

275 4	CATAPODIUM MARINUM	90
285 2	CENTAUURIUM LITTORALE	112
287 2	CENTAUURIUM PULCHELLUM	112
581 2	GLAUX MARITIMA	217, 90
1930 3	JUNCUS BUFONIUS S.L.	112, 111, 114
671 3	JUNCUS BUFONIUS SSP. AMB. IGUUS	112, 114
917 2	PARAPHOLLIS STRIGOSA	218, 90
1006 4	POTENTILLA ANSERINA	136, 217
1110 2	SAGINA MARITIMA	90
1111 2	SAGINA RODUSA	212, 112
1135 2	SAMOLUS VALERANDI	112
1238 2	SPERGULARIA MARINA	218, 90, 217
2131 1	DRAADMIER	116, 118, 614, 616, 644, 646, 656
2132 1	ENTEROMORPHA	116, 118, 616, 617
2576 2	BRUM ALCOVICUM VAR. RUTHEANUM	112, 114
2580 3	BRUM BICOLOR	114, 134
2932 2	POTTIA HEIMII	90

Soortengroep 118 Pioniersoorten van zilte, vochtig/natte bodem

1115 2	SALICORNIA EUROPAEA	90
1233 2	SPARTINA ANGLICA	90
1430 2	SPARTINA TONSENDII	90, 218
1236 2	SPERGULARIA MEDIA	90
1256 2	SUAEDA MARITIMA	116, 117, 614, 616, 644, 646, 656
2131 1	DRAADMIER	116, 117, 616, 617
2132 1	ENTEROMORPHA	

Soortengroep 131 Pioniersoorten van voedselarme, droge, kalkarme bodem

21 6	ALRA PHAEOX	232
81 6	ARABIDOPSIS THALIANA	
215 5	CAREX ARENARIA	132, 331, 432, 431, 332
367 6	CORTNEPHORUS CANESCENS	231
1094 6	RUMEX ACETOSELLA	
1392 5	VULPIA BROMOIDES	231
3151 6	*POLYTRICHUM JUNIPERINUM (S.L.)	231, 431
2635 4	CAMPYLOPS FRAGILIS (S.S.)	232, 231, 141, 142, 134
2642 5	CERATODON PURPUREUS	
3604 6	CLADONIA BACILLARIS	
3606 6	CLADONIA CHLOROPHAEA	
3661 6	CLADONIA CHLOROPHAEA COMPL.	
3610 6	CLADONIA COCCIFERA VAR. PLEUROTA	
3614 6	CLADONIA CORNUTA	
3623 6	CLADONIA FIMBRIATA	232, 231

Soortengroep 132 Pioniersoorten van voedselarme, droge, kalkrijke bodem

89 6	ARENARIA SERP. SSP. SERP.	134
99 6	ARTEMISIA LLOYDII	
166 6	BROMUS TECTORUM	142
215 5	CAREX ARENARIA	131, 331, 432, 431, 332
293 6	CERASTIUM DIFFUSUM	
298 6	CERASTIUM SEMIDECAHNUM	232
305 6	CYNOGLOSSUM OFFICINALE	142, 432
445 6	ELYTRIGIA PUNGENS	332, 337
482 6	ERODIUM CICUTARIUM SSP. DUNENSIS	232
481 6	ERODIUM GLUTINOSUM	
483 6	EROPHILA VERNA	
517 6	FESTUCA RUBRA SSP. ARENARIA	157
557 6	GALLIUM RUBRA SSP. ARENARIA	232, 432
1481 6	GALLIUM VERUM S.L. VERUM	232
843 6	MYOSOTIS RAMOSISSIMA	232
1497 6	ONONIS REPENS VAR. MITIS.	232
931 6	PHLEUM ARENARIUM	
1089 5	RUBUS CAESIUS	
1146 6	SAXIFRAGA TRIDACTYLITES	232, 432, 424, 414, 411, 332, 334
1175 6	SEDUM ACRE	432
2290 6	SENEGIO JACOBAEA S.L.	232, 432
1530 6	SENEGIO JACOBAEA VAR. N. UDUS	232, 432
2033 6	VIOLA CURTISII SSP. CON. IOPHYLLA	
3187 5	*BRYUM CAPILLARE (S.L.)	232, 432
2586 5	*BRYUM CAPILLARE AGG.	232, 432
2561 6	BRACHYTHECIUM ALBICANS	232
2577 4	BRYUM ARGENTEUM	114, 134
3675 6	CLADONIA FOLIACEA	131
3676 6	CLADONIA FOLIACEA VAR. FOLIACEA	131
3662 6	CLADONIA PYXIDAT/CHLOROPHAEA-COMPL.	131, 231, 232

3658 6 CLADONIA PYXIDATA 232
 3643 6 CLADONIA RANGIFORMIS 232
 3664 6 CLADONIA RANGIFORMIS VAR. ABERRANS 232
 2695 6 DITRICHUM FLEXICAULE 232
 3673 6 LEPTOGIUM LICHENOIDEES
 3674 6 LEPTOGIUM SINUATUM
 3191 6 TORTULA CALCICOLA
 3067 6 TORTULA RURALIS
 3066 6 TORTULA RURALIS VAR. RURALIFORMIS

Soortengroep 134 Pioniersoorten van matig voedselrijke, droge bodem

12 4 AETHUSA CYNAPIUM
 46 5 AMARANTHUS LIVIDUS
 47 5 AMARANTHUS RETROFLEXUS
 2308 5 ANAGALLIS ARVENSIS S.L.
 64 4 ANTHEMIS TINCTORIA 163
 73 5 APERA SPICA-VENTI
 89 6 ARENARIA SERP. SSP. SERP. 132
 165 5 BROMUS STERILIS 424
 305 4 CHELIDonium MAJUS
 321 4 CHRYSANTHEMUM SEGETUM
 350 5 CONVULVULUS ARVENSIS 234, 334
 384 4 CYNODON DACTYLON
 428 5 ECHINOCHLOA CRUS-GALLI 136
 1762 4 ERAGROSTIS MULTICAULIS 334, 136
 1685 4 ERAGROSTIS POAEODES
 475 6 ERIGERON CANADENSIS
 480 6 ERIDION CICUTARIUM SSP. CICUTARIUM 136
 487 4 ERYSIMUM CHEIRANTHOIDES
 493 4 EUPHORBIA ESULA
 533 4 FUMARIA OFFICINALIS 136
 543 4 GALEOPSIS TETRAHIT 334, 136
 616 5 HONDEUM MURINUM
 743 4 LINARIA MINOR 136
 790 4 MALVA NEGLECTA
 795 4 MATRICARIA MARITIMA (SSP. INOD.) 337, 136
 794 4 MATRICARIA RECUTITA 136
 799 4 MEDICAGO LUPULINA 234, 136
 809 5 MELILOTUS ALBUS
 810 5 MELILOTUS ALTISSIMUS 136
 812 5 MELILOTUS OFFICINALIS 136
 822 4 MERCURIALIS ANNUA
 915 6 PAPAV. DUBIUM
 916 6 PAPAV. RHOEAS
 946 4 PUA ANNUA
 952 4 PUA ANNUA
 970 4 POLYGONUM CONVULVULUS 435, 132
 1061 4 RAPHANUS RAPHANISTRUM
 1112 4 SAGINA PROCUMBENS
 1139 5 SAPONARIA OFFICINALIS
 1195 5 SETARIA GLAUCA
 1197 5 SETARIA VIRIDIS

1212 6 SISYMBRIUM ORIENTALE
 1237 5 SPERGULARIA HUBRA 234
 1336 4 VALERIANELLA LOCUSTA 232, 234
 1347 6 VERONICA ARVENSIS
 1378 5 VIOLA ARVENSIS 141
 1390 6 VIOLA TRICOLOR
 2577 4 BRYUM ARGENTEUM 132, 114
 2580 3 BRYUM BICOLOR 114, 117
 2599 5 BRYUM MICROENTHROCARPUM 142
 2642 5 CERATODON PURPUREUS 131, 232, 231, 141, 142

Soortengroep 136 Pioniersoorten van zeer voedselrijke, droge bodem

41 4 ALOPECURUS MYOSUROIDES
 52 5 ANAGALLIS ARVENSIS SSP. ARVENSIS 336, 337
 121 4 ATRIPLIX HASTATA 336
 123 4 ATRIPLIX PATULA
 1802 4 BRASSICA NAPUS
 152 4 BRASSICA NIGRA
 200 5 CAPSELLA BURSA-PASTORIS 236
 306 4 CHENOPodium ALBUM
 310 4 CHENOPodium FICIFOLIUM
 312 4 CHENOPodium GLAUCUM
 315 4 CHENOPodium POLYSPERMUM 116
 316 4 CHENOPodium RUBRUM 116
 359 4 CORONOPUS SCUMATUS
 428 5 ECHINOCHLOA CRUS-GALLI 134
 2315 4 ELYTRIGIA REPENS S.L.
 446 4 ELYTRIGIA REPENS VAR. REPENS 336, 236, 217
 462 4 EQLISETUM ARVENSE 334, 134
 487 4 ERYSIMUM CHEIRANTHOIDES 134
 494 4 EUPHORBIA EXIGUA
 495 4 EUPHORBIA HELIOSCOPIA
 498 4 EUPHORBIA PEPLUS
 533 4 FUMARIA OFFICINALIS 134
 543 4 GALEOPSIS TETRAHIT 334, 134
 544 4 GALINSOGA CILIATA
 545 4 GALINSOGA PARVIFLORA
 699 4 LACTUCA SEHRIOLA
 701 4 LAMIMUM ALBUM
 706 4 LAMIMUM AMPLEXICAULE
 730 4 LAMIMUM PURPUREUM
 743 4 LEPIDIUM DRABA
 743 4 LINARIA MINOR
 795 4 MATRICARIA MARITIMA (SSP. INOD.) 134
 796 4 MATRICARIA MATRICARIA 134, 337
 794 4 MATRICARIA RECUTITA 134
 799 4 MEDICAGO LUPULINA 234, 134
 810 5 MELILOTUS ALTISSIMUS 134
 812 5 MELILOTUS OFFICINALIS 134
 910 4 OXALIS CORNICULATA
 911 4 OXALIS EUROPAEA
 916 6 PAPAV. RHOEAS
 2320 4 PLANTAGO MAJOR S.L. 112, 114, 217

Soortengroep 142		Pioniersoorten van voedselarme, droge, kalkrijke, gestoorde bodem	
947 4	PLANTAGO MAJOR SSP. MAJOR	54 6	ANCHUSA OFFICINALIS
952 4	POA ANNUA	166 6	BROMUS TECTORUM
1412 4	POLYGONUM ARENASTRUM	209 6	CARDUUS NUTANS
968 4	POLYGONUM AVICULARE S.L.	353 5	CORISPERMUM LEPTOPTERUM
973 4	POLYGONUM LAPATHIF. S.L.	385 6	CYNOGLOSSUM OFFICINALE
977 4	POLYGONUM PERSICARIA S.L.	393 6	DATURA STRAMONIUM
1006 4	POTENTILLA ANSERINA	400 6	DESCURAINIA SOPHIA
1078 4	RORIPPA STYVESTRIS	410 6	DIPILOTAXIS TENUIFOLIA
1098 4	RUMEX CRISPUS	431 6	ECHINUM VULGARE
1098 4	RUMEX X ACUTUS	779 6	LYCOPSIUS ARVENSIS
1192 4	SENECIO VULGARIS	872 6	OENOTHERA BIENNIS
1207 4	SINAPIS ARVENSIS	873 6	OENOTHERA ERYTHROSEPALA
1211 4	SISTYMBRIUM OFFICINALE	874 6	OENOTHERA PARVIF. VAR. PARVIFLORA
1219 4	SOLANUM NIGRUM SSP. NIG. RUM	2350 6	OENOTHERA PARVIFL. S.L.
1234 4	SONCHUS ARVENSIS S.L.	878 6	ONOPORDUM ACANTHIUM
1234 4	SONCHUS ASPER	944 5	PLANTAGO CORONOPUS
1242 4	SONCHUS OLERACEUS	1139 5	SAPONARIA OFFICINALIS
1250 4	STELLARIA MEDIA	1191 6	SENECIO VISCOSUS
1251 4	THLASPI ARVENSE	1202 6	SILENE CONICA
1316 3	TUSSLILAGO FARFARA	1208 6	SISTYMBRIUM ALTISSIMUM
1322 6	URTICA URENS	1220 6	SOLANUM TRIFLORUM
1345 4	VERONICA AGRESTIS	1343 6	VERRASCUM THAPSUS
1358 4	*STELLARIA MEDIA-GROEP	2547 5	BARRULA CONVOLUTA
2271 4	MATRICARIA	2552 5	BARRULA HORN-SCHUCHIANA
4330 4	TARAXACUM	2599 5	BRYUM MICROERYTHROCARPUM
4517 4		2606 6	BRYUM RADICULOSUM
		2607 6	BRYUM RUBENS
		2608 6	BRYUM RUDERALE
		2642 5	CERATODON PURPUREUS
			131, 232, 231, 141, 134

Soortengroep 137 Soorten van droge brakke grond

944 5	PLANTAGO CORONOPUS	142
-------	--------------------	-----

Soortengroep 157 Pioniersoorten van brakke, sterk stulvende bodem

Soortengroep 141		Pioniersoorten van voedselarme, droge, kalkarme gestoorde bodem	
------------------	--	---	--

75 5	APHANES MICROCARPA	50 6	AMMOPHILA ARENARIA
779 6	LYCOPSIUS ARVENSIS	172 0	CALILE MARITIMA
872 6	OENOTHERA BIENNIS	189 6	CALYSTEGIA SOLDANELIA
1522 6	SAGINA APETALA SSP. APET. ALA	443 6	ELYMUS AENEARIUS
1163 6	SCLERANTHUS ANNUUS	444 6	ELYTRIGIA JUNCEIFORMIS
1238 5	SPERGULA ARVENSIS	486 6	ERYNGIUM MARITIMUM
1296 6	TRIFOLIUM ARVENSE	497 5	EUPHORBIA PARALIAS
1343 6	VERRASCUM THAPSUS	517 6	FESTUCA RUBRA SSP. ARENA. RIA
1340 6	VIOLA TRICOLOR	520 4	FESTUCA RUBRA SSP. RUBRA
2642 5	CERATODON PURPUREUS	580 5	GLAUDIUM FLAVUM
		1127 6	SALSOLA KALI VAR. KALI
		2324 4	SONCHUS ARVENSIS S.L.
		2025 4	SONCHUS ARVENSIS VAR. MA. RITIMUS
		1921 4	FESTUCA RUBRA S.L.
			336, 136
			332, 232, 234, 217, 218, 231

Soortengroep 163 Ploniersoorten van voedselarme, droge, stenige substraten

64 4	ANTHEMIS TINCTORIA	134
112 4	ASPLENIUM RUTA-MURARIA	
741 4	LINARIA CMBALARIA	
839 4	MYCELIS MURALIS	
919 4	PAKETARIA JUDAICA	
918 4	PAKETARIA OFFICINALIS	
934 4	PHYLLIS SCLOPENDRIUM	
955 6	POA COMPRESSA	

Soortengroep 211 Soorten van voedselarme, vochtig/natte, kalkarme bodem

16 4	AGROSTIS CANINA S.L.	231
1544 1	AGROSTIS CANINA SSP. CANINA	
153 2	BRIZA MEDIA	
173 3	CALAMAGROSTIS CANESCENS	411, 414, 311, 314
1461 2	CARDAMINE PRAT. SSP. PAL. USTRIS	414, 714, 314, 214
211 2	CAREX ACUTA	214, 314, 414
212 3	CAREX ACUTIFORMIS	
219 2	CAREX CURTA	
220 2	CAREX DEMISSA	
228 3	CAREX ECHINATA	
237 2	CAREX HUDSONII	214, 714, 744
244 3	CAREX NIGRA	331
248 3	CAREX PANICEA	212
295 2	CAREX PULICARIS	713, 711, 714, 214
260 2	CAREX ROSTRATA	212
266 3	CAREX TRINERVIS	214
267 2	CAREX VESICARIA	
332 2	CIRSIUM DISSECTUM	
886 2	DACTILOPHYZA MAJALIS (SSP. MAJALIS)	
890 2	DACTILOPHYZA MAJALIS (SSP. PRAETEN.)	214
1637 2	DACTILOPHYZA MAJALIS S.L.	214
418 2	DROSEROTA ROTUNDIFOLIA	
420 2	DROSEROTA ROTUNDIFOLIA	
438 2	DRYOPTERIS CRISTATA	212
473 3	ELEOCHARIS QUINQUEFLORA	711
476 2	ERICA TETRALIX	232, 212, 231
2316 4	EUPHRASIA STRICTA S.L.	232, 212, 231
1919 4	EUPHRASIA STRICTA SSP. S. TRICTA	212, 214
556 2	GALIUM ULIGINOSUM	
561 4	GENTIANA TINCTORIA	
568 2	GENTIANA PNEUMONANTHE	
597 2	HAMMARBYA PALUDOSA	212, 214
626 2	HIROCHLOE ODORATA	421
641 2	HYDROCOTYLE VULGARIS	214, 314, 311
646 4	HYPENICUM HUMIFUSUM	212
670 2	JUNCUS ACUTIFLORUS	
674 2	JUNCUS ARCTICUS	

687 3	JUNCUS SQUARROSUS	231
688 2	JUNCUS SUBMODULOSUS	214, 314, 714
679 3	JUNCUS SUBULIFLORUS	214, 311
748 2	LIPARIS LOESELII	212
1933 2	LUZULA MULTIFLORA S.L.	
768 2	LUZULA MULTIFLORA SSP. M. MULTIFLORA	
832 3	MOLINIA CAERULEA	311, 331, 411
879 2	OPHIOGLOSSUM VULGATUM	311, 312
923 2	PEDICULARIS PALUSTRIS	214
1005 4	POTENTILLA ANGLICA	231
1008 4	POTENTILLA ERECTA	711, 744
346 2	POTENTILLA PALUSTRIS	232, 432
1034 4	PYROLA ROTUNDIFOLIA	214, 212
1088 2	RANUNCULUS FLAMMULA	232, 231
1067 4	RHINANTHUS MINOR S.L.	231
1066 4	RHINANTHUS SEROTINUS S.L.	
2023 2	RUBUS VULGARIS	
1258 2	SUCCISA PRATENSIS	214
1332 2	VALERIANA DIOICA	214
1362 2	VERONICA SCUTELLATA	
1385 2	VIOLA PALUSTRIS	414, 214, 411
2544 2	AULACOMNIUM PALUSTRE	
2603 2	BRYUM PSEUDOTRIQUETRUM	411
2619 2	CALLIERGON CORDIFOLIUM	212
2621 2	CALLIERGON GIGANTEUM	212
3321 2	CALYPOGEIA FISSA	411
2628 2	CAMPYLUM POLYGAMUM	212
2629 2	CAMPYLUM STELLATUM	212
3330 2	CEPHALODIA CONNIVENS	411
3342 2	CHILOSCYPHUS POLYANTHUS VAR. PALLESC	
2653 2	CLIMACIUM DENDROIDES	212
2673 2	DICHRANUM BONJEANII	411
3428 2	PALLAVICINIA LYELLII	
2920 4	PELLIA NEESIANA	231, 431
2923 4	POLYTRICHUM COMMUNE	231
2991 2	SCORPIDIUM SCORPIOIDES	611
2995 2	SPHAGNUM	411
3000 2	SPHAGNUM CAPILLIFOLIUM	411
3006 2	SPHAGNUM FIMBRIATUM	411
3011 2	SPHAGNUM MAGELLANICUM	411
3015 2	SPHAGNUM PALUSTRE	411
3016 2	SPHAGNUM PAPILLOSUM	411
3023 2	SPHAGNUM SQUARROSUM	411
3024 2	SPHAGNUM SUBMITENS	
3028 2	SPHAGNUM TERES	

Soortengroep 212 Soorten van voedselarme, vochtig/natte, kalkrijke bodem

232 3	CAREX FLACCA	232
248 3	CAREX PANICEA	211
1463 2	CAREX SEROTINA SSP. PUL. CHELLA	112
266 3	CAREX TRINERVIS	211
438 2	ELEOCHARIS QUINQUEFLORA	211

100 PIONIER-ECOTOPEN

	voedselarm kalkarm	kalkrijk	matig voedselrijk	zeer voedselrijk	brak	zilt
vochtig/ nat	111	112	114	116	117	118
vocht- houdend/ droog	131	132	134	136	-	-

droog,
gestoorde
bodem

142

droog,
sterk
stuivend

157

droog,
stenig
substraat

163

111 Voedselarm kalkarm vochtig/nat pionierecotoop

Lage open pioniervegetaties met Dwergbies, Dwergbloem, Grep-
pelrus, Dwergvlas e.d.

Zeldzaam in de jonge duinen (Goeree), en op de pleistocene
zandgronden (Utrechtse Heuvelrug en het Gooi).

Synt. verw.: *Cicendietum filiformis* (Allorge 1922)

112 Voedselarm kalkrijk vochtig/nat pionierecotoop

Lage, open pioniervegetaties met Strandduizendguldenkruid,
Krielparnassia, Bitterling, Waterpunge en enkele kenmerkende
mossoorten waaronder de levermosjes *Aneura pinguis* en
Riccardia chamaedrifolia.

Zeldzaam in het jonge duingebied van de Zuidhollandse
eilanden en zeer zeldzaam in de jonge duinen van het
vasteland.

Synt. verw.: *Centaurio-Saginetum moniliformis* (Diemont,
Siss.

et Westh. 1940)

114 Matig voedselrijk vochtig/nat pionierecotoop

Pioniervegetaties met Greppelrus, Zompvergeet-mij-nietje, Rode en Blauwe waterereprijs en Moerasdroogbloem. Op drooggevalen plekken op mineraalarme meest zandige bodems. Vrij zeldzaam in het jonge duingebied (infiltratiegebieden) en in stedelijke gebieden (op bouwterreinen e.d.).
Synt. verw.: Eleocharito-Hippuridetum (Passarge 1955)

116 Zeer voedselrijk vochtig/nat pionierecotoop

Pioniervegetaties met Fioringras, Akkerdistel, Melganzevoet, Zeegroene ganzevoet, Blaartrekkende boterbloem, Klein hoefblad, Harig wilgeroosje, Krulzuring, Driedelig tandzaad e.d. Op natte delen van akkers en ruderaal terreinen, slibstorten, op drooggevalen plaatsen.
Vrij algemeen in het gehele Randstadgebied.
Synt. verw.: Bidentetalia tripartitii (Br-Bl. et R.Tx, 1943)

117 Brak vochtig/nat pionierecotoop.

Pioniervegetaties met Standduizendguldenkruid, Fraai duizendguldenkruid, Melkkruid, Zeeweegbree, Zeevetmuur, Dunstaart, Krielparnassia en de mossen Bryum algovicum en Pottia heimii.
Zeldzaam in de zilte buitendijkse gebieden, op de overgang van schorren naar duinen.
Synt. verw.: Sagino maritimae-Cochlearietum danicae (R.Tx et Gillner 1957)

118 Zilt vochtig/nat pionierecotoop

Pioniervegetaties met Zeekraal, Schorrekruid, Engels slijkgras en Zilte schijnspurrie.
Algemeen in de zilte buitendijkse gebieden.
Synt. verw.: Salicornietum strictae (Christiansen 1951)
Suaedetum maritimae (Pignatti 1953)
Spartinion (Conard 1952)

131 Voedselarm kalkarm vochthoudend/droog pionierecotoop

Lage open pioniervegetaties met slecht ontwikkelde kruidlaag bestaand uit Buntgras, Zandzegge en Schapezuring, gedomineerd door mossen (o.a. *Polytrichum piluliferum*, *Racomitrium canescens*) en korstmossen (div. soorten *Cladonia*'s). Op kalkarme zandgronden.

Zeldzaam in de oude duingebieden en, in de jonge duingebieden, langs de binnenduinrand; vrij zeldzaam op de pleistocene zandgronden.

Synt. verw.: *Airo-Caricetum arenariae* (Westhoff, Van Leeuwen et Adriani 1962)

Violo-Corynephoretum (Westhoff 1947) p.p.

132 Voedselarm kalkrijk vochthoudend/droog pionierecotoop

Pioniervegetaties met Helm, Zandzegge, Kruipend stalkruid, Vroegeling, Kandelaartje, Muurpeper e.d. met een meestal goed ontwikkelde moslaag bestaand uit *Tortula ruralis* var. *ruraliformis*, *Tortula calcicola* en *Brachythecium albicans*.

Algemeen in de jonge duinen.

Synt. verw.: *Tortulo-Phleetum arenarii* (Br-Bl. et de Leeuw, 1936)

134 Matig voedselrijk vochthoudend/droog pionierecotoop

Ruderaal vegetaties met soorten als Canadese fijnstraal, Vlasleeuwebek, Witte honingklaver, Gele honingklaver, Smalbladige weegbree, Zeepkruid, Liggend vetmuur e.d. Moslaag vaak goed ontwikkeld, bestaand uit *Ceratodon purpureus* en *Bryum argenteum*. Voornamelijk op enigszins gestoorde zandgrond zoals in wegbermen van wegen aangelegd op (aangevoerd) zand, op opspuitterreinen e.d.

Vrij algemeen in de gehele Randstad.

Synt. verw.: *Sisymbrium* (R.Tx, Lohm. et Preising apud R. Tx, 1950)

Sagino-Bryetum argentei (Diemont, Siss. et Westhoff, 1940)

136 Zeer voedselrijk vochthoudend/droog pionierecotoop

Pioniervegetaties met Herderstasje, Melganzevoet, Akkerdistel, Kweek, Kroontjeskruid, Paarse dovenetel, Echte kamille, Varkensgras, Zwaluw tong, Gewoon kruiskruid, Zwarte nachtschade, Vogelmuur, Witte krodde, Grote ereprijs etc. Op akkers en in moestuinen.

Algemeen in de gehele Randstad.

Synt. verw.: *Eu-Polygono-Chenopodion* (Oberd. 1957)

Coronopo-Matricarietum (Siss. 1969)

141 Voedselarm kalkarm vochthoudend/droog pionierecotoop met gestoorde bodem

Te weinig opnamen voor verdere beschrijving.
Zeldzaam in het Randstadgebied.

142 Voedselarm kalkrijk vochthoudend/droog pionierecotoop met gestoorde bodem

Pioniervegetaties met vrij veel mossen (soorten uit het *Bryum micro-erythrocarpum* complex, *Barbula convoluta* en *B. hornschiuchiana*) maar daarnaast ook met hoogopgaande kruiden als *Slangekruid*, *Ossetong*, *Theunisbloem* e.d. Op oppervlakkig geroerde of veelbetreden plaatsen op kalkrijke zandgrond. Vrij algemeen in de jonge duinen, maar nooit over grote oppervlakten.

Synt. verw.: *Onopordion acanthii* (Br.-Bl. 1926)

157 Brak droog pionierecotoop met sterk stuivende bodem

Pioniervegetaties van *Helm*, *Biestarwegras*, *Zandhaver* met soorten als *Zeeraket*, *Zeewolfsmelk*, *Blauwe zeedistel*, *Zeemelkdistel* e.d. Op embryonale duintjes en in min of meer natuurlijke zeerepen.

Algemeen in de jonge duinen (zeereep).

Synt. verw.: *Agropyron-Honkenyion peploidis* (R. Tx. 1945 apud Br.-Bl. et R. Tx. 1952).

Ammophilion borealis (R. Tx. (1945) 1952).

163 Voedselarm droog pionierecotoop met stenig substraat

Muurvegetaties met *Steenbreekvaren*, *Tongvaren*, *Muurvaren*, *Muurleeuwebekje* e.d. Op oude muren.

Vrij zeldzaam in de steden.

Synt. verw.: *Asplenietea rupestris* (Br.-Bl. 1934)

BIJLAGE 4 OVERZICHT VAN DE IN HET RANDSTADGEBIED BESCHREVEN
ECOTOOPTYPEN

Deze bijlage geeft een overzicht van de ecotooptypen die tot nu toe binnen het ecotopensysteem op grond van de plantengroei beschreven zijn. Omdat voorgaande projecten vooral betrekking hadden op de Randstad en het kustgebied zijn tot nu toe vooral die typen beschreven die in het westen van Nederland regelmatig voorkomen. In een vervolgproject van het ecotopenproject zal de beschrijving van terrestrische systemen verder worden uitgewerkt voor Oost-Nederland.

Per type is aangegeven in hoeverre de beschrijving voldoende is uitgewerkt voor praktijktoepassingen:

- ++ type is goed beschreven op grond van opnamenmateriaal en literatuur (overwegend typen die in West-Nederland relatief veel voorkomen),
- + type is voor West-Nederland afdoende beschreven, voor toepassing in Oost-Nederland zijn nog aanvullingen nodig
- o type is nog onvoldoende onderbouwd (vooral typen die in West-Nederland weinig voorkomen of in geheel Nederland zeldzaam zijn),
- type moet nog geheel of vrijwel geheel worden beschreven

Pionierecotopen

111 voedselarm kalkarm vochtig/nat pionierecotoop	o
112 voedselarm kalkrijk nat pionierecotoop	++
114 matig voedselrijk vochtig/nat pionierecotoop	+
116 zeer voedselrijk vochtig/nat pionierecotoop	++
117 vochtig/nat brak pionierecotoop	++
118 vochtig/nat zilt pionierecotoop	++
131 voedselarm kalkarm droog pionierecotoop	+
132 voedselarm kalkrijk droog pionierecotoop	++
134 matig voedselrijk droog pionierecotoop	o
136 zeer voedselrijk droog pionierecotoop	++
141 voedselarme kalkarm pionierecotoop op gestoorde plekken	o
142 voedselarm kalkrijk pionierecotoop op gestoorde plekken	++
157 droog brak pionierecotoop op stuivende plekken	++
163 voedselarm pionierecotoop op stenig substraat	+

Graslanden

211 voedselarm kalkarm vochtig/nat grasland	+
212 voedselrijk kalkrijk vochtig/nat grasland	++
214 matig voedselrijk nat grasland	++
224 matig voedselrijk vochtig grasland	++
216 zeer voedselrijk nat grasland	++
226 matig voedselrijk vochtig grasland	++
217 vochtig/nat brak grasland	++
218 vochtig/nat zilt grasland	++
231 voedselarm kalkarm droog grasland	+
232 voedselarm kalkrijk droog grasland	++
234 matig voedselrijk droog grasland	++
236 zeer voedselrijk droog grasland	++
241 voedselarm kalkarm vochtig/nat dwergstruweel	o
251 voedselarm kalkarm droog dwergstruweel	+

Ruigte

311 voedselarme kalkarme vochtig/natte ruigte	+
312 voedselarme kalkrijke vochtignatte ruigte	o
314 matig voedselrijke vochtig/natte ruigte	++
316 zeer voedselrijke vochtig/natte ruigte	++
317 vochtig/natte brakke ruigte	o
331 voedselarme kalkarme droge ruigte	+
332 voedselarme kalkrijke droge ruigte	++
334 matig voedselrijke droge ruigte	o
336 zeer voedselrijke droge ruigte	++

Struwelen

411 voedselarm kalkarm vochtig/nat struweel	+
414 matig voedselrijk vochtig/nat struweel	++
416 zeer voedselrijk vochtig/nat struweel	++
431 voedselarm kalkarm droog struweel	+
432 voedselarm kalkrijk droog struweel	++
435 voedselrijk droog struweel	+
451 voedselarm kalkarm pionierstruweel	o
452 voedselarm kalkrijk pionierstruweel	++
455 voedselrijk pionierstruweel	++
461 voedselarm kalkarm vochtig/nat laag struweel	o
462 voedselarm kalkrijk vochtig/nat laag struweel	++
471 voedselarm kalkarm droog laag struweel	o
472 voedselarm kalkrijk droog laag struweel	++

Bossen

511 voedselarm kalkarm vochtig/nat loofbos	+
514 matig voedselrijk vochtig/nat loofbos	++
516 zeer voedselrijk vochtig/nat loofbos	++
521 voedselarm kalkarm matig vochtig loofbos	+
522 voedselarm kalkrijk matig vochtig loofbos	-
524 matig voedselrijk matig vochtig loofbos	++
526 zeer voedselrijk matig vochtig loofbos	++
531 voedselarm kalkarm droog loofbos	+
532 voedselarm kalkrijk droog loofbos	++
535 voedselrijk droog loofbos	o
593 naaldbos (niet verder onderverdeeld)	

Kleine stilstaande wateren:

611 voedselarm niet alkalien (zuur) water	-
613 voedselarm laag alkalien water	-
614 matig voedselrijk water	++
616 zeer voedselrijk water	++
644 matig voedselrijk water op veen	o

Verlandingsvegetaties

711 verlanding in voedselarm niet alkalien water	-
713 verlanding in voedselarm laag alkalien water	-
714 verlanding in matig voedselrijk water	++
716 verlanding in zeer voedselrijk water	++
714 verlanding in matig voedselrijk water op veen	+

BIJLAGE 5 Inschatting tijdsinspanning ecotopen- en ecosysteem-
methode, gespecificeerd naar onderdelen.

In deze bijlage wordt op grond van eerdere ervaringen een schatting gegeven van de hoeveelheid werktijd (in mensmaanden) die per studieonderdeel nodig is bij toepassing van de methoden. De opgegeven aantallen maanden zijn slechts ruwe schattingen, waarbij geen rekening is gehouden met bijzondere omstandigheden en is uitgegaan van een onderscheidend vermogen van de voorspellingen die niet wezenlijk afwijkt van die in voorgaande studies (IODZH en KUSTEX).

Ecosysteemmethode

- verzamelen literatuurgegevens en inventarisatiegegevens.
per type gebied: ca. 1-2 maanden.
- beschrijving van gebied aan de hand van ecosysteemkenmerken.
0,5 tot 2 maanden per type gebied
- definiering mate van aantasting per type ingreep en per ecosysteemkenmerk. 0,5 tot 1 maand per type gebied.
- bepaling oppervlakte waarover ingrepen plaatsvinden, inschatting van effecten en beoordeling van geschatte effecten. 1-3 maanden per type gebied, afhankelijk van de mate waarin de ingrepen zijn gespecificeerd en het al of niet aanwezig zijn van voorspellingsresultaten van een lager integratienivo (b.v. ten aanzien van de vegetatie).

Ecotopenmethode

- kartering (indien bestaande gegevens over uitgangssituatie ontbreken of onvolledig zijn) van 1 maand per 100 ha. in natuurgebieden tot ca. 1 week per 100 ha. in cultuurgebieden.
- beschrijving uitgangssituatie: van 2 weken (Randstad- en kustgebied, gebruik makend van bestaande programmatuur en provinciale of eigen inventarisatiegegevens) tot 5 maanden (indien nieuwe programmatuur dient te worden ontwikkeld voor afwijkende gegevens)
- opbouw databestand studiegebied en aanpassing programmatuur voor de effectvoorspelling: 1 tot 3 maanden.
- opstellen ingreep-effekt-relaties: 1 tot 3 maanden per type ingreep (er van uitgaande dat voldoende informatie over effecten ingreep aanwezig is).
- specificatie van de ingrepen: 0,5 tot 2 maanden per type ingreep (afhankelijk van de mate waarin de abiotische effecten zijn gespecificeerd).
- uitvoeren van voorspellingen, beoordeling: 2-4 maanden.

BIJLAGE 6 Indeling in (lokale) watersysteemtypen.

In dit rapport wordt een nieuw begrip geïntroduceerd, nl. 'lokale watersystemen'. Dit zijn eenheden die + homogeen zijn t.a.v. geomorfologie, beheer en aard van de waterhuishouding. Ze dienen als eenheden waarbinnen effecten op terrestrische vegetatie en kleinere aquatische systemen worden voorspeld. Teneinde generalisaties mogelijk te maken over effecten van ingrepen als inlaat gebiedsvreemd water, afname kwel of grondwaterstands daling, worden typen lokale watersystemen onderscheiden.

Om een idee te kunnen vormen over de aard en grootte van de te onderscheiden lokale watersystemen wordt hier een voorbeeld gegeven van een mogelijke indeling in typen. Nadrukkelijk moet worden vermeld dat het hier slechts om een voorbeeld gaat. Een definitieve indeling kan pas worden opgesteld op het moment dat ook ingreep-effect-relaties per type watersysteem worden opgesteld. Het criterium voor de juistheid van de indeling is dan in hoeverre het mogelijk is effecten van veranderingen in de waterhuishouding te generaliseren voor alle tot een bepaald type behorende lokale watersystemen.

Als raamwerk voor de typologie van lokale watersystemen wordt gebruik gemaakt van een indeling in hoofd-watersystemen, eenheden van een hoger schaalnivo die vooral worden gekenmerkt door de aard van aan- en afvoer van water. Voorzover ze terrestrische en kleinere aquatische systemen omvatten worden binnen deze hoofdwatersystemen weer lokale watersysteemtypen onderscheiden op grond van geomorfologie, beheer en aard van de waterhuishouding. Deze lokale watersysteemtypen worden kort beschreven. Aangegeven wordt welke landschapselementen voor de voorspelling van effecten op het natuurlijk milieu van belang zijn, d.w.z. welke elementen onder invloed van grond- of oppervlaktewater staan en tevens een zekere betekenis voor het natuurbehoud hebben.

A Indeling in hoofwatersystemen

Kenmerken: aard aan- en afvoer water, verhouding tussen land en water

I Hogere zandgronden	Vrijwel volledig terrestrische systemen, aanvoer via regenwater, afvoer via afstroming van grondwater.
----------------------	--

II Dekzandgebieden	Voorname-lijk terrestrische systemen, aanvoer via regenwater en grondwater, afvoer spontaan via oppervlaktewater in de vorm van greppels, sloten, slootbeken en beken.
--------------------	--

(IIa als II, met keileemondergrond)

III Poldergebieden	Voorname-lijk terrestrische systemen, aanvoer via regenwater, grondwater en inlaat rivierwater, afvoer via boezemsystemen.
--------------------	--

IV Rivieren	Merendeels aquatische systemen, doorvoer van oppervlaktewater naar zee.
-------------	---

V Kanaalsystemen	Aquatische systemen, waterhuishouding geheel gereguleerd, voeding uit oppervlaktewater via rivieren of uit boezem.
------------------	--

VI Zoetwaterbekkens	Vrijwel geheel aquatische systemen, grote zoete wateren, voeding uit oppervlaktewater via rivieren en boezem.
---------------------	---

VII Zoutwaterbekkens	Vrijwel geheel aquatische systemen, zilte wateren, voeding uit zee via inlaat van water.
----------------------	--

VIII Zoute estuaria	Graduele overgangen tussen terrestrische en aquatische systemen, dagelijkse verversing met zeewater
---------------------	---

IX Waddenzee

X Noordzee

B. Indeling in lokale watersysteemtypen.

Per hoofdwatersysteemtype wordt aangegeven welke typen lokale watersystemen daarbinnen voorkomen. Een indeling in lokale watersysteemtypen is alleen uitgewerkt voor die hoofdwatersystemen die terrestrische systemen en/of kleinere aquatische systemen omvatten. Per lokaal watersysteemtype wordt aangegeven welke landschapselementen daarbinnen voor deze studie interessant zijn.

I HOGERE ZANDGRONDEN

- a) Pleistocene stuwwallen. Geen grondwater aan oppervlakte (eventuele vennen met schijngrondwaterspiegel) met uitzondering van randgebieden. Functies voornamelijk bosbouw, waterwinning en natuurbeheer. Elementen van belang voor deze studie: bronnen en bronbeken aan de rand van het gebied..
- b) Kustduinen. Lokaal grondwater aan de oppervlakte. Functies voornamelijk natuurbeheer en waterwinning. Elementen van belang: vochtige en te regenereren duinvalleien, duinbeken.
- c) Binnenlandse duingebieden. Lokaal grondwater aan de oppervlakte in vorm van vennen. Functies voornamelijk bosbouw en natuurbeheer. Elementen van belang voor deze studie: vennen, voorzover onder invloed van grondwater.

II DEKZANDGEBIEDEN

- a) Beekdalen. Functies voornamelijk landbouw en natuurbeheer. Elementen van belang voor deze studie: beek, oevers, beekdalgraslanden, greppels en aanwezige bosjes.
- b) Hoogveengebieden. Gebieden met stagnerend grondwater, gevoed door regenwater. Voornaamste functie natuurbeheer. Elementen van belang voor deze studie: hoogveenplassen, het hoogveen zelf.
- c) Hoogveenontginningen. Afgegraven hoogveengebieden voornamelijk in gebruik als landbouwgrond. Elementen van belang voor deze studie: sloten en greppels.
- d) Aaneengesloten bos- en heidegebieden. Elementen van belang voor deze studie: vochtige bossen, heiden en schraalgraslanden en vennen voorzover onder invloed van grondwater.
- e) Overig dekzandgebied. Voornaamste functie landbouw met verspreid liggende stukken bos en natuurgebied. Elementen van belang voor de studie: greppels, sloten en slootbeken met bijbehorende oevers, verspreid liggende bosjes en natuurterreinen voor zover onder invloed van grondwater.

IIa Dekzandgebieden met keileemondergrond: onderverdeling als II

III POLDERS

- a) Droogmakerijen. Bodem bestaand uit klei, zandige klei en restveen, vaak met sterke zoete of brakke kwel. Elementen van belang voor deze studie: sloten.
- b) Veenweidegebieden. Veengronden of klei op veen, voornamelijk in gebruik als weidegebied. Elementen van belang voor deze studie: sloten, oevers, graslanden, kleine natuurelementen als geriefbosjes, kaden e.d.
- c) Jonge zeekleigebieden. Voornamelijk in gebruik als akkerbouwgebied, in kuststreken vaak met zilte of brakke kwel. Elementen van belang voor deze studie: sloten, oevers en kreken.
- d) Rivierkleigebieden. Polders in het rivierengebied met overgangen tussen lichte zavelgronden en zware komgronden, voornamelijk in gebruik als weidegebieden. Elementen van belang voor deze studie: sloten, oevers, graslanden, geriefbossen en kleine natuurelementen.
- d) Strandwallengebied. Afwisseling tussen zand en veengrond, met oude strandwallen. Elementen van belang voor deze studie: sloten, oevers, graslanden en parkbossen.
- e) Laagveenmoerassen. Moerasgebieden op veengrond, voornaamste functies natuurbeheer en recreatie. Elementen van belang voor deze studie: sloten, petgaten, oevers, rietlanden en bosjes.
- f) Plassen en meren. Functies natuurbeheer, visserij en recreatie. Elementen van belang voor deze studie: water en oevers.

IV RIVIEREN

- a) Benedenrivieren. Vaak nog met enige invloed van getijdebeweging. Voornaamste functies scheepvaart, natuurbeheer, waterwinning en recreatie. Elementen van belang voor deze studie: rivier zelf, uiterwaarden met grasland, rivierduinen, grienden, rietlanden, plasjes.
- b) Bovenrivieren. Functies als hierboven. Elementen van belang voor deze studie: rivier, uiterwaarden met grasland, zanden grindputten, rivierduinen en plasjes.

V t/m X: geen nadere onderverdeling in lokale watersystemen.