



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Verwachte vraag naar grondstoffen in Nederland in 2030

Koning, A. de; Voet, E. van der

Citation

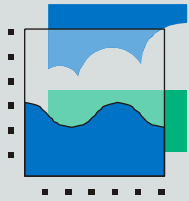
Koning, A. de, & Voet, E. van der. (2022). *Verwachte vraag naar grondstoffen in Nederland in 2030*. Leiden: CML, Universiteit Leiden, Centrum voor Milieuwetenschappen. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3514536>

Version: Publisher's Version

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

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3514536>

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



CML

Centrum voor Milieuwetenschappen

Verwachte vraag naar grondstoffen in Nederland in 2030

A. de Koning

E. van der Voet

CML-rapport 202

Afdeling Industriële Ecologie



Universiteit Leiden

Deze notitie is vrij te downloaden via de website van het UL-CML:
<https://www.universiteitleiden.nl/en/science/environmental-sciences/publications>

ISBN: 9789051912036

© Centrum voor Milieuwetenschappen (UL-CML), Leiden, 2022

Verwachte vraag naar grondstoffen in Nederland in 2030

September 2022

A. de Koning

E. van der Voet

Universiteit Leiden

Centrum voor Milieuwetenschappen.

Postbus 9518

2300 RA Leiden

CML-rapport 202

Colofon

Verwachte vraag naar grondstoffen in Nederland in 2030

© CML Universiteit Leiden, Centrum voor Milieuwetenschappen.

Leiden, 2022

CML-rapport: 202

Contact

koning@cml.leidenuniv.nl

Auteurs

A. de Koning, E. van der Voet (CML)

Met dank aan

Het CML is dank verschuldigd aan J. Koch (PBL), T. Rood (PBL), A. Hanemaaijer (PBL), C. Brink (PBL) en en R. Delahaye (CBS).

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van PBL ten behoeve van de Integrale Circulaire Economie Rapportage 2023 (ICER).

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in het kader van het in opdracht van PBL ten behoeve van de Integrale Circulaire Economie Rapportage 2023 (ICER). Doel van dit onderzoek is een raming te maken van al het materiaalgebruik in Nederland in 2030 op basis van een beleidsarm scenario zoals ook gebruikt wordt in de Klimaat- en Energieverkenning 2021 (KEV 2021). Het jaar 2030 is een belangrijk peiljaar voor de monitoring van de Circulaire Economie omdat in het Rijksbreed programma Circulaire Economie (I&W, 2016) de ambitie is geformuleerd “...om samen met maatschappelijke partners in 2030 een (tussen)doelstelling te realiseren van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen)”.

Deze studie was niet mogelijk zonder de data en hulp van Roel Delahaye (CBS) en alle suggesties en bijdragen aan het rapport van Julia Koch (PBL), Trudy Rood (PBL), Aldert Hanemaaijer (PBL) en Corjan Brink (PBL).

Arjan de Koning en Ester van der Voet, leiden, September 2022.

Samenvatting

In deze studie wordt een raming gemaakt van de materiaalstromen in Nederland tot aan 2030. Het jaar 2030 is een belangrijk peiljaar voor de monitoring van de circulaire economie omdat in het Rijksbreed programma Circulaire Economie (I&W, 2016) de ambitie is geformuleerd “...om samen met maatschappelijke partners in 2030 een (tussen)doelstelling te realiseren van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen)”.

De raming in deze studie gaat uit van een beleidsarm scenario. Alleen vastgesteld en voorgenomen beleid wordt in beschouwing genomen. Zo’n beleidsarm scenario staat ook aan de basis van de Klimaat en Energie Verkenning 2021 (PBL, 2021). Daarom wordt in deze studie veelal gebruik gemaakt van de informatie over de ontwikkeling van de Nederlandse economie zoals bepaald binnen de KEV 2021 en achterliggende studies.

Een ander uitgangspunt van deze studie is het gebruik van gegevens uit de materiaal monitor over de jaren 2010 – 2018. De materiaal monitor bevat fysieke aanbod en gebruikstabellen die al het materiaalgebruik in de Nederlandse economie vertegenwoordigen. Materialen worden ingedeeld naar de hoofdcategorieën biomassa, fossiel, metaal, en mineraal. De tijdreeks wordt gebruikt om trends in dematerialisatie af te leiden en de 2018 materiaalmonitor gegevens worden gebruikt als basis van de 2030 raming.

Om de raming mogelijk te maken is een modelraamwerk ontwikkeld waarin de verschillende factoren die het materiaalgebruik beïnvloeden één voor één kunnen worden meegenomen in de raming. Belangrijkste factoren zijn economische ontwikkeling inclusief ontwikkeling van import, wederuitvoer en export volgens de ramingen uit de KEV en dematerialisatie zoals afgeleid uit de materiaal monitor reeks over 2010 – 2018.

Het basis resultaat van dit modelraamwerk is een raming van een fysieke aanbod en gebruikstabel voor 2030 met hetzelfde format als de materiaal monitor. Hieruit zijn diverse indicatoren te berekenen zoals Sankey diagrammen, trends van binnenlandse winning, verwerkte materialen en materiaalgebruik. De hoofdindicatoren zijn de raming van de DMC en DMI eventueel met onderscheid naar hoofdcategorieën biomassa, fossiel, metaal, en mineraal.

De resultaten van de raming duiden erop dat het geraamde totaal materiaalgebruik in 2030 niet veel zal afwijken van het materiaalgebruik in 2018. Een halvering van materiaalgebruik lijkt onwaarschijnlijk als de economische ontwikkeling zoals overgenomen uit de KEV werkelijkheid wordt. Deze conclusie wordt versterkt doordat een vergelijking van deze studie met een eerdere studie die o.a. een raming maakte van de fysieke productie in de energie intensieve industrie erop wijst dat de raming uit deze studie eerder een wat lage raming geeft van het materiaalgebruik in plaats van een hoge raming.

Er zijn potentieel drie belangrijke ontwikkelingen waarvan het effect op import, verwerking, gebruik en export van materialen nog onduidelijk is: 1) de maatregelen om de verspreiding van het corona virus tegen te gaan 2) de verminderde olie en gasleveringen van Rusland aan Noordwest-Europa en spanningen op de grondstoffenmarkt 3) maatregelen om de emissie van stikstof uit de intensieve veehouderij tegen te gaan. Deze ontwikkelingen kunnen ertoe leiden dat de raming van het materiaalgebruik in 2030 aangepast moet worden. Het is dan ook belangrijk om de ontwikkeling van het materiaalgebruik te blijven monitoren en te onderzoeken of er werkelijk afgeweken gaat worden van de historische trends. Indien dit het geval is zal er een nieuwe raming voor 2030 gemaakt moeten worden die rekening houdt met trendbreuken.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
2	Methode	2
2.1	Analyse op meso niveau	2
2.2	Raamwerk	4
2.3	Drijvende factoren	6
2.3.1	Demografische ontwikkelingen	6
2.3.2	Economische ontwikkelingen	7
2.3.3	Internationale handel	10
2.3.4	Materiaalgebruik verandering	12
2.3.5	Binnenlandse winning	17
2.3.6	Dieet, recycling en afvalstromen.	19
2.4	Indicatoren en interpretatie	19
3	Resultaten	22
3.1	Materiaal stromen door Nederland	22
3.2	Internationale handelsstromen	24
3.3	Binnenlandse winning	25
3.4	Verwerkte materialen en materiaalgebruik	27
3.5	Afval en recycling	29
3.6	DMI en DMC.....	29
3.7	Invloed materiaalgebruik verandering.....	31
4	Discussie.....	34
4.1	DMC en DMI.....	34
4.2	Vergelijking met CE-Delft studie	34
4.3	Recente (geo-)politieke en economische ontwikkelingen.....	34
4.4	Materiaal monitor en verdere ontwikkeling model raamwerk	35
5	Conclusies en aanbevelingen	37
6	Referenties.....	38

1 Inleiding

In de ICER 23 zal op basis van de Materiaal Monitor (CBS, 2019) een overzicht worden gegeven over de ontwikkeling van de instroom, gebruik en uitstroom van materialen in 2020 in Nederland en hoe deze materiaalstromen zich ontwikkelden vanaf 2010. Tegelijkertijd is er interesse in de ontwikkelingen van materiaalstromen in Nederland tot aan 2030. Het jaar 2030 is een belangrijk peiljaar voor de monitoring van de circulaire economie omdat in het Rijksbreed programma Circulaire Economie (I&W, 2016) de ambitie is geformuleerd “...om samen met maatschappelijke partners in 2030 een (tussen)doelstelling te realiseren van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen)”.

In deze studie maken we een raming van de toekomstige ontwikkeling van de materiaalstromen in Nederland tot aan 2030. Omdat de toekomst onvoorspelbaar is, gaan we uit van een scenario tot aan 2030. Dit scenario is beleidsarm. Alleen vastgesteld en voorgenomen beleid wordt in beschouwing genomen in deze raming. Zo’n beleidsarm scenario staat ook aan de basis van de Klimaat en Energie Verkenning 2021 (PBL, 2021). Daarom kunnen we in deze studie veelal gebruik maken van de informatie over de ontwikkeling van de Nederlandse economie zoals bepaald binnen de KEV 2021 en achterliggende studies.

De materiaalstromen omvatten alle materiaalstromen in de economie, onderverdeeld in de hoofdcategorieën biomassa, fossiel, mineraal en metaal. Gegevens over deze materiaalstromen zijn te vinden in de Materiaal Monitor (CBS, 2019). De Materiaal Monitor wordt gebruikt binnen het Circulaire Economie beleid van Nederland om de voortgang van de CE te volgen. De Materiaal Monitor bestaat uit fysieke aanbod- en gebruikstabellen voor de jaren 2010, 2012, 2014, 2016 en 2018¹. Met het gebruik van de materiaal monitor als basis data voor de raming van het gebruik van materialen ontstaat er een consistent beeld van historisch materiaalgebruik, huidig materiaalgebruik en een raming voor 2030.

De resultaten van de raming worden gepresenteerd als een tijdreeks van historische indicatoren voor 2010 tot 2018 en de raming voor 2030. De indicatoren zijn de DMC en DMI die berekend kunnen worden vanuit de Materiaal Monitor. Daarnaast worden Sankey diagrammen gemaakt op basis van de Materiaal Monitor van 2010 – 2018 en voor de raming 2030.

Hoe de macro-economische ramingen vanuit de KEV zijn te combineren met de observaties uit de Materiaal Monitor om zodoende een robuuste raming te maken van het materiaalgebruik in 2030, is een innovatief aspect van deze studie. Voor zover bekend zijn er geen Nederlandse of internationale publicaties die een methode beschrijven waarbij fysieke aanbod- en gebruik tabellen worden gebruikt om een raming te maken van toekomstige materiaalstromen.

¹ De Materiaal Monitor voor het jaar 2020 was nog niet gepubliceerd ten tijde van de uitvoer van dit onderzoek.

2 Methode

2.1 Analyse op meso niveau

Het doel van deze studie is een beeld te schetsen van het verwachte materiaalgebruik van de gehele Nederlandse economie in 2030 gegeven een beleidsarm scenario. Dit vereist een compleet maar geen heel gedetailleerd beeld van de materialen en de economische activiteiten in Nederland. Wel moet al het materiaalgebruik in ogenschouw genomen worden om de gevraagde indicatoren, DMC en DMI te kunnen berekenen. De materialen worden onderverdeeld in biomassa, fossiel, mineraal en metaal.

Er kunnen veel verschillende methoden worden gebruikt om het toekomstig materiaalgebruik samenhangend met de economische ontwikkeling van een land te schatten, gemakshalve verdelen we deze methoden in twee stromingen: microniveau en macroniveau. Beide klassen van methoden zijn gebruikt om scenario's van toekomstig materiaal gebruik binnen een land/regio te maken. We geven hieronder een korte en vereenvoudigde kenschets van deze twee benaderingen.

Studies op macroniveau die alle materiaalstromen in kaart proberen te brengen maken veelal gebruik van historische tijdsreeksen en maken op basis van deze historische ontwikkelingen een extrapolatie waarbij parameters als bevolkingsontwikkeling, economische groei en historische veranderingen van materiaalgebruik per toegevoegde waarde worden gebruikt om een raming te maken van materiaalgebruik. Een nadeel van studies die sterk gebaseerd zijn op macro-analyses is het onvermogen om specifieke ontwikkelingen zoals de opbouw van een nieuw energiesysteem mee te kunnen nemen in ramingen. Voor materialen zoals fossiel en metaal welke sterk zijn verbonden met de verwachte snelle energietransitie in Nederland zou een dergelijke macro-analyse minder geschikt kunnen zijn.

Studies op microniveau werken typisch vanuit een technologie perspectief. Ramingen over de omvang van de inzet van een technologie worden gebruikt om ramingen te maken van het gebruik van bijvoorbeeld ijzer, koper, cement of fosfaat. Deze studies kunnen ook gebruik maken van de kennis over bijvoorbeeld de levensduur van apparaten en gebouwen en hoeveelheid aanwezige voorraden in de economie. Hiermee kan de dynamiek van het gebruik, voorraadvorming en vrijkomen van secundair materiaal voor specifieke materialen in specifieke toepassingen worden geschetst. Nadeel van deze studies is dat deze tijdrovend zijn en niet gemakkelijk tot een alomvattende en consistente raming zijn te integreren om zodoende een raming te maken van alle massastromen in een economie.

In deze studie zullen we gebruik maken van een methode die ergens tussen het macroniveau en microniveau inzit. Wij bestempelen dit als een analyse op mesoniveau. Deze studie maakt gebruik van informatie over materiaalstromen zoals gerapporteerd in de Materiaal Monitor. De Materiaal Monitor bestaat uit fysieke aanbod- en gebruikstabellen voor 2010, 2012, 2014, 2016 en 2018. In de Materiaal Monitor worden 487 producten, afvalstoffen, emissies en extracties als materiaalstroom en 129 economische activiteiten onderscheiden. Deze massastromen geven een compleet beeld van alle massastromen in, uit, en door Nederland. Het heeft dus de karakteristiek van een macroniveau analyse omdat het alomvattend is. Tegelijkertijd geeft het detail in de Materiaal Monitor data redelijke aanknopingspunten om specifieke ontwikkelingen op het gebied van mobiliteit, gebouwde omgeving, energie mee te nemen. De methode is weer niet zo specifiek dat bij voorbeeld ontwikkelingen in Li batterij technologie meegenomen kunnen worden in de ramingen.

Een voordeel van het gebruik van de Materiaal Monitor is dat deze bedoeld is als fysieke afspiegeling van de monetaire aanbod- en gebruikstabellen die worden opgesteld binnen het systeem van Nationale rekeningen (SNA). Omdat de monetaire en fysieke aanbod- en gebruikstabellen

overlappende² classificaties gebruiken om sectoren en goederen aan te duiden is het mogelijk om de historische trend in materiaalgebruik te koppelen aan historische economische ontwikkelingen. De mogelijkheid om historische trends te analyseren is belangrijk omdat de raming voor 2030 uitgaat van een beleidsarm scenario waarin historische ontwikkelingen zich doorzetten.

Een tweede voordeel van het gebruik van de Materiaal Monitor is het aanwezige sector- en product detail. Doel van deze studie is om zo goed mogelijk aan te sluiten op de Klimaat en Energie Verkenning 2021 (PBL, 2021). De KEV maakt vrij gedetailleerde macro-economische ramingen voor alle sectoren in Nederland. Weliswaar niet zo gedetailleerd als de 129 economische activiteiten aanwezig in de Materiaal Monitor³ maar vaak is het goed mogelijk om de macro-economische sector ontwikkeling te koppelen aan één of meerdere sectoren in de Materiaal Monitor.

Een derde voordeel van het gebruik van de Materiaal Monitor als basis voor de ramingen in 2030 is consistentie. Er is een historische reeks van fysieke aanbod- en gebruikstabellen op basis waarvan de materiaalstroom door de Nederlandse economie kan worden getoond en materiaalgebruik indicatoren kunnen worden berekend. De raming voor 2030 wordt een voortzetting van de 2018 fysieke aanbod- en gebruikstabel waardoor consistentie wordt bereikt in materiaalgebruik indicatoren.

Het gebruik van de Materiaal Monitor als basis voor de raming van 2030 heeft ook nadelen van praktische en theoretische aard. Vanuit de praktische kant betekent het werken met de Materiaal Monitor dat alle handelingen geprogrammeerd moeten worden om de berekeningen controleerbaar en herhaalbaar te maken.

Van meer theoretische aard zijn er twee problemen. De raming van 2030 zal in z'n basis bestaan uit een fysieke aanbod- en gebruikstabel op hetzelfde detailniveau als de Materiaal Monitor van 2018. Dit zou kunnen suggereren dat voor elke fysieke stroom de geschatte stroom betrouwbaar is. Dit is niet het geval. De fysieke stromen worden geschat op basis van algemene mechanismen die een hele groep van producten en economische activiteiten tegelijkertijd beïnvloeden. Dit kan ertoe leiden dat op het meest gedetailleerde niveau de raming niet plausibel zou kunnen zijn. In hoeverre dit het geval is, zal moeten blijken. Indien gewenst, kunnen individuele materiaalstromen apart gemodelleerd worden. Dit zal een iteratief proces zijn. Omdat de kwaliteit van de raming op het hoogste detailniveau niet gegarandeerd is, kunnen alleen ramingen van geaggregeerde materiaalstromen worden gepubliceerd.

Een tweede theoretisch probleem is het gebruik van de historische Materiaal Monitor data in combinatie met de monetaire data uit de SNA om veranderingen in materiaal intensiteit van monetaire transacties vast te stellen. De Materiaal Monitor data worden deels geschat op basis van monetaire data uit de SNA. Het zijn dus niet twee onafhankelijke databronnen. Het gevaar bestaat dat aannames die gemaakt zijn bij het maken van de Materiaal Monitor weer terug te vinden zijn bij het vaststellen van de verandering in materiaal intensiteit van monetaire transacties. Daarmee wordt een schijn observatie gecreëerd. Wij verwachten dat dit geen werkelijk probleem is omdat om de twee jaar de achterliggende fysieke gegevens opnieuw worden verzameld. Er wordt geen gebruik gemaakt van aannames over de ontwikkeling van materiaalintensiteit in de loop van de tijd. Deze verandering in de loop van de tijd is juist in deze studie van belang. Geheel onafhankelijk zijn de gegevens in

² Niet exact gelijk. Er zijn verschillen in het detail niveau waarop gegevens beschikbaar zijn. Ook zijn er categorieën in de fysieke tabellen die irrelevant zijn in de monetaire tabellen en vice versa.

³ In sommige gevallen worden in de macro-economische ramingen meer gedetailleerde sectoren onderscheiden in de KEV die niet te onderscheiden zijn in de Materiaal Monitor. Zo is er een macro-economische raming voor de ontwikkeling van de glastuinbouw, een sector die niet wordt onderscheiden in de Materiaal Monitor.

verschillende jaren niet. Zo wordt o.a. de inpassing van een nieuw jaar in de materiaal monitor altijd het nieuwe jaar in de richting van de hoeveelheden in het vorige jaar ingepast.

Gegeven de keuze van de Materiaal Monitor als basis voor de raming voor 2030, wordt in de volgende paragrafen uitgelegd hoe wij te werk zijn gegaan. Als eerste worden de verschillende stappen in het proces geïntroduceerd. Vervolgens worden de databronnen en aannames in de macroniveau stappen in meer detail uitgelegd.

2.2 Raamwerk

De procedure die gebruikt wordt om een raming te maken van het materiaalgebruik in 2030 staat weergegeven in Figuur 1. De raming bestaat uit verschillende stappen. In elke stap wordt één drijvende factor die het grootschalig materiaalgebruik kan beïnvloeden gebruikt om de Materiaal Monitor data aan te passen aan de verwachte verandering van deze drijvende factor. Een drijvende factor kan bijvoorbeeld de geraamde bevolkingsgroei zijn. De input van elke stap is een gebalanceerde fysieke aanbod- en gebruikstabel en de output van elke stap is een gebalanceerde fysieke aanbod- en gebruikstabel die voldoet aan de drijvende factor.

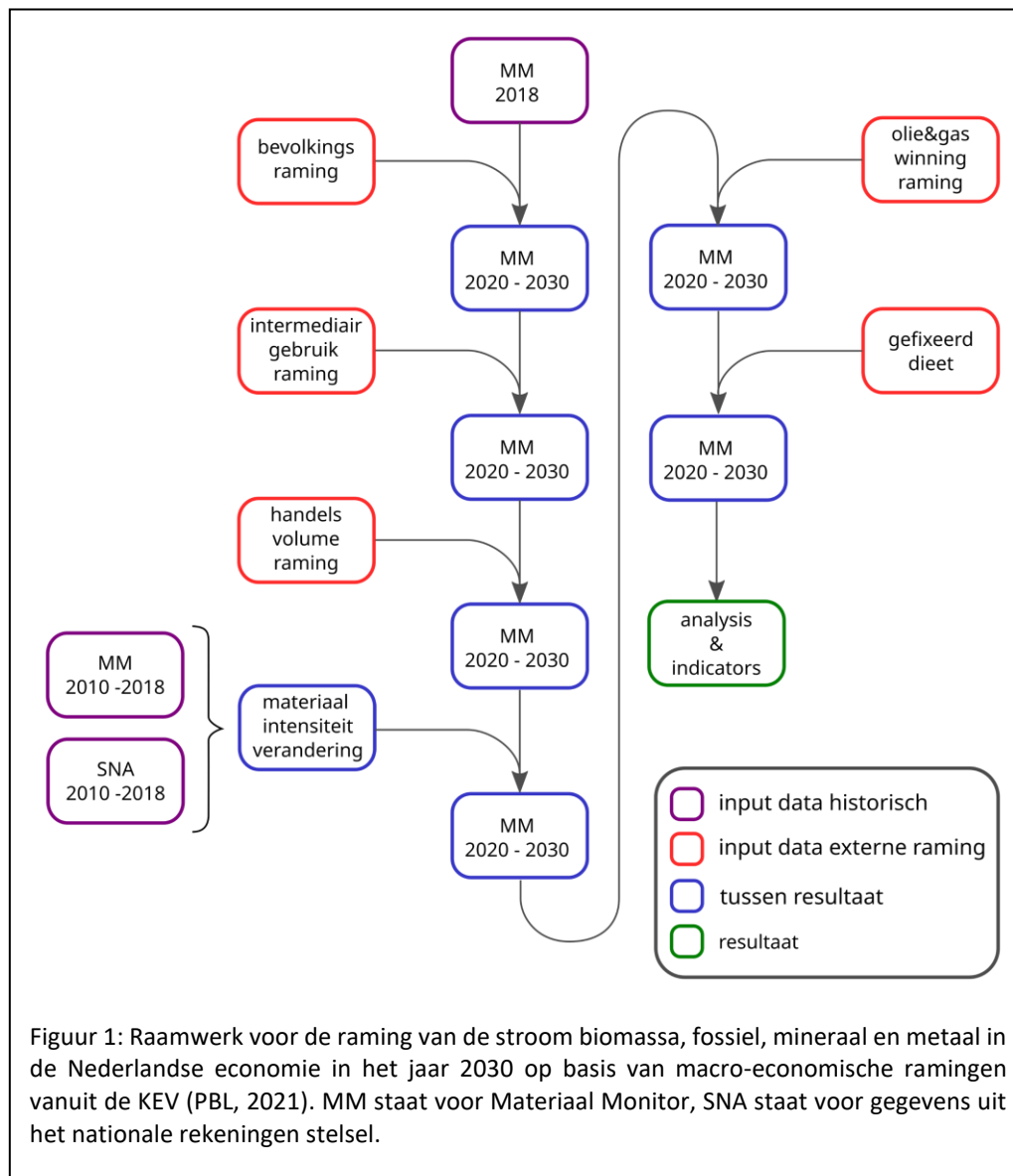
De volgorde van de stappen is belangrijk. De eerste stappen hebben als doel de grootschalige veranderingen die elke sector en elk product treffen te implementeren. De vervolgstappen zijn kleinschaliger en kunnen een enkele sector of een enkel product betreffen. Deze volgorde is gekozen omdat in deze opzet niet alle drijvende factoren in één optimalisatie stap worden geïmplementeerd. Het kan dus zijn dat een vervolgstap, bijvoorbeeld een verandering in dieet, de output van de landbouwsectoren doet veranderen zodat de output zoals eerder opgelegd aan de landbouwsectoren niet volledig gehandhaafd blijft. Daarom is het belangrijk eerst de veranderingen die alle producten en alle sectoren beïnvloeden te implementeren om vervolgens op detailniveau nog veranderingen door te voeren die dan naar verwachting geen brede veranderingen meer teweegbrengen. Hier kan op gecontroleerd worden.

Het is belangrijk in deze stapsgewijze benadering waarin drijvende factoren één voor één worden geïmplementeerd, zich te realiseren dat de drijvende factoren niet onafhankelijk zijn van elkaar. Economische groei wordt deels bepaald door bevolkingsgroei. In het raamwerk leidt de bevolkingsgroei ook tot economische groei. Wanneer de economische groeiramingen worden geïmplementeerd in het raamwerk nadat de bevolkingsgroeiraming is geïmplementeerd (zie ook Figuur 1) wordt eerste gecontroleerd wat het effect was van de bevolkingsgroei op de economische groei in het raamwerk om vervolgens additionele verandering van de economische groei te implementeren wat overeenkomt met een verandering van het BBP per hoofd van de bevolking, zodat het resultaat conform is aan de gewenste economische groei. Hiermee worden “dubbeltellingen” voorkomen.

De stapsgewijze benadering heeft als voordeel dat het duidelijk is hoe de verschillende drijvende factoren de raming beïnvloeden. Het maakt ook de foutopsporing eenvoudiger. Nadeel is dat de uiteindelijke raming niet volledig zal voldoen aan alle opgelegde drijvende factoren⁴. Een procedure waarin alle materiaal stromen in één keer geschat worden zodat alle drijvende factoren worden

⁴ Er is geen zekerheid dat de opgelegde factoren consistent zijn. Omdat er verschillende modellen en aannames in de externe ramingen kunnen zitten die gebruikt worden om de drijvende factoren vast te stellen kunnen ze elkaar tegenspreken.

gehonoreerd⁵ is theoretisch gezien correcter maar brengt grotere risico's met zich mee. Een oplossing kan misschien niet mogelijk zijn omdat 1) de in principe economisch consistente drijvende factoren vanuit de KEV (KEV, 2021), tot fysieke inconsistenties zouden kunnen leiden, 2) een oplossing kan worden gevonden maar de gevonden oplossing is niet plausibel, en 3) de foutopsporing is lastiger.



De start van de raming zijn de 2018 Materiaal Monitor data. Het is mogelijk om vanuit de 2018 data alleen de 2030 raming te maken. Dit wordt niet gedaan. Er worden ook ramingen voor 2020 en 2025 gemaakt. Het is niet zo dat de raming van 2030 afhankelijk is van de raming van 2025 die op zijn beurt weer afhankelijk is van de raming van 2020. De drijvende factoren worden altijd gespecificeerd als verandering t.o.v. 2018. De ramingen voor 2020 en 2025 worden ook gemaakt omdat de ontwikkeling in de tijd inzicht geeft in de kwaliteit van de raming. Niet verklaarbare discontinuïteiten kunnen duiden op een probleem. Specifiek 2020 is een interessant jaar. In het vroege voorjaar van 2020 werden

⁵ Bijvoorbeeld door gebruik te maken van lineair programmeren. Dit is niet geheel onontgonnen gebied. Ook bij het maken van aanbod- en gebruikstabellen in constante prijs wordt wel gebruik gemaakt van lineair programmeren maar het probleem wat daar moet worden opgelost is eenvoudiger.

overheidsmaatregelen afgekondigd die de verspreiding van het corona virus moesten tegengaan. Deze maatregelen golden in verschillende gedaante en verschillende sterkte voor het overgrote deel van 2020. Deze maatregelen hebben de bedrijvigheid en handel sterk beïnvloed. Het is interessant om te zien hoe het raamwerk voor de raming van materialen deze externe economische schok zichtbaar maakt in de materiaalstromen. Omdat het raamwerk gericht is op de raming van materiaalgebruik over 10-15 jaar en niet specifiek is ontwikkeld voor de raming op korte termijn als gevolg van korte termijn en unieke schokken hoeft het raamwerk niet precies de feiten in 2020 te reproduceren om toch realistische schattingen te geven voor 2030. We zullen later zien dat het raamwerk op deelgebieden de fysieke productstromen uit 2020 goed weet te reproduceren. Dit geeft vertrouwen in de raming voor 2030.

De drijvende factoren die zijn meegenomen in de ramingen tot aan 2030 zijn bevolkingsgroei, economische groei, verandering van internationale handelsstromen, verandering van de materiaal intensiteit van monetaire transacties, verminderde gaswinning en een niet veranderend dieet.

De mogelijke drijvende factor “lightweighting” is onderzocht maar niet meegenomen in de raming. De term lightweighting wordt gebruikt om het ontwerpen en gebruiken van producten met eenzelfde functie maar met minder materiaal aan te duiden. Bijvoorbeeld een blikje doperwtjes waar de verpakking 30% minder metaal gebruikt door een slimme ribbelstructuur te gebruiken zodat minder metaal een blikje van dezelfde sterke geeft. Er is geprobeerd deze ontwikkeling in kaart te brengen door het combineren van historische gegevens over de monetaire waarde van producten, prijzen en de hoeveelheid materiaal in de producten. Dit leverde te weinig observaties op om het verloop van deze trend in de tijd te kunnen vaststellen.

De komende paragrafen wordt elke keer een afzonderlijk drijvende kracht besproken. Voor elke drijvende kracht worden de brongegevens, de historische data, de raming tot aan 2030 en hoe deze drijvende kracht de materiaalstromen beïnvloedt besproken.

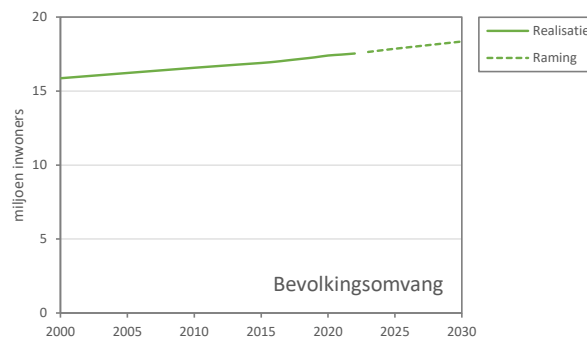
2.3 Drijvende factoren

2.3.1 Demografische ontwikkelingen

De groei van de Nederlandse bevolkingsomvang beïnvloedt het materiaalgebruik in Nederland. Een omvangrijkere bevolking betekent dat er meer geconsumeerd wordt door huishoudens in Nederland. De geraamde bevolkingsgroei is weergegeven in Figuur 2. De gegevens zijn overgenomen uit de KEV 2021.

De KEV bevat naast ramingen over de groei van de gehele bevolking ook meer gedetailleerde demografische ontwikkelingen zoals omvang werkzame bevolking, gemiddelde gezinsgrootte, en omvang van de bevolking per leeftijdsgroep. Deze meer gedetailleerde informatie wordt niet gebruikt in de materiaal ramingen. Er wordt aangenomen dat deze meer gedetailleerde informatie is verwerkt

in de ramingen van de andere drijvende factoren zoals woningbouw, aantallen wegvoertuigen en macro-economische ontwikkeling.



Figuur 2: Historische bevolkingsomvang van Nederland en de raming van de bevolkingsomvang tot aan 2030.

De bevolkingsgroei leidt tot een evenredige groei van het materiaalgebruik als alle andere drijvende factoren gelijk blijven. Er wordt vanuit gegaan dat er een 1-op-1 relatie is tussen materiaalgebruik en bevolkingsomvang.

2.3.2 Economische ontwikkelingen

Een belangrijk aspect van economische ontwikkeling is de ontwikkeling van de toegevoegde waarde in de Nederlandse sectoren. Toegevoegde waarde (bruto, basisprijzen) is gedefinieerd als het verschil tussen de productie van de Nederlandse sectoren en het intermediair verbruik (excl. aftrekbare BTW). In andere woorden toegevoegde waarde is alles wat een sector verkoopt (goederen en diensten) minus de uitgaven aan goederen en diensten die nodig zijn om te kunnen produceren. Uitgaven aan arbeid, kapitaal, etc. zijn categorieën die onderdeel zijn van de toegevoegde waarde.

Het totaal van de toegevoegde waarde van de sectoren (+ ambtenarensalaris) is gelijk aan het bruto binnenlands product (BBP)⁶. In de KEV 2021 zijn ramingen gemaakt voor de ontwikkeling van het BBP (in constante prijzen) en de ontwikkeling van de toegevoegde waarde in sectoren in Nederland. Deze ramingen zijn gebruikt voor de raming van het materiaalgebruik. Naast ramingen over BBP en toegevoegde waarde zijn ook ramingen gemaakt over de totale productie. Hiermee zijn dus ook ramingen over de intermediair verbruik te maken.

Intermediair gebruik zoals eerder genoemd is de aankoop van goederen en diensten. Een verandering van de aankoop van goederen en diensten betekent ook een verandering van de massa goederen die worden aangekocht. Als we aannemen dat de prijzen van de producten (Euro per kg) niet veranderen betekent een verandering in de aankoop van goederen een evenredige verandering van aangekochte massa producten. De gegeven ramingen van de toegevoegde waarde en de ramingen over de productie van sectoren gebruiken we om een eerste economie brede raming van de veranderingen in de massastromen van de producten te maken. Omdat we uitgaan van de verandering van aankoop

⁶ Het Bruto National Produkt (BNP) is de som van het inkomen van de Nederlandse bevolking in een bepaald jaar. Het Bruto Binnenlands Product (BBP) is de som van het inkomen van de bevolking binnen de Nederlandse landsgrenzen.

van goederen bij een constante prijs van de producten gaan we uit van de intermediaire waarde in constante prijzen.

De ontwikkeling van de toegevoegde waarde en output van de sectoren zijn overgenomen uit de macro-economische ontwikkelingen van de KEV. Deze geeft een raming voor de 21 hoofdsectoren van de Nederlandse economie. Eén van deze hoofdsectoren “C Industrie” is weer verder onderverdeeld in 20 sub-sectoren zodat we ramingen hebben voor 40 unieke sectoren die de gehele Nederlandse productiesector beslaan. De groeiramingen van de sub-sectoren in de hoofdsector “C Industrie” zijn overgenomen uit de studie van CE-Delft naar de toekomstige ontwikkeling van 21 energie-intensieve sectoren in de Nederlandse Industrie, binnen het kader van de KEV (Vergeer et al., 2021).

De 40 unieke sectoren waarvoor wij economische ramingen hebben, zijn nog niet zo gedetailleerd als de 123 productiesectoren onderscheiden in de Materiaal Monitor. Als voorbeeld onderscheidt de macro-economische raming de sector “A Landbouw, bosbouw en visserij”. In de Materiaal Monitor worden de sectoren “Akkerbouw”, “Tuinbouw”, “Veehouderij”, “Overige Landbouw”, “Agrar.dienstverlen.”, “Bosbouw”, en “Visserij” onderscheiden. In dit geval nemen we aan dat de geraamde ontwikkeling van de sector “A Landbouw, bosbouw en visserij” op gelijke wijze van toepassing is op alle onderliggende sectoren.

De raming van de intermediaire uitgaven welke gebruikt gaat worden voor de raming van de materiaalstromen staan weergegeven in Tabel 1. De groei van de intermediaire uitgaven (soms is sprake van krimp) is (veel) kleiner dan de toename van de productie of toegevoegde waarde. Veelal wordt in een groeiende economie meer toegevoegde waarde gecreëerd, zonder meer fysiek om te zetten. Dit komt tot uiting in deze cijfers.

Tabel 1: Raming van de ontwikkeling van de intermediaire uitgaven in constante prijzen afgeleid van de macro-economische gegevens uit de KEV en de groeiramingen voor de industrie uit de CE-Delft studie (Vergeer et al., 2021).

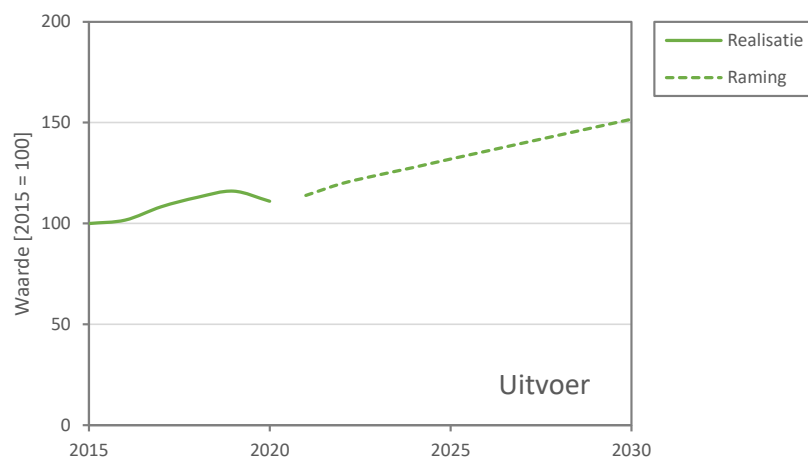
Sector	Intermediaire waarde; prijzen 2020 [mln. euro]				Intermediaire waarde; index [2018 = 1]			
	2018	2020	2025	2030	2018	2020	2025	2030
A Landbouw, bosbouw en visserij	19532	19644	20381	20358	1.0	1.0	1.0	1.0
B Delfstoffenwinning	4060	3282	3124	2606	1.0	0.8	0.8	0.6
C Industrie	246563	228490	252972	265985	1.0	0.9	1.0	1.1
10 Voedingsmiddelenindustrie	53224	52895	56679	59119	1.0	1.0	1.1	1.1
11 Drankenindustrie	2974	2629	3143	3281	1.0	0.9	1.1	1.1
12 Tabaksindustrie	1465	1414	1465	1428	1.0	1.0	1.0	1.0
13-15 Textiel-, kleding-, leder...	2583	2352	2541	2591	1.0	0.9	1.0	1.0
16 Houtindustrie	2315	2586	3105	3565	1.0	1.1	1.3	1.5
17 Papierindustrie	5749	4998	5456	5703	1.0	0.9	0.9	1.0
18 Grafische industrie	1954	1647	1779	1821	1.0	0.8	0.9	0.9
19 Aardolie-industrie	19737	18504	26056	30223	1.0	0.9	1.3	1.5
20 Chemische industrie	35365	35314	38704	40454	1.0	1.0	1.1	1.1
21 Farmaceutische industrie	3275	3918	3967	3856	1.0	1.2	1.2	1.2
22 Rubber- en kunststofproduct...	6030	5855	6491	6625	1.0	1.0	1.1	1.1
23 Bouwmaterialenindustrie	4275	4321	4664	4778	1.0	1.0	1.1	1.1
24 Basismetalaalindustrie	6694	5925	6440	6571	1.0	0.9	1.0	1.0
25 Metaalproductenindustrie	13936	13644	14585	14668	1.0	1.0	1.0	1.1

26 Elektrotechnische industrie	28858	17168	18591	19442	1.0	0.6	0.6	0.7
27 Elektrische apparatenindustrie	4641	4598	4978	5206	1.0	1.0	1.1	1.1
28 Machine-industrie	21777	22440	24296	25407	1.0	1.0	1.1	1.2
29 Auto- en aanhangwagen ...	14196	10685	11333	11825	1.0	0.8	0.8	0.8
30 Overige transportmiddelen...	6263	6691	7901	8381	1.0	1.1	1.3	1.3
31-33 Overige industrie en ...	11695	10906	11212	11145	1.0	0.9	1.0	1.0
D Energievoorziening	8757	8831	9679	9894	1.0	1.0	1.1	1.1
E Waterbedrijven en afvalbeheer	7224	7408	9363	10024	1.0	1.0	1.3	1.4
F Bouwnijverheid	79568	81689	83690	82381	1.0	1.0	1.1	1.0
G Handel	80032	78709	84739	87859	1.0	1.0	1.1	1.1
H Vervoer en opslag	51975	46111	49696	51636	1.0	0.9	1.0	1.0
I Horeca	15692	11334	12566	13174	1.0	0.7	0.8	0.8
J Informatie en communicatie	48495	49032	52582	52201	1.0	1.0	1.1	1.1
K Financiële dienstverlening	37888	37029	40404	42107	1.0	1.0	1.1	1.1
L Verhuur en handel van ...	44566	44684	49698	51563	1.0	1.0	1.1	1.2
M Specialistische zakelijke ...	62930	66270	72289	74743	1.0	1.1	1.1	1.2
N Verhuur en overige zakelijke ...	32095	26302	28465	29760	1.0	0.8	0.9	0.9
O Openbaar bestuur en ...	32547	34694	38267	38799	1.0	1.1	1.2	1.2
P Onderwijs	11221	11216	12085	11986	1.0	1.0	1.1	1.1
Q Gezondheids- en welzijnszorg	28017	29564	32590	33073	1.0	1.1	1.2	1.2
R Cultuur, sport en recreatie	8461	5751	6482	6754	1.0	0.7	0.8	0.8
S Overige dienstverlening	6094	5983	7677	7867	1.0	1.0	1.3	1.3
T Huishoudens	Geen informatie							
U Extraterritoriale organisaties	Geen informatie							

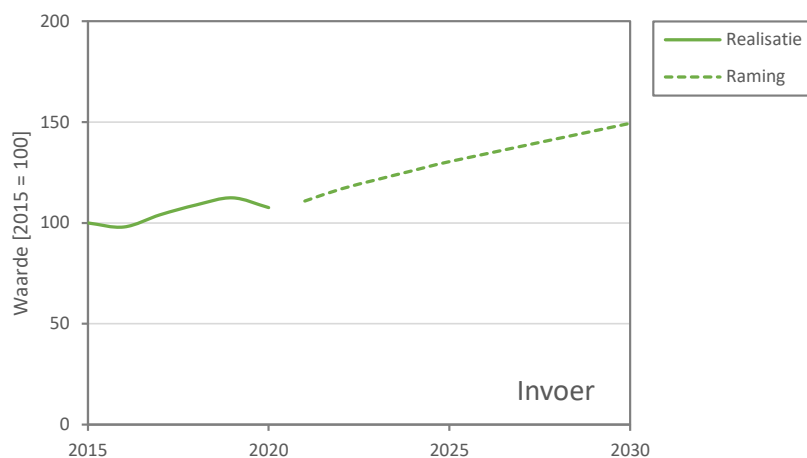
We maken gebruik van de ramingen in de waarde van de intermediaire input om een raming te maken van de fysieke intermediaire input omdat deze direct met elkaar samenhangen. Wij nemen aan dat bij een relatieve verandering van de waarde van intermediair gebruik van een sector tot eenzelfde relatieve verandering van het fysiek gebruik van materialen in de sector leidt als alle andere drijvende factoren hetzelfde blijven. De relatieve fysieke verhoudingen tussen de producten die worden gebruikt door de sector blijven gelijk.

2.3.3 Internationale handel

Invoer, uitvoer en wederuitvoer zijn belangrijke waardestromen in de Nederlandse economie en vertegenwoordigen ook een grote materiaalstroom, zie ook Appendix G **Error! Reference source not found.** waar de historische stromen worden getoond. Omdat deze stromen zo belangrijk zijn, worden zo goed mogelijk de ramingen voor invoer, uitvoer en wederuitvoer vanuit de KEV 2021 gebruikt om een ramingen te maken van deze stromen tot aan 2030. De ontwikkeling van de handelsstromen overgenomen uit de KEV 2021 tot aan 2030 staan in Figuur 3 - 5. De waardeverandering in de loop van de tijd is weergegeven waarbij de waarde in 2015 op 100 is gezet. De KEV geeft alleen ramingen voor invoer en uitvoer, niet voor wederuitvoer. De raming voor wederuitvoer is gebaseerd op de gemiddelde gewogen verandering van verandering van invoer en uitvoer. Omdat de verandering van uitvoer en invoer elkaar nauwelijks ontlopen, zie Figuur 3 en 4, lijkt dit een redelijke aanname over de ontwikkeling van de wederuitvoer.

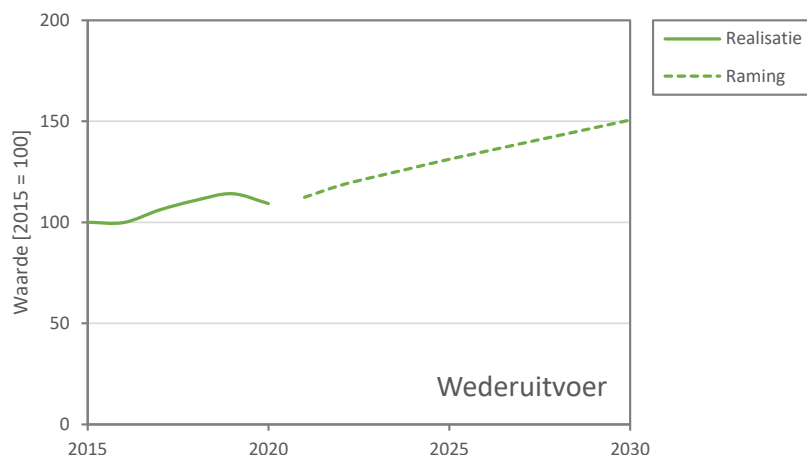


Figuur 3: Historische ontwikkeling van de waarde van de uitvoer van de Nederlandse economie en de raming naar 2030 overgenomen uit de KEV. De raming neemt aan dat de waarde van de uitvoer met bijna 50% toeneemt vanaf 2015 en ongeveer 38% hoger dan 2018.



Figuur 4: Historische ontwikkeling van de waarde van de invoer in de Nederlandse economie en de raming naar 2030 overgenomen uit de KEV. De raming neemt aan dat de waarde van de uitvoer met bijna 50% toeneemt vanaf 2015 en ongeveer 38% hoger dan 2018.

Voor zowel de invoer, uitvoer en wederdoorvoer geldt dat de waarde t.o.v. 2015 ongeveer 50% hoger is in 2030 en ongeveer 38% hoger t.o.v. 2018. De groei van het intermediair verbruik is in veel sectoren kleiner dan 38% en krimpt zelfs in enkele sectoren, zie Tabel 1. Wij mogen verwachten dat de materialenstromen samenhangend met import, export en wederuitvoer groter worden. . Een deel van de importen wordt verwerkt door in Nederland gevestigde bedrijven. Een ander deel van de materialen verwerkt door in Nederland gevestigde bedrijven wordt binnen Nederland gewonnen, zie ook de Sankey diagrammen in Appendix G. Omdat de waarde van de importen sterker stijgen dan de waarde van intermediaire aankoop door de bedrijven zal het aandeel verwerkte materialen afkomstig uit importen naar verwachting toenemen. Later zal blijken dat dit tot aan 2025 inderdaad het geval is maar dat de bijdrage van importen aan intermediair gebruik weer engszins daalt, zie paragraaf 3.1.



Figuur 5: Historische ontwikkeling van de waarde van de wedervoer in de Nederlandse economie en de raming naar 2030 overgenomen gebaseerd op het gewogen gemiddelde van de invoer en de uitvoer uit de KEV.

Een punt van aandacht is het gebruik van de verandering van de materiaalintensiteit van deze handelsstromen. We zullen later zien dat deze de historisch trend volgt zoals bepaald kon worden voor de gewogen gemiddelde Nederlandse industrie per materiaalcategorie. Als de samenstelling van de invoer en uitvoer veel sterker schuift naar immateriële services dan hetgeen plaatsvindt in de Nederlandse sectoren dan zal de materiaalstroom samenhangend met de internationale handelsstromen overschat worden.

De verandering in de waardeverandering van de invoer, uitvoer en wederdoorvoer leidt tot een evenredige verandering in de massaverandering van de invoer, uitvoer en wederdoorvoer wanneer al het andere gelijk blijft. De additionele invoer wordt gebruikt in de industrie en de additionele uitvoer wordt aangeboden vanuit de industrie. De verandering leidt dus ook tot een verandering in de aanbod en gebruik in de industrie naar rato van de het belang van invoer en uitvoer in het totale aanbod en gebruik.

2.3.4 Materiaalgebruik verandering

De ontwikkeling van de economie tot aan 2030 zoals beschreven in de voorgaande paragraaf gaat over de ontwikkeling van de waarde van intermediaire input in de sectoren in Nederland. De aanname in de voorgaande stap was dat 100€ van de aangekochte intermediaire producten met een gewicht van 10kg, bij gelijkblijvende prijs voor de functie van de producten, ook in 2030 0.1kg/€ zullen wegen. Dat zal niet het geval zijn.

In z'n algemeenheid wordt in een zich ontwikkelende economie meer toegevoegde waarde gecreëerd met een gelijkblijvende of verminderd materiaal gebruik. Dit kan komen doordat service verlenende sectoren een groter aandeel krijgen in de toegevoegde waarde van de gehele economie of dat er meer toegevoegde waarde wordt gecreëerd in de primaire en secundaire industrie. Dit gestileerde beeld hebben we voor Nederland gekwantificeerd door het materiaalgebruik zoals geregistreerd in de

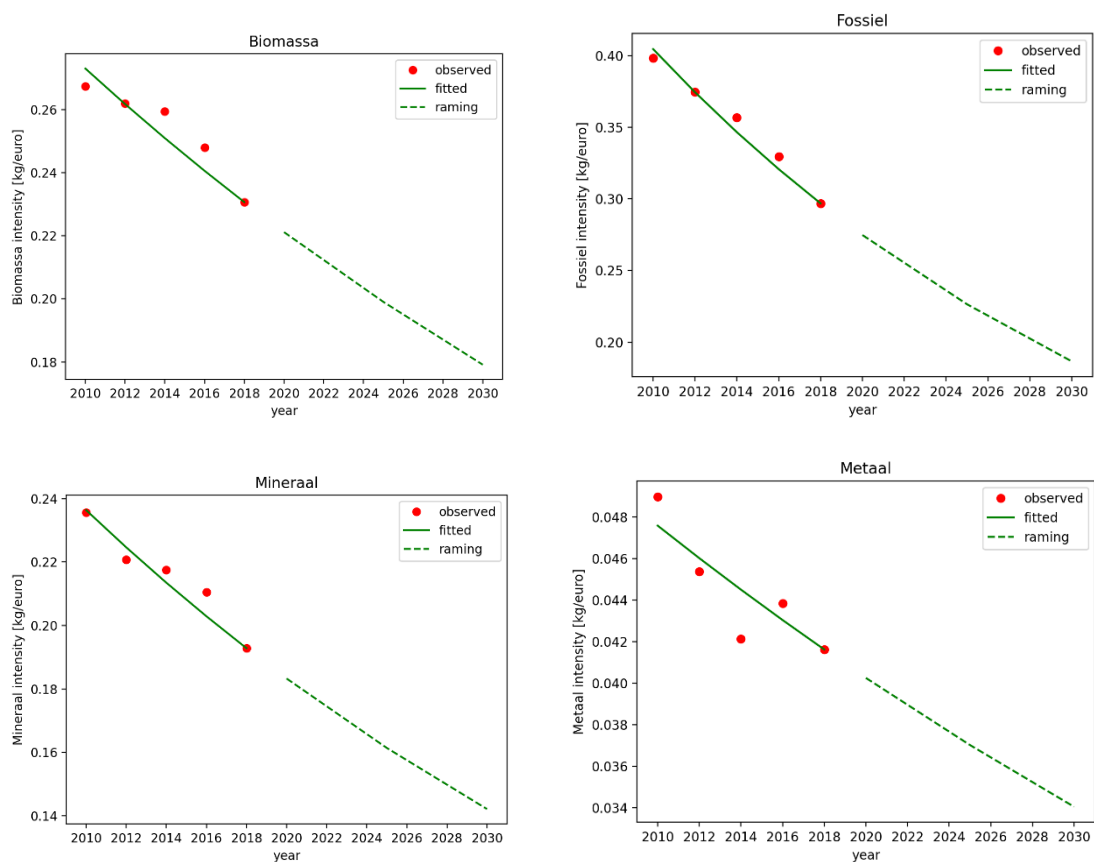
materialen monitor te vergelijken met de ontwikkeling van de Nederlandse economie van 2010 – 2018.

Het gebruik van de vier hoofdcategorieën van materialen door de industriesectoren zijn berekend vanuit de gebruikstabel van de Materialen Monitor van 2010 tot aan 2018.

De nationale rekeningen (CBS) geven een overzicht van de intermediaire uitgaven van de industriesectoren aan producten en services van 2010 tot aan 2018 op constant prijsniveau (2015 prijzen). We hebben gekozen voor het gebruik van intermediaire uitgaven en niet de toegevoegde waarde of de productie omdat we ramingen hebben voor 2030 voor intermediaire uitgaven en omdat we vermoeden dat de monetaire stromen aan intermediaire uitgaven het beste gerelateerd zijn aan materiaalgebruik. Een beperking van deze gegevens uit de nationale rekeningen is dat niet voor alle jaren gegevens op het sector detail niveau van de materialen monitor publiek beschikbaar zijn. Daarom is de analyse alleen mogelijk voor 21 hoofdcategorieën

Als eerste is het totaal aan materiaalgebruik en uitgaven aan producten & services voor alle sectoren geanalyseerd door de verandering van de intensiteit van materiaalgebruik te berekenen. De geobserveerde ontwikkeling van intensiteit staat in Figuur 6. Vervolgens is een compound growth model⁷ gefit op de beschikbare data en de jaarlijkse afname van de intensiteit afgeleid. Deze economie brede intensiteit afname staat in Tabel 2.

⁷ The compound growth model kan worden uitgedrukt als $M_t = M_0 \left(\frac{g}{100} + 1 \right)^t$ waarin M_0 de materiaalstroom is in het start jaar ($t = 0$), M_t de materiaalstroom in het jaar $t = t$, t is de periode in jaren en g is groeisnelheid in procent per jaar.



Figuur 6: Ontwikkeling van het materiaalgebruik per eenheid waarde intermediair uitgaven in de gehele Nederlandse industrie. Waarde intermediaire uitgaven op basis van constante prijzen. De geobserveerde waarden (rode punten), de gefitte exponentiële functie (doorgetrokken groene lijn) en de daaruit afgeleide raming tot 2030 (gebroken groene lijn) worden getoond. Afgeleide waarden staan in **Error! Reference source not found..**

Voor het geheel aan intermediair verbruik kan er voor alle materialen een duidelijke afname in de intensiteit van materialen worden vastgesteld. Een raming van de materiaal intensiteit in 2030 op basis van de vastgestelde trend is te zien in Figuur 6.

Trends per sector laten een veel pluriformer beeld zien. De figuren waarin de trendanalyse wordt weergegeven staan in Appendix C - F. Wanneer de analyse per sector wordt verricht is te zien dat intensiteit veranderingen kunnen verschillen van het generieke beeld zoals weergegeven in Figuur 6. Dit kan zelfs betekenen dat in plaats van een afname van de intensiteit de intensiteit van materiaalgebruik toeneemt. In ongeveer de helft van de gevallen is geen goede trend vast te stellen doordat het model de observaties niet goed beschrijft. In gevallen waarin het model de observaties niet goed beschrijft ($R^2 < 0.7$) vervangen we de raming op basis van de sector trendanalyse met een raming op basis van de generieke trend. Deze aangepaste raming is in de figuren in Appendix C – F met een blauwe lijn aangeduid.

De generieke trend verschilt soms nauwelijks van de (slecht) gefitte trend voor een sector. Soms is de generieke trend tegengesteld aan de (slecht) gefitte trend. Er is dus een behoorlijke onzekerheid over de ontwikkeling van de materiaalintensiteit door de soms slechte fit. Zeker wanneer dit sectoren betreft die een relatief grote massastroom verwerken kan de keuze voor een bepaalde ontwikkeling van de materiaal-intensiteit van invloed zijn op de raming van materiaalgebruik in 2030.

Tabel 2: Verandering van materiaalgebruik door de gehele Nederlandse industrie bepaald over de periode 2010 – 2018. Het gefitte compound growth model is te zien in Figuur 6.

Materiaal	Intensiteits verandering per jaar (%)	R ²
Biomassa	-2.1 ± -0.2	0.81
Fossiel	-3.8 ± 0.2	0.96
Mineraal	-2.5 ± 0.2	0.91
Metaal	-1.7 ± 0.3	0.75

Er is nog een andere reden naast de soms slechte fit van het compound growth model dat de geraamde ontwikkeling van de materiaal-intensiteit onzeker is. Ten eerste is er de aanname dat de materiaal-intensiteit zich ontwikkelt volgens een compound growth model. Dit had ook een ander model kunnen zijn, bijvoorbeeld lineair. Een compound growth model is niet ongebruikelijk in de economie omdat dit aanneemt dat de groei van dit jaar helpt bij de groei in het volgend jaar (bv rente op een spaarrekening). Een ander grote onzekerheid is of de intensiteit veranderingen die hebben plaatsgevonden in de periode 2010 – 2018 in dezelfde manier doorzetten in de periode 2018 – 2030. De opdracht was om een raming te maken op basis van een beleidsarm scenario. Het idee om de historische trends in materiaal intensiteit door te zetten naar de toekomst is daarmee in overeenstemming. We nemen aan dat geen trendbreuk is ten opzichte van de periode 2010 – 2018 in de ontwikkeling van materiaalgebruik in de periode 2018 – 2030.

Gegeven deze onzekerheden en de grote invloed van de materiaalintensiteit verandering is besloten om drie opties voor ontwikkeling in materiaalintensiteit door te rekenen.

1. De default (ook wel optie 1) is om de verandering in materiaal intensiteit te gebruiken waarbij slechte fits worden vervangen door de generieke industrie fit (blauwe lijnen in de figuren in Appendix C - F).
2. De naïeve fit benadering (ook wel optie 2) waarbij we de slechte fits niet worden vervangen door de generieke industrie fit. Nu worden alle groene lijnen in de figuren in Appendix C – F gebruikt.
3. De conservatieve benadering waarbij we aannemen dat de materiaal intensiteit van uitgaven aan intermediaire producten niet meer zal veranderen na 2018. Op voorhand kunnen we zeggen dat dit het meest materiaal intensieve scenario zal zijn. Dit kan dienen om het belang van de materiaal intensiteit verandering te demonstreren. Het is geen realistisch scenario gezien de verandering in de periode 2010 – 2018 en onze kennis van de ontwikkelingen van economieën

De waardes voor het default scenario staan in Tabel 3, de waardes voor het naïeve fit scenario staan in Tabel 4. De waardes voor de conservatieve benadering zijn allemaal hetzelfde met 0% verandering per jaar.

Nu is het sector detail waarvoor de materiaal intensiteit verandering is vastgesteld nog niet het sector detail niveau (123 sectors) waarop gegevens beschikbaar zijn in de Materiaal Monitor. We nemen aan dat elke subsector vallend onder de hoofdsectoren eenzelfde verandering in materiaal intensiteit kennen als de gehele sector.

De materiaal intensiteit verandering per sector per materiaal wordt opgelegd aan het fysieke gebruik van de producten. De producten zijn ingedeeld naar bestanddeel waaruit ze op gewichtsbasis voornamelijk bestaan. De indeling is te vinden in Appendix B met de product classificatie.

Bepalend voor de materiaal ramingen in 2030 is de interactie tussen de verandering in de waarde van het intermediair gebruik zoals in stap 2 van het raamwerk wordt geïmplementeerd en de verandering in materiaal intensiteit van het intermediaire gebruik.

Tabel 3: Jaarlijkse verandering in materiaal gebruik in intermediair producten door sectoren in Nederland in het default scenario. Daar waar voor een sector een betrouwbare fit ($R^2 \geq 7$) kon worden gevonden is de gevonden verandering overgenomen. Als er geen betrouwbare fit kon worden gevonden ($R^2 < 7$) is de sectorspecifieke waarde vervangen door de generieke waarde (Tabel 2) afgeleid voor de hele Nederlandse industrie. Deze vervangingswaardes hebben een rode achtergrond.

Sector	Biomassa		Fossiel		Mineraal		Metaal	
	Intensiteit verandering [%]	R ²	Intensiteit verandering [%]	R ²	Intensiteit verandering [%]	R ²	Intensiteit verandering [%]	R ²
A Landbouw, bosbouw en ...	0.8	0.82	-3.8	*	-2.5	*	6.9	0.92
B Delfstoffenwinning	-2.1	*	-8.4	0.84	-2.5	*	-1.7	*
C Industrie	-1.8	0.90	-3.8	*	-2.5	0.95	-1.6	0.75
D Energievoorziening	-2.1	*	-3.8	*	-2.5	*	-1.7	*
E Waterbedrijven en afval...	-2.1	*	-3.8	*	-6.9	0.90	-1.7	*
F Bouwnijverheid	-2.1	*	-3.8	*	-2.5	*	-1.7	*
G Handel	-4.1	0.70	-3.3	0.84	-2.5	*	-1.7	*
H Vervoer en opslag	-9.5	0.77	-1.8	0.92	-2.5	*	-1.7	*
I Horeca	-2.8	0.98	-3.7	0.98	-3.7	0.91	-1.7	*
J Informatie en communicatie	-9.8	0.89	-13.4	0.95	-13.9	0.95	-1.7	*
K Financiële dienstverlening	-3.2	0.76	-3.8	*	-2.5	*	-1.7	*
L Verhuur en handel van onro...	-2.1	*	-3.8	*	-2.5	*	-1.7	*
M Specialistische zakelijke ...	-4.8	0.86	-3.8	*	-2.5	*	-1.7	*
N Verhuur en overige zakelijke...	-3.0	0.95	-2.8	0.91	-4.9	0.98	-1.7	*
O Openbaar bestuur en ove..	-2.1	*	-2.8	0.80	-2.5	*	-1.7	*
P Onderwijs	-1.8	0.80	-6.1	0.99	-8.3	0.70	-1.7	*
Q Gezondheids- en welzijnszorg	-2.3	0.92	-3.8	*	-2.5	*	15.7	0.91
R Cultuur, sport en recreatie	-2.6	0.73	-3.4	0.71	-4.1	0.79	-6.0	0.79
S Overige dienstverlening	-2.1	*	-3.7	0.89	-2.7	0.82	-1.7	*

* gebruik van gewogen gemiddelde voor alle sectoren in Nederland.

Tabel 4: Jaarlijkse verandering in materiaal gebruik in intermediair producten door sectoren in Nederland in het naïeve fit. Ongeacht of er een betrouwbare fit ($R^2 \geq 0.7$) is nemen we de gefitte waarde voor de jaarlijkse verandering over.

Sector	Biomassa		Fossiel		Mineraal		Metaal	
	Intensiteit verandering [%]	R ²	Intensiteit verandering [%]	R ²	Intensiteit verandering [%]	R ²	Intensiteit verandering [%]	R ²
A Landbouw, bosbouw en ...	0.8	0.82	-2.6	0.04	-2.7	-0.57	6.9	0.92
B Delfstoffenwinning	2.5	-0.39	-8.4	0.84	4.7	-0.25	0.4	-0.13
C Industrie	-1.8	0.90	-0.5	0.50	-2.5	0.95	-1.6	0.75
D Energievoorziening	-5.8	0.70	0.5	0.10	-3.5	-0.14	-9.1	0.44
E Waterbedrijven en afval...	-1.7	0.53	-0.5	0.09	-6.9	0.90	-4.5	0.30
F Bouwnijverheid	1.1	0.24	-2.9	0.47	-2.6	0.11	-0.1	-0.28
G Handel	-4.1	0.70	-3.3	0.84	1.0	-0.34	-1.7	0.52
H Vervoer en opslag	-9.5	0.77	-1.8	0.92	-1.0	-0.25	-30.5	0.70
I Horeca	-2.8	0.98	-3.7	0.98	-3.7	0.91	-12.7	0.03
J Informatie en communicatie	-9.8	0.89	-13.4	0.95	-13.9	0.95	-2.2	-0.68
K Financiële dienstverlening	-3.2	0.76	-3.0	0.63	-1.0	0.00	-1.0	-1.24
L Verhuur en handel van onro...	1.2	0.50	-2.3	0.59	-0.6	0.26	-0.9	0.37
M Specialistische zakelijke ...	-4.8	0.86	-3.2	0.46	-8.3	0.57	1.5	0.00
N Verhuur en overige zakelijke...	-3.0	0.95	-2.8	0.91	-4.9	0.98	-0.3	-0.02
O Openbaar bestuur en ove..	3.0	0.53	-2.8	0.80	-1.4	0.51	0.9	-0.02
P Onderwijs	-1.8	0.80	-6.1	0.99	-8.3	0.70	-1.3	0.41
Q Gezondheids- en welzijnszorg	-2.3	0.92	1.2	0.53	-1.1	0.13	15.7	0.91
R Cultuur, sport en recreatie	-2.6	0.73	-3.4	0.71	-4.1	0.79	-6.0	0.79
S Overige dienstverlening	-2.6	-0.24	-3.7	0.89	-2.7	0.82	9.0	0.49

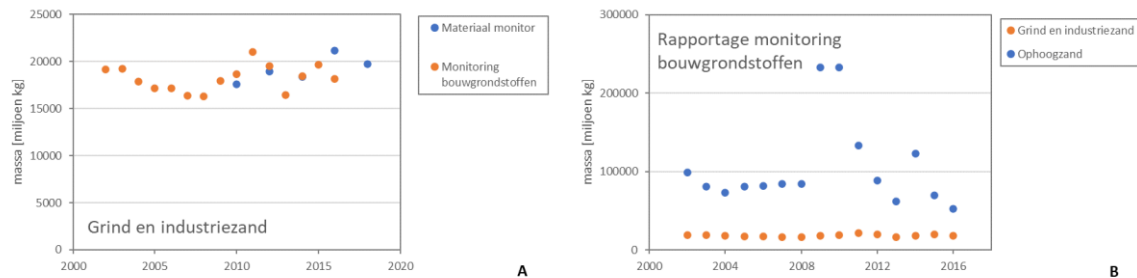
2.3.5 Binnenlandse winning

Van de vier hoofdgroepen materialen worden er in Nederland drie “gewonnen”. Biomassa in de vorm van landbouwproducten, fossiel in de vorm van olie en gas en mineraal in de vorm van zand, grind en klei.

Het aanbod van in Nederland verbouwde landbouwproducten volgt de ramingen van de economische ontwikkeling van de landbouwsector en wordt in deze afzonderlijke stap niet aangepast aan een specifieke ramingen voor het aanbod van landbouwproducten.

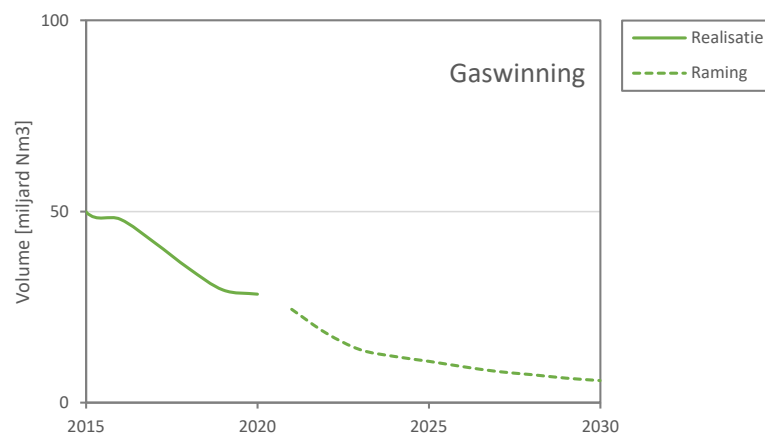
De winning van zand, grind en klei wordt in deze stap niet aangepast aan specifieke ramingen voor de zand, grind en klei winning. In de materiaalmonitor wordt voor alleen de winning van industriezand meegeteld. Dit is te zien in Figuur 7 waar de winningsgegevens voor de categorie “308, ExtractieZandGravel” wordt vergeleken met de som van de winning van grind, beton&metselzand en overig industriezand zoals gerapporteerd in 't Hoen (2017). De waardes komen vrijwel overeen. Over de langlopende periode 2002 – 2018 lijkt de winning vrij stabiel te zijn.

De som van zgn. regulier ophoogzand, ophoogzand voor kustversterking en landaanwinning is in de periode 2002 – 2016 veel groter dan de winning van grind en industriezand, zie Figuur 7. Ze kent ook een grillig verloop in samenhang met de uitvoer van landaanwinningswerken (o.a. Maasvlakte II). Dit materiaalgebruik is niet gerapporteerd in de materiaalmonitor en wordt ook niet meegenomen in de raming naar 2030. De winning van grind en industriezand volgen de economische groei in de sector “8000, Winn.Ov.delfstoffen”.



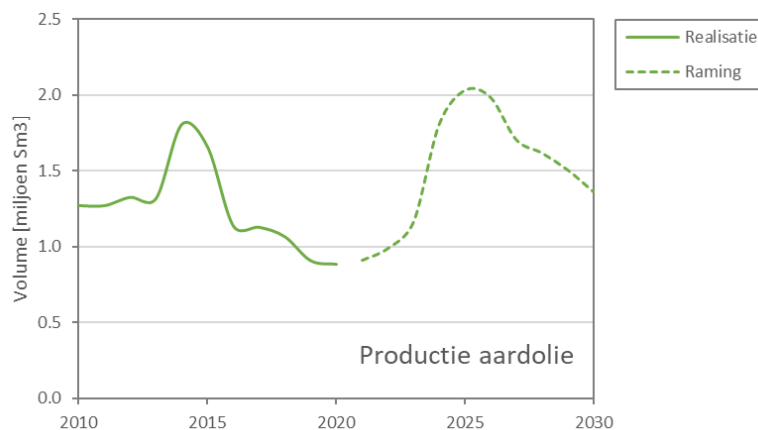
Figuur 7: Vergelijking van de materiaal monitor gegevens (A). Hier is de categorie “308, ExtractieZandGravel” uit de materiaal monitor vergeleken met gegevens uit de rapportage monitoring bouwgrondstoffen 2015-2016 (‘t Hoen, 2017) voor de som van de winning van grind, beton & metselzand en overig industriezand. Duidelijk is dat de materiaalmonitor alleen de winning van grind en industriezand telt. Het gebruik van regulier ophoogzand, ophoogzand voor de kustverdediging en landaanwinning vertegenwoordigen een veel grotere massa dan het gebruik van grind en industrie zand, zie figuur B (gegevens afkomstig uit ‘t Hoen , 2017).

De winning van aardgas in Nederland is aan verandering onderhevig met het besluit om gaswinning uit het Groningenveld te stoppen. De KEV (2020) geeft ramingen over de winning van aardgas tot aan 2030 en deze worden gebruikt om de winning van aardgas in het modelraamwerk aan te passen. In Figuur 8 staat de historische trend en de raming voor aardgaswinning in Nederland.



Figuur 8: Historische realisatie en raming van de gaswinning in Nederland.

Voor de winning van aardolie zijn ramingen beschikbaar uit het jaarverslag over delfstoffen en aardwarmte in Nederland (EZK, 2021). In onze raming wordt aangenomen dat het volume aardolie uit “verwachte aanbod uit reserves” en de “voorwaardelijke voorraden” geproduceerd gaat worden. In Figuur 9 zijn historisch aanbod en raming tot aan 2030 gegeven.



Figuur 9: Historische realisatie van de aardolie productie in Nederland en raming tot aan 2030. In de verwachting wordt zowel de productie uit “verwachte aanbod uit reserves” en de “voorwaardelijke voorraden” meegenomen.

2.3.6 Dieet, recycling en afvalstromen.

In de raming naar 2030 nemen we aan dat de voedselinname per hoofd van de bevolking in fysieke termen gelijk blijft. Ook ons dieet verandert niet. Dit betekent ook dat er geen verandering is in de mate van voedselverspilling. Andere vormen van huishoudconsumptie zijn gekoppeld aan economische ontwikkeling.

De veranderingen in het intermediair verbruik per materiaalcategorie en per sector hebben ook effect op het intermediair gebruik van de gerecyclede materialen en afvalstoffen. Het gebruik van gerecyclede materialen en afvalstoffen verandert op dezelfde manier als het gebruik van de intermediaire producten. In de raming naar 2030 toe wordt dus aangenomen dat er geen extra recycling plaatsvindt of extra maatregelen worden genomen om afval te voorkomen. De (fysieke) omvang van de afvalinzameling, recycling en afvalverwerking sectoren (Milieudnstverl.Part., Recycling/Sloop, Recup.afval/schroot) kennen geen andere verandering van omvang dan in de verandering in omvang volgens de macro-economische raming in de KEV.

2.4 Indicatoren en interpretatie

Het basis resultaat van het raamwerk gebruikt voor de raming van de materiaalstromen tot aan 2030 zijn fysieke aanbod- en gebruikstabellen op hetzelfde detail niveau als de Materiaal Monitor data uit de periode 2010 – 2018. De fysieke tabellen zullen op detail niveau niet voldoende robuust zijn om publiekelijk te verspreiden.

De fysieke detail tabellen worden gebruikt om geaggregeerde indicatoren over het materiaalgebruik in Nederland af te leiden. Omdat we consistentie hebben in de historische tijdreeks en de raming naar 2030 kunnen we de ramingen plaatsen als vervolg op de historische ontwikkeling.

De gepresenteerde indicatoren zullen de Sankey diagrammen zijn die de materiaalstromen door Nederland illustreren. Hierbij zullen we ook per activiteit (bv verwerkte materialen, materiaalgebruik, recycling) detail tonen. Naast de Sankey diagrammen kunnen we de DMC en DMI afleiden.

De berekening van de DMC en DMI volgt de definitie zoals gegeven in Potting et al. (2018):

$$DMC = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + \sigma_{1 \times i} \cdot (m^{NL} - x^{NL})$$

en

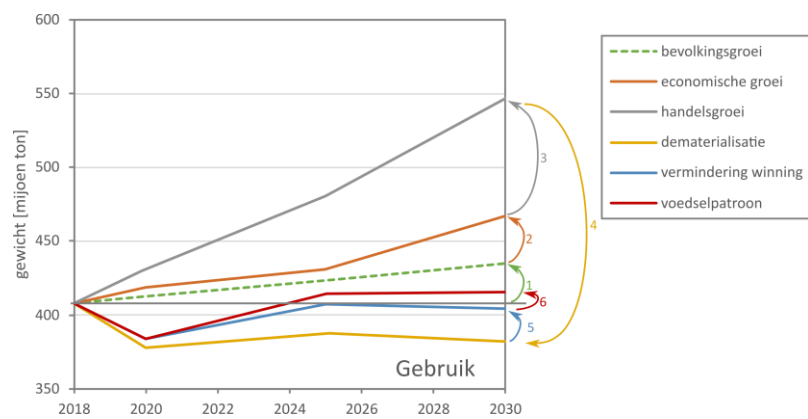
$$DMI = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + eh_{grond}^{NL} + \sigma_{1 \times i} \cdot m^{NL}$$

Hierin betekend **DMC** = domestic material consumption, **DMI** = domestic material input, e_{grond}^{NL} is extractie grondstoffen door producenten uit Nederland, eh_{grond}^{NL} is de extractie van grondstoffen door huishoudens uit Nederland, m^{NL} is de invoer in Nederland, x^{NL} is de uitvoer uit Nederland, $\sigma_{i \times 1}$ en $\sigma_{1 \times i}$ zijn sommatie vectoren. Alle vet gedrukte symbolen staan in massa eenheid. In de praktijk vindt er geen extractie van grondstoffen plaats in huishoudens volgens de materiaalmonitor en is $eh_{grond}^{NL} = 0$. Zoals eerder aangestipt, de DMC en DMI berekend vanuit de materiaal monitor nemen de winning van ophoogzand niet mee.

Binnen de KEV zijn ook ramingen gemaakt van de fysieke productie door de Nederlandse industrie van een aantal producten. Specifiek de studie van CE-Delft naar de groeiprojecties energie-intensieve industrie bevat veel gegevens over de fysieke productie. De groeiprojecties uit de studie van CE-Delft kunnen we vergelijken met de groeiprojecties uit de mesoniveau benadering gebruikt in deze studie. Mochten er onverklaarbare verschillen optreden kan ervoor gekozen worden om de raming in deze studie aan te passen. Verschillen zijn overigens te verwachten. Waar de groeiprojecties van de energie-intensieve industrie alleen een raming hoeft te maken over de fysieke productie, wordt in deze mesoniveau studie de benodigde productie afgeleid van het gebruik van producten.

De meeste aandacht zal uitgaan naar de analyse van het default scenario, maar het default scenario zal ook worden vergeleken met de twee andere scenario's waar een andere ontwikkeling van de verandering in de materiaal intensiteit van de waarde van producten wordt aangenomen, zie ook Paragraaf 2.3.4.

Om een beeld te krijgen van de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de ramingen tot aan 2030 kunnen we het raamwerk (Figuur 1) gebruiken om deze invloed te onderzoeken. Dit tonen we in een figuur zoals het te zien in Figuur 10. De pijltjes aan de rechterkant zijn genummerd volgens de opeenvolgende stappen in modelraamwerk. De eerste stap, bevolkingsgroei, laat zien hoe het oorspronkelijk materiaalgebruik van ca 408 miljoen ton toeneemt tot ca 430 miljoen ton in 2030. Stap 2 economische groei laat zien hoe materiaalgebruik verder toeneemt door de ramingen over economische groei ook mee te nemen. Let op dat er rekening mee wordt houden dat de bevolkingsgroei ook al economische groei teweegbrengt. Er is geen sprake van dubbel telling. De derde stap laat zien hoe de ramingen over internationale handel het materiaal gebruik verder opdrijven bovenop de economische groei en bevolkingsgroei. Wederom wordt erop gelet dat bevolkingsgroei en economische groei ook geleid kan hebben tot internationale handelsgroei en alleen de extra verandering om te voldoen aan de externe raming van internationale handel wordt hier geïmplementeerd. De vierde stap, dematerialisatie, is over het algemeen de belangrijke stap die het materiaalgebruik verminderd. In dit hypothetische figuur zijn de belangrijke drijvende krachten economische groei, groei van de internationale handel en dematerialisatie.



Figuur 10: Hypothetisch maar niet onrealistisch voorbeeld van het effect van de verschillende drijvende krachten op de raming van het materiaalgebruik tot aan 2030. De nummers en pijltjes aan de rechterkant verwijzen naar de opeenvolgende stappen in het modelraamwerk.

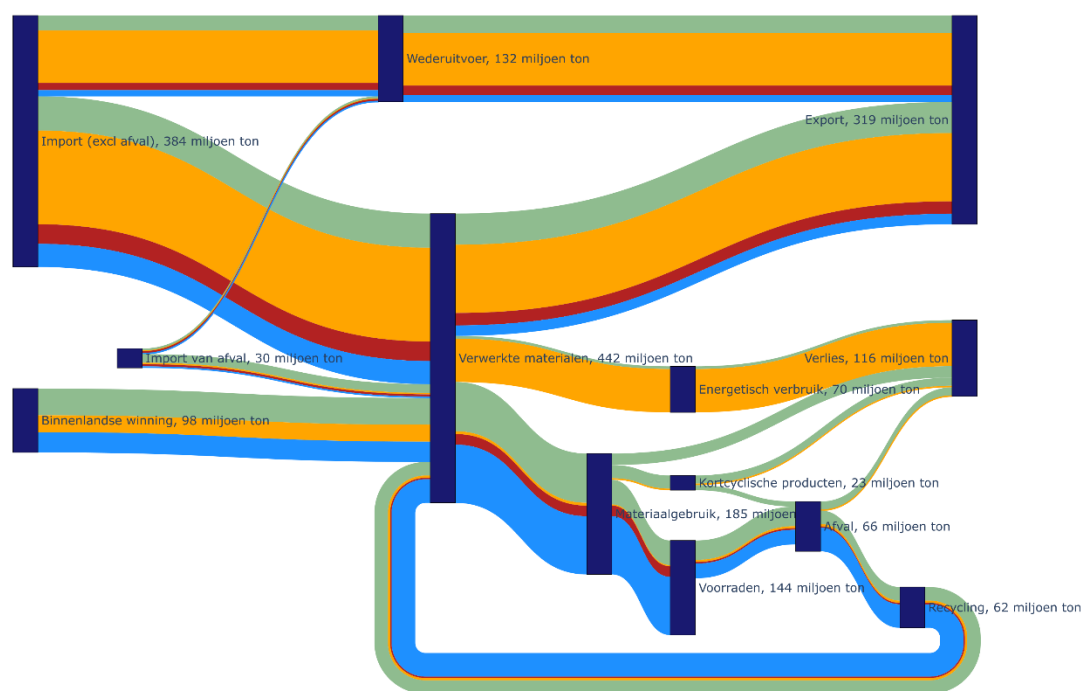
3 Resultaten

3.1 Materiaal stromen door Nederland

De Sankey diagrammen die de materiaalstromen door Nederland in de periode 2020 – 2030 weergeven op basis van de Materiaal Monitor gegevens uit 2018 en de macro-economische ramingen uit de KEV staan in Figuur 11 - 13. De Sankey diagrammen die op dezelfde manier zijn gemaakt maar dan op basis van de Materiaal Monitor gegevens over de periode 2010 – 2018 staan in Appendix G.

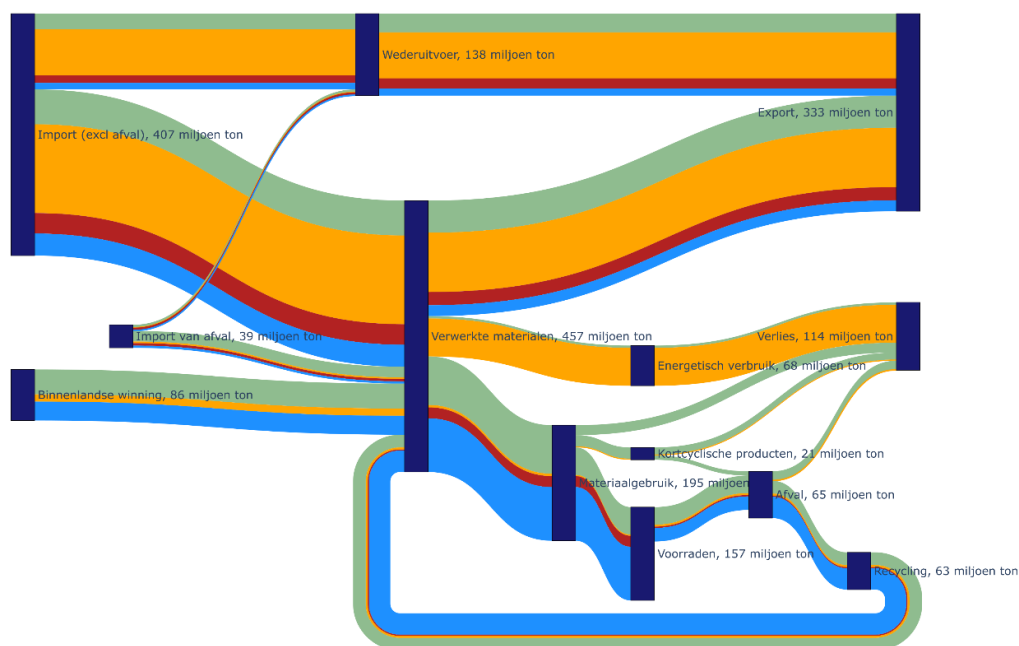
Het is belangrijk om te vermelden dat er vergelijkbare Sankey diagrammen zijn gemaakt en gepubliceerd voor Nederland in bijvoorbeeld de Compendium voor de Leefomgeving (www.clo.nl) of de Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021 (Hanemaaijer et al., 2021). De Sankey diagrammen gepubliceerd in de voortgangsrapportages vertegenwoordigen de officiële waarden. Ze verschillen enigszins in de berekende stroom gerecyclede materialen omdat in deze studie deze stroom materialen moet worden afgeleid uit de stromen en sectoren onderscheiden in de Materiaal Monitor. In de voortgangsrapportage worden naast Materiaal Monitor data ook meer nauwkeurige gegevens uit afvalstatistieken gebruikt (Tunn et al., 2021). Het belang van consistentie van de berekening van de stromen weegt in deze studie zwaarder dan de meest nauwkeurige historische berekening.

2020



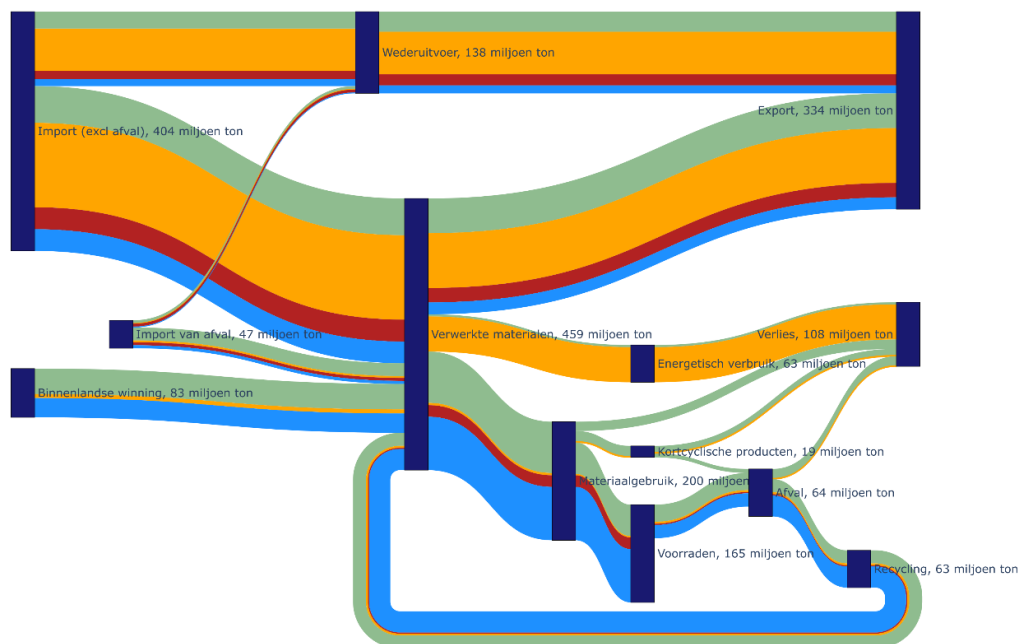
Figuur 11: Raming van de materiaalstromen door Nederland in 2020 volgens de raming op basis van de Materiaal Monitor gegevens uit 2018 en de macro-economische ramingen uit de KEV. Groen = biomassa, oker = fossiel, blauw = mineraal en rood = metaal.

2025



Figuur 12: Raming van de materiaalstromen door Nederland in 2025 volgens de raming op basis van de Materiaal Monitor gegevens uit 2018 en de macro-economische ramingen uit de KEV. Groen = biomassa, oker = fossiel, blauw = mineraal en rood = metaal.

2030



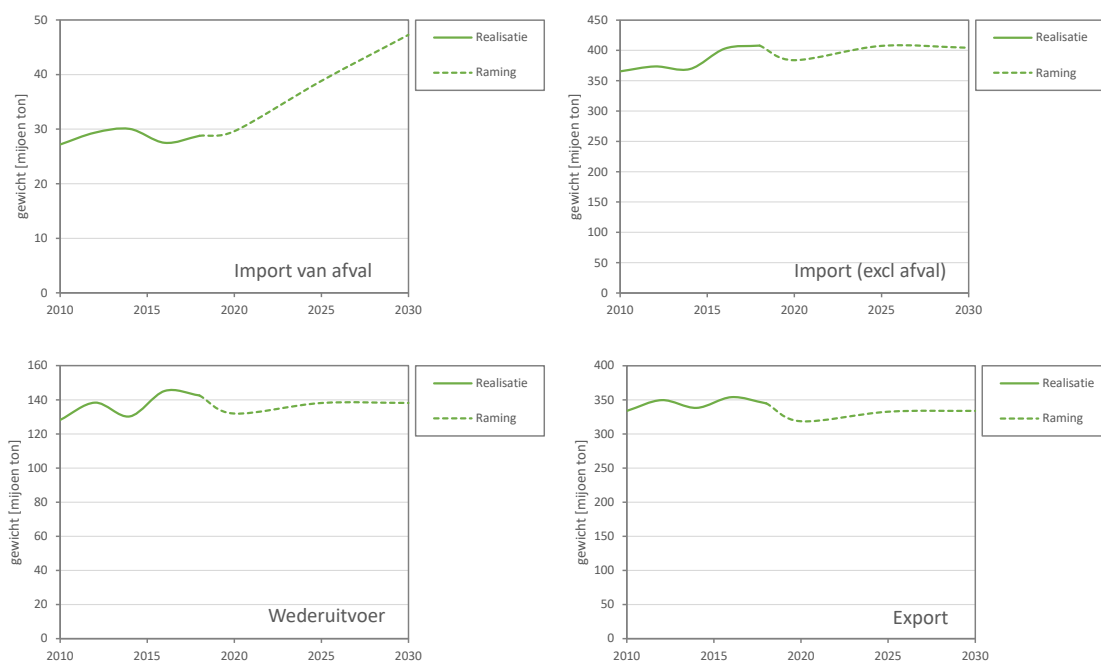
Figuur 13: Raming van de materiaalstromen door Nederland in 2030 volgens de raming op basis van de Materiaal Monitor gegevens uit 2018 en de macro-economische ramingen uit de KEV. Groen = biomassa, oker = fossiel, blauw = mineraal en rood = metaal.

De Sankey diagrammen geven een beeld van de stromen door Nederland maar het verloop door de tijd is niet snel te zien. Wat wel goed is te zien in de Sankey diagrammen is de samenhang tussen de verschillende massastromen. Terugkomend op de economische ramingen in de KEV waarin de waarde van importen en exporten sterker stijgen dan de waarde van de intermediaire aankopen in de meeste sectoren zien we dit effect terug in een lichte stijging (1%) van de bijdrage van geïmporteerde materialen in verwerkte materialen in de periode 2018 – 2025 waarna deze weer daalt in 2030 naar het niveau van 2018.

In de volgende paragrafen worden de ramingen voor de verschillende individuele stromen individueel in de loop van de tijd weergegeven in combinatie met de historische realisatie. Als eerste bespreken we het default scenario.

3.2 Internationale handelsstromen

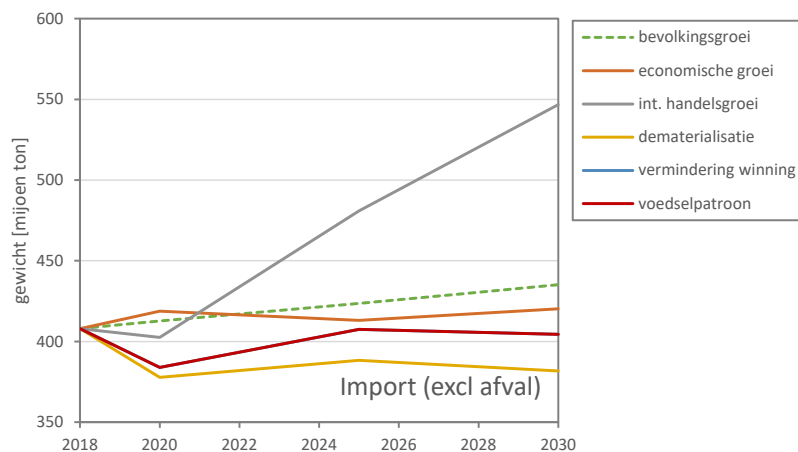
De raming van de totale massa handelsstromen uitgaande van het default scenario staan in Figuur 14. In 2020 is er een lichte terugval in de import, export en wederuitvoer. Import van afval (7% op gewichtsbasis van alle invoer) laat een doorgaande groei zien en is in 2030 64% hoger dan in 2018.



Figuur 14: Historische ontwikkeling van het gewicht van de handelsstromen en de raming tot aan 2030 volgens het default scenario.

De import van afval stijgt volgens deze raming omdat deze gekoppeld is aan de sterke toename van de waarde van import (38% toename van 2018) maar niet beïnvloed wordt door het meer waard worden van de afvalstromen t.o.v. van de hoeveelheid materiaal in deze afvalstromen. Of deze raming van de import van afval realistisch is, is moeilijk vast te stellen. Omdat de import een kleine gewichtsstroom is zal het wel of niet groeien van de import van afval de raming van de DMC en DMI niet substantieel veranderen.

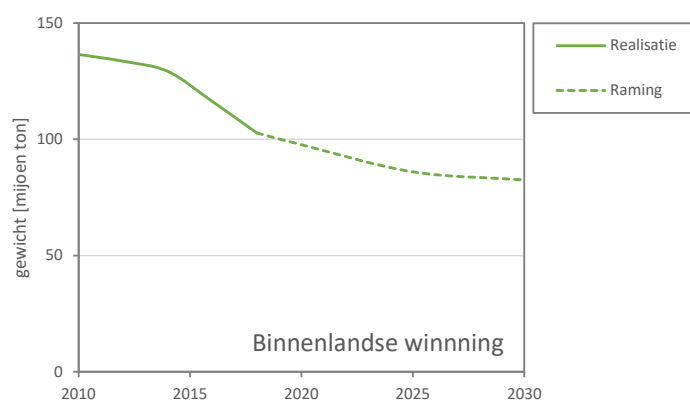
Import van producten (en vergelijkbaar wederuitvoer en exports) worden door een combinatie van drijvende factoren beïnvloed op zo'n manier dat de effecten elkaar ongeveer opheffen. In Figuur 16 is te zien hoe de opeenvolgende toepassing van de drijvende krachten import beïnvloedt door de tijd heen. Om de verschillen zichtbaar te maken is de y-as afgesneden. Handelsgroei heeft het grootste opwaartse effect en dematerialisatie het sterkste neerwaartse effect. De vermindering van de binnenlandse winning heeft tot gevolg dat er nog iets meer wordt geïmporteerd. Een gefixeerd voedselpatroon heeft geen zichtbaar effect op de importen en de trendlijn ligt over de lijn van de verminderde winning.



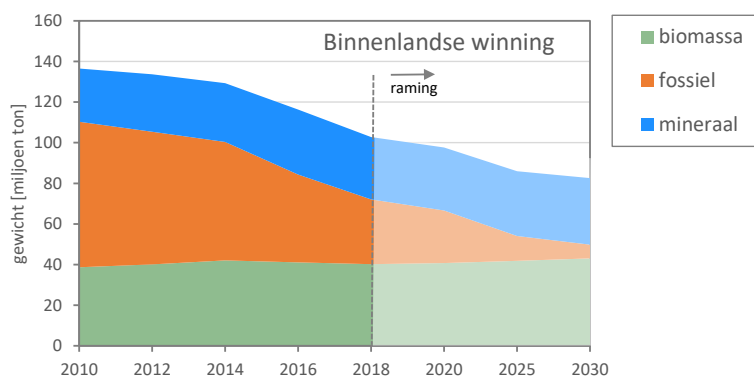
Figuur 15: Effect van de verschillende drijvende krachten op de ontwikkeling van de totale massa import in Nederland. De effecten van het voedselpatroon in Nederland is zo gering dat het effect van verminderde winning overschrijft.

3.3 Binnenlandse winning

De totale winning aan materialen in Nederland neemt af. De winning in 2030 is 20% lager in vergelijking in 2018. Deze afname is geheel toe te schrijven aan de afname van de gaswinning. Aardolie productie neemt iets toe en ook de winning van industrie zand, grind en klei en de landbouwproductie neemt iets toe. In Figuur 17 zijn de afzonderlijke bijdragen van biomassa, fossiel en mineraal aan de raming voor binnenlandse winning weergegeven.

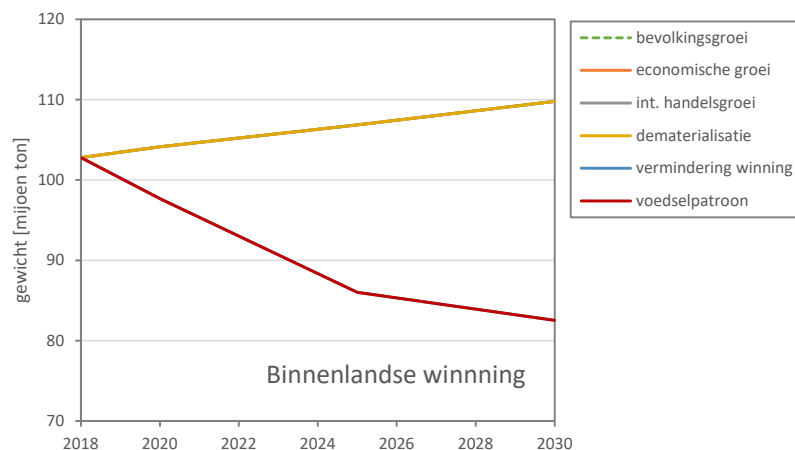


Figuur 16: Historische ontwikkeling van het gewicht van de binnenlandse winning en de raming tot aan 2030 volgens het default scenario.



Figuur 17: Bijdragen van biomassa, fossiel en mineraal aan de binnenlandse winning. De afname van de totale winning komt door de afname in de gaswinning in Nederland.

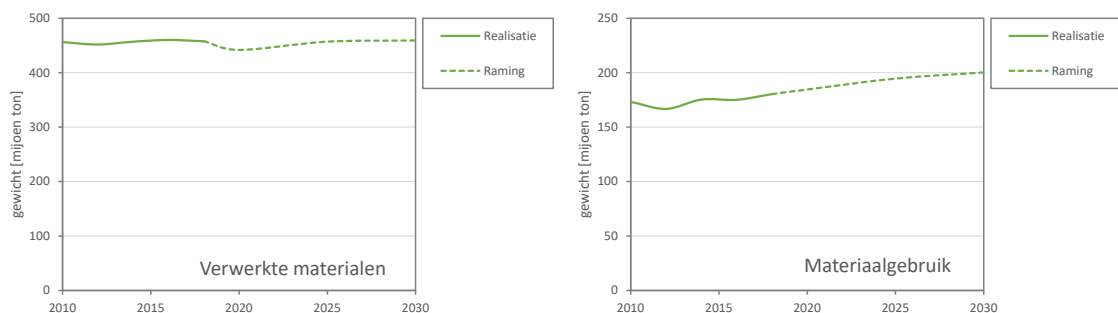
De raming van de binnenlandse winning wordt in de hoofdzaak bepaalt door bevolkingsgroei en de daarmee gepaard gaande behoefte aan grind, zand voor beton & metselzand en de specifieke ontwikkeling van de verminderde gaswinning.



Figuur 18: Effect van de verschillende drijvende krachten op de ontwikkeling van de binnenlandse winning in Nederland. Er zijn 2 drijvende krachten te ontdekken. Een groei als gevolg van bevolkingsgroei en de specifieke effecten van de afname van de gaswinning.

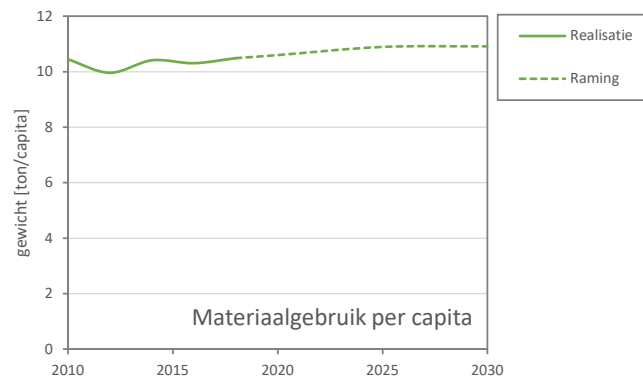
3.4 Verwerkte materialen en materiaalgebruik

De twee belangrijkste knooppunten (zie ook Figuur 11 - 13) in het Nederlandse gebruik van materialen zijn “verwerkte materialen”, de hoeveelheid verwerkt materiaal door in Nederland gevestigde bedrijven, en het “materiaalgebruik”, de finale consumptie van materialen in Nederland. De massa verwerkte materialen blijft in de raming tot aan 2030 ongeveer gelijk (een stijging 0.2% t.o.v. 2018). De hoeveelheid materiaalgebruik door consumenten stijgt tot aan 2030 met ≈11% t.o.v. 2018 waarmee de historische trend in de periode 2010-2018 wordt doorgezet.



Figuur 19: Historische ontwikkeling van het gewicht van de verwerkte materialen en materiaalgebruik en de raming tot aan 2030 volgens het default scenario.

Het materiaalgebruik per hoofd van de bevolking plaatst de stijging van het materiaalgebruik beter in context omdat het zo sterk gebonden is aan consumptie door huishoudens, Figuur 20. In de historische data is duidelijk de economische recessie te zien van 2011 - 2012 waarin de Nederlandse economie kromp en het beschikbare inkomen van huishoudens daalde. Het is niet verwonderlijk dat de raming vanaf 2018 tot aan 2030 een toename laat zien van 4% in materiaalgebruik per capita omdat de raming van de economische groei positief is.

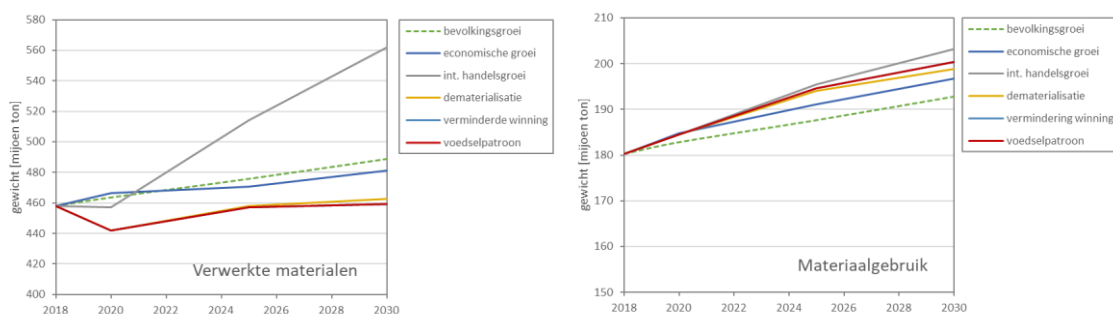


Figuur 20: Historische ontwikkeling en raming van het materiaalgebruik per hoofd van de bevolking.

De drijvende factoren hebben verschillende invloed op de hoeveelheid verwerkte materialen en materiaalgebruik. De hoeveelheid verwerkte materialen wordt sterk beïnvloedt door internationale handelsgroei. De groei van internationale handel is veel minder van invloed op materiaalgebruik. Dit is logisch. Waar de Nederlands industrie internationaal georiënteerd is en produceert voor de export is de Nederlandse consument gericht op binnenlandse consumptie.

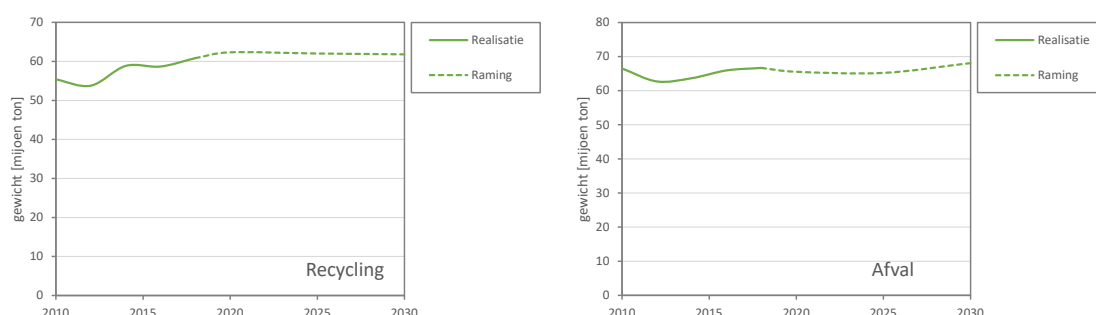
De grote opwaartse toename van verwerkte materialen als gevolg van toename van import, wederuitvoer en export wordt tegengegaan door de dematerialisatie trend. De combinatie van deze twee drijvende krachten leidt ertoe dat de hoeveelheid verwerkte materialen ongeveer gelijk blijft.

Materiaalgebruik wordt het sterkst beïnvloed door bevolkingsgroei alle andere factoren beïnvloeden de trend nog enigszins zodat deze nog wat hoger uitkomt dan op basis van bevolkingsgroei alleen.



3.5 Afval en recycling

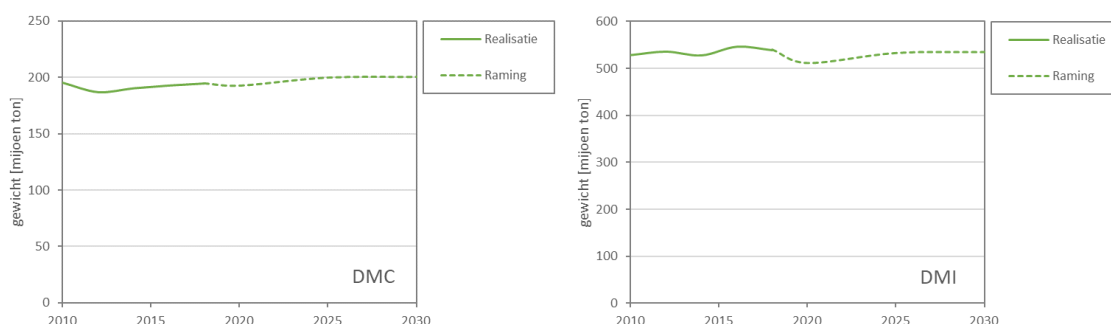
Omdat de hoeveelheid verwerkte materialen en het materiaalgebruik niet sterk veranderen in de raming voor 2030, en er geen specifieke aannames zijn gemaakt over recycling en afvalpreventie, is het geen verrassing dat ook de hoeveelheid recycling en de hoeveelheid afval weinig veranderen in de raming. De recycling neemt 4% toe in 2030 t.o.v. 2018. De hoeveelheid afval neemt 5% af in 2030 t.o.v. 2018 in het default scenario.



Figuur 21: Historische ontwikkeling van het gewicht van de verwerkte materialen en materiaalgebruik en de raming tot aan 2030 volgens het default scenario.

3.6 DMI en DMC

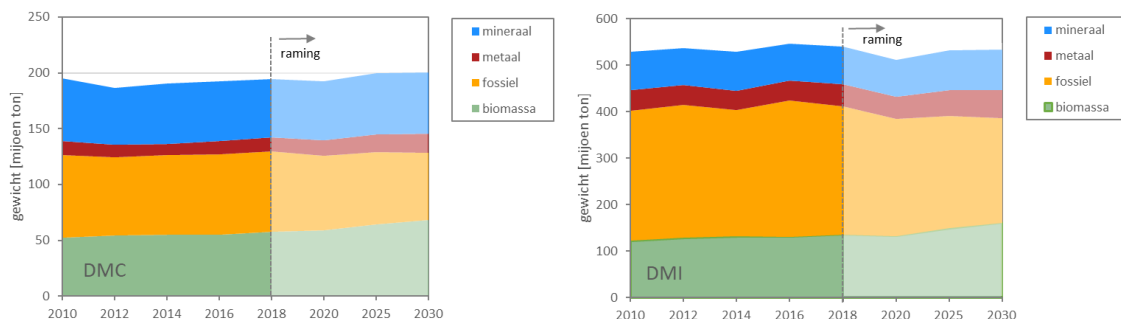
De historische ontwikkeling en de raming van de domestic material input (DMI) en domestic material consumption (DMC) indicatoren volgens het default scenario staan in Figuur 22. De binnenlandse materiaal consumptie groeit vanaf 2018 tot aan 2030 met totaal 3%. De DMI blijft in dezelfde periode vrijwel gelijk.



Figuur 22: Historische ontwikkeling van de DMC en DMI en de raming tot aan 2030 volgens het default scenario.

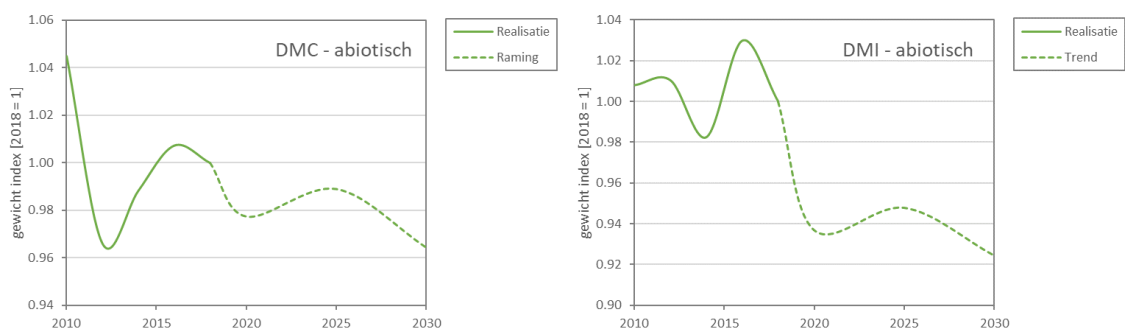
In de onderliggende materiaal categorieën vindt wel een verschuiving plaats. Biomassa en neemt in belang toe en fossiel neemt in belang af. Ook het aandeel metaal neemt toe maar blijft de kleinste bijdrage leveren. Met een sterkere nadruk op het verminderen van het gebruik van fossiele

brandstoffen in de komende jaren zou het neergaande effect van fossiel dominantier kunnen worden en leiden tot een lagere DMC en DMI maar dit effect zien niet in default raming gebaseerd op de KEV.



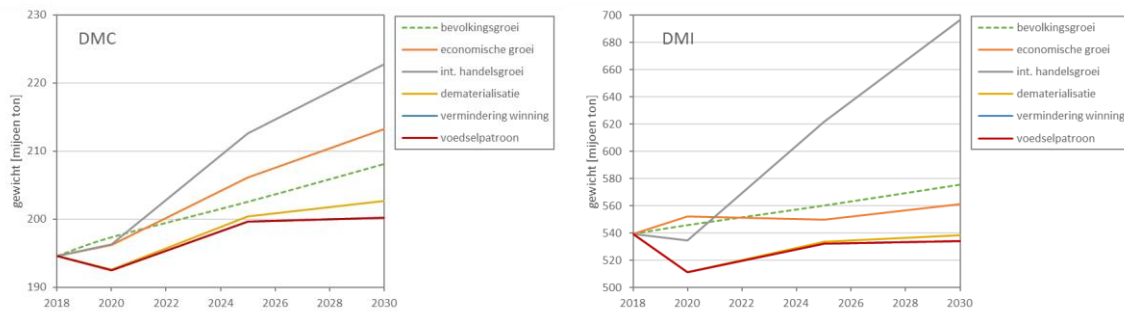
Figuur 23: Bijdragen van biomassa, fossiel, metaal en mineraal aan de DMC en DMI.

In meer detail kijkend naar de DMC en DMI de abiotisch grondstoffen (metaal, mineraal plus fossiel) over de periode 2018 – 2030 zien we dat de DMC voor abiotische grondstoffen ongeveer 3.5% daalt en de DMI ongeveer 7.5% daalt ten opzichte van 2018, zie Figuur 24.



Figuur 24: De ontwikkeling en de raming van de DMC en DMI voor de som van abiotische grondstoffen (metaal, mineraal plus fossiel) waarbij het gewicht van de DMC en DMI voor 2018 op 1 is gezet om zo de gewichtsverandering van de DMC en DMI voor abiotische grondstoffen over de periode 2018 – 2030 inzichtelijk te maken.

De DMC en DMI worden door alle drijvende krachten in meer of mindere mate beïnvloedt, zie Figuur 25. Zowel in de DMC en DMI zijn importen van materialen belangrijk voor de berekening. De groei in de internationale handel is dan ook de grootste opwaarts drijvende kracht in de raming. Het effect van dematerialisatie is de belangrijkste neerwaarts drijvende kracht. Niet goed zichtbaar omdat deze verborgen zit achter de lijn van voedselpatroon is het effect van de vermindering van de gaswinning. Dit heeft een klein neerwaarts effect op de DMC en DMI.

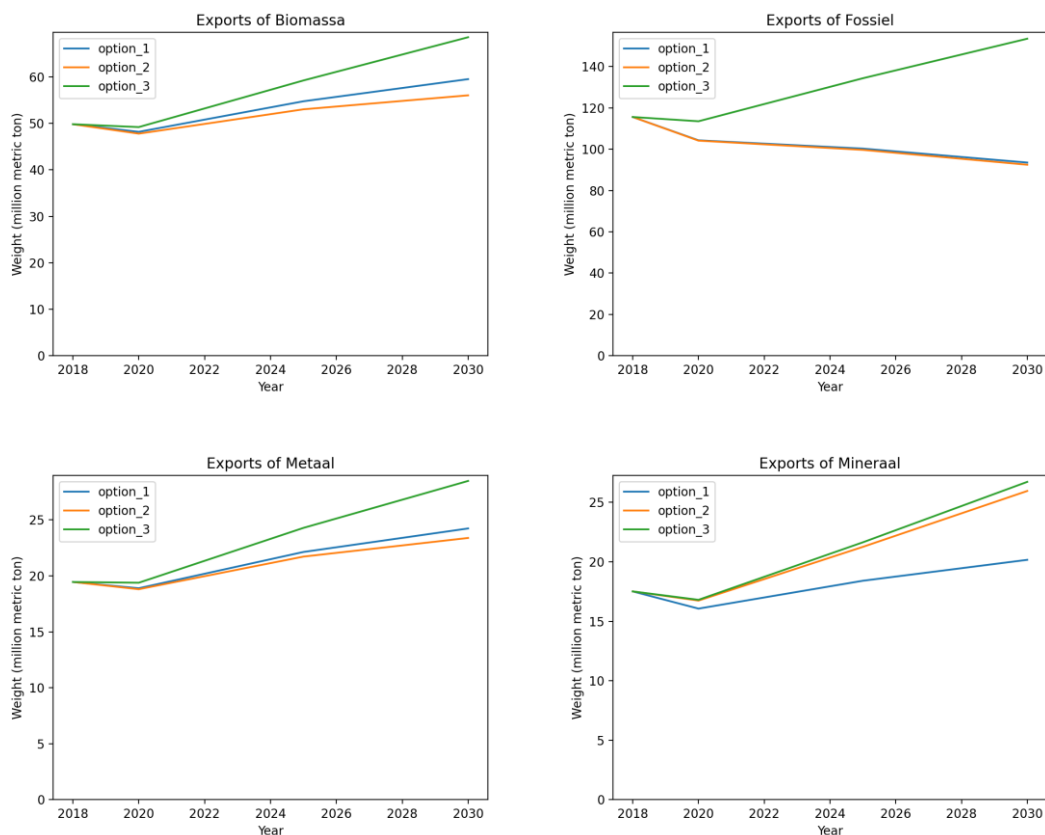


Figuur 25: Effect van de verschillende drijvende krachten op de ontwikkeling van de binnenlandse winning in Nederland. Er zijn 2 drijvende krachten te ontdekken. Een groei als gevolg van bevolkingsgroei en de specifieke effecten van de afname van de gaswinning

3.7 Invloed materiaalgebruik verandering

We hebben drie scenario's gemaakt voor de verandering van de hoeveelheid materiaal per eenheid van waarde van de producten, zie ook paragraaf 2.3.4. In de voorgaande paragrafen zijn de uitkomsten van het default scenario, een beste inschatting van dematerialisatie, uitgebreid besproken. Het default scenario wordt in de figuren ook wel aangeduid als optie 1. De twee andere scenario's zijn optie 2 waarin de gevonden dematerialisatie ongeacht of dit statistisch verantwoord is wordt gebruikt en optie 3 waarin we aannemen dat er geen enkele dematerialisatie optreedt.¹²

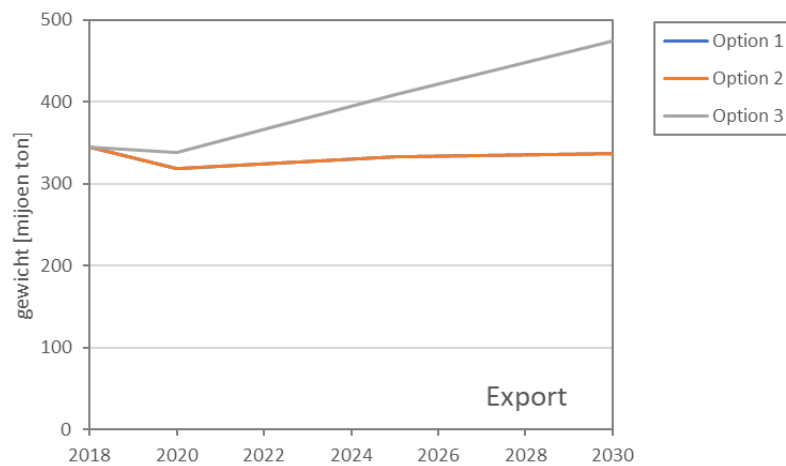
De keuze voor het verloop van de verandering van de hoeveelheid materiaal per eenheid van waarde van de producten heeft invloed op de geraamde materiaalstromen in 2030. Dit is zeker te zien indien we de totale massastroom onderverdelen in de vier materiaal hoofdcategorieën en minder te zien als alleen de totale massastroom wordt bekeken. Als voorbeeld laten we de geraamde export zien in Figuur 26 volgens de drie scenario's.



Figuur 26: Effect van een andere keuze van de verandering van de hoeveelheid materiaal per eenheid van waarde van de producten op de export van materialen.

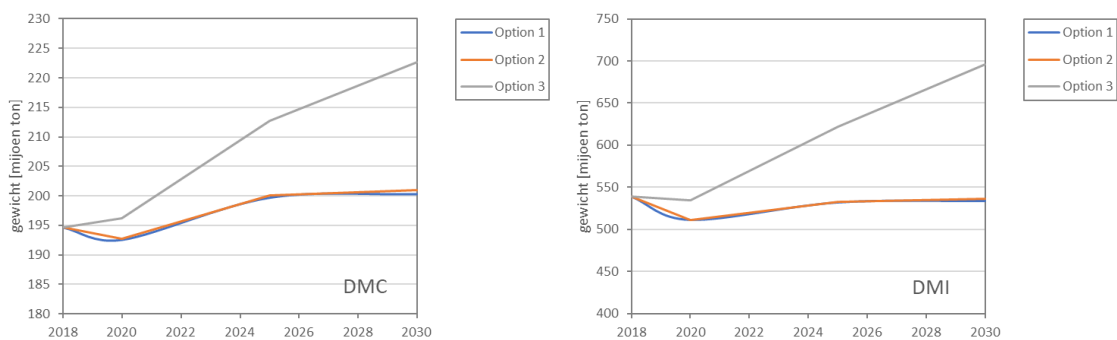
Optie 3, geen verandering in materiaal intensiteit, zal voor alle materialen een hogere raming geven voor de materiaalstromen in Nederland. Het verschil tussen optie 1 en optie 2 waarbij anders wordt omgegaan met de materiaal intensiteit veranderingen per sector zoals gefit op historische data is kleiner dan tussen optie 1 en optie 3 voor biomassa, fossiel en metaal. Alleen voor mineraal is het verschil tussen optie 1 en optie 2 vergelijkbaar met het verschil tussen optie 1 en optie 3. De manier waarop wordt omgegaan met het onvermogen om een betrouwbare schatting van de verandering van de mineraal intensiteit van de producten heeft dus een beslissende invloed op de uitkomsten van de ramingen voor mineraalstromen in 2030.

Op geaggregeerd niveau van alle materialen wordt het verschil tussen optie 1 en 2 gemaskeerd, zie Figuur 27



Figuur 27: Export van het totale gewicht van producten volgens de raming in scenario 1, 2 en 3. Alleen optie 3 onderscheidt zich van optie 1 en optie 2. Optie 1 en 2 verschillen gering op totaal gewichtsbasis. Indien naar de individuele materialen wordt gekeken zijn optie 1 en optie 2 wel degelijk verschillend, zeker voor de categorie mineraal, zie Figuur 26.

Het effect op de verschillende scenario keuzes op de hoofdindicatoren DMC en DMI is te zien in Figuur 28. Op het niveau van deze geaggregeerde indicatoren voor materiaalgebruik is het verschil in geraamde materiaalintensiteit in scenario 1 en 2 gering. De aanname dat in z'n algemeenheid de materiaalintensiteit niet afneemt (optie 3) leidt wel tot een geheel andere raming van de DMC en DMI in 2030. Let wel dat in Figuur 28 de y-as is afgesneden om de verschillen meer te benadrukken.



Figuur 28: DMC en DMI volgens de raming in scenario 1, 2 en 3. Alleen optie 3 onderscheidt zich van optie 1 en optie 2. Optie 1 en 2 verschillen gering op totaal gewichtsbasis.

4 Discussie

4.1 DMC en DMI

Volgens de raming gepresenteerd in Hoofdstuk 3 groeit de binnenlandse materiaal consumptie (DMC) vanaf 2018 tot aan 2030 met totaal 3%. De materiaal toevoer (DMI) blijft in dezelfde periode vrijwel gelijk. De DMC- en DMI-ramingen worden bepaald door een combinatie van drie opwaartse drijvende factoren bevolkingsgroei, economische groei en internationale handel en een neerwaartse dematerialisatie. Het stopzetten van de gaswinning heeft een klein neerwaarts effect op de DMC en DMI. De raming voor 2030 volgens de 3 scenario's duidt erop dat in ieder geval er geen sterke afname is te verwachten van het materiaalgebruik in Nederland.

Onderliggend is er een wel verschuiving te zien tussen materiaal categorieën. De DMC en DMI zullen minder worden bepaald door fossiel en meer door biomassa en metaal alhoewel de bijdrage van metaal gering zal blijven.

4.2 Vergelijking met CE-Delft studie

De raming van materiaalstromen volgens het raamwerk gepresenteerd in Figuur 1 is slechts één van de mogelijkheden om een schatting te maken van het materiaalgebruik in Nederland. Andere benaderingen zijn mogelijk. Binnen de KEV heeft CE-Delft (Vergeer et al., 2021) ramingen gemaakt van de economische ontwikkelingen van de energie-intensieve industrie in Nederland. Eén van de uitkomsten van deze studie zijn ramingen van de fysieke productie van een groot aantal producten. Een aantal van deze producten uit de CE-Delft studie zijn 1 op 1 te koppelen met de producten aanwezig in de materiaal monitor en wij kunnen de uitkomsten van onze raming vergelijken met de ramingen zoals gemaakt in de CE Delft studie. Omdat de CE-Delft studie gebruik maakt van een geheel ander modelraamwerk (econometrisch model, E3ME), geeft deze vergelijking een breder beeld van de onzekerheid als gevolg van het gebruik van verschillende modelbenaderingen, data en aannames.

In Appendix H zijn de uitkomsten van onze raming vergeleken met de uitkomsten van de CE Delft studie. Wij vergelijken de 3 scenario's gehanteerd in onze studie met de uitkomsten van het referentiescenario in de CE-Delft studie. De ramingen uit onze studie voor productie van fossiele brandstoffen volgens scenario 1 komen de sterk overeen met de studie van CE Delft. Plastics komen meer overeen met de raming volgens scenario 2. Het kleine aantal landbouwproducten en minerale producten waar een vergelijking kon worden gemaakt, volgen meer scenario 3 (geen dematerialisatie).

Het is een gering aantal producten t.o.v. alle producten in de materiaal monitor waar een vergelijking mogelijk is. Desondanks is het een indicatie dat de ramingen volgens scenario 1 - 3 in hetzelfde bereik zitten als de CE-Delft studie. Als deze vergelijking een indicatie is voor de validiteit van de raming in onze studie dan zien we dat scenario 1 aan de lage kant is en dat scenario 3 aan de hoge kant van het materiaalgebruik zit in vergelijking met de CE Delft studie. Een veel lager materiaalgebruik in 2030 in lijn met de doelstelling "...om samen met maatschappelijke partners in 2030 een (tussen)doelstelling te realiseren van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen)" is volgens onze raming onwaarschijnlijk.

4.3 Recente (geo-)politieke en economische ontwikkelingen

De gepresenteerde raming is gemaakt op basis van economische ramingen gemaakt in 2020 en trends in materiaalgebruik over de periode 2010 – 2018. Sinds het maken van de economische ramingen

waarop deze studie is gebaseerd zijn er verschillende belangrijke nieuwe ontwikkelingen die van invloed zouden kunnen zijn op de historische trend in materiaalgebruik.

De lockdown COVID-19 corona virus pandemie heeft tot problemen geleidt in de internationale handel. De vraag is of dit tot een blijvend veranderend materiaalgebruik in Nederland zal leiden. In ieder geval heeft het op korte termijn geleidt tot veranderingen die ook zichtbaar zijn in de ramingen in deze studie.

Na de inval van Rusland in de Oekraïne zijn er handelsbeperkingen opgelegd aan Rusland. Als reactie op deze sancties zijn de olie en gasleveringen van Rusland aan Noordwest-Europa sterk verminderd. Dit heeft allerlei economische gevolgen die op dit moment (Augustus 2022) niet eens bekend zijn maar één van de gevolgen is het stilleggen van enkele bedrijven die energie-intensief zijn. Dit zal ook gevolgen hebben voor de hoeveelheid verwerkt materiaal in Nederland. De energietransitie zou door de huidige hoge energieprijzen kunnen versnellen wat tot een permanent lager gebruik van fossiele energiebronnen door huishoudens en industrie zou kunnen leiden.

Een derde ontwikkeling waarvan niet duidelijk is wat voor effect dit zal hebben op het materiaalgebruik in Nederland is de aanpak van emissies van stikstof door de intensieve veehouderij. Een vermindering van productie in de intensieve veehouderij heeft niet alleen gevolgen voor productie van zuivel en vlees maar zal ook doorwerken in de import van voedselgewassen.

Deze potentieel drie belangrijke ontwikkelingen waarvan het effect op import, verwerking, gebruik en export van materialen nog onduidelijk is, kunnen tot een veranderend materiaalgebruik leiden in 2030 t.o.v. de huidige raming. Het is dan ook belangrijk om de ontwikkeling van het materiaalgebruik te blijven monitoren en te onderzoeken of er werkelijk afgeweken gaat worden van de historische trends. Indien dit het geval is zal er een nieuwe raming voor 2030 gemaakt moeten worden die rekening houdt met trendbreuken.

4.4 Materiaal monitor en verdere ontwikkeling model raamwerk

De materiaal monitor is waardevol gebleken bij het bepalen van de verandering in materiaal intensiteit in de periode 2010 – 2018. Wel waren er beperkingen aan het vaststellen van deze trend. Met enkele aanpassingen zou het vaststellen van de trend verbeterd kunnen worden. Een langere tijdreeks zal het makkelijker maken om statistisch sterkere correlaties te vinden. Het voorzetten van de 2-jaarlijkse publicatie van de materiaalmonitor waarbij zoveel mogelijk consistentie in de tijd wordt nagestreefd is daarom belangrijk.

De ~500 producten in de materiaal monitor zijn in deze studie op een vrij grove manier ingedeeld naar materiaalcategorie (zie Appendix B). Het hele gewicht van een auto wordt als metaal gezien. Met behulp van meer gedetailleerde productinformatie zou het mogelijk moeten zijn om voor sommige productcategorieën een betere allocatie naar materiaalcategorie te maken. Vooral consumentenproducten die uit een combinatie van plastic, metaal en mineraal⁸ bestaan zouden hiermee netter kunnen worden ingedeeld.

Er worden 129 verschillende economische activiteiten onderscheiden in de materiaalmonitor. Dit detail hebben we niet volledig kunnen uitbuiten in het afleiden en implementeren van de dematerialisatie. Bij het afleiden van de dematerialisatie is er gebruik gemaakt van de openbare

⁸ Bijvoorbeeld de productcategorie '2640900, Radio TV Audio ed' wordt nu ingedeeld bij metaal. Misschien was een indeling bij fossiel, vanwege de hoeveelheid plastic of indeling bij mineraal vanwege de glasplaat van een TV beter geweest.

historische gegevens over economische ontwikkeling (in constante prijzen) voor 19 hoofdsectoren. De voor de materiaalverwerking belangrijke sectoren 'A Landbouw, bosbouw en', 'B Delfstoffenwinning', en 'C Industrie' worden allen als één homogene sector gezien bij de afleiding van de dematerialisatie. Juist voor deze drie hoofdsectoren zou meer detail tot een betere vaststelling van de dematerialisatie kunnen leiden.

Het raamwerk kan makkelijk worden uitgebreid met specifieke informatie over de ontwikkelingen naar 2030. Import van afval is één van de ontwikkelingen in de raming welke beter onderzocht zou kunnen worden of de gewasopbrengsten in de landbouw.

Veelal zijn modellen gebruikt voor ramingen lastig te valideren. De toekomst is nu eenmaal ongewis. Wel zou een model een bekende ontwikkeling zo goed mogelijk moeten reproduceren. De mogelijkheid doet zich voor om dit model te gebruiken om de historische reeks materiaalmonitor data te reproduceren. De start van de raming is dan 2010 en het model wordt gevoed met de ontwikkelingen zoals geobserveerd in de periode 2010 – 2018. De materiaal monitor data van 2010 wordt dan gebruikt om een raming te maken van het jaar 2018. Vervolgens kan de modelraming voor 2018 vergeleken worden met de materiaal monitor data uit 2018. Daar waar grote afwijkingen worden gevonden, kan het modelraamwerk worden aangepast.

5 Conclusies en aanbevelingen

Het geraamde totaal materiaalgebruik in 2030 zal, gebaseerd op bovenstaande aannames, niet heel veel afwijken van het materiaalgebruik in 2018. Dat houdt in dat er wel een relatieve ontkoppeling van GDP en materiaalgebruik wordt verwacht, maar geen absolute ontkoppeling. Daarmee kunnen we concluderen dat het beleidsdoel van 50% reductie van de input van primair materiaal volgens deze raming zonder aanvullend beleid niet gehaald zal worden.

Er is wel in beperkte mate een verschuiving te zien tussen de verschillende categorieën grondstoffen. Zo wordt een vermindering verwacht van het gebruik van fossiele grondstoffen, waarschijnlijk als gevolg van het klimaat- en energiebeleid, terwijl het gebruik van bio-grondstoffen naar verwachting wat zal stijgen.

De raming in deze studie wordt in z'n algemeenheid bepaald door de aannames over de toename van economische activiteit in Nederland en de dematerialisatie trends zoals gevonden over de periode 2010 – 2018. Niet alleen een halvering, maar zelfs een reductie van materiaalgebruik lijkt onwaarschijnlijk als de economische ontwikkeling zoals overgenomen uit de KEV-werkelijkheid wordt. Deze conclusie wordt versterkt door de vergelijking van deze studie met een eerdere studie die o.a. een raming maakte van de fysieke productie in de energie-intensieve industrie. De daarin geschatte materiaalstromen zijn soms nog hoger dan het default scenario in deze rapportage .

Zoals gezegd hebben de verwachte economische ontwikkelingen en specifiek de ramingen van import, export en wederuitvoer grote invloed op de materiaalramingen. Als in werkelijkheid de economische ontwikkelingen anders gaan verlopen zal ook de raming van het materiaalgebruik aangepast moeten worden. Het is niet onwaarschijnlijk dat COVID en de oorlog in Oekraïne een belangrijke invloed hebben op de ontwikkeling van onze economie. Deze zijn in onze studie niet meegenomen.

Het modelraamwerk maakt intensief gebruik van de gegevens verzameld in de materiaal monitor. De materiaal monitor is in onze ogen een cruciaal meetinstrument voor het zichtbaar maken van de effectiviteit van circulaire economie-beleid. Het continueren van de 2-jaarlijkse publicatie van de materiaal monitor maakt het makkelijker om historische data te gebruiken de raming van materiaalgebruik in de toekomst. De schatting van de dematerialisatie trend zou specifieker kunnen indien er goede tijdreeksen zijn van intermediair gebruik op constant prijsniveau voor meer specifieke sectoren. Speciaal voor de primaire en secundaire industrie waar de meeste materialen worden verwerkt is dit van belang. Ook de allocatie van materialen aan producten zou beter kunnen. Juist bij samengestelde producten zoals geconsumeerd door huishoudens kan dit van belang zijn voor een beter onderscheid tussen consumptie van materialen.

6 Referenties

- CBS (2019) Materiaalstromen in Nederland; Materiaalmonitor 2014-2016, gereviseerde cijfers. CBS, Den Haag. 39p.
- EZK (2021) Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, jaarverslag 2020; Een overzicht van opsporings- en winningsactiviteiten en ondergrondse opslag. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Directoraat-Generaal Klimaat en Energie. Den Haag, Augustus 2021. 176p.
- Hanemaaijer A, M. Kishna, H. Brink, J. Koch, A. G. Prins, T. Rood (2021) 1Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, PBL-publicatienummer: 4124.
- t'Hoën J. (2017) Rapportage Monitoring bouwgrondstoffen 2015-2016. Ministerie Van Infrastructuur en Waterstaat, Directie Water en Bodem. 23p.
- Potting J. A. Hanemaaijer (eds.), R. Delahaye, J. Ganzevles, R. Hoekstra, J. Lijzen (2018), Circulaire economie: Wat we willen weten en kunnen meten. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland, Den Haag: PBL, CBS, RIVM.
- Schure K.M., P. Vethman (2020) Overzicht van uitgangspunten, scenario-aannames en beleid in de KEV 2020; Achtergronddocument bij de Klimaat- en EnergieVerkenning 2020. PBL Planbureau voor de Leefomgeving , Den Haag, PBL-publicatienummer: 4235.
- Tunn, V.S.C., A.N. Walker, A. Pieters, J. van Beuningen (2021) Use of secondary materials: potential data sources. CBS publication
- Vergeer R., A. Bachaus, S. de Bruyn, C. Jongsma, I. Nieuwenhuijse, E. Schep, U. Chewpreecha (2021) Groeiprojecties energie-intensieve industrie; Referentiescenario's voor impactanalyse klimaatbeleid. Delft, CE Delft, Publicatienummer: 21.200301.050.

Appendix A: Sectoren onderscheiden in materiaal monitor

1109	Akkerbouw		29000	AutoCarr&Onderd.ind.
1209	Tuinbouw		30100	Scheepsbouw
1400	Veehouderij		30230	Tram/trein/vliegtuig
1500	Overige Landbouw		30490	Ov.transportmiddel.
1600	Agrar.dienstverlen.		31000	Meubel-/matrasprod.
2000	Bosbouw		32129	Prod.v.Ov.goederen
3000	Visserij		32500	Medis.instrum&hulpm.
6000	Aardolie/gaswinning		32991	Sociale werkvoorz.
8000	Winn.Ov.delfstoffen		33000	RepOndInstalMach&app
9000	Dnstverl.Delfstofwin		35109	Prod./Handel Energie
10112	Slachterijen		35123	ExplTransp.net/Distr
10130	Vleesverwerking		36000	Waterwinn./-distrib.
10200	Visverwerking		37890	Milieudnstverl.Part.
10310	Aardappelproducten		38300	Recycling/Sloop
10329	Groente-/Fruitprod.		41100	Projectontwikkeling
10400	Vervaard.OliënVetten		41200	Burgerl.&Utilit.bouw
10500	Vervaard.Zuivelprod.		42000	GrondWaterWegenbouw
10670	MeelBroodDeegwaren		43100	Slopen/Bouwrijpmaken
10813	KoffieTheeSuiker		43200	Bouwinstallatie
10820	Cacao/choc.bewerk.		43319	Bouwafwerking
10849	Vervaard.Ov.voeding		43390	Overige bouwactiv.
10900	Vee-/diervoederved.		45129	Autodetailhand/Repar
11000	Vervaard.dranken		45431	AutoMot.ImportGrooth
12000	Vervaard.tabaksprod.		46100	Ov.groothand
13450	TextielConfectieLeer		46290	Ov.groothand
16000	Hout(-producten)		46770	Recup.afval/schroot
17000	Papier(-waren)		47199	Detailhandel
18000	DrukkerijReprod.		47300	Benzineserv.stations
19000	AardoliePekCokes		49120	Spoorvervoer gd/pers
20190	Chemie basis ed		49319	Ov.openbaar vervoer
22900	Chemie eind ed		49320	Taxivervoer
23199	Ov.bouwmater.prod.		49450	Goed.vervr.weg/pijpl
23600	Beton/cementprod.		50390	Zee en binnvrt
24900	Metaal		51000	Luchtvaart
25100	Metal.bouwconstr.		52129	Opslag/Ov.dnst.verv.
25290	Vervaard.Ov.metaalpr		52220	Dnstverl.verv.water
26000	AudioVideoCompOptis.		52230	Dnstverl.verv.lucht
27000	Elektr.mach&huish.ap		53000	Post&Koeriers
28000	Ov.Machines&appar.		55000	HorecaLogiesverstrek

56000	Horeca Eten/drinken		74000	ConsultFotoInd.ontw.
58000	Uitgeverijen		75000	Veterinaire dntstverl
59060	TVFilmRadPro		77000	LeaseVerhuur
61000	Telecommunicatie		78000	Uitz.DetachArb.bemid
62000	Computerservice		79000	ReisorgBemid
63000	WebhostingPersburo's		80000	Beveiliging&opspor.
64199	Bankwezen		81000	ReinigFacilitHoven.
64200	Byzond.Financ.Instel		82000	Ov.zakel.dntstverlen.
65000	Verzekeringswezen		84000	Openbaar bestuur
66000	Financ.hulpbedr.		85234	Gesubsid.onderwijs
68130	MakelaarHandel in og		85560	Particulier onderwijs
68204	Expl.bedrijfsgebouwen		86000	Gezondheidszorg
68208	Verhuur woningen		87889	Welzijnszorg
68900	Eigen woningbezit		88199	Overig welzijn
69100	Juridis.dienstverl.		90910	KnstTheatBib
69200	AccountBelastAdmin.		92000	Gokwezen
70100	Holdings&Concerndnst		93000	SportOntspanning
70200	ManOrgPR-adviesburos		94000	Werkg.Werkn./Fondsen
70900	DGA's&Beheermyen		95000	Repar.comp.&cons.art
71100	Ingenieurs&Archit.		96000	Begraaf./Wellness/Wass
71200	Keuring&controle		97000	Huish.als werkgever
72000	Speur&Ontwikkeling		99991	ConsumInterm
73000	Reklame&marktonderz.			

Appendix B: Producten onderscheiden in materiaal monitor

111100	Tarwe	Biomassa		146120	Biggen	Biomassa
111200	Maïs	Biomassa		147100	Pluimvee	Biomassa
111310	Gerst	Biomassa		147200	Eieren	Biomassa
111340	Overige graansoorten	Biomassa		149290	Ov.dierlijke product	Biomassa
111700	Peulvruchten	Biomassa		149390	Wol/Huid,ruw	Biomassa
111810	Sojabonen	Biomassa		160000	Agrarische diensten	Massaloos
111823	Grondnoten(pinda's)	Biomassa		200000	Bosbouwproducten	Biomassa
111899	Ov.oliehoud.zaden	Biomassa		300000	Verse VisWaterd(-pr)	Biomassa
113120	Koolsoorten	Biomassa		500000	Steen-/bruinkool	Fossiel
113310	Paprika's	Biomassa		610110	Aardolie ruw	Fossiel
113320	Komkommers	Biomassa		610120	Aardgascondensaat	Fossiel
113340	Tomaten	Biomassa		620000	Aardgas	Fossiel
113430	Uien	Biomassa		710000	IJzererts	Metaal
113511	Pootaardappelen	Biomassa		720000	Non-Ferro ertsen	Metaal
113512	Cons.aardappelen	Biomassa		811000	Natuursteen	Mineraal
113513	Zetmeelaardappelen	Biomassa		812110	Zand	Mineraal
113529	Ov.eetb.wortel&knol	Biomassa		812120	Grind	Mineraal
113690	Zaaizaden	Biomassa		812200	Klei	Mineraal
113710	Suikerbieten	Biomassa		891000	Mineral.v.chem.ind.	Mineraal
113800	Champignons	Biomassa		892000	Turf	Biomassa
113990	Overige groenten	Biomassa		899900	Ov. Delfstoffen	Mineraal
115100	Tabak	Biomassa		900000	Dnst. tbv delfst.win	Massaloos
116900	Ov.plantaardig mater	Biomassa		1009999	Loondnst voeding	Massaloos
119100	Voedergewassen	Biomassa		1011119	Kalfs-/rundvlees	Biomassa
119200	Bloemen	Biomassa		1011129	Varkensvlees	Biomassa
123000	Citrusfruit	Biomassa		1011191	Ov.vleessoorten	Biomassa
124100	Appels	Biomassa		1011192	Ov.slachtproducten	Biomassa
124590	Overig fruit	Biomassa		1012000	Pluimveevlees	Biomassa
125690	NootBanaanOlijf ed	Biomassa		1013000	Bewerkt vlees/worst	Biomassa
127110	Koffie ongebrand	Biomassa		1019001	Nt-eetb.slachtafval	Massaloos
127140	Cacaobonen	Biomassa		1020000	BewerkVisWaterd(-pr)	Biomassa
127890	Gewassen neg	Biomassa		1031000	Aardappelprod.	Biomassa
130009	Inv.eb.plantopstand.	Biomassa		1032000	Vruchten-/groentesap	Biomassa
130110	Bloembollen	Biomassa		1039100	Bewerk.&diepvr.grnte	Biomassa
130129	Boom/plant/stek/ent	Biomassa		1039200	Bew.fruit&-conserven	Biomassa
141190	Runderen	Biomassa		1041990	Olie/Vet/Veeboek	Biomassa
141290	Rauwe melk	Biomassa		1042000	Margar.ea.spijsvett.	Biomassa
142120	Kalveren	Biomassa		1051111	Ondermelk	Biomassa
143459	Overige diersoorten	Biomassa		1051112	Consumptiemelk	Biomassa
146110	Varkens	Biomassa		1051120	Consumptieroom	Biomassa

1051290	Melkpoeder	Biomassa		1320000	Weefsels	Biomassa
1051490	Boter en kaas	Biomassa		1392110	Beddengoed	Biomassa
1051510	Gecondens.melk	Biomassa		1392500	Woningtextiel	Biomassa
1051520	Yoghurt/GistZuurpr.	Biomassa		1393000	Tapijten	Biomassa
1051556	Wei(-producten)	Biomassa		1395100	Textielvlies	Biomassa
1051590	Zuivelproducten neg.	Biomassa		1399000	Ov.textielwaren	Biomassa
1052000	Consumptie-ijs	Biomassa		1419900	Kleding	Biomassa
1061100	Rijst	Biomassa		1510000	Leer/lederwaren	Biomassa
1061200	Meel&deeg v.graan	Biomassa		1520000	Schoenen ed.&onderd.	Biomassa
1061349	Ov.graanprod	Biomassa		1609999	Loondnst hout(prod)	Massaloos
1062110	Zetmeel	Biomassa		1610000	Hout primair	Biomassa
1062900	Ov.zetmeelproducten	Biomassa		1621100	Triplex e.d.van hout	Biomassa
1071110	Brood	Biomassa		1621200	Fineer/plaat v.hout	Biomassa
1071120	Gebak	Biomassa		1623111	Raam/kozijn v.hout	Biomassa
1072000	Ov.bakkerijproducten	Biomassa		1623112	Deuren v.hout	Biomassa
1073000	Deegwaren	Biomassa		1623120	Ov.timmerwerk	Biomassa
1081990	Suiker en bijproducten	Biomassa		1624000	Emballage v.hout	Biomassa
1082010	Chocoladeprod.	Biomassa		1629900	Houtprod. Neg	Biomassa
1082020	Suikerwerk e.d.	Biomassa		1709999	Loondnst PapierKart	Massaloos
1082199	Cacaoproducten	Biomassa		1711000	Pulp/cellulose	Biomassa
1083090	Koffie en thee	Biomassa		1712100	Pap. Karton neg	Biomassa
1084000	Specerijen/saus	Biomassa		1712300	Pap./Kart.v.verpakk.	Biomassa
1085000	Bereide maaltijden	Biomassa		1721000	Emballage v.pap/kart	Biomassa
1086000	Kinder-/dieetvoeding	Biomassa		1722990	Ov. verband	Biomassa
1089110	Soepen	Biomassa		1723000	Kantoorbenod.v.pap.	Biomassa
1089123	Ov.bakkerijgrondst.	Biomassa		1729900	Ov. p/k waren	Biomassa
1089190	Voedingsmiddelen neg	Biomassa		1811000	Druk.v.dagbl.in opdr	Massaloos
1091019	Veevoeders	Biomassa		1813040	Zetten/graf.afwerk.	Biomassa
1091020	Kunstkalvermelk	Biomassa		1819000	Ov.drukken/printen	Massaloos
1092000	Huisdierenvoer	Biomassa		1909999	Loondnst aardoliepr.	Massaloos
1101000	Gedistil.alcoh.drunk	Biomassa		1910000	Cokesovenproducten	Fossiel
1102340	Wijn,cider e.d.	Biomassa		1920211	Benzine	Fossiel
1107110	Mineraal-/bronwater	Biomassa		1920231	Nafta's	Fossiel
1107190	Ov.niet-alcoh.drunk	Biomassa		1920241	Jetfuel	Fossiel
1109000	Bier en mout	Biomassa		1920249	Bunker. jetfuel	Massaloos
1109999	Loondnst drank	Massaloos		1920261	Gasolie grondst.	Massaloos
1200900	Rookwaar	Biomassa		1920263	Gasolie verwarming	Massaloos
1209999	Loondnst tabak	Massaloos		1920269	Bunker. diesel	Massaloos
1310000	Garens/Vezels	Biomassa		1920270	Petroleum	Massaloos
1314159	Loondnst KledTexLeer	Massaloos		1920289	Bunker. stookolie	Massaloos

1920289	Diesel en stookolie	Fossiel		2059911	Vaste biomassa (hout, houtafval en overig) voor energie	Biomassa
1920290	Smeerolie	Fossiel		2059912	Vloeibare biomassa voor energie	Biomassa
1920311	Vloeib.PropaanButaan	Massaloos		2059913	Biogas voor energie	Biomassa
1920312	Autogas (lpg)	Fossiel		2059990	Ov. Chem. Pr.	Fossiel
1920320	Overige gassen	Fossiel		2109999	Loondnst farmacie	Massaloos
1920490	Briket&ov.aardoliepr	Fossiel		2110990	Farm grnst. Verb.	Fossiel
2009999	Loondnst chemie	Massaloos		2120100	Geneesmiddelen	Fossiel
2011000	Industriële gassen	Fossiel		2120999	Ov. Farm. Pr. ed	Fossiel
2012000	Kleurstoffen	Fossiel		2209999	Loondnst RubKunstst.	Massaloos
2013100	Splijt-/kweekstof	Metaal		2219900	Rub. Prod. Band	Fossiel
2013240	Zuren	Mineraal		2221290	Staaf/slang v.kunst	Fossiel
2013890	Overige zouten	Mineraal		2221300	Plat.ongecel.v.kunst	Fossiel
2013990	Anorgan.grondst.e.d.	Mineraal		2221400	Ov.platen v.kunst	Fossiel
2014110	OvAcycl.koolwat.stof	Fossiel		2222000	Verpakking v.kunst.	Fossiel
2014120	Ov.Cycl.koolwat.stof	Fossiel		2223000	Bouwart.v.kunst.	Fossiel
2014199	Halogenen/Fenolen	Fossiel		2229000	Ov.product.v.kunst.	Fossiel
2014220	Alcoholen	Fossiel		2309999	Loondnst bouwmat.	Massaloos
2014340	Carbon-/aminozuren	Fossiel		2312199	Vlakglasproducten	Mineraal
2014699	Ethers caprolactam ed	Fossiel		2313199	Glaz.FlesPotVaas ed.	Mineraal
2014730	Aromaten	Fossiel		2314990	Ov.bewerkte glasprod	Mineraal
2014999	Ov. organ gst ed	Fossiel		2323400	Ov. Keramische prod.	Mineraal
2015990	Kunstmest ed.	Fossiel		2339000	Keram.Bouwmat/Tegels	Mineraal
2016400	Polyacetaten	Fossiel		2361110	Stenen van beton	Mineraal
2016510	Polypropyleen	Fossiel		2361199	Overige betonwaren	Mineraal
2016520	Overige polymeren	Fossiel		2361900	Bouwelem.v.beton	Mineraal
2016540	Polyamide	Fossiel		2363400	Beton/mortel	Mineraal
2016550	Polyurethaan	Fossiel		2370000	Bewerkte natuursteen	Mineraal
2016590	Ov. ksthrs. rubr. ed.	Fossiel		2399000	Ov. bouwmat	Mineraal
2020000	Bestrijdingsmid.	Fossiel		2409999	Loondnst metalen	Massaloos
2030100	Verf/vernis	Fossiel		2439900	IJzer en staal	Metaal
2030240	Drukinkten	Fossiel		2442900	Aluminium ed	Metaal
2030299	Ov.verfproducten	Fossiel		2444900	Koper ed	Metaal
2041390	rein. mid. ed	Fossiel		2449199	Non ferro neg	Metaal
2042110	Parfums ed.	Fossiel		2509999	Loondnst metaalprod	Massaloos
2042126	Huid-/haarverz.mid.	Fossiel		2511000	Metal.constructiewerk	Metaal
2042199	Ov.kosmetische prod.	Fossiel		2512000	Metal.deuren/ramen	Metaal
2051000	Vuurw/Springstof/Luc	Fossiel		2521100	CV-ketels/radiatoren	Metaal
2052900	Lijmen/gelatine	Fossiel		2521900	Metal.tanks/reserv.	Metaal
2053000	Etherische oliën	Fossiel		2540000	Wapens&munitie	Metaal
2059100	Fotochemische prod.	Fossiel		2572000	Hang-&sluitwerk	Metaal

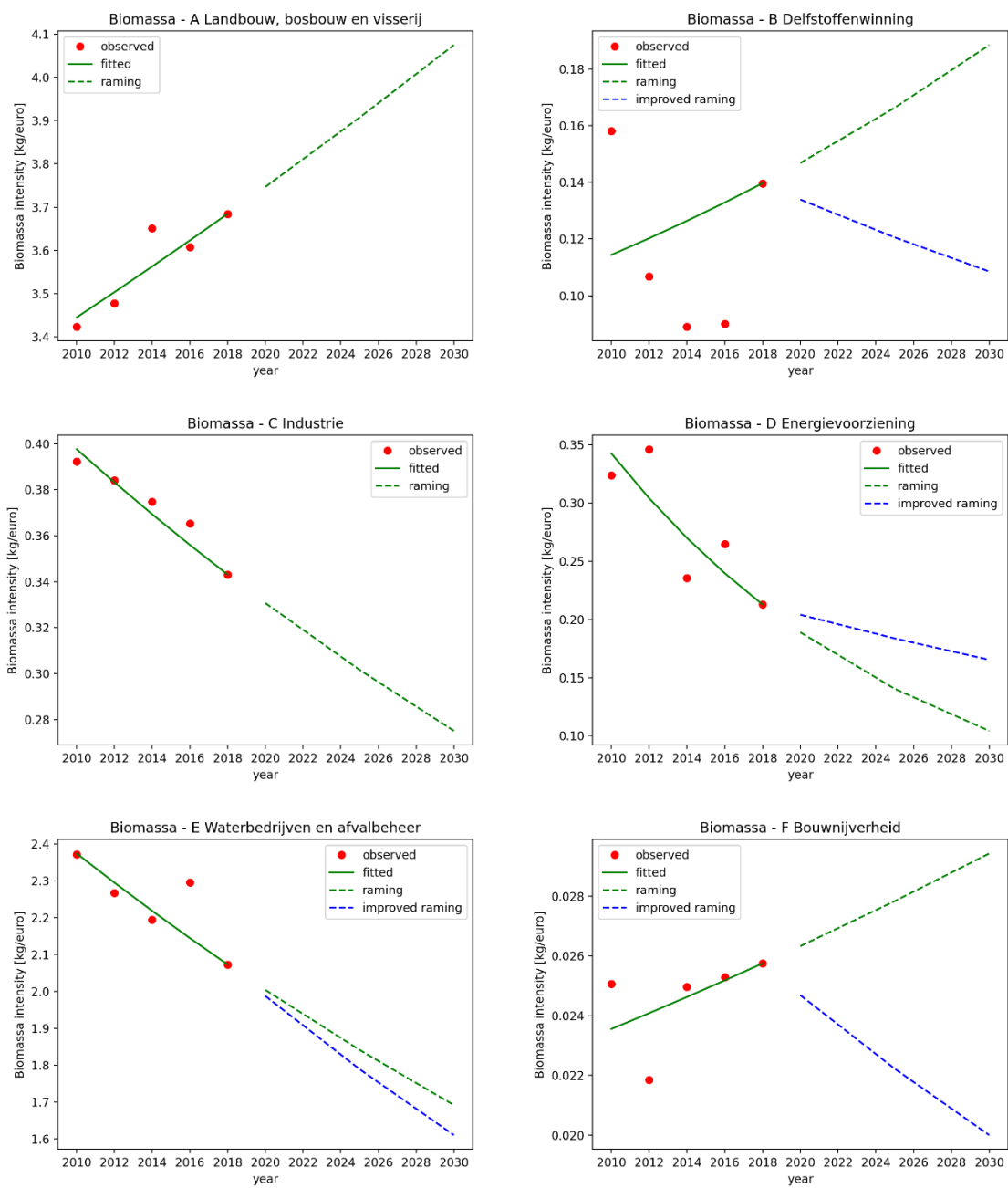
2573490	Onderd.v.gereedschap	Metaal		2910200	Personenauto's	Metaal
2591290	Metalen vaten	Metaal		2910207	Cons.v.leaseauto's	Massaloos
2593900	Spijker/veer/draad	Metaal		2910208	Exp.2e-h.pers.auto	Massaloos
2594900	Bout/schroef/moer ed	Metaal		2910400	Vrachtauto's e.d.	Metaal
2599100	Metal.huish.sanit.	Metaal		2910408	Exp.2e-h.vrachtauto	Massaloos
2599290	Metaalpr. neg	Metaal		2910590	BusOpleggerContainer	Metaal
2609999	Loondnst CompOv.elek	Massaloos		2920100	Autocarrosseriën	Metaal
2619900	Elec. Comp. neg	Metaal		2920220	Caravans e.d.	Metaal
2620000	ComputRandapp&onderd	Metaal		2939900	Auto ond. neg	Metaal
2630900	Med. Meet/regelapp	Metaal		3000008	Exp.2e-h.ov.vervmid	Massaloos
2630900	Zend app. ed	Metaal		3000009	Inv.eb.Ov.vervoermid.	Massaloos
2640900	Radio TV Audio ed	Metaal		3009999	Loondnst OvTranspMid	Massaloos
2670200	Optische artik.&ond.	Mineraal		3011290	Schepen neg	Metaal
2680000	Infodragers, leeg	Metaal		3011300	Ov.drijv.materieel	Metaal
2709999	Loondnst elektr.app.	Massaloos		3012000	Plezierboten	Metaal
2711000	Elek.mot/trafo&ond.	Metaal		3030900	Trein Vliegtuig ond	Metaal
2712900	Schakel/verdeel&ond.	Metaal		3030990	Ond.v.luchtvaartuig.	Metaal
2739000	Geïsoleerde kabel	Metaal		3091000	Motorfietsen&onderd.	Metaal
2740000	Verlichtingsart/-ond	Metaal		3092000	Fietsen&ond(nt-mot.)	Metaal
2759900	El. App. Hh/ond neg	Metaal		3099090	Ov.wagens/transp.mid	Metaal
2799000	El. App. Ed. neg	Metaal		3100100	Zitmeubelen	Metaal
2800008	Exp.2e-h.machines	Massaloos		3100200	Meubeldelen	Metaal
2800009	Inv.eb.mach./instal.	Massaloos		3101000	Bedrijfsmeubelen	Metaal
2809100	Onderd.v.machines	Metaal		3102000	Keukenmeubelen	Metaal
2809999	Loondnst machines	Massaloos		3103000	Matrassen	Metaal
2811000	Turbine/motor	Metaal		3109120	Slaapkamermeubel.	Metaal
2812000	Pomp/compressor	Metaal		3109900	Overige meubelen	Metaal
2814000	KraanKlepAfsluit	Metaal		3109999	Loondnst meubels	Massaloos
2820900	Ov.mach.v.alg.gebr.	Metaal		3209999	Loondnst Medis/Ov.hh	Massaloos
2822100	Takel/lier/Lift e.d.	Metaal		3210000	Sieraden/munten	Metaal
2823000	Kantoormachines	Metaal		3230000	Sportartik.&-mater.	Metaal
2825000	Machine koel/klimaat	Metaal		3250900	Medische instrum/app	Metaal
2829129	Filtertoestel	Metaal		3299010	Teken-/schrijftartik.	Metaal
2829210	Mach.rein./verp.fles	Metaal		3299029	Artikel neg	Metaal
2830000	Mach.v.landbouw	Metaal		3311900	Rep/Ondh/Inst.metaal	Massaloos
2840000	Gereedschapswerktuig	Metaal		3312900	Rep/Ondh/Inst.mach.	Massaloos
2890000	Mach.v.ov.bedr.takk.	Metaal		3313900	Rep/Ondh/Inst.elek.	Massaloos
2899299	Mach. Tst. neg	Metaal		3315000	Rep/Ondh/Inst.schip	Massaloos
2900009	Inv.eb.wegvervoermid.	Massaloos		3316000	Rep/Ondh/Inst.vliegt	Massaloos
2909999	Loondnst auto(-ond)	Massaloos		3317000	Rep/Ondh.trein e.d.	Massaloos

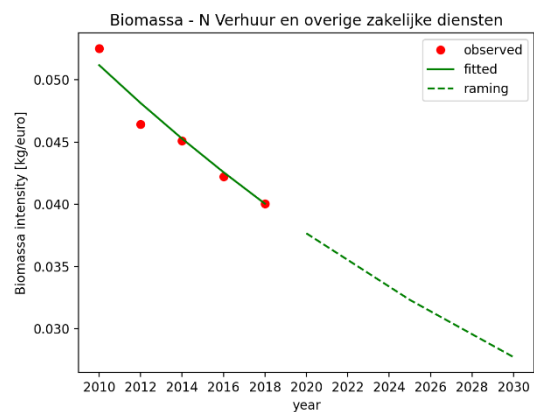
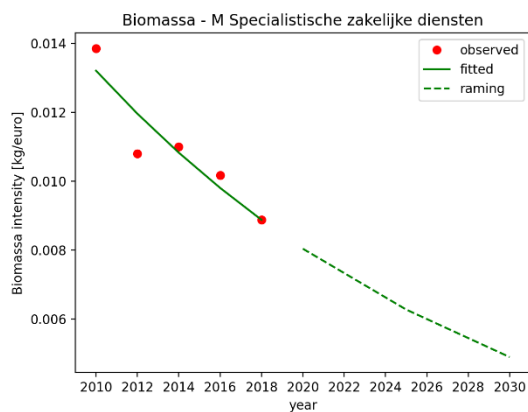
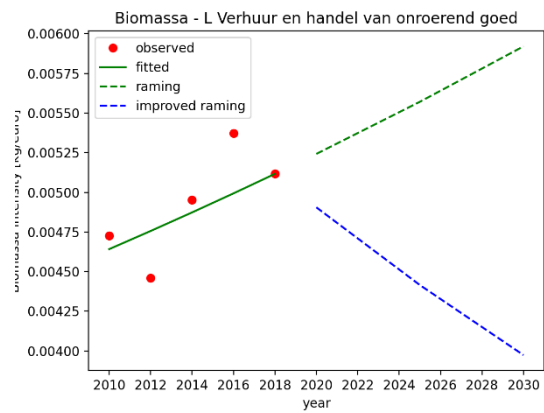
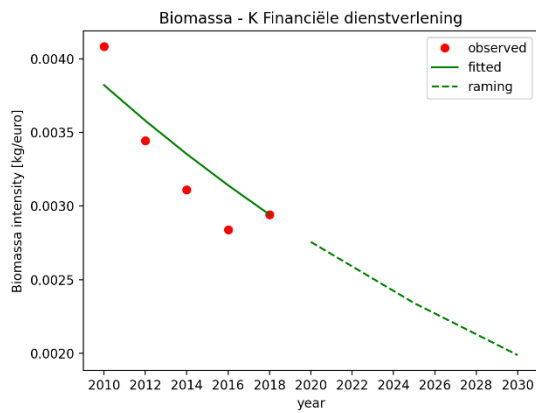
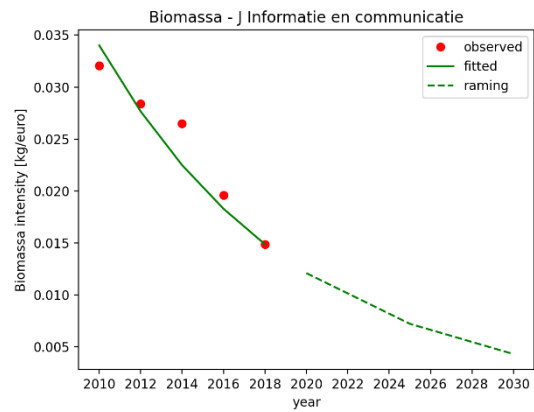
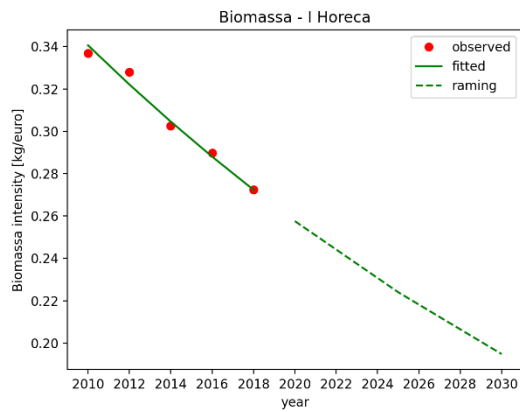
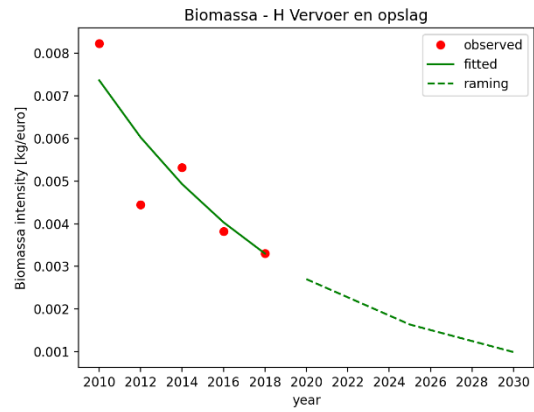
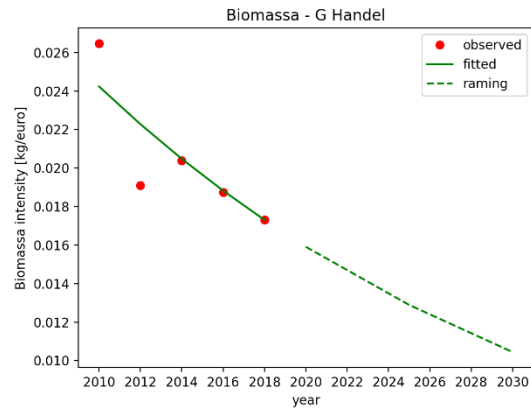
3500009	Marges energie	Massaloos		4321012	Instal.onderh_woning	Massaloos
3509999	Loondnst energie	Massaloos		4321021	Instal.nieuw_gebouw	Massaloos
3510000	Elektriciteit	Massaloos		4321022	Instal.onderh_gebouw	Massaloos
3520120	Hoogovengas	Massaloos		4322011	Isolatie nieuw_won	Massaloos
3530000	Stoom/Ww/Stadsverw.	Massaloos		4322012	Isolatie onderh_won	Massaloos
3540000	Netdiensten	Massaloos		4322021	Isolatie nieuw_geb	Massaloos
3600000	Water	Massaloos		4322022	Isolatie onderh_geb	Massaloos
3789010	Milieudnst.overheid	Massaloos		4330011	Afwerk.nieuw_won	Massaloos
3789020	Milieudnst.partic.	Massaloos		4330012	Afwerk.onderh_won	Massaloos
3789050	Reinigingsrechten	Massaloos		4330021	Afwerk.nieuw_geb	Massaloos
3811510	Glasafval	Massaloos		4330022	Afwerk.onderh_geb	Massaloos
3811520	Oud papier	Massaloos		4330030	Afwerking_gww	Massaloos
3811540	Rubberafval	Massaloos		4390011	Werkzam.nieuw_won	Massaloos
3811550	Kunststofafval	Massaloos		4390012	Werkzam.onderh_won	Massaloos
3811560	Afval textiel/leer	Massaloos		4390021	Werkzam.nieuw_geb	Massaloos
3811581	Hoogovenslak	Massaloos		4390022	Werkzam.onderh_geb	Massaloos
3811582	Afval ferro	Massaloos		4390030	Ov.werkzaamh.Bouw	Massaloos
3811583	Afval aluminium	Massaloos		4511007	MargeCons.2eh.auto	Massaloos
3811584	Afval koper	Massaloos		4519407	MargConsOv.2eh.voert	Massaloos
3811585	Afval ov.non-Ferro	Massaloos		4520000	RepOnderhWas_AutoMot	Massaloos
3811591	Houtafval	Massaloos		4610000	Handelsdiensten	Massaloos
3812000	Afval gevaarl./giftst	Massaloos		4645009	Groothand.marges	Massaloos
4100011	Bouw nieuw_woning	Massaloos		4700007	MargConsOv.2eh.goed	Massaloos
4100012	Bouw onderh_woning	Massaloos		4745009	Detailhand.marges	Massaloos
4100021	Bouw nieuw_gebouw	Massaloos		4910000	Pass.verv.per trein	Massaloos
4100022	Bouw onderh_gebouw	Massaloos		4920000	Goed.verv.per trein	Massaloos
4121009	Inv.eb.woningen	Massaloos		4931000	Pass.vervoer TramBus	Massaloos
4122009	Inv.eb.bedr.gebouw	Massaloos		4939900	Taxi/Ov.pers.vervoer	Massaloos
4200009	Inv.eb.gww-werken	Massaloos		4941000	Wegverv.vracht	Massaloos
4211000	Wegen_gww	Massaloos		4950000	Vervoer via pijpleid	Massaloos
4212129	SpoorVliegSpecif_gww	Massaloos		4950519	Vervoersmarges	Massaloos
4213000	Kunstwerken_gww	Massaloos		5010300	Veerdiensten	Massaloos
4221200	Kabelsbuizen_gww	Massaloos		5010900	Gr.vaart passagiers	Massaloos
4291000	Waterbouw_gww	Massaloos		5012200	ZeeKustVerh/sleepvrt	Massaloos
4312310	SloopGrondwerk_won	Massaloos		5020100	Zee-/kustvaart goed.	Massaloos
4312320	SloopGrondwerk_geb	Massaloos		5030100	Pers.verv.binn.vaart	Massaloos
4312330	SloopGrondwerk_gww	Massaloos		5034200	Overige binnenvaart	Massaloos
4320031	Instal.nieuw_gww	Massaloos		5040100	Goed.verv.binn.vaart	Massaloos
4320032	Instal.onderh_gww	Massaloos		5110180	Luchtv.pass lijndnst	Massaloos
4321011	Instal.nieuw_woning	Massaloos		5110190	Luchtv.pass.charters	Massaloos

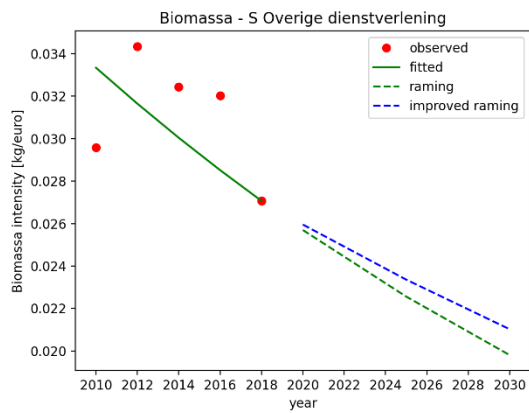
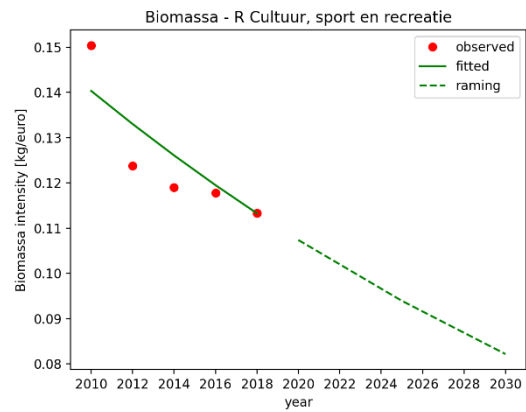
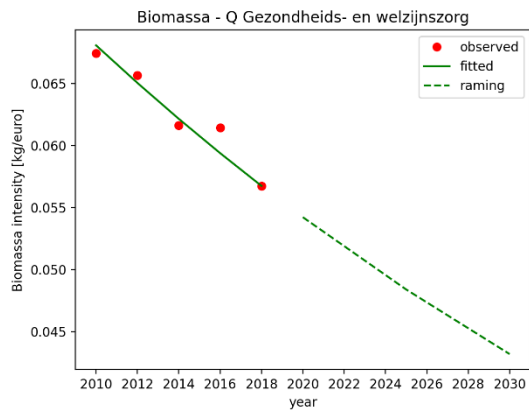
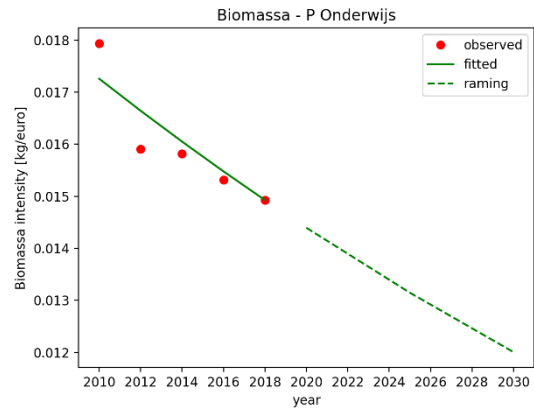
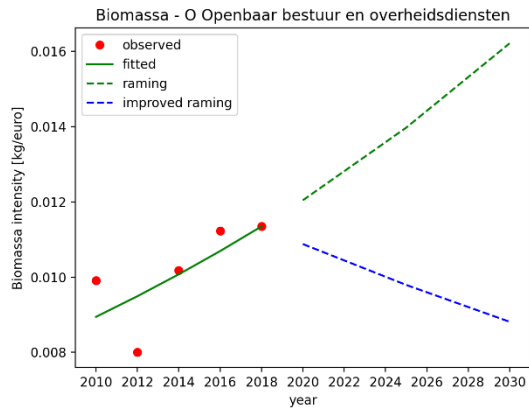
5112200	Lease/Verh.vliegtuig	Massaloos		106	AfvalPapier	Biomassa
5121140	Luchtv.vrachtCharter	Massaloos		107	AfvalRubber	Fossiel
5121190	Luchtv.vracht Lijn	Massaloos		108	AfvalPlastic	Fossiel
5210000	Opslag VeemPakhuis	Massaloos		109	AfvalHout	Biomassa
5221000	OvDnstverl.verv.land	Massaloos		110	AfvalTextiel	Biomassa
5222000	OvDstverl.verv.water	Massaloos		111	AfvalOverigNietMetaal	Massaloos
5223000	OvDstverl.verv.lucht	Massaloos		112	AfvalAfgedanktMateriaal	Mineraal
5224000	Laden/lossen vracht	Massaloos		113	AfvalPlantDiet	Biomassa
5229000	Vrachtbemiddeling	Massaloos		114	AfvalGemengd	Biomassa
5310000	Postdiensten	Massaloos		115	AfvalSlib	Biomassa
5320000	Koeriersdiensten	Massaloos		116	AfvalMineraal	Mineraal
5510000	Hotels/pensions	Massaloos		121	AfvalIjzer/NietIjzer/Metaal	Metaal
5523000	Overige logies	Massaloos		201	RecycleChem	Massaloos
5610000	Maaltijdverstrekking	Massaloos		205	RecycleGlas	Mineraal
5620000	Catering	Massaloos		206	RecyclePapier	Biomassa
5630000	Drankverstrekking	Massaloos		207	RecycleRubber	Fossiel
5811100	Studieboeken	Massaloos		208	RecyclePlastic	Fossiel
5811120	Naslagwerk/Kalender	Biomassa		209	RecycleHout	Biomassa
5811300	E-boeken	Massaloos		210	RecycleTextiel	Biomassa
5811900	Overige boeken	Biomassa		211	RecycleOverigNietMetaal	Massaloos
5813100	Gedrukte krant/dagbl	Biomassa		212	RecycleAfgedanktMateriaal	Mineraal
5813200	Krant/dagbl.online	Massaloos		213	RecyclePlantDiet	Biomassa
5813300	Advertenties	Massaloos		214	RecycleGemengd	Massaloos
5814110	Gedrukte alg.tydschr	Biomassa		215	RecycleSlib	Biomassa
5814120	Gedrukte vaktydschr	Massaloos		216	RecycleMineraal	Mineraal
5814200	Tijdschriften online	Massaloos		221	RecycleIjzer/NietIjzer/Metaal	Metaal
5819140	Waardepapier	Massaloos		301	ExtractiePrimGewas	Biomassa
5819150	Reclamedrukwerk	Biomassa		302	ExtractieVeevoerGewas	Biomassa
5819190	Overig drukwerk	Biomassa		303	ExtractieHout	Biomassa
5819200	InhoudOnline	Massaloos		304	ExtractieVis	Biomassa
5821000	Computerspellen	Massaloos		305	ExtractieZout	Mineraal
5829000	Softw.drager/online	Fossiel		306	ExtractieKalksteen	Mineraal
5911100	Filmprod./distrib.	Massaloos		307	ExtractieKlei	Mineraal
5911200	Film/Video op drager	Massaloos		308	ExtractieZandGravel	Mineraal
5914000	Bioscoop/filmhuis	Massaloos		309	ExtractieAardgas	Fossiel
5920100	Geluidsprod/distrib.	Massaloos		310	ExtractieAardolie	Fossiel
5920800	Muziek op drager/pap	Fossiel		311	ExtractieWater	Massaloos
5920900	MuziekDownloads	Massaloos		401	BalansInO2Verbranding	Balans
101	AfvalChem	Fossiel		402	BalansInO2Adem	Balans
105	AfvalGlas	Mineraal		403	BalansInNHaberBosch	Balans

501	BalansUith2OVerbranding	Balans
502	BalansUitCO2Adem	Balans
503	BalansUith2OAdem	Balans
601	EmissieCO2	Verlies
602	EmissieOverigeBKG	Massaloos
603	EmissieOverige	Massaloos
900	Restpost	Balans

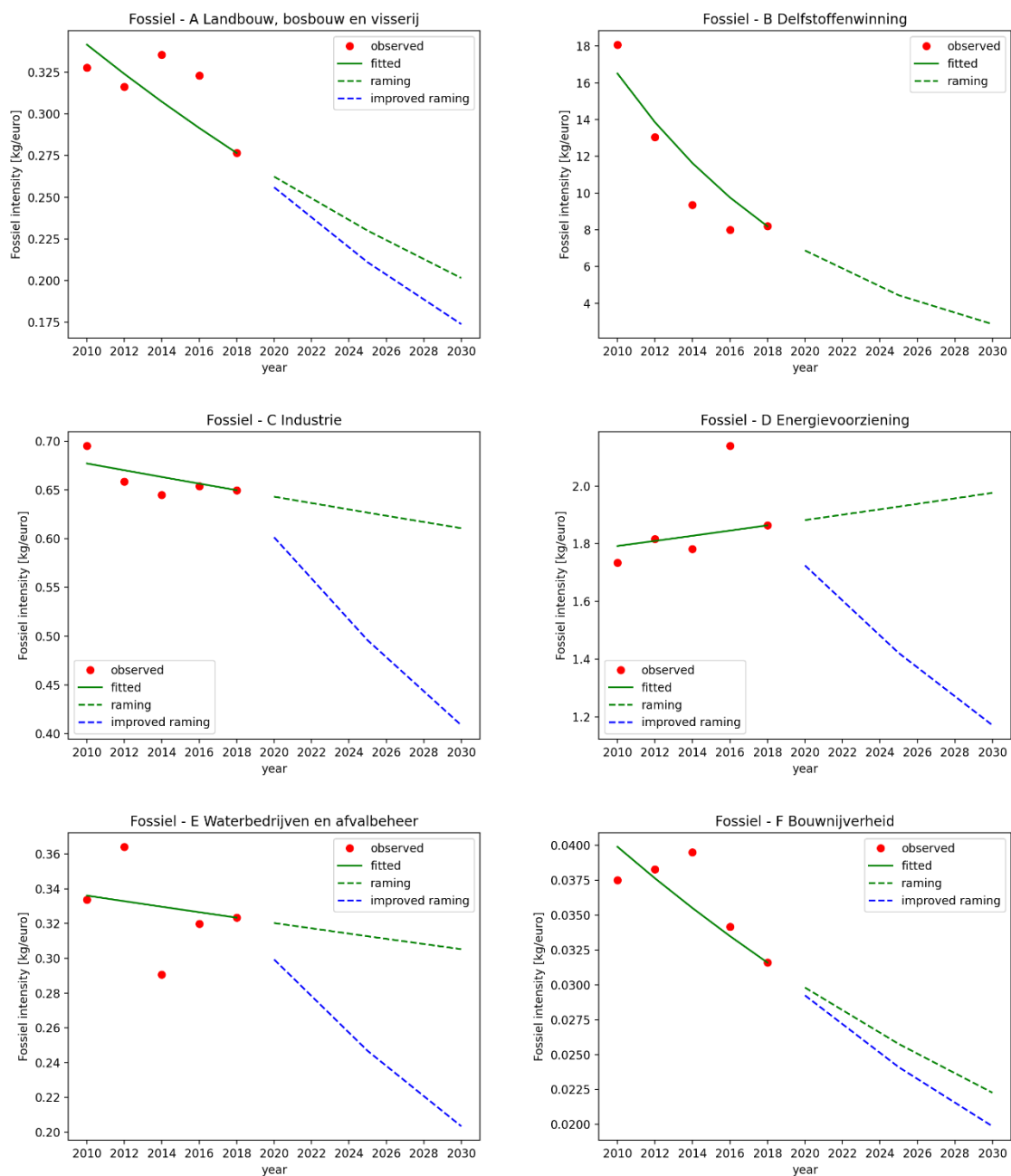
Appendix C: Biomassa intensiteit ramingen van intermediair gebruik

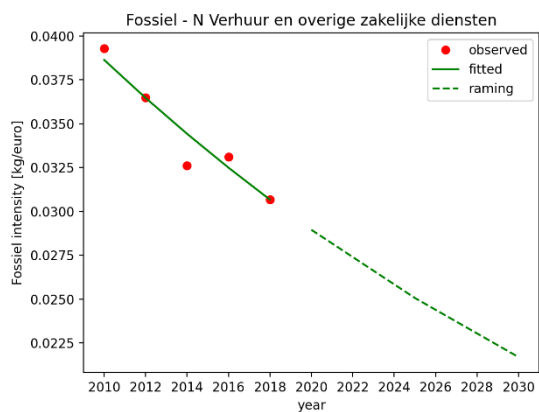
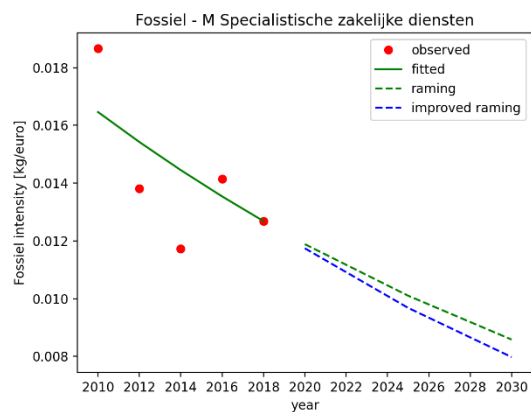
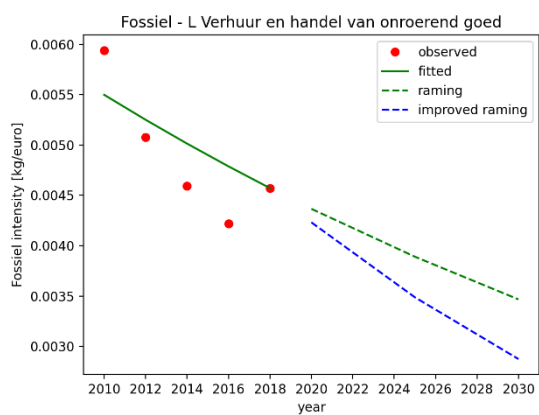
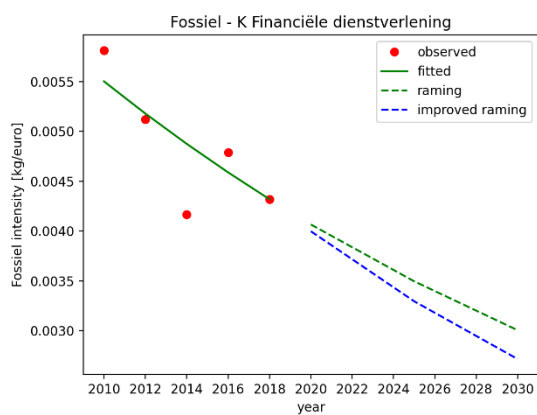
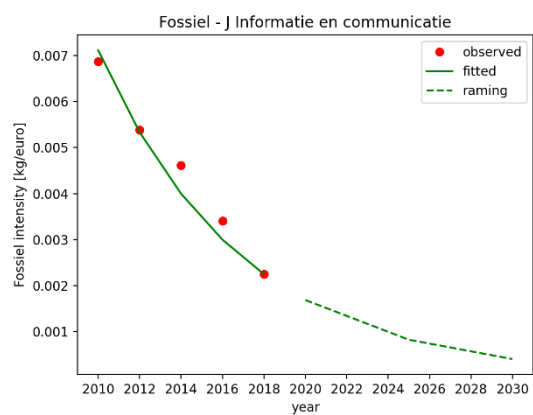
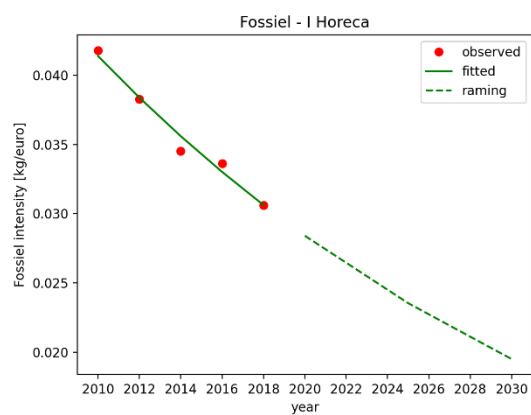
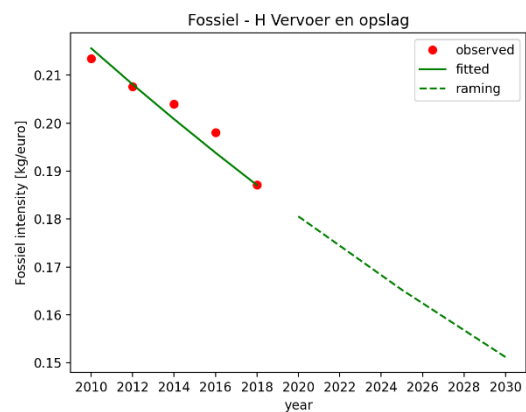
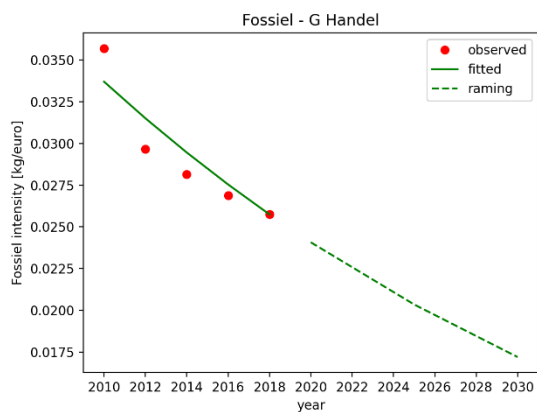


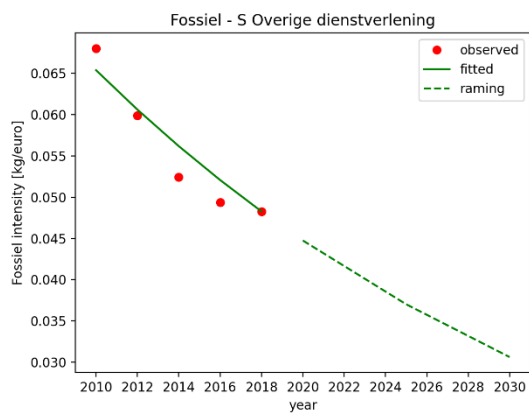
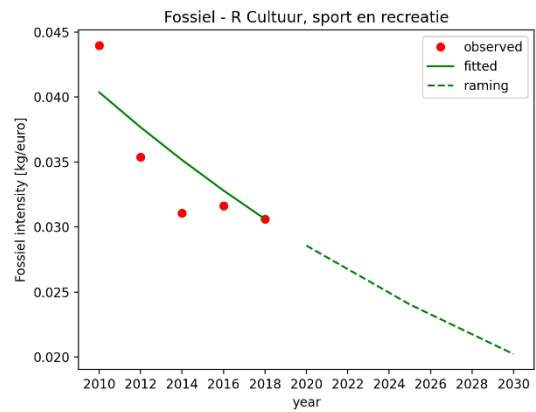
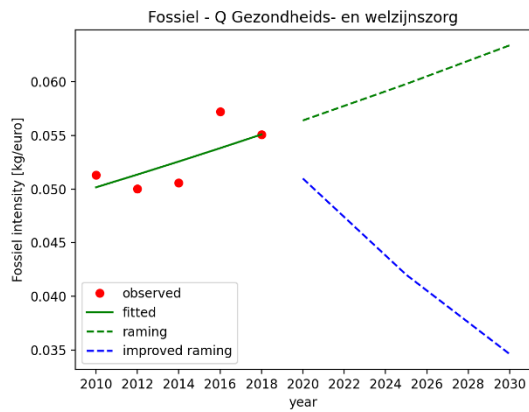
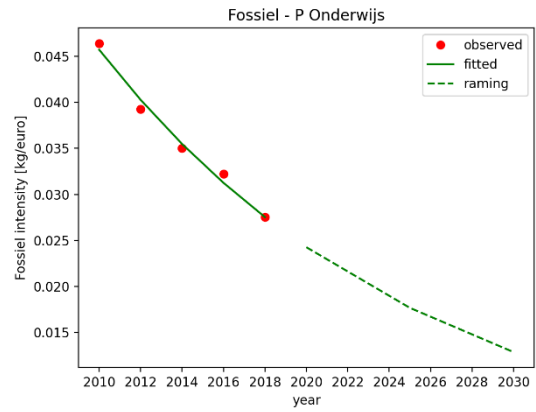
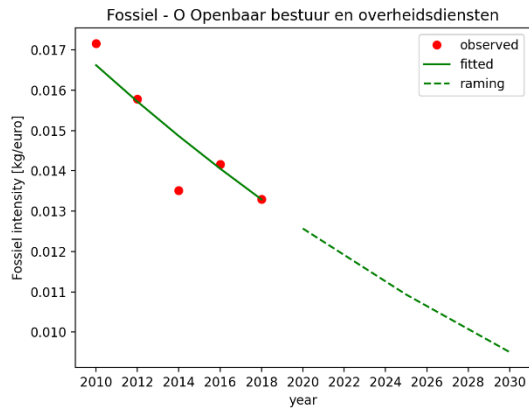




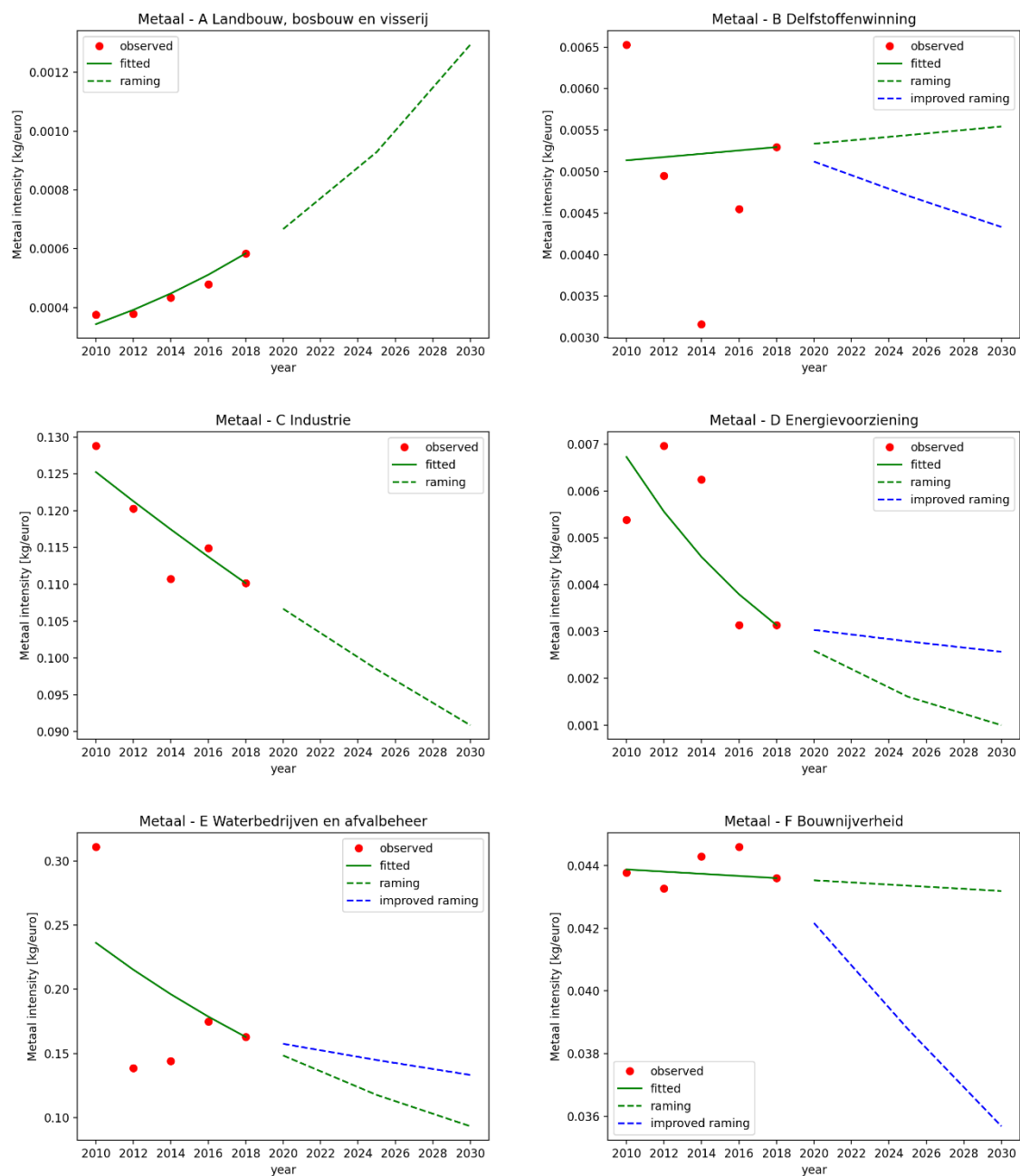
Appendix D: Fossiel intensiteit ramingen van intermediair gebruik

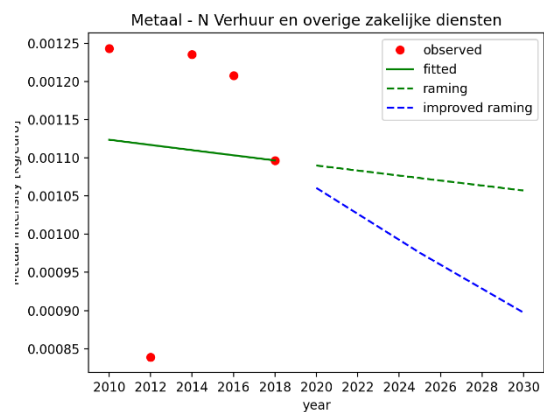
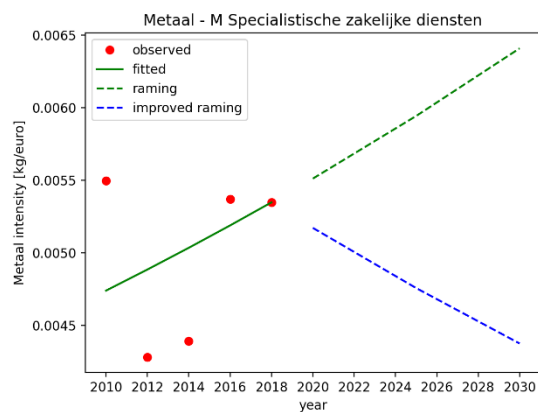
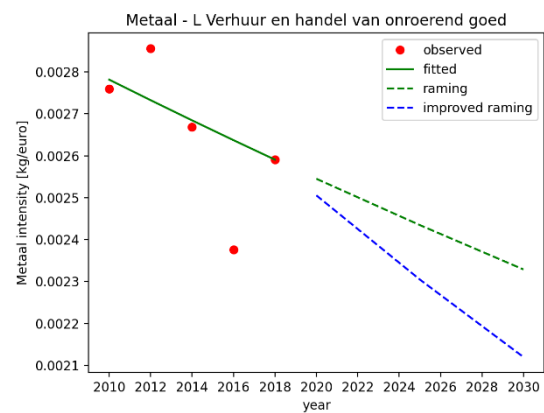
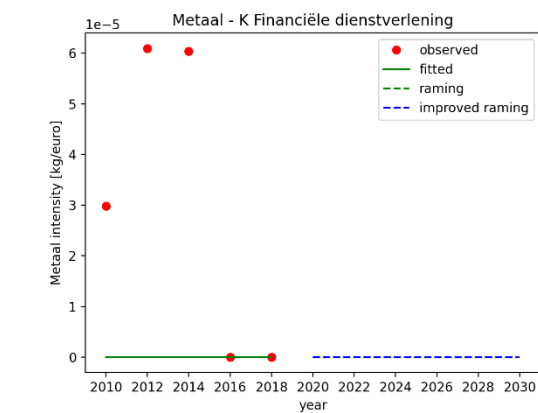
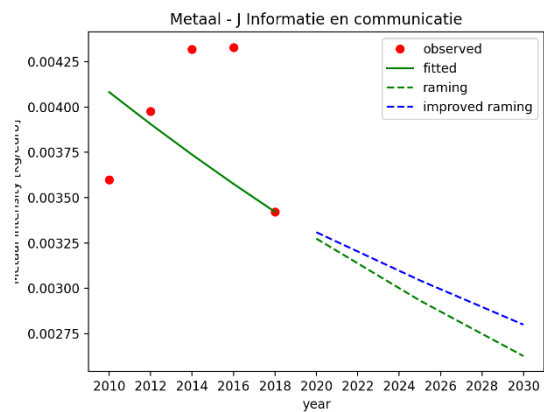
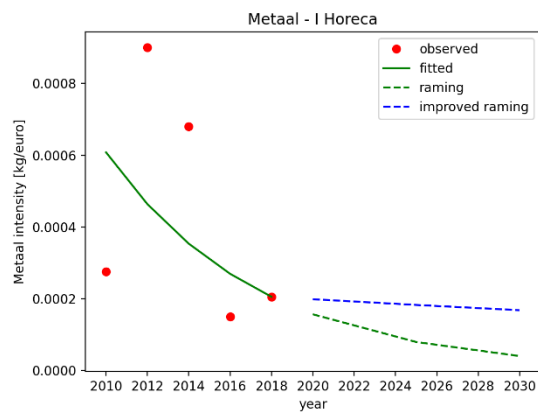
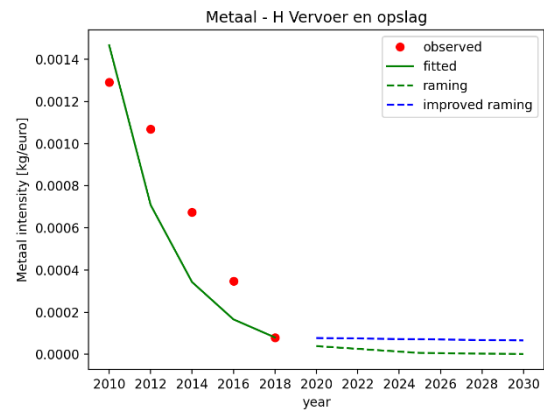
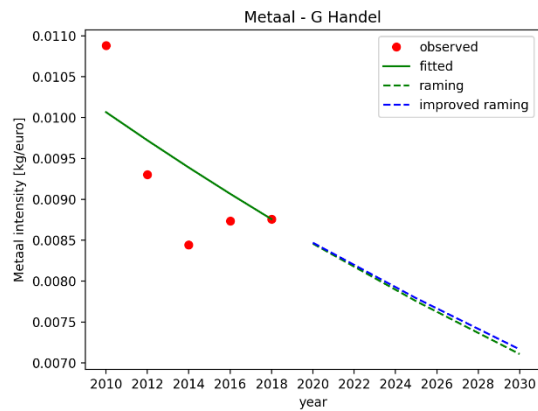


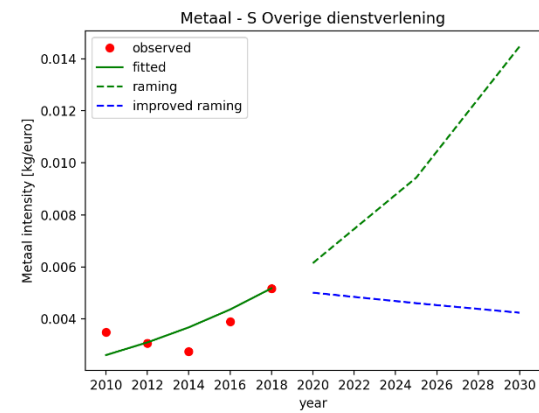
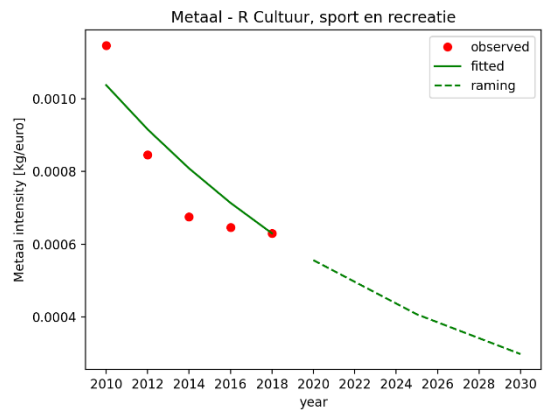
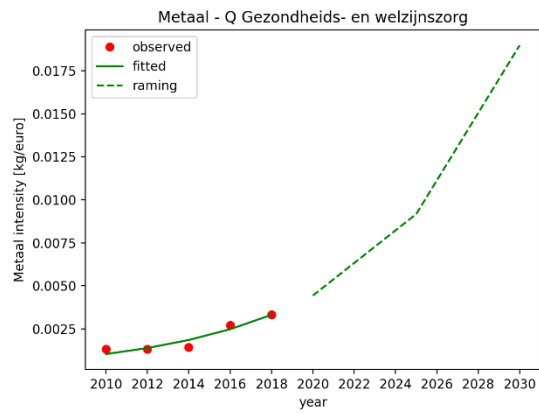
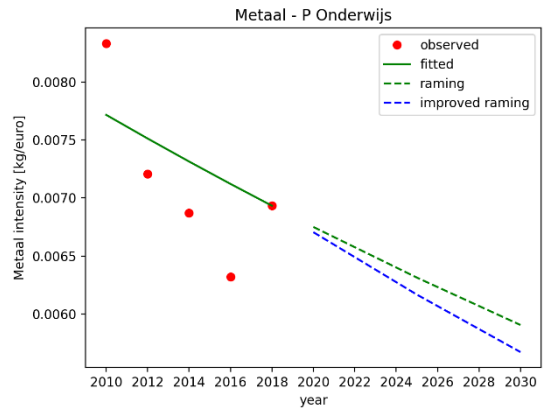
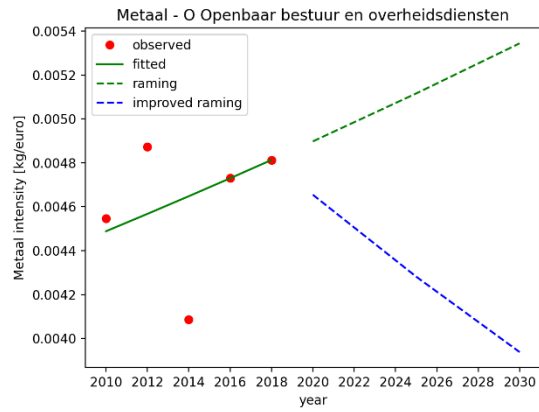




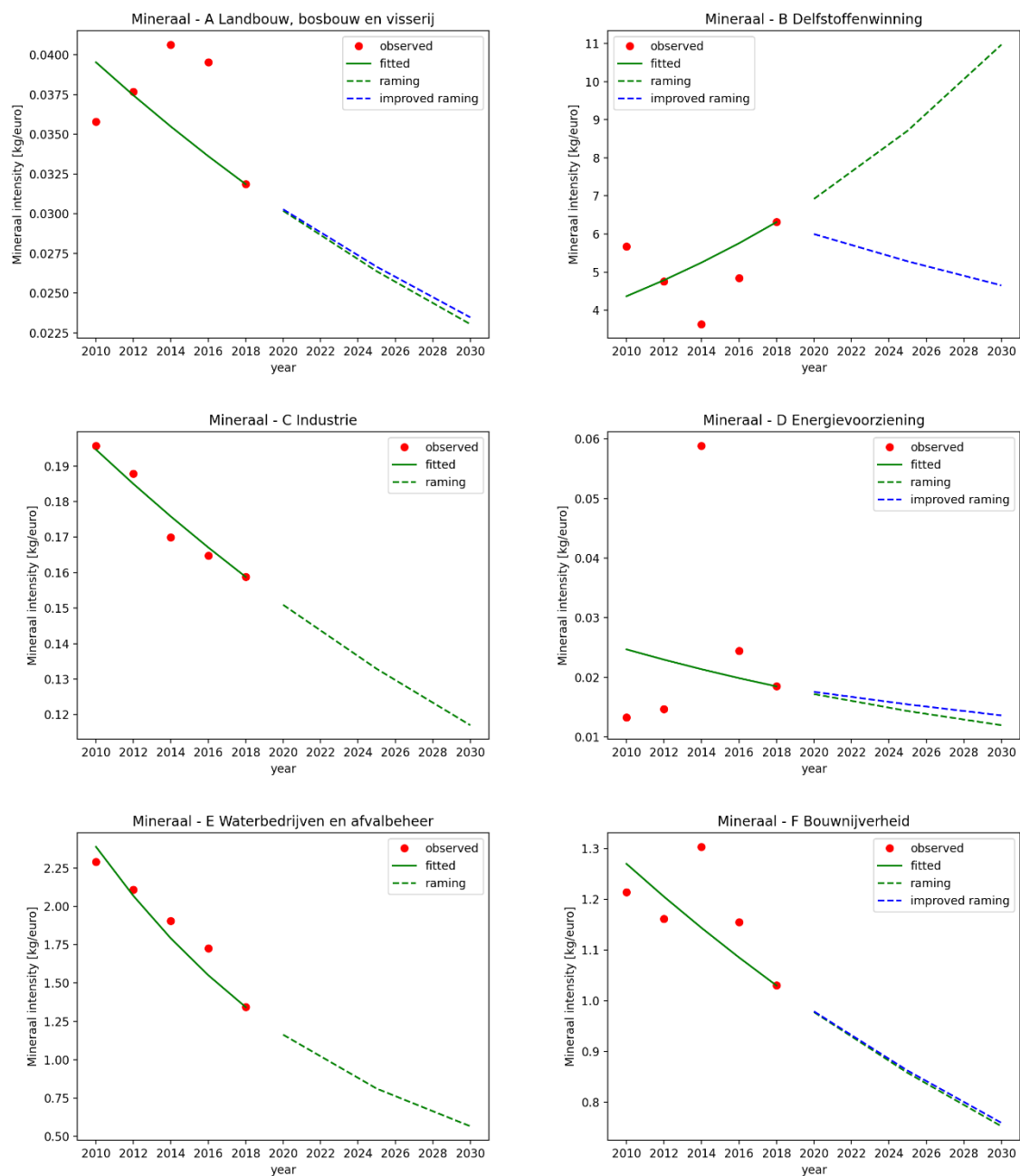
Appendix E: Minerale intensiteit ramingen van intermediair gebruik

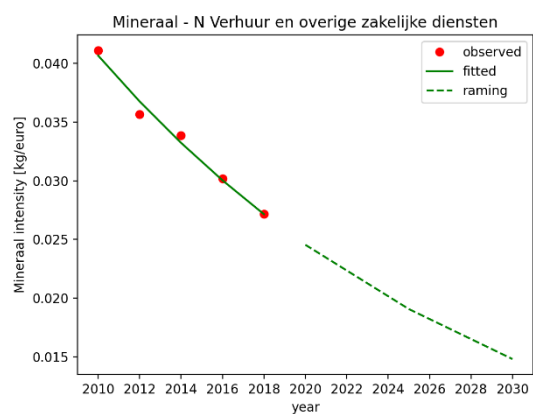
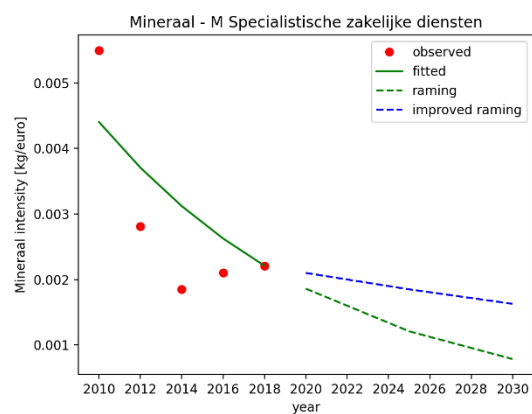
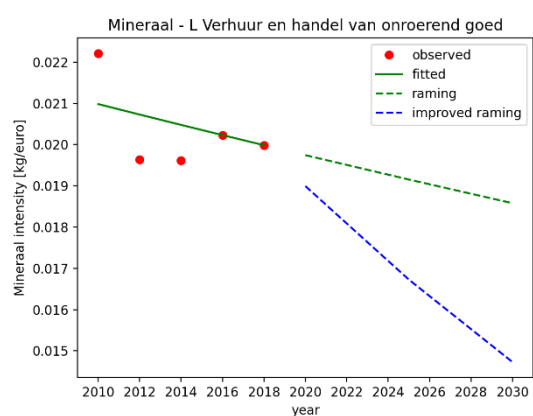
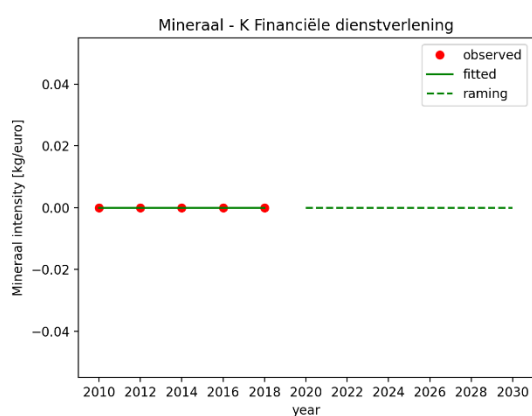
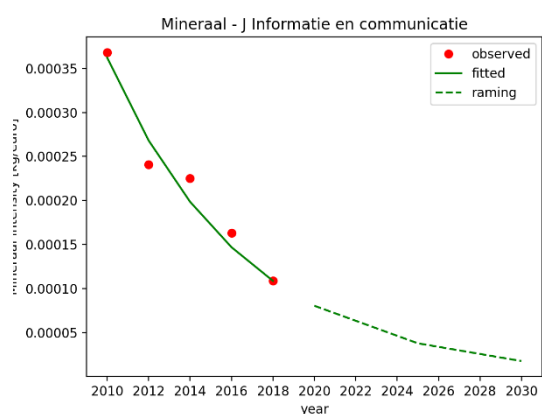
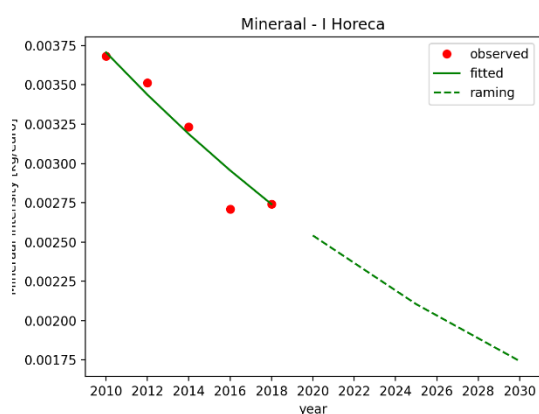
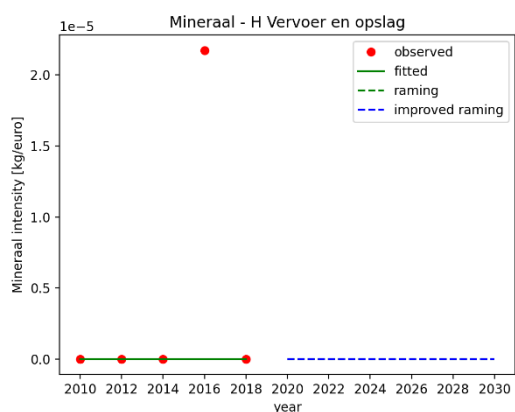
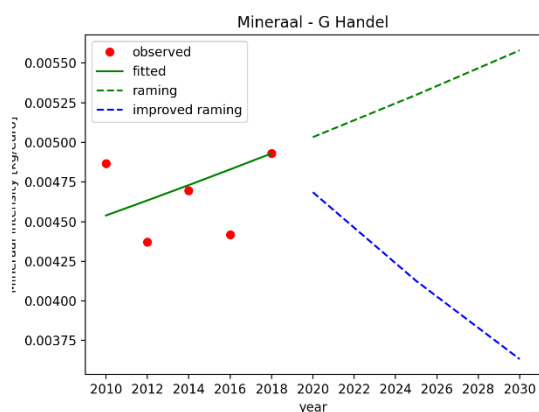


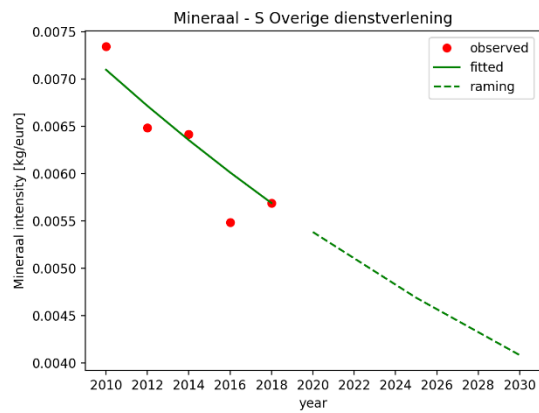
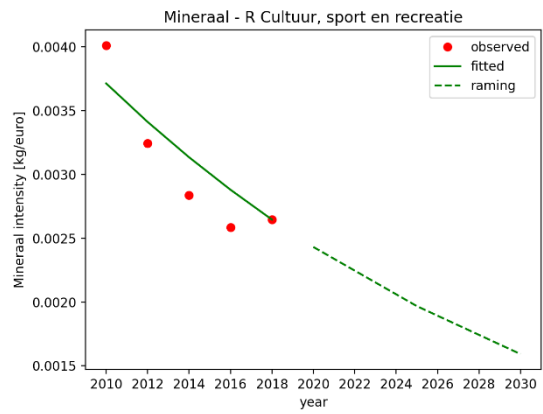
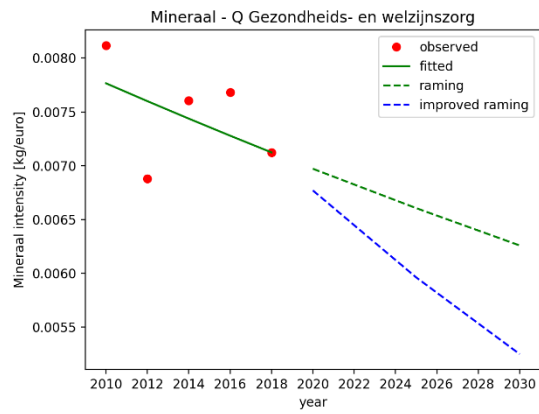
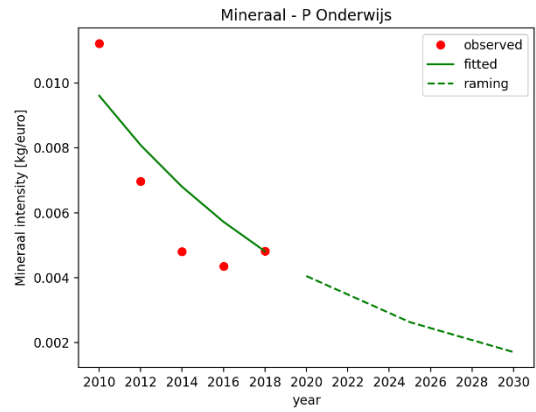
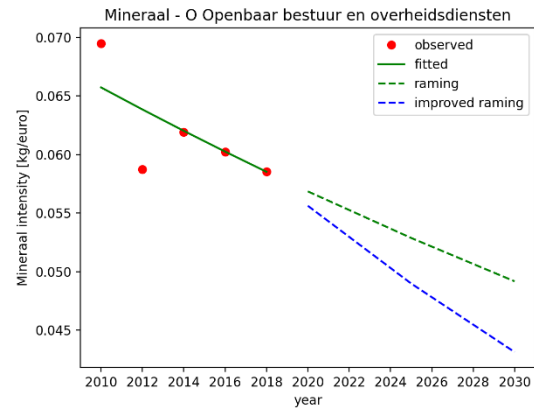




Appendix F: Metaal intensiteit ramingen van intermediair gebruik

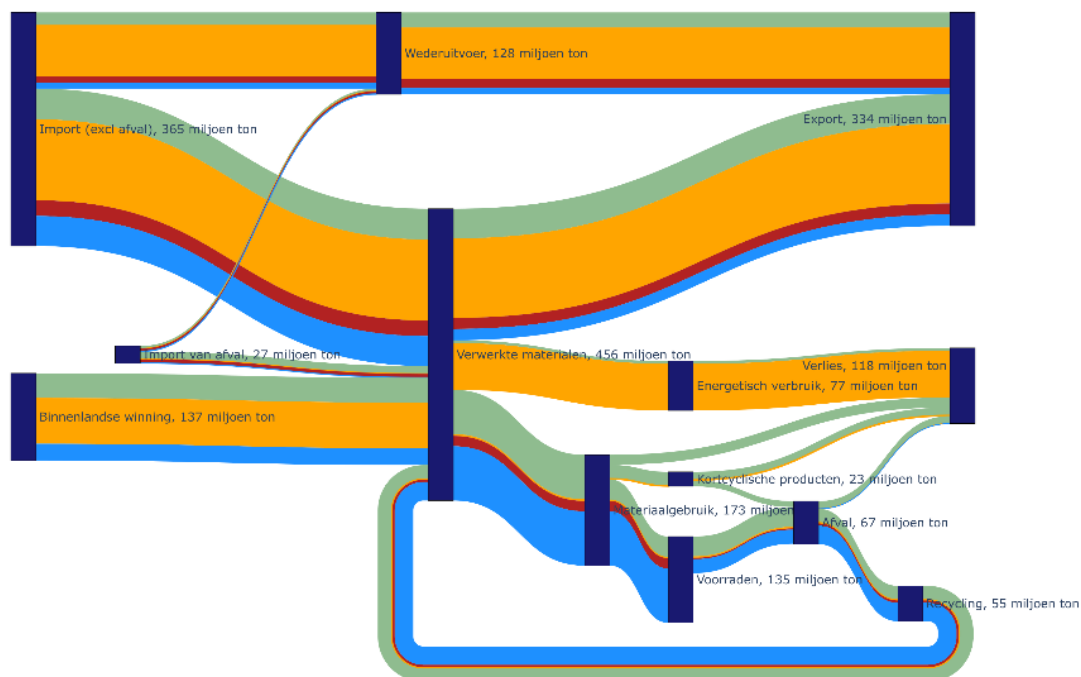




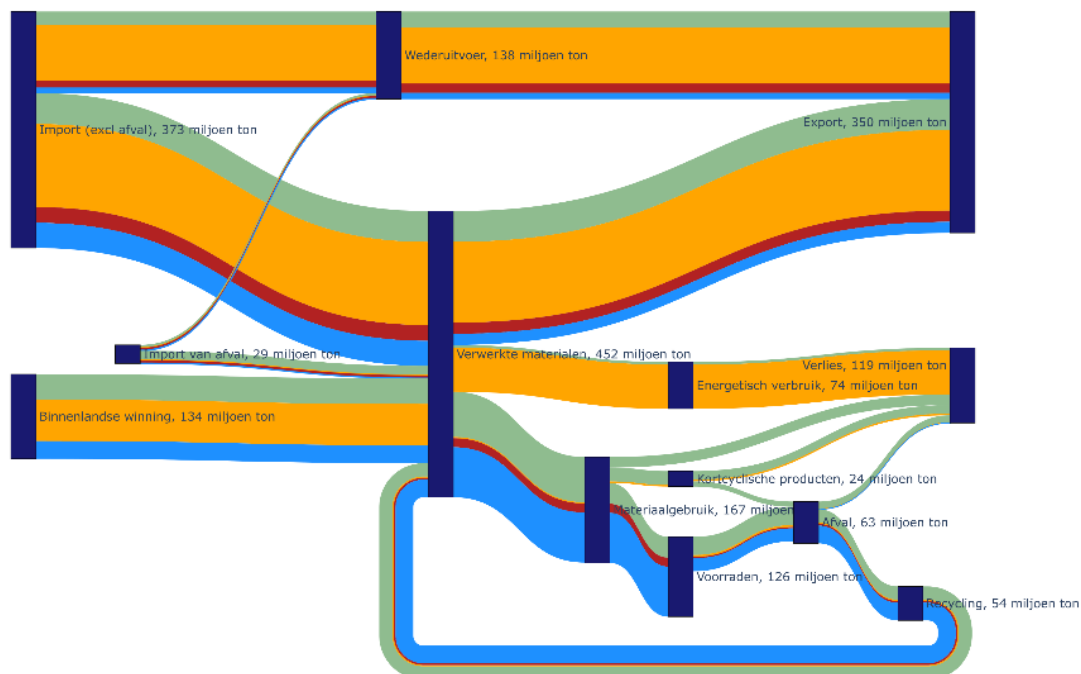


Appendix G: Historische materiaalstromen door Nederland

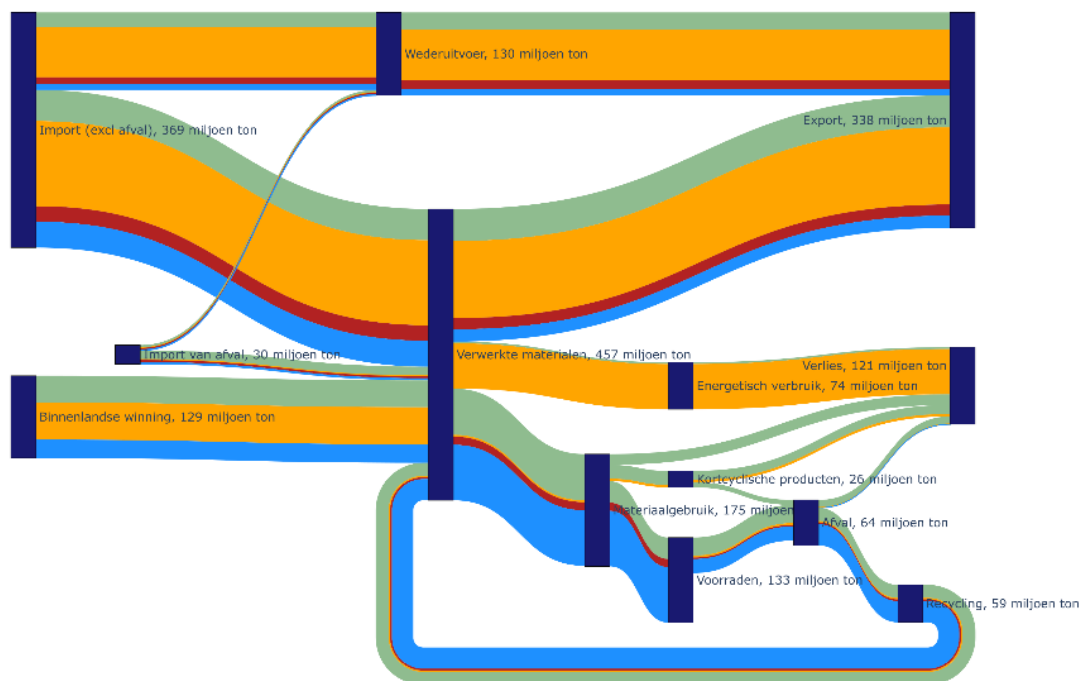
2010



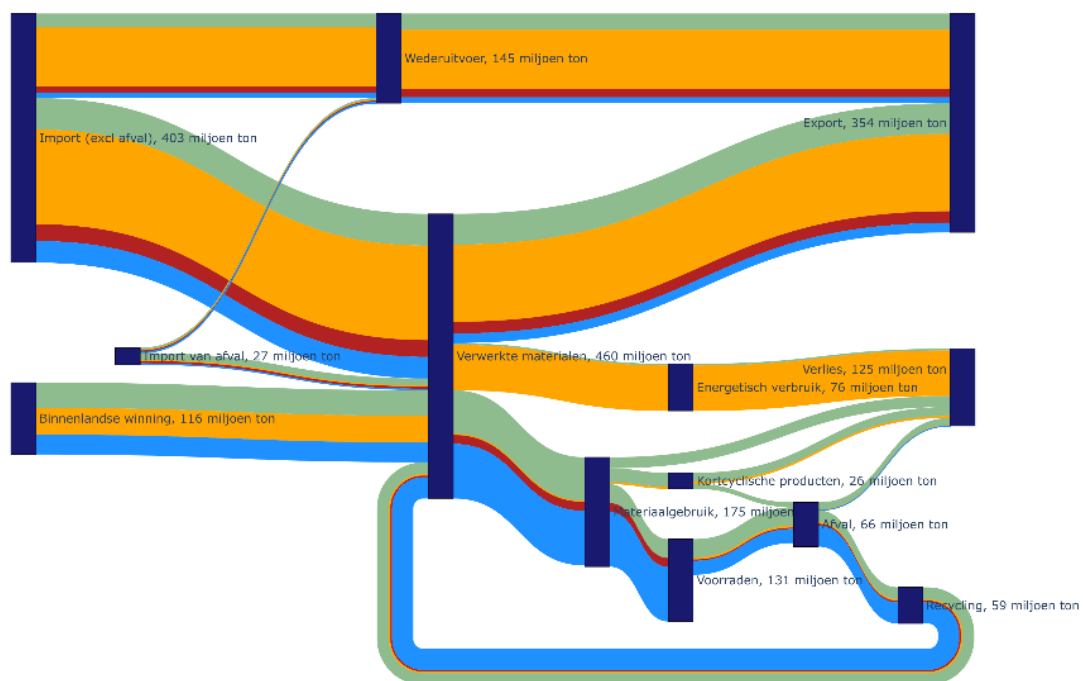
2012



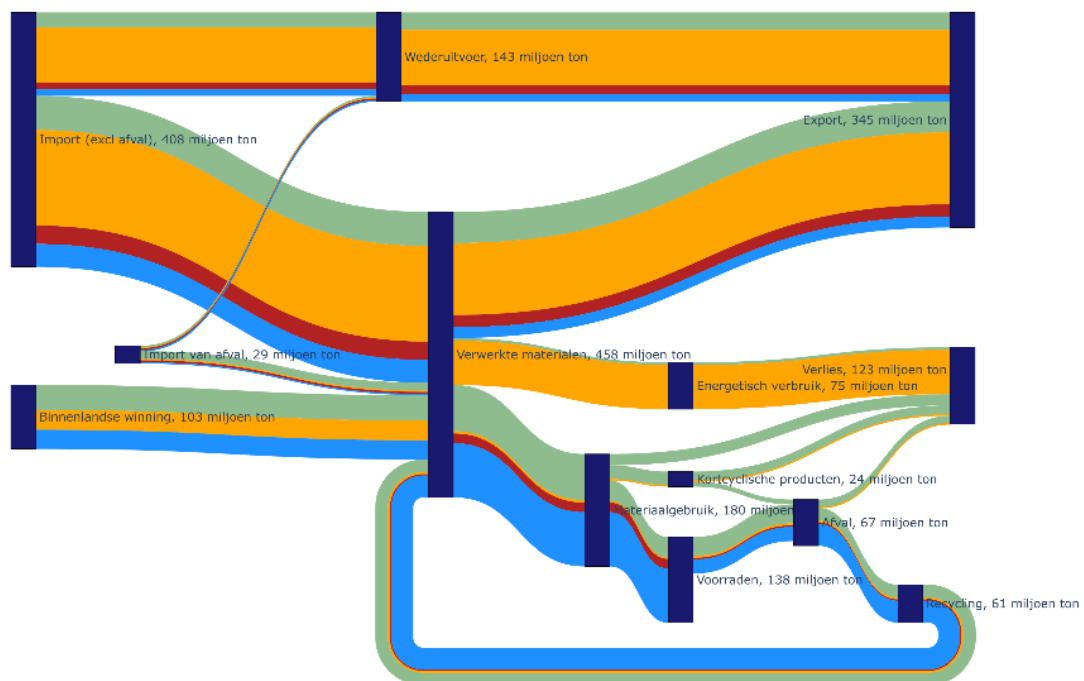
2014



2016



2018



Appendix H: Vergelijking raming met studie CE-Delft

