



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Een raamwerk voor het Grondstoffen Informatie Systeem

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

Citation

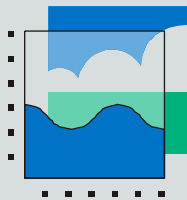
Koning, A. de, Oorschot, J. van, & Voet, E. van der. (2021). *Een raamwerk voor het Grondstoffen Informatie Systeem. CML-rapport*. Leiden: Centrum voor Milieuwetenschappen (UL-CML). Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3245690>

Version: Publisher's Version

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

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3245690>

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



CML

Centrum voor Milieuwetenschappen

Een raamwerk voor het Grondstoffen Informatie Systeem

A. de Koning

J. van Oorschot

E. van der Voet

CML-rapport 201

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: 9789051912005

© Centrum voor Milieuwetenschappen (UL-CML), Leiden, 2021

Een raamwerk voor het Grondstoffen Informatie Systeem

Juni 2021

A. de Koning

J. van Oorschot

E. van der Voet

Universiteit Leiden

Centrum voor Milieuwetenschappen, afdeling Industriële Ecologie

Postbus 9518

2300 RA Leiden

CML-rapport 201

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in het kader van het “Werkprogramma monitoring en sturing circulaire economie”. Voor deze monitoring en sturing is informatie nodig. Het systeem waarin informatie wordt verzameld, geïntegreerd en beschikbaar gemaakt heet het GRondstoffen Informatie Systeem (GRIS). Welke informatie zou kunnen worden verzameld en geïntegreerd in het GRIS, en welke indicatoren hieruit zouden kunnen worden afgeleid is onderwerp van deze studie. Omdat de informatie in het GRIS door verschillende instanties zou kunnen worden aangeleverd, moesten wij te rade gaan bij verschillende instanties die potentieel interessante informatie ter beschikking hebben. Deze studie was daarom niet mogelijk zonder de data en hulp van Roel Delahaye (CBS), Pablo van den Bosch (Madaster), Sander Hoek (Madaster), Elmer Rietveld (TNO) en Marieke Peterson (Wing). Voor inhoudelijke suggesties op en bijdragen aan het rapport zijn wij dank verschuldigd aan Roel Delahaye (CBS), Anne van Bruggen (RIVM), Eveline Rijksen (RIVM) en Sjöfn Gunnarsdóttir (RIVM).

Arjan de Koning, Janneke van Oorschot en Ester van der Voet, Leiden, December 2021.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
1.1	Maatschappelijke achtergrond.....	1
1.2	Wetenschappelijke achtergrond.....	1
1.3	Onderzoeksvraag.....	2
1.4	Afbakening.....	3
2	Methode.....	5
2.1	Overzicht.....	5
2.2	Inventarisatie gewenste indicatoren.....	5
2.3	Karakterisering bestaande Materiaalmonitor.....	5
2.4	Inventarisatie en karakterisatie aanvullende databronnen.....	6
3	Resultaten.....	7
3.1	Inventarisatie gewenste indicatoren.....	7
3.1.1	Typering gewenste indicatoren.....	7
3.1.2	Opvallende eigenschappen gewenste indicatoren.....	9
3.1.3	Indicatoren relevant voor “ijzer & staal”.....	9
3.2	Karakterisering van de Materiaalmonitor.....	10
3.2.1	Opbouw Materiaalmonitor.....	10
3.2.2	Gegevens in de Materiaalmonitor.....	12
3.2.3	Te bereken indicatoren.....	16
3.3	Compositiegegevens combineren met de Materiaalmonitor.....	16
3.3.1	Onderscheiden van “ijzer & staal”.....	16
3.3.2	Te bereken indicatoren.....	17
3.4	De internationale materiaalketen.....	18
3.4.1	Gegevens over grondstofequivalenten.....	18
3.4.2	Te bereken indicatoren.....	19
3.5	Combineren met voorraad gegevens.....	20
3.5.1	Gegevens over voorraden.....	20
3.5.2	Te bereken indicatoren.....	21
3.6	Combineren met Madaster.....	21
3.6.1	Gegevens in Madaster.....	21
3.6.2	Te bereken indicatoren.....	22
4	Discussie.....	23
4.1	De materiaal groep “ijzer & staal”.....	23

4.2	Classificaties	24
4.3	De internationale dimensie.....	25
4.4	Emissies.....	26
4.5	Voorraden in de maatschappij.....	26
4.6	Ontwikkeling GRIS.....	27
5	Conclusie en aanbevelingen	27
6	Referenties.....	28

1 Inleiding

1.1 Maatschappelijke achtergrond

Eén van de pijlers die een circulaire economie-beleid ondersteunen, is de beschikbaarheid van voldoende informatie. Gegevens over grondstofproductie, handel, gebruik en afdanking zijn essentieel om aanknopingspunten voor beleid te identificeren, en om te meten of een bepaald beleid ook leidt tot een gewenste verandering. Om die reden heeft het Nederlandse overheid het Werkprogramma monitoring en sturing circulaire economie (PBL, 2020) in het leven geroepen. Een belangrijk onderdeel kan het opzetten van een GRondstoffen Informatie Systeem (GRIS) zijn waarin relevante informatie wordt verzameld, geïntegreerd en beschikbaar gemaakt.

Het GRIS wordt in fasen ontwikkeld. In dit rapport wordt beschreven hoe verschillende voor het GRIS potentieel interessante gegevens gecombineerd kunnen worden met gegevens uit de Materiaalmonitor om zo het GRIS te vormen. Om te onderzoeken welke gegevens beschikbaar zijn en hoe deze gecombineerd kunnen worden, is ervoor gekozen om een praktijkstudie uit te werken. De praktijkstudie gaat over het opzetten van een GRIS voor ijzer & staal. De groep van materialen “ijzer & staal” is gekozen omdat dit een bulkmateriaal is waar veel bekend is over import, export, gebruik en aanwezigheid in voorraden. Met deze praktische invulling van het GRIS ontstaat een beeld over 1) de manier het GRIS zou kunnen worden opgebouwd 2) welke databronnen gebruikt kunnen worden om het GRIS in te vullen 3) welke indicatoren voor het meten van de voortgang van de CE afgeleid kunnen worden op basis van de data van het GRIS.

De derde doelstelling van deze praktijkstudie is leidend. Het uiteindelijke doel van het GRIS is om beleidsrelevante indicatoren te kunnen berekenen die nuttig zijn voor het monitoren en sturen van de ontwikkeling van de CE.

1.2 Wetenschappelijke achtergrond

Fysieke input-output tabellen worden gebruikt om de fysieke stromen tussen bedrijven onderling en tussen bedrijven en consumenten in kaart te brengen (Konijn et al., 1997; Hoekstra & van den Bergh, 2006; Delahaye & Zult 2013; Delahaye et al., 2015). Het in kaart brengen van deze fysieke stromen is ook één van de doelstellingen is van het GRIS. Fysieke stromen kunnen massastromen zijn, maar ook energiestromen. Fysieke input-output tabellen passen binnen hetzelfde nationale boekhoudkundige raamwerk als de monetaire input-output tabellen die worden gebruikt in de nationale rekeningen (Hoekstra & van den Bergh, 2006). Dit maakt het mogelijk op een consistente manier energie en materiaal intensiteit van afzonderlijke productgroepen te onderzoeken.

De basis voor input-output tabellen (IOT) zijn aanbod- en gebruikstabellen (SUT¹) (UN, 2018). Deze SUTs vormen het nationale accounting raamwerk waarin de economie systematisch en gedetailleerd wordt beschreven. De SUT-tabellen beschrijven welke sectoren producten (goederen en diensten) maken en hoe deze producten weer worden gebruikt door andere sectoren of privé consumenten. De producten worden in de SUT ook gelinkt aan de toegevoegde waarde (gross value added or GVA). Vanuit de SUT worden de IOT-tabellen afgeleid, waarin de relatie tussen het eindgebruik en tussenproducten wordt gedefinieerd per industrie of per producttype. Het verschil tussen de IOT en SUT is grof gezegd dat de SUT het raamwerk is voor de nationale boekhouding en de input-output tabellen vormen het analytisch model.

¹ We gebruiken hier de gebruikelijk Engelse term Supply-Use Table voor de afkorting.

In het midden van de jaren '90 is er onderzoek verricht naar de compilatie van fysieke input-output tabellen voor Nederland door het CBS (Konijn et al., 1997; Hoekstra & van den Bergh, 2006). Doel van deze fysieke input-output tabellen was het volgen van de (ont)koppeling tussen het gebruik van primaire materialen en economische groei (resource efficiency). Destijds werden fysieke aanbod- en gebruikstabellen gepubliceerd voor papier, cement, energie en ijzer/staal (Konijn et al 1997). Het onderzoek naar de combinatie van monetaire en fysieke SUTs en IOTs in de jaren '90 heeft aan de basis gestaan voor de ontwikkeling van de "monitor materiaalstromen" (Delahaye & Zult, 2013) tegenwoordig de "Materiaalmonitor" genoemd (Delahaye et al., 2016). De Materiaalmonitor bestaat in grote lijnen uit fysieke aanbod- en gebruikstabellen. De huidige Materiaalmonitor staat centraal in het CE-monitoring systeem en wordt gebruikt voor het monitoren van grondstoffengebruik in Nederland (PBL, 2018; PBL, 2021). Data worden elke twee jaar gepubliceerd door het CBS en er zijn versies gepubliceerd voor 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 en 2018. De publicatie van het jaar 2020 staat gepland voor 2022.

Omdat de Materiaalmonitor al centraal staat in de CE-monitoring en de Materiaalmonitor regelmatig door het CBS wordt bijgewerkt en de Materiaalmonitor deels dezelfde doelen heeft als het GRIS, staat deze databron centraal in de ontwikkeling van de eerste fase van het GRIS. De wetenschappelijke vraag kan zich daarom beperken tot de vraag hoe andere databronnen gecombineerd kunnen worden met de Materiaalmonitor en hoe andere databronnen de gegevens in de Materiaalmonitor kunnen versterken.

Er zijn vele andere gegevens die het gebruik en de voorraad van bepaalde materialen in de Nederlandse economie in kaart brengen. Dit kunnen bijvoorbeeld bouwregisters zijn zoals Madaster (Madaster, 2021), studies naar voorraden in de maatschappij (Delahaye et al., 2016; Van Oorschot et al., 2020), afvalstoffenregisters (Rijkswaterstaat, 2020) of informatie over de samenstelling en prijzen van producten (Bastein et al., 2014) zijn. Veelal brengen deze databronnen een deelaspect van de gehele materiaalketen in beeld. Bijvoorbeeld de materialen toegepast in nieuw te bouwen infrastructuur, of de voorraden staal in bestaande gezinswoningen.

1.3 Onderzoeksvraag

Op basis van de vraag om het GRIS op te bouwen uit bestaande databronnen en het reeds centraal staan van de Materiaalmonitor, is de onderzoeksvraag geformuleerd als:

Hoe zou het GRIS kunnen worden opgebouwd door de Materiaalmonitor te combineren met andere databronnen zodat betere indicatoren voor het meten van de voortgang van de CE afgeleid kunnen worden dan nu mogelijk is met de Materiaalmonitor alleen?

Deelvragen die beantwoord dienen te worden zijn:

- 1) Welke indicatoren worden gezien als nuttig voor het meten van de voortgang van de CE;
- 2) Welke indicatoren voor het meten van de voortgang van de CE zijn reeds mogelijk op basis van de Materiaalmonitor;
- 3) Welke databronnen kunnen gebruikt worden om te combineren met de Materiaalmonitor;
- 4) Hoe moeten deze databronnen gecombineerd worden;
- 5) Welke indicatoren om de voortgang van de CE te volgen kunnen met een gecombineerd systeem berekend worden.

1.4 Afbakening

De initiële opdracht had een praktijkstudie in gedachten waarbij op een praktische manier een invulling zou worden gegeven aan het GRIS door te onderzoeken hoe gegevens met betrekking tot ijzer & staal in de Materiaalmonitor gekoppeld zou kunnen worden met andere gegevens om zo de stromen en voorraden aan ijzer & staal in de Nederlandse economie in kaart te brengen. Al snel werd duidelijk dat de opdracht niet praktisch ingevuld kan worden omdat een groot deel van de benodigde data vertrouwelijk zijn. Dit betekent dat deze studie een meer theoretische invulling krijgt waarbij wel wordt aangegeven welke databronnen er zijn en hoe deze gekoppeld zouden kunnen worden en hoe indicatoren afgeleid zouden kunnen worden maar de praktische invulling daarvan achterwege blijft.

Nochtans blijft de focus op de materiaalgroep “ijzer & staal” maar vanwege het meer theoretische karakter van de studie is de toepassing mogelijk breder. Tegelijkertijd betekent het meer theoretische karakter van deze studie dat aspecten zoals problemen met de betrouwbaarheid, classificatie en ontbreken van gegevens onderbelicht zijn. Dat zijn problemen die pas echt aan het licht treden bij het werken met de gegevens.

Dit onderzoek doet geen uitspraak over de organisaties die een GRIS zouden moeten beheren en hoe data (publiekelijk) beschikbaar gemaakt zouden kunnen worden.

Eén van de belangrijke aspecten van het beheer van een GRIS is de omgang met vertrouwelijke gegevens. De data die potentieel geïntegreerd zouden kunnen worden in het GRIS zijn veelal data die niet openbaar gemaakt mogen worden, zeker op het detail niveau waarop ze nuttig gebruikt kunnen worden in het GRIS. Als voorbeeld kan dienen de fysieke aanbod en gebruikstabellen die binnen het CBS op hoog detail niveau (≈435 productgroepen/afvalstromen en ≈150 industrieën) bekend zijn. Deze detail data zijn niet publiek beschikbaar en zijn zelfs niet gedeeld binnen dit onderzoek. Op dit moment wordt gekeken of de data via de Remote Access dienst van het CBS beschikbaar kan worden gesteld aan bepaalde externe instellingen.

Er zijn twee andere versies van de Materiaalmonitor beschikbaar die wel gedeeld worden. Eén versie is op aanvraag beschikbaar en deze versie onderscheidt minder sectoren en producten (≈130 sectoren en ≈365 productgroepen). Vertrouwelijke gegevens zijn niet meer zichtbaar omdat ze worden verborgen in een geaggregeerde waarde. De tweede publiek beschikbare versie wordt gepubliceerd in openbare rapporten. Deze versie van de fysieke aanbod en gebruikstabellen wordt gemaakt door de gedetailleerde data te aggregeren tot een niveau van 25 productgroepen/afvalstromen en 24 industrieën.

Een GRIS opbouwen rondom de (geaggregeerde) publieke data waarbij de integratie van de data plaatsvindt op het geaggregeerde niveau lijkt weinig zinvol. Het verlies aan informatie is zo groot dat een koppeling niet meer goed mogelijk is. Zo zijn in de meest gedetailleerde en vertrouwelijke versie AfvalIjzer en RecycleIjzer als afzonderlijke stromen zichtbaar. In de op aanvraag beschikbare versie zijn deze twee stromen al samengevoegd in een categorie “AfvalIjzer/NietIjzer/Metaal” en “RecycleIjzer/NietIjzer/Metaal” waardoor het zicht op de materiaalgroep “ijzer & staal” al verloren is. In de publieke versie zijn alle afval en recyclestromen geaggregeerd tot de categorie “Afval en gerecyclede producten”.

De integratie van data in het GRIS betekent per definitie dat vertrouwelijke data in het GRIS gekoppeld worden. De vertrouwelijkheid van de data betekent ook dat het beheer van het GRIS georganiseerd moet worden met de vertrouwelijkheid van deze gegevens in gedachten. Dit zal implicaties hebben voor de organisatorische opzet van het GRIS. Dit onderzoek doet geen uitspraak over deze organisatie.

Een andere beperking van dit onderzoek is dat het zich limiteert tot een GRIS als monitoringssysteem waarin de verandering van het materiaalgebruik zichtbaar gemaakt kunnen worden. Het GRIS kan ook een functie hebben als (sociaal) platform waarop kennis en ervaringen worden gedeeld. Of deze functie onderdeel van het GRIS gaat worden is op het ogenblik van schrijven van dit rapport nog een open vraag.

Binnen de opzet van het GRIS als instrument is er een verdere beperking in de aspecten van de CE die kunnen worden gemeten. In 2018 heeft het PBL onderzocht hoe een CE-monitoringssysteem in bredere zin vormgegeven zou kunnen worden en in hoeverre monitoring mogelijk was met de destijds bestaande databronnen (PBL, 2018). Dit rapport is belangrijk voor de studie naar de praktische invulling van het GRIS omdat de PBL-studie aangeeft welke indicatoren het GRIS zou moeten kunnen ondersteunen bovenop hetgeen in 2018 op basis van de Materiaalmonitor al mogelijk was. Het PBL-rapport, in navolging van het beleidsevaluatiekader van de Algemene Rekenkamer (AR, 2005), maakt in grote lijnen onderscheid tussen twee groepen indicatoren:

- 1) Indicatoren die het transitieproces volgen, en
- 2) Indicatoren die de grondstoffen en effecten van grondstoffengebruik monitoren.

In dit rapport worden alleen de databronnen bestudeerd die het grondstoffen gebruik meten en kunnen dienen als basis voor het in kaart brengen van beleidseffecten. Databronnen die gebruikt kunnen worden voor indicatoren die het transitieproces volgen, maken geen deel uit van de studie beschreven in dit rapport

2 Methode

2.1 Overzicht

De onderzoeksopzet volgt de verschillende deel onderzoeksvragen. Eerst wordt een inventarisatie gemaakt van de indicatoren die nodig zijn om de het grondstoffen gebruik van Nederland te volgen. Daarna wordt een analyse gemaakt van de huidige Materiaalmonitor en welke CE-indicatoren reeds met door de Materiaalmonitor berekend kunnen worden. Als derde stap wordt een inventarisatie en omschrijving gegeven van de databronnen die gecombineerd zouden kunnen worden in een GRIS. De vierde stap is het onderzoeken of en hoe deze databronnen gecombineerd kunnen worden. Deze vierde stap kan ook wel gezien worden als de ontwerpfase van het GRIS. Als laatste stap kan geanalyseerd worden hoe een systeem waarin verschillende databronnen worden gecombineerd additionele CE-indicatoren zou kunnen leveren bovenop de CE-indicatoren die de huidige Materiaalmonitor kan leveren.



Figuur 1: De opeenvolgende stappen in dit onderzoek noodzakelijk om de deelonderzoeksvragen te beantwoorden.

2.2 Inventarisatie gewenste indicatoren

De inventarisatie van gewenste CE-indicatoren maakt gebruik van de indicatoren die zijn geformuleerd in de integrale circulaire economie rapportage 2021 (PBL, 2021). Dit rapport geeft een beschrijving van de huidige omvang en trend van de geformuleerde CE-indicatoren. Of dezelfde indicatoren ook berekend kunnen worden voor de groep “ijzer & staal” zal verder onderzocht worden.

2.3 Karakterisering bestaande Materiaalmonitor

De bestaande Materiaalmonitor heeft een centrale rol in het GRIS. Het is daarom goed om in detail de karakteristieken van de Materiaalmonitor te bespreken. Elementen in deze inventarisatie zijn 1) Hoe wordt de Materiaalmonitor wordt opgebouwd 2) Welk economisch detail niveau wordt reeds bereikt in de Materiaalmonitor 3) Welke data zijn beschikbaar in de Materiaalmonitor 4) welke CE-indicatoren kunnen reeds berekend kunnen worden.

Informatie over de opbouw van de Materiaalmonitor is gebaseerd op gesprekken met het CBS, inzage in Materiaalmonitor gegevens, Materiaalmonitor rapportages (Delahaye & Zult, 2013; Delahaye et al, 2015; CBS, 2020) en wetenschappelijke publicaties (Konijn, 1997; Hoekstra & Van de Bergh, 2006)

2.4 Inventarisatie en karakterisatie aanvullende databronnen

De inventarisatie van databronnen die gecombineerd zouden kunnen worden met de Materiaalmonitor is gemaakt door specialisten tijdens een workshop 18 januari 2021. Deze nemen we als uitgangspunt. De databronnen die in beschouwing genomen worden zijn:

1. De database van kritieke materialen van TNO gemaakt in opdracht van EZK (Bastein et al., 2014) kan gebruikt worden om een verder uitsplitsing te maken van de metaalstromen naar stromen van individuele elementen (van Bruggen et al., 2021)
2. De 'materialflows and resource productivity' database van Eurostat (env_mrp database). Eurostat ondersteund de compilatie van economy wide material flow accounting (EC, 2018). Data verzameld door Eurostat zijn waarschijnlijk essentieel om het materiaalgebruik samenhangend met import te kunnen berekenen
3. De studie naar voorraden materialen in de Nederlandse maatschappij verricht door het CML (Van Oorschot et al., 2020) en CBS (Delahaye et al., 2016) kan mogelijk gebruikt worden om voorraden te koppelen aan de voorraad toename en afname zoals deze wordt geregistreerd in de Materiaalmonitor.
4. Madaster is een online platform waarin materialen, producten en elementen kunnen worden geregistreerd en gedocumenteerd die worden gebruikt in bouwobjecten. Mogelijkerwijs zou deze bron gebruikt kunnen worden om beter inzicht te krijgen in de materiaalinhoud van nieuwbouw.
5. De uitstroom van materialen uit afgedankte producten zou in kaart gebracht kunnen worden met gegevens van het Landelijk meldpunt afvalstoffen (LMA) (Rijkswaterstaat, 2020). Deze data is op een geaggregeerd niveau ook verwerkt in de Materiaalmonitor.

De databronnen zullen worden beoordeeld op de volgende aspecten:

1. Gebruik classificaties die het mogelijk maken de data op een relatief eenvoudige manier te combineren met de Materiaalmonitor
2. Mate van detaillering sectoren/producten/materialen
3. Continuïteit en periodiciteit van de data verzameling

Deze aspecten zijn belangrijk om een koppeling met de Materiaalmonitor mogelijk te maken. Zoals we later zullen zien, maakt de Materiaalmonitor gebruik van standaard statische classificaties om onderscheid te maken tussen product(groep)en, sectoren en materialen. Als een te combineren databron dezelfde classificaties gebruikt om de data te karakteriseren vereenvoudigt dit de koppeling met de materiaal monitor.

De databronnen worden ook geclassificeerd naar het doel waarmee ze gecombineerd kunnen worden met de Materiaalmonitor. Drie doelen kunnen onderscheiden worden:

1. De databron kan een heel nieuw aspect van materiaal monitoring in de Nederlandse economie toevoegen.
2. De databron zou gebruikt kunnen worden om meer detail aan te brengen in de monitoring van de materiaalstromen en voorraden in de Nederlandse economie
3. De databron zou gebruikt kunnen worden om de onzekerheid in sommige gegevens van de huidige Materiaalmonitor te verkleinen.

De koppeling van een databron met de Materiaalmonitor is alleen interessant als deze het doel van het GRIS ondersteunt, i.e. de monitoring van de voortgang van de CE met behulp van de gewenste indicatoren. De geformuleerde drie doelen sluiten hierbij aan.

3 Resultaten

3.1 Inventarisatie gewenste indicatoren

3.1.1 Typering gewenste indicatoren

De gewenste indicatoren uit de Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021 (PBL, 2021) staan in Tabel 1. We nemen aan dat deze indicatoren berekend moeten worden voor de materiaalgroep “ijzer & staal”. Niet al de genoemde indicatoren zijn relevant voor de materiaalgroep “ijzer en staal” of zijn afgeleiden die we niet verder zullen bespreken. De indicatoren zijn getypeerd naar hun doel om scherper te krijgen wat de indicatoren proberen te bereiken:

1. Meten omvang van stromen en voorraden
2. Meten van de eigenschappen (attributen) van stromen en voorraden
3. Meten van de activiteiten die de omvang van stromen en voorraden kunnen beïnvloeden

De categorie 1 indicatoren zijn waarschijnlijk de indicatoren die het makkelijkst zijn in te vullen met een GRIS waarin de Materiaalmonitor centraal staat. Het meten van de categorie 1 indicatoren is immers het doel van de Materiaalmonitor zoals verwoord door Delahaye & Zult (2013) “Het doel van deze studie is inzicht te krijgen in de fysieke (in kilo’s) materiaalstromen naar, van en binnen de Nederlandse economie en het afleiden van relevante indicatoren”.

Attributen van stromen en voorraden, categorie 2, kunnen bijvoorbeeld kwaliteit & veiligheid indicatoren zijn. Als er maar genoeg attribuut informatie is dan kan dit uiteindelijk leiden tot een verdere detaillering van de stromen en voorraden. Een gedachtenexperiment kan dit verduidelijken. Stel we weten precies hoeveel auto’s worden gekocht, gebruikt en afgedankt in elke sector in Nederland. Als we weten dat gemiddeld 10% van de auto’s de kleur blauw heeft, kan dat als eigenschap van de gemiddelde auto worden gerapporteerd. Als we de kleur kennen van alle auto’s die door de sectoren worden gekocht, gebruikt en afgedankt, kunnen we de stroom auto’s splitsen in blauwe auto’s en overige auto’s. Daarmee hebben we meer detail kunnen aanbrengen in de kennis van de omvang van stromen en voorraden van auto’s. Er is dus een glijdende schaal tussen het rapporteren van de attributen van stromen en voorraden en de mogelijkheid tot het verder detailleren van de omvang van de stromen en voorraden.

Activiteiten die de omvang van stromen en voorraden kunnen beïnvloeden, categorie 3, zijn bijvoorbeeld de omvang van een sector zoals fietsreparatie of tweedehands kledingwinkels. De categorie 3 indicatoren kunnen zelfs overvloeien in het meten van beleidsmaatregelen maar daarmee gaat deze categorie richting het meten van de transitiedynamiek. De categorie 3 indicatoren vallen buiten de analyse voor dit rapport (zie introductie)..

Naast een eerste typering van de indicatoren staat in Tabel 1 aangeven of de indicatoren reeds berekend kunnen worden met de bestaande Materiaalmonitor. Hierbij moet worden aangemerkt dat we de Materiaalmonitor beoordelen in zover deze nu gebruikt wordt in publieke rapportages die nog niet de groep “ijzer & staal” onderscheiden. Verder geven we al een aanduiding van de indicatoren die berekend zouden kunnen worden indien de Materiaalmonitor wordt uitgebreid (binnen een GRIS) met additionele databronnen die later worden besproken. Hoe de berekening van deze indicatoren plaatsvindt op wordt besproken in hoofdstuk 3.

Tabel 1: Indicatoren die berekend zouden moeten worden met vertrouwelijke data afkomstig uit de Materiaalmonitor. In de tabel staat aangegeven of de indicatoren, voor specifiek ijzer en staal berekend kunnen worden met de huidige Materiaalmonitor en welke eventueel zijn te berekenen vanuit een GRIS waarbij meerder databronnen worden gecombineerd met de Materiaalmonitor. In paragraaf 3.2 – 3.6 staat beschreven hoe de berekening moet plaatsvinden.

Indicator voor	Type indicator	Vanuit Materiaal Monitor	Vanuit GRIS		
			MM + compositie data	MM + compositie data + internationale materiaalketen	MM + compositie data + internationale materiaalketen+ voorraad data
Benodigde grondstoffen					
Grondstoffen voor eigen gebruik, DMC (Domestic Material Consumption)	1	Nee	Ja	Ja	Ja
Grondstofvoetafdruk van eigen gebruik, RMC (Raw Material Consumption)	1	Nee	Nee	Ja	Ja
Grondstofefficiency	afgeleide indicator				
Grondstoffen voor de economie, DMI (Domestic Material Input)	1	Nee	Ja	Ja	Ja
Grondstofvoetafdruk van de economie, RMI (Raw material Input)	1	Nee	Nee	Ja	Ja
Aandeel biograndstoffen	niet relevant voor materiaalgroep "ijzer& staal"				
Totaal duurzame hernieuwbare grondstoffen	niet relevant voor materiaalgroep "ijzer& staal"				
Aandeel secundaire materialen, CMUR (Circular Material Use Rate)	2	Nee	Nee	Ja	Ja
Gebruiksfasen					
Levensduur	2	Nee	Nee	Nee	Ja
Waardebehoud	2	Nee	Nee	Nee	Nee
Afvalverwerking en terugwinning					
Nederlands afval	1	Ja	Ja	Ja	Ja
Aandeel gerecycled afval in verwerkt afval	afgeleide indicator				
Gerecycled afval in Nederland	1	Ja	Ja	Ja	Ja
Verbrand afval in Nederland	1	Nee	Nee	Nee	Nee
Gestort afval in Nederland	1	Nee	Nee	Nee	Nee
Milieueffecten					
Nationale broeikasgasemissies	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Broeikasgasemissievoetafdruk consumptie	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Broeikasgasemissievoetafdruk productie	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Emissies naar lucht, water en bodem, zoals stikstof en fijnstof	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Landgebruiksvoetafdruk consumptie	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Landgebruiksvoetafdruk productie	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Wateronttrekking	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Watervoetafdruk consumptie	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Biodiversiteitsvoetafdruk consumptie	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Biodiversiteitsvoetafdruk productie	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep, zie 3.1.3				
Toxiciteit	3	Nee	Nee	Nee	Nee
Sociaal-economische effecten					
Leveringsrisico's (indicator in ontwikkeling)	2	Nee	Ja	Ja	Ja
Toegevoegde waarde circulaire activiteiten (miljard euro)	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep				
Aandeel circulaire activiteiten (toegevoegde waarde circulair / bbp in %)	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep				
Circulaire banen (aantal circulaire banen in voltijdsequivalent) (*1.000)	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep				
Aandeel circulaire banen (aantal banen / totaal aantal banen in %)	niet terug te leiden tot gebruik één materiaalgroep				

3.1.2 Opvallende eigenschappen gewenste indicatoren

De lijst met gewenste indicatoren overgenomen uit het uit de Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021 (PBL, 2021) en verkort weergegeven in Tabel 1 heeft enkele opvallende eigenschappen.

Ten eerste lijken alle indicatoren impliciet gedefinieerd op het geaggregeerde nationale niveau. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen economische activiteiten binnen Nederland. Zo kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen de sectoren waar meer of minder efficiënt met materialen wordt omgegaan of welke sectoren de “grootverbruikers” zijn. In eerder publicaties over de Materiaalmonitor is dit wel gedaan (Van Berkel et al., 2019b).

Ten tweede bevat de lijst indicatoren die strikt op basis van nationale informatie berekend kan worden en indicatoren die ook informatie nodig hebben over de internationale materiaalketen. Indicatoren die informatie nodig hebben over de internationale materiaalketen zijn de RMC, RMI, en aandeel secundaire materialen. Indicatoren die berekend kunnen worden op basis van nationale informatie zijn bijvoorbeeld de DMC en DMI.

Ten derde zijn er nog geen indicatoren die direct betrekking hebben op de voorraad materialen in de Nederlandse economie. In deze studie kijken we of er databronnen voor voorraden zijn en waarom het waardevol zou kunnen zijn om voorraad informatie op te nemen. Indirect zou er al behoefte kunnen zijn om gegevens te hebben over de voorraad “ijzer & staal”. De indicator levensduur zou berekend kunnen worden uit voorraad informatie en voorraad afname gegevens.

Als laatste opvallende kenmerk van de lijst van gewenste indicatoren is het ontbreken van een tijds indicatie. Willen we een tijdje terug kunnen kijken of willen we met modellen die data gebruiken uit het GRIS ook schattingen kunnen maken over de ontwikkelingen naar de toekomst? Hoeveel “ijzer & staal” komt er in de toekomst vrij uit windturbines die momenteel geplaatst worden? Voor een circulair economie beleid dat doelstellingen heeft geformuleerd voor 2030 en 2050, is het evident dat het GRIS, het maken materiaal toekomstscenario's zou moeten kunnen ondersteunen. Dit betekent dat de omvang van de materiaalvoorraden in de huidige economie moet worden gemeten. Verder zou er nagedacht moeten worden over de frequentie van de metingen.

Na deze eerste beschrijving van de gewenste indicatoren wordt in de volgende paragraaf uitgelegd hoe de bestaande Materiaalmonitor kan worden gebruikt om een deel van de indicatoren te berekenen. Veel aandacht zal worden besteed aan het beschikbare detail in de Materiaalmonitor.

3.1.3 Indicatoren relevant voor “ijzer & staal”

De indicatoren zijn oorspronkelijk gebruikt om de totale massastromen samenhangend met de Nederlandse productie en consumptie te meten (PBL, 2021) en de totale effecten milieueffecten samenhangend met de Nederlandse productie en consumptie te meten. De sociaal-economische effecten hebben betrekking op de totale ontwikkeling van circulaire economische activiteiten. In deze studie wordt alleen gekeken naar de materiaalgroep “ijzer & staal”. Zo wordt onderzocht of het mogelijk is om een DMI, RMC, aandeel secundair materiaal voor de materiaalgroep “ijzer & staal” berekend kan worden.

De milieueffecten en de sociaal-economische effecten van een progressie naar een circulaire economie zijn niet eenvoudig te relateren aan de massastroom van één materiaal(groep). De indicatoren die onderdeel zijn van de monitoring van de circulaire economie worden dan ook buiten beschouwing gelaten tenzij emissies noodzakelijk zijn om een volledig beeld te krijgen van de

massastromen “ijzer& staal”. Milieueffecten zijn niet eenvoudig te koppelen aan het gebruik van één materiaal omdat materiaalgebruik als zodanig geen doel is in een economie.

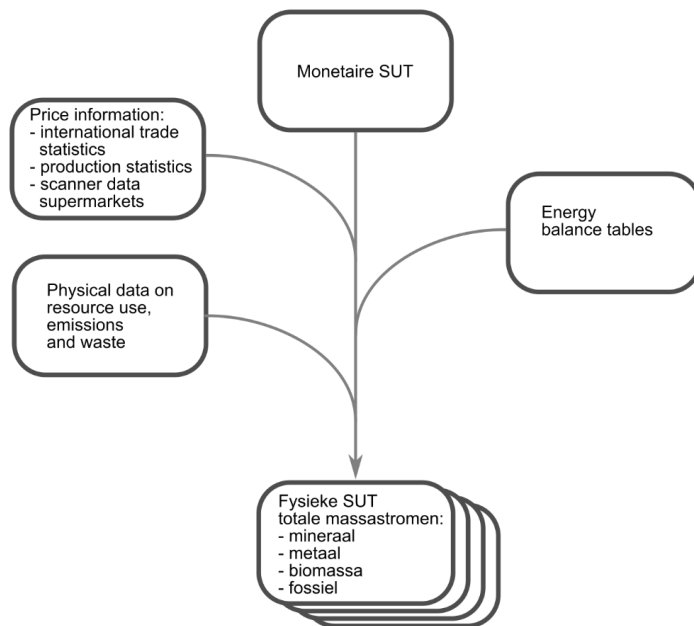
Om dit probleem te verduidelijken zouden we naar het volgende voorbeeld kunnen kijken: de emissies samenhangend met particulier autorijden. Met de huidige stand van kennis is het vrij eenvoudig om te berekenen wat de CO₂-voetafdruk is van particulier autorijden. Wanneer de auto een interne verbrandingsmotor bevat, heeft de gebruiksfase (het rondrijden) het grootste aandeel in deze CO₂-voetafdruk. Met ketenanalyse tools zoals levenscyclusanalyse (LCA) en/of input-output analyse (IOA) is deze CO₂-voetafdruk te bepalen. Beide tools gaan uit van een functie geleverd door een product. Bij LCA is dat bijvoorbeeld 1 km rijden met een auto binnen de bebouwde kom. Bij IOA gaat het bijvoorbeeld om 1000 Euro gespendeerd aan privé transport met een auto. In beide gevallen staat de vraag naar de geleverde functie centraal. Dat concept is niet makkelijk te vertalen naar het gebruik van individuele materialen in de auto. Is al het materiaal gebruikt in de auto verantwoordelijk voor de CO₂-voetafdruk van autorijden? Als alle materialen gebruikt in de auto verantwoordelijk worden gehouden voor de CO₂-emissie dan moeten deze emissies worden verdeeld over de verschillende materialen in deze auto. Hoe dat te doen, is niet duidelijk. Er is grote interesse om emissies te koppelen aan het gebruik van individuele materialen, en er zijn voorstellen gedaan om dergelijke analyses mogelijk te maken maar dit is nog niet gestandaardiseerd.

3.2 Karakterisering van de Materiaalmonitor

3.2.1 Opbouw Materiaalmonitor

Een schematisch overzicht van het proces van de opbouw van de Materiaalmonitor staat in Figuur 2. De basisgegevens zijn de monetaire aanbod en gebruikstabellen. Verschillende databronnen worden gebruikt om vanuit deze monetaire data de massastromen te schatten. De procedure wordt uitgebreid beschreven in Delahaye & Zult (2013). We geven hier een korte samenvatting weer omdat het van belang is om de bijdrage van andere databronnen aan het GRIS te kunnen bespreken.

De basis data zijn de monetaire aanbod en gebruikstabellen. Deze monetaire data omgezet worden in fysieke stromen omgezet met behulp van prijsinformatie uit de internationale handelsstatistiek. Invoerprijzen worden gebruikt om het gebruik van materialen te schatten en uitvoerprijzen worden gebruikt om het aanbod van materialen te schatten. Verder worden productiestatistieken gebruikt om de prijs van sommige producten per industriesector te schatten. Directe fysieke informatie over energiedragers wordt uit de energierekeningen overgenomen (Delahaye & Zult, 2013).



Figuur 2: Een schematische weergave van de data die gebruikt worden om de materiaalmonitor op te bouwen.

De Nederlandse economie is sterk afhankelijk van geïmporteerde (en geëxporteerde) goederen. Voor een betrouwbaar beeld van de massaströmen materialen door de Nederlandse economie moet een goede inschatting gemaakt worden van de materiaalinhoud van import en export. Dat is mogelijk met de internationale handelsstatistieken. De getallen voor de materiaalinhoud van import en export moeten niet verward worden met de gegevens over het materiaalgebruik samenhangend met de productie van de geïmporteerde en geëxporteerde producten die noodzakelijk zijn om de grondstofvoetafdruk te kunnen berekenen. Deze “cradle-to-gate” getallen moeten apart verzameld worden zoals later besproken in Paragraaf 3.4.

Naast het omzetten van de monetaire stromen in fysieke stromen moeten andere fysieke stromen die geen monetaire waarde hebben worden toegevoegd om een volledig beeld te krijgen van de massaströmen. Dit betreft emissies naar lucht, water en bodem, opname van stoffen uit het milieu zoals O_2 bij verbrandingsprocessen en water. Hierbij worden gegevens gebruikt uit de emissieregistratie en het landelijk meldpunt afvalstoffen. De extractie van grondstoffen zoals zand & grind, aardgas, aardolie, klei moeten worden in deze stap ook meegenomen en ook wordt een zo volledig mogelijk beeld opgebouwd van afvalproductie en recycling stromen.

Zodra alle massaströmen zijn verzameld worden deze gebalanceerd. Per bedrijfstak wordt massa instroom gelijk gemaakt met de massa uitstroom. Het wegwerken van de verschillen tussen instroom en uitstroom per bedrijfstak is moeilijk. Per bedrijfstak kan de oorzaak van de onbalans verschillen (Delahaye & Zult, 2013).

Belangrijke en bijzondere sectoren in de Materiaalmonitor zijn de sectoren die betrekking hebben op woningbouw & utiliteitsbouw, infrastructurele werken, afbouw en bouwrijp maken van de bouwplaats. Een groot deel van de Nederlandse mineraal en metaalstromen hangen samen met deze

activiteiten. Tegelijkertijd leveren deze bouwsectoren services en geen gebouwen. Deze services hebben geen materiële inhoud. In de aanbodtabel van deze sectoren wordt het materiaalaanbod dan ook berekend vanuit het materiaalgebruik van de desbetreffende bouwsectoren als een balansitem. Er is geen directe omzetting van de waarde van gebouwen en infrastructurele werken naar de materiaalinhoud van de gebouwen en infrastructurele werken.

3.2.2 Gegevens in de Materiaalmonitor

De resulterende fysieke aanbod en gebruikstabellen zijn enigszins vereenvoudigd schematisch weergegeven in Figuur 3. De gebruikstabel geeft het gebruik van producten, residuen onderverdeeld in afval en gerecycled materiaal, en primaire grondstoffen in de verschillende sectoren, huishoudens, voor export en wederuitvoer, en opbouw van voorraden. De aanbodtabel registreert de massa aanbod van producten en residuen uit de verschillende sectoren en uit import. De aanbodtabel registreert ook het aanbod van residuen afkomstig uit huishoudens en uit de voorraden. Er bestaat geen uitstroom van producten uit huishoudens (deze produceren geen producten). De grijze elementen in de tabellen zijn niet van toepassing en kunnen geen getallen bevatten.

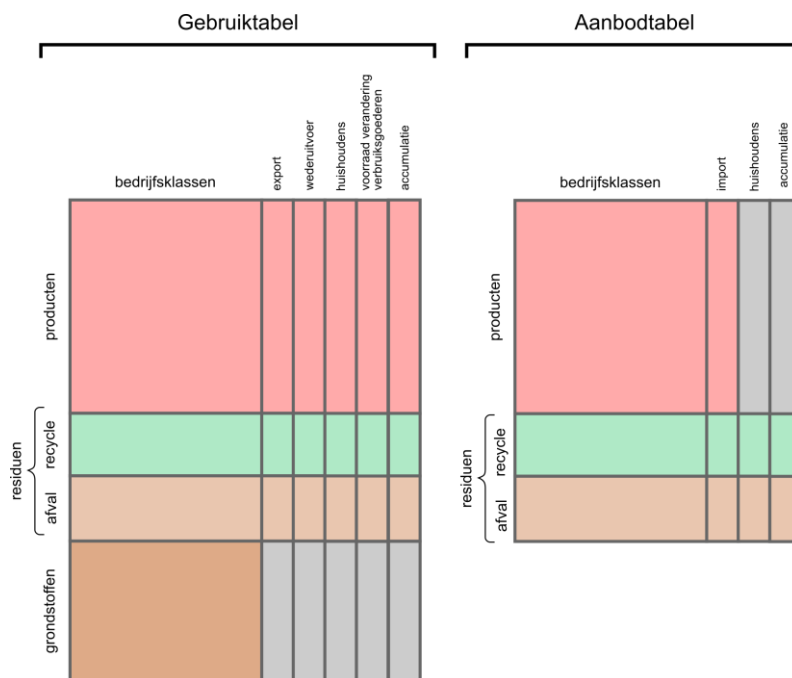
Er zijn in de gebruik en aanbodtabel twee categorieën die betrekking hebben op voorraden: accumulatie en voorraadverandering. De categorie accumulatie komt voor in de gebruikstabel en de aanbodtabel. In de gebruikstabel is dit de som van materialen in investeringen minus desinvesteringen² en het storten van afval. In de aanbodtabel betekent het een afdanking/sloop van investeringsgoederen. Investeringsgoederen zijn producten die langer dan één jaar meegaan. De categorie accumulatie in de aanbodtabel kent geen waarden voor de producten. De investeringsvoorraad kan immers fysiek alleen afnemen door sloop en/of afdanken.

De tweede categorie is de categorie voorraadverandering van verbruiksgoederen. Dat is de netto voorraadverandering van verbruiksgoederen. Dat kunnen werkvoorraden van (half-)producten zijn bij fabrikanten zoals opslag van meel, granen, ruwe olie, maar kunnen ook voorraadveranderingen zijn van afval en gerecyclede materialen.

Grondstoffen zijn materialen die uit het milieu worden genomen. Grondstoffen worden alleen gewonnen door bedrijven.

Een fysieke aanbod en gebruikstabel geeft een volledig en niet overlappend en gebalanceerd beeld van alle stromen in de Nederlandse economie. Met gebalanceerd wordt bedoeld dat voor elke economische activiteit binnen Nederland de massa instroom in een bedrijfsklasse of de huishoudens gelijk is aan de massa uitstroom en dat voor de gehele Nederlandse economie geldt dat de totale instroom gelijk is aan de totale massa uitstroom.

² de praktijk de verkoop van een investeringsgoed dat naar de export gaat.



Figuur 3: Schematische weergave fysieke aanbod- en gebruikstabel. De grijze rechthoeken bevatten geen waarden.

De Materiaalmonitor maakt onderscheid tussen ca 510 producten & services, 11 grondstoffen, 32 residuen die weer bestaan uit 16 afvalstoffen en 16 hergebruikte materialen en 142 bedrijfsklassen. Dan zijn er nog emissies en zogenaamde balansitems maar deze zijn niet weergegeven in Figuur 3. Emissies en balansitems zijn verder niet van belang voor de “ijzer&staal” praktijkstudie. Ze zijn overigens wel van groot belang bij het balanceren van de totale massastromen.

De volledige classificatie van de bedrijfsklassen staat in Appendix A. De classificatie van producten & services etc. staat in Appendix B. De classificatie van sectoren volgt NACE rev 2. De classificatie van producten en services volgt CPA 2008.

Met behulp van een conversiebestand kunnen de goederengroepen in de Materiaalmonitor toebedeeld worden aan 4 massastromen:

1. Biomassa
2. Fossiel
3. Metalen
4. Mineralen

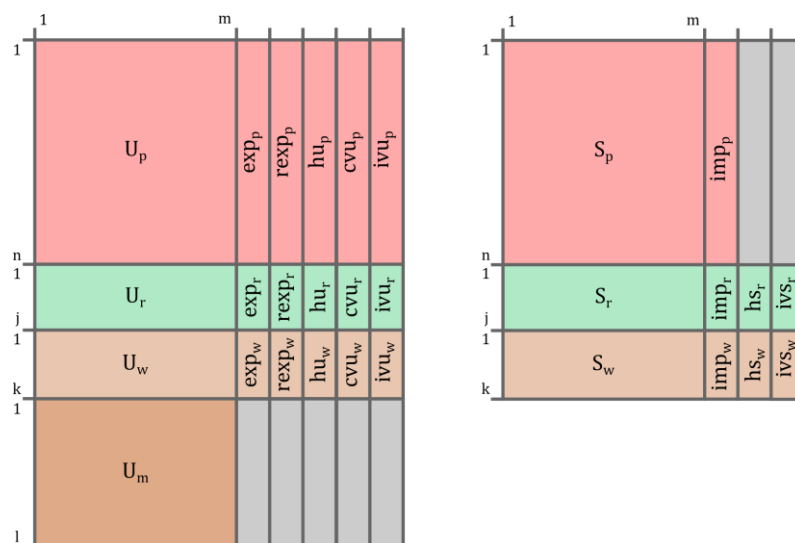
Om een getrouw beeld te geven van alle materiaalstromen in de Nederlandse economie is de Materiaalmonitor een handig raamwerk. Er zijn twee kanttekeningen te plaatsen bij de volledigheid van het raamwerk. Ten eerste is het essentieel dat ook de economische en milieustromen samenhangend met exceptionele gebeurtenissen³ worden opgenomen in de Materiaalmonitor.

³ Exceptionele gebeurtenissen kunnen zijn eenmalige grootschalige infrastructurele werken, brand en ongelukken waarbij in korte tijd veel verontreinigingen kunnen vrijkomen. Deze registratie zou onafhankelijk

Exceptionele gebeurtenissen zijn een normaal onderdeel van het gangbare economische proces en kunnen een (grillige) invloed hebben op de indicator waarden.

Ten tweede zouden ook massastromen moeten worden opgenomen die niet (direct) verbonden zijn met economische activiteiten. Een groot aandeel van het metaal en mineraal grondstofgebruik gaat naar de voorraadvorming (PBL, 2021). Nadat materialen in deze voorraden terecht zijn gekomen, zijn ze niet inert maar onderhevig aan erosie, uitloging, verwerking, verval en slijtage wat veelal leidt tot diffuse emissies naar het milieu. Het is onduidelijk of er een heel goed beeld is van deze diffuse emissies die tot een permanent verlies van materialen en mineralen leidt. Permanente verliezen die je in beeld wilt hebben omdat deze het bereiken van een gesloten materiaalkringlopen bemoeilijken. In principe kan het raamwerk van fysieke aanbod- en gebruikstabellen de emissies registreren die samenhangen met infrastructuur maar in de huidige Materiaalmonitor zijn hier geen waarden gerapporteerd. Er is informatie bekend over het diffuse verlies van materialen uit voorraden, bijvoorbeeld de emissies van de slijtage van remschijven. Deze emissies zijn niet opgenomen omdat ze klein zijn vergeleken met andere stromen in de Materiaalmonitor.

Om te kunnen beschrijven hoe de gewenste indicatoren in Tabel 1 kunnen worden berekend vanuit de Materiaalmonitor eventueel met additionele gegevens moeten we de verschillende onderdelen van de aanbod en gebruikstabel een symbool meegeven. Dimensies en korte beschrijving van de symbolen staan in Tabel 2.



Figuur 4: Schematische weergave fysieke aanbod- en gebruikstabel waarin de verschillende elementen relevant voor de “ijzer & staal” praktijkstudie van de aanbod en gebruikstabel zijn aangeduid met symbolen.

moeten zijn van de regels die binnen bijvoorbeeld de System of Economic and Environmental Accounting (UN, 2012), zijn vastgelegd. Als er conform SEEA gerapporteerd moet worden waarbij mogelijkerwijs niet al de verzamelde data in het GRIS relevant zijn, kunnen de niet relevante data eruit gefilterd worden.

Tabel 2: Verklaring van de symbolen waarmee de verschillende elementen van de fysieke aanbod- en gebruikstabellen zijn aangeduid die gebruikt kunnen worden om de verschillende indicatoren te berekenen.

Symbool	dimensie	beschrijving
n	scalar	aantal productgroepen
m	scalar	aantal bedrijfsklassen
j	scalar	aantal gerecyclede materiaalgroepen
k	scalar	aantal afvalsoorten
l	scalar	aantal grondstoffen
U_p	matrix, $n \times m$	gebruik van productgroepen door bedrijven
U_r	matrix, $j \times m$	gebruik gerecycled materiaal door bedrijven
U_w	matrix, $k \times m$	gebruik van afval door bedrijven
U_m	matrix, $l \times m$	gebruik van uit het milieu gehaalde grondstoffen door bedrijven
exp_p	vector, $n \times 1$	export van producten gemaakt door bedrijven in Nederland
exp_r	vector, $j \times 1$	export van in Nederland geproduceerd gerecycled materiaal
exp_w	vector, $k \times 1$	export van in Nederland geproduceerd afval
$rexp_p$	vector, $n \times 1$	wederuitvoer van producten
$rexp_r$	vector, $j \times 1$	wederuitvoer van gerecycled materiaal
$rexp_w$	vector, $k \times 1$	wederuitvoer van afval
hu_p	vector, $n \times 1$	gebruik van productgroepen door huishoudens
hu_r	vector, $j \times 1$	gebruik gerecycled materiaal door huishoudens
hu_w	vector, $k \times 1$	gebruik van afval door huishoudens
ivu_p	vector, $n \times 1$	toename producten als investering
ivu_r	vector, $j \times 1$	toename gerecycled materiaal als investering
ivu_w	vector, $k \times 1$	toename afval als investering
cvu_p	vector, $n \times 1$	netto voorraadverandering verbruiksgoederen
cvu_r	vector, $j \times 1$	netto voorraadverandering gerecyclede materialen
cvu_w	vector, $k \times 1$	netto voorraadverandering afval
S_p	matrix, $n \times m$	aanbod van productgroepen door bedrijven
S_r	matrix, $j \times m$	aanbod gerecycled materiaal door bedrijven
S_w	matrix, $k \times m$	aanbod van afval door bedrijven
imp_p	vector, $n \times 1$	import producten in Nederland
imp_r	vector, $j \times 1$	import gerecycled materiaal in Nederland
imp_w	vector, $k \times 1$	import afval in Nederland
hs_r	vector, $j \times 1$	gerecycled materiaal uit huishoudens
hs_w	vector, $k \times 1$	afval uit huishoudens
ivs_r	vector, $j \times 1$	gerecycled materiaal uit sloop/afwerpen investeringsgoederen
ivs_w	vector, $k \times 1$	afval uit sloop/afwerpen investeringsgoederen
α_p	vector, $1 \times n$	coëfficiënt voor Fe equivalenten per product
α_r	vector, $1 \times j$	coëfficiënt voor Fe equivalenten per gerecycled materiaal
α_w	vector, $1 \times k$	coëfficiënt voor Fe equivalenten per afvalsoort

3.2.3 Te bereken indicatoren

Zonder verdere opsplitsing van de 4 massastromen die in de huidige Materiaalmonitor zijn onderscheiden zijn al enkele indicatoren met betrekking tot ijzer af te leiden omdat de recycle stromen en afvalstromen van individuele materiaalgroepen bekend zijn in de meest gedetailleerde (en vertrouwelijke versie) van de Materiaalmonitor. De twee residustromen relevant voor ijzer zijn:

- 102, AfvalIjzer
- 202, RecycleIjzer

De twee residustromen kunnen gebruikt worden om de volgende twee indicatoren voor de materiaal groep “ijzer & staal” te berekenen:

- Nederlands afval
- Gerecycled afval in Nederland

De indicatoren kunnen berekend worden vanuit de fysieke aanbod of gebruikstabel en levert dezelfde waarde op. Gebruik makend van de symbolen gedefinieerd in Tabel 2 kunnen we de berekening van de indicatoren vanuit de gebruikstabel weergeven als:

$$NLafval_{Fe} = U_{w,Fe} \mathbf{1} + exp_{w,Fe} + rexp_{w,Fe} + hu_{w,Fe} + cvu_{w,Fe} + ivu_{w,Fe}$$

$$NLrecycle_{Fe} = U_{i,r,Fe} \mathbf{1} + exp_{r,Fe} + rexp_{r,Fe} + hu_{r,Fe} + cvu_{r,Fe} + ivu_{r,Fe}$$

of vanuit de aanbodtabel:

$$NLafval_{Fe} = S_{i,w,Fe} \mathbf{1} + imp_{w,Fe} + rexp_{w,Fe} + hs_{w,Fe} + ivs_{w,Fe}$$

$$NLrecycle_{Fe} = S_{i,r,Fe} \mathbf{1} + imp_{r,Fe} + rexp_{r,Fe} + hs_{r,Fe} + ivs_{r,Fe}$$

Hierin wordt het symbool “**1**” gebruikt als symbool voor de sommatie vector. Het subscript Fe duidt aan dat we te doen hebben met de rij waarin de ijzer gegevens zijn opgenomen.

Andere indicatoren voor de materiaalgroep “ijzer & staal” kunnen niet berekend worden vanuit de standaard Materiaalmonitor zonder extra gegevens. Hier zijn in hoofdzaak twee redenen voor. Ten eerste zijn de massastromen “ijzer & staal” niet bekend in de ons bekende openbare gegevens, alleen de massastromen “metaal”. Ten tweede zijn met betrekking tot de afvalfase alleen de massastromen van geproduceerd afval ijzer en gerecycled ijzer bekend en zijn sectoren zoals vuilverbranding of vuilstort niet specifiek onderscheiden, zie ook Appendix A.

3.3 Compositiegegevens combineren met de Materiaalmonitor

3.3.1 Onderscheiden van “ijzer & staal”

Als het aandeel “ijzer & staal” in de verschillende productgroepen bekend is kunnen vele gewenste indicatoren uit de lijst in Tabel 1 worden berekend. Productcompositiegegevens zijn verzameld door TNO (Bastein et al., 2014) met het doel om de kwetsbaarheid van de Nederlandse economie en specifieke industriële sectoren voor verstoringen in de aanvoer van grondstoffen, halffabricaten en eindproducten te beoordelen. Deze productcompositiegegevens maken deel uit van de grondstoffenscanner. Productcompositiegegevens zijn bekend voor ca 5100 producten en productgroepen, en 64 verschillende metalen en industriële mineralen worden onderscheiden. IJzer is één van de metalen onderscheiden in de productcompositiegegevens.

De productcompositiegegevens zijn gebruikt om de massastromen in de Materiaalmonitor verder uit te splitsen naar individuele metalen en industriële mineralen. Dit gevolgdde procedure is beschreven in Bijlage B van Van Bruggen et al. (2021). Deze verdere uitsplitsing van de massastromen naar metalen en industriële mineralen mogelijk gemaakt door de koppeling met de productcompositiegegevens, is een stap op weg naar het GRIS.

Het resultaat van de koppeling is dat het GRIS aanbod- en gebruikstabellen voor de fysieke stromen van het element ijzer zou kunnen leveren op hetzelfde dezelfde detail niveau als in de Materiaalmonitor. Vooralsnog is de koppeling gemaakt op het niveau van de op aanvraag publieke Materiaalmonitor data. Een koppeling op het niveau op het meest gedetailleerde niveau is mogelijk. Let wel dat de koppeling het mogelijk maakt om het element Fe te onderscheiden maar niet de materiaalgroep “ijzer & staal”.

Een interessante aanvullende optie die de koppeling met de compositedata van de grondstoffenscanner biedt, is de berekening van een indicator voor leveringszekerheid van materialen. De berekening van indicatoren voor leveringszekerheid is beschreven in Bijlage E in Van Bruggen et al. (2021). Het is een relatief eenvoudige aanvulling op de Materiaalmonitor omdat de grondstoffenscanner specifiek is ontwikkeld om leveringszekerheid van ruwe materialen te onderzoeken (Bastein et al., 1994).

3.3.2 Te bereken indicatoren

Aannemende dat de koppeling tussen Materiaalmonitor en productcompositiegegevens vanuit de grondstoffenscanner verwezenlijkt is en fysieke aanbod- en gebruikstabellen voor het element ijzer beschikbaar zijn dan kunnen de volgende indicatoren berekend worden:

- Grondstoffen voor eigen gebruik, DMC
- Grondstoffen voor de economie, DMI
- Leveringsrisico's

Gebruikmakend van de symbolen gedefinieerd in Tabel 2 vindt de berekening van DMI en DMC als volgt plaats:

$$DMI_{Fe} = U_{m,Fe} \mathbf{1} + (\mathbf{1}imp_p + \mathbf{1}imp_r + \mathbf{1}imp_w)$$

$$DMC_{Fe} = U_{m,Fe} \mathbf{1} + (\mathbf{1}imp_p + \mathbf{1}imp_r + \mathbf{1}imp_w) - (\mathbf{1}exp_p + \mathbf{1}exp_r + \mathbf{1}exp_w)$$

In de bovenstaande formules nemen we aan dat de aanbod- en gebruikstabellen alleen de massastromen Fe weergeven.

Op basis van de importen van IJzer in de vorm van grondstoffen, halffabricaten en producten door de Nederlandse Industrie kan met behulp van de grondstofscanner ook een indicator voor de leveringszekerheid van Fe berekend worden. De berekening van de leveringszekerheid indicator maakt gebruik van een groot aantal additionele databronnen. Een beschrijving van de gebruikte bronnen voor een leveringszekerheid indicator is te vinden in Bastein et al. (2014) of Rietveld & Bastein (2019). Al deze databronnen hoeven niet gekoppeld te worden in een GRIS. Het GRIS zou alleen de (sub-) indicatoren hoeven te bevatten die als attribuut van de element stromen kunnen worden weergegeven.

3.4 De internationale materiaalketen

3.4.1 Gegevens over grondstofequivalenten

Nederland is voor veel van zijn grondstoffen afhankelijk van import. Om de RMI, RMC en een recycled content indicator te kunnen berekenen zijn gegevens over de internationale toeleveringsketen noodzakelijk. Deze gegevens zouden vragen moeten beantwoorden zoals de recycled Fe content van geïmporteerde producten of hoeveel “ijzer&staal” hangt er samen met de productie van de geïmporteerde producten en services.

Eurostat's economy wide material flow accounting (ew-MFA) database is een essentiële bron van informatie zijn om het grondstofgebruik samenhangend met de import van producten te schatten. Eurostat levert verschillende tools (Eurostat, 2020), data (Eurostat, env_ac_rme dataset) en handleidingen (EC, 2018) om nationale statistische bureaus te helpen bij het uitvoeren van een material flow accounting studie.

De raw material equivalents zoals gepubliceerd door Eurostat is het cradle-to-gate materiaalgebruik van de productie van producten & services. De raw material equivalents worden berekend met behulp van Input-output analyse. Het input-output model dat hiervoor werd ontwikkeld is bekend als het EU RME model (Eurostat, 2020).

De huidige Materiaalmonitor maakt al gebruik van het RME model om de RMI en RMC van de massastromen te berekenen. De vraag is of de ew-MFA database ook gebruikt kan worden om de RMI_{Fe} en RMC_{Fe} te berekenen.

In de ew-MFA database gegevens worden 51 verschillende materiaal categorieën onderscheiden. Eén van de categorieën is ijzer. De ew-MFA database bevat dus relevante gegevens voor de “ijzer & staal”. Er worden 182 verschillende productgroepen onderscheiden, deze volgen de CPA – 2008 classificatie. Gegevens zijn beschikbaar over de periode 2008 – 2018⁴. Het EU RME model kan alleen schattingen maken van de raw material equivalent coëfficiënten voor gemiddeld EU28.

Indien de raw material equivalent coëfficiënten gebruikt gaan worden met de gegevens in het GRIS zoals deze voortkomen uit de combinatie van de Materiaalmonitor met de productcompositiegegevens uit de grondstoffenscanner moet er wel een conversie gemaakt worden tussen de raw material equivalent coëfficiënten die gebruik maken van gross ore data en het GRIS waarin de data op element basis zijn opgeslagen. De ew-MFA manual (EC, 2018) geeft conversie getallen.

In de huidige Materiaalmonitor worden de RMC en RMI berekend met behulp van een tool ontwikkeld door Eurostar waarin de jaarlijkse raw material equivalent coëfficiënten vanuit het EU RME model voor importen en exporten worden gecombineerd met de nationale handelsstatistieken. Er wordt aangenomen dat de gemiddelde Europese gemiddelden ook representatief zijn voor de import en export van Nederlandse producten. Omdat het EU RME model ook raw material equivalents voor Fe lijkt te kunnen berekenen, betekent het dat de RMC en RMI ook voor ijzer te berekenen zijn.

Het aandeel secundair “ijzer & staal” dat gebruikt wordt in de Nederlandse economie is afhankelijk van de bijdrage van gereycled “ijzer & staal” dat binnen de Nederlandse economie wordt toegepast maar is ook afhankelijk van de hoeveelheid secundair “ijzer & staal” dat als onderdeel van de geïmporteerde producten Nederland binnenkomt. De binnenlandse aanwending van gereycled “ijzer & staal” is bekend uit de data van de Materiaalmonitor. Voor de hoeveelheid secundair “ijzer & staal” in importen zullen we ons moeten wenden tot internationale data. Recycled content gegevens zijn

⁴ Eurostat's online database lijkt voor IJzer data te beschikken van 2009 – 2012 (geraadpleegd Mei 2021).

verzameld in het door het International Resources Panel (UNEP, 2011). De getallen zijn wereldwijde gemiddelden voor een gemiddeld “ijzer & staal” materiaalgroep. Tevens zijn het relatief oude gegevens. Mochten deze gegevens als voldoende beschouwd worden voor het doel van het berekenen van een indicator dan zou hiermee de “aandeel secundaire materialen, CMUR” indicator berekend kunnen worden, rekening houdend met het aandeel secundair “ijzer&staal” die verwerkt zijn in producten.

3.4.2 Te bereken indicatoren

Stel we kennen de grondstofequivalenten per product, gerecycled materiaal en afvalsoort. Nu kunnen we deze combineren met de fysieke import en exportgegevens die aanwezig zijn in de Materiaalmonitor en de monetaire gegevens die aanwezig zijn in de monetaire aanbod en gebruikstabellen. In dit geval is het essentieel dat er niet alleen de importen en exporten van de fysieke producten worden meegenomen maar ook importen en exporten van services die massaloos zijn. Het leveren van services kost in de gehele “cradle-to-gate” leveringsketen ook materiaal. Dit resulteert in import en exportdata die in hybride eenheden, i.e. deels monetair en deels fysiek zijn uitgedrukt. Deze data kunnen vervolgens gebruikt worden voor de RMC en RMI-berekening.

Stel we duiden onze hybride import en export vectoren in navolging van PBL (2018) aan met een arterisk, i.e. imp^* en exp^* . De coëfficiënt voor Fe equivalenten per product, gerecycled materiaal en afval worden aangeduid met α_p , α_r en α_w .

De berekening is als volgt:

$$RMI_{Fe} = U_{m,Fe} \mathbf{1} + (\alpha_p imp_p^* + \alpha_r imp_r^* + \alpha_w imp_w^*)$$

$$RMC_{Fe} = U_{m,Fe} \mathbf{1} + (\alpha_p imp_p^* + \alpha_r imp_r^* + \alpha_w imp_w^*) - (\alpha_p exp_p^* + \alpha_r exp_r^* + \alpha_w exp_w^*)$$

De berekening van de indicator voor het aandeel secundair “ijzer & staal” begint met het definiëren van een symbool voor de recycled content fractie in de materiaalgroep “ijzer & staal” zoals we deze kunnen terugvinden in UNEP (2011). Deze fractie wordt aangeduid met rc_{Fe} . De waarden voor de import van ijzererts (100% primair) en de waarde voor de import van RecycleIjzer (100% secundair) moeten even uit de importgegevens worden gehaald en apart gezet worden. Deze twee waarden benoemen we imp_{Fe-ore} en $imp_{Fe-recy}$. Voor alle overige producten en materialen in de importen nemen we aan dat de recycled content fractie van toepassing is. De oorspronkelijke waarden voor imp_{Fe-ore} en $imp_{Fe-recy}$ in de importen worden op 0 gezet. De berekening van het aandeel secundair “ijzer & staal” zou kunnen plaatsvinden volgens:

$$CMUR_{Fe} = \frac{U_{i,r,Fe} \mathbf{1} + hu_{r,Fe} + cvu_{r,Fe} + ivu_{r,Fe} + imp_{Fe-recy} + (\mathbf{1}imp_p + \mathbf{1}imp_r + \mathbf{1}imp_w) \times rc_{Fe}}{U_{m,Fe} \mathbf{1} + imp_{Fe-recy} + imp_{Fe-ore} + (\mathbf{1}imp_p + \mathbf{1}imp_r + \mathbf{1}imp_w)}$$

Andere maten voor het aandeel secundaire materialen toegepast in de Nederlandse economie kunnen ook worden afgeleid zoals “recycling rate” of ‘end-of-life recycling rate” maar deze zijn niet verder uitgewerkt. Over het algemeen wordt de recycled content waarde voor metalen als minder relevant gezien omdat 1) de lange leeftijd van metalen producten in combinatie met de relatief hoge groeisnelheid van de metaalvoorraad het lastig maakt om een hoge recycled content waarde te

bereiken. 2) Omdat metalen meerdere keren gerecycled kunnen worden, is het onduidelijk hoe uiteindelijk de recycled content waarde berekend moet worden (UNEP, 2011).

3.5 Combineren met voorraad gegevens

3.5.1 Gegevens over voorraden

Geen van de gewenste indicatoren in Tabel 1 vraagt direct om gegevens over de voorraad materialen in de Nederlandse economie maar voorraad informatie zou opgenomen kunnen worden in de lijst met indicatoren. Indien voorraad informatie wordt opgenomen in het GRIS kan dit vanuit technisch oogpunt twee doelen dienen. 1) Een combinatie van voorraadgegevens en de reeds gerapporteerde voorraadafname zou gebruikt kunnen worden om een uitspraak te doen over de levensduur van producten. 2) Het levert informatie over de hoeveelheden materiaal in de voorraad.

Inventarisatie van voorraden in de Nederlands economie hebben zich beperkt tot een aantal productgroepen (Delahaye et al., 2016):

- Vervoermiddelen
- Elektrische en elektronische apparaten
- Infrastructuur
- Gebouwen
- Kapitaalgoederenvoorraad voor verschillende bedrijfstakken

Verschiedende methoden zijn gebruikt om de voorraden in kaart te brengen (Delahaye et al., 2016). Van belang voor de toepassing van voorraad informatie als doel om een uitspraak te kunnen doen over de gemiddelde levensduur is dat de voorraad niet wordt geschat op basis van levensduur en voorraadtoename en voorraadafname. Dit sluit vooralsnog de voorraad gegevens m.b.t. elektrische en elektronische apparaten uit als bron van voorraadgegevens voor het GRIS als de voorraad informatie wordt gebruikt voor levensduurschattingen.

In de studie van Delahaye et al. (2016) bleek dat voor sommige productgroepen cijfers over samenstelling beschikbaar waren maar dat sommige productgroepen dit lastig was. Ook hier kunnen de productcompositiegegevens die zijn verzameld door TNO misschien uitkomst bieden om voor elke productgroep de hoeveel ijzer in de voorraad te bepalen.

Recentelijk is ook een voorraadstudie verricht door het CBS en CML (Van Oorscot et al., 2020) waarin de voorraden in de Nederlandse maatschappij voor de volgende productgroepen zijn onderzocht

- Woningen
- Utiliteitsgebouwen
- Elektronische machines
- Textiel

De voorraad materialen in woningen en utiliteitsgebouwen zijn rechtstreeks verzameld zijn door materiaal-intensiteiten van gebouwen te bepalen op basis van gebouwfunctie en bouwjaar. De materiaal intensiteiten zijn vervolgens gecombineerd met de ruimtelijke data van de BAG en BAG3D om zo de totale materiaalvoorraad, met ruimtelijke component, te berekenen (Van Oorscot et al., 2020). In de woningen en utiliteitsgebouwen voorraden worden 13 verschillende materiaalgroepen onderscheiden waaronder "Staal". Hiermee kan deze voorraadstudie een nuttige bron zijn in het GRIS om de stromen en voorraden van de materiaalgroep "ijzer & staal" in kaart te brengen. Voor het

bepalen van de levensduur is deze voorraad informatie niet nodig. BAG bevat reeds gegevens over het bouwjaar van de gebouwen.

De voorraad elektronische machines en textiel is onder andere bepaald door levensduur gegevens op te zoeken en aan de hand daarvan de voorraadschattingen te maken (Van Oorschot et al., 2020). Daarmee zijn deze voorraad gegevens niet te gebruiken voor levensduurschattingen op basis van de voorraad.

3.5.2 Te bereken indicatoren

Er zijn voor de productgroepen, die op massabasis een groot deel van de voorraden in de maatschappij vertegenwoordigen, cijfers beschikbaar over de voorraad element “ijzer” dan wel “ijzer & staal”. In hoeverre met de huidig geïnventariseerde productgroepen alle voorraden in Nederland bekend zijn is niet duidelijk. Hoe compleet de voorraad informatie is zal per metaal/materiaal verschillen. Zonder een inventarisatie van de hoeveelheid juwelen is waarschijnlijk de voorraad goud en zilver niet geheel compleet.

Het berekenen van de levensduur indicator op basis van de voorraadschattingen en de voorraadafname is af te raden. Veelal zijn voorraadschattingen gemaakt op basis van levensduurschattingen. Het berekenen van de levensduur indicator op basis van de voorraadschattingen en de voorraadafname betekend dan het terugvinden van de levensduur die gebruikt was voor de voorraadschatting wat zinloos is. De levensduur informatie die wordt verzameld binnen de voorraadstudies kunnen wel direct overgenomen in het GRIS.

Er is nog een specifiek punt waarop gelet moet worden indien voorraadinformatie wordt gekoppeld in het GRIS. De voorraadtoename in de Materiaalmonitor en beschreven in paragraaf 3.2.1, volgt de definitie in de nationale rekeningen. Wat in voorraadstudies als fysieke voorraad wordt gezien kan in de Materiaalmonitor als consumptieve uitgave door privé consumenten worden gezien. Typisch voorbeeld zijn bijvoorbeeld huishoudelijke goederen waaronder elektronica. Bij het vergelijken van voorraden en voorraadtoename en afname moet hier rekening mee worden gehouden.

3.6 Combineren met Madaster

3.6.1 Gegevens in Madaster

Madaster is een online platform (madaster.nl) dat gebruikt wordt om de materialen en producten van een gebouw en/of bouwdeel inclusief de producten in die gebouwen te registreren. Op basis van deze registratie kan een materialen paspoort (Madaster, 2020) voor een gebouw worden gemaakt en kan een circulariteits indicator (Madaster, 2021) voor een gebouw berekend worden. Doel van het Madaster is aan het eenvoudig kunnen registreren en archiveren van de materialen die gebruikt worden in een gebouw en het stimuleren van slim ontwerpen, hergebruiken van materialen en het verminderen van afval.

Het materialen paspoort geeft informatie over de oorsprong en kwaliteit van de materialen in het gebouw en de (financiële) restwaarde van deze materialen (Madaster, 2020). Het materialen paspoort geeft twee inventarisaties. Eén op basis van materialen en één op basis van producten. Deze twee inventarisaties zijn weer onderverdeeld in locatie, constructie, omhulling, technische installaties, afbouw, interieur en onbekend. De materialen die worden onderscheiden zijn: steen, glas, hout, plastic, organisch, metaal, en een categorie “onbekend”.

Als voorbeeld van een registratie kun je in een materialen paspoort de volgende gegevens aantreffen: op basis van de materialen binnen de categorie constructie staat geregistreerd een waarde van 1000 ton steen. Op basis van de producten binnen de categorie staat geregistreert 51 heipalen.

Vanuit Madaster zijn er data beschikbaar gemaakt die laten zien wat er geaggregeerd over alle gebouwinformatie binnen Madaster bekend is over staal en staalproducten. Deze informatie laat zien 1) hoeveel keer een bepaalde staal categorie wordt genoemd 2) indien bekend waar de geografische locatie is waar het staal wordt toegepast 3) het gewicht van het staal.

Het gewicht van de staalproducten is het meest interessant voor het GRIS. Er worden 112 verschillende productcategorieën genoemd. Het overgrootste deel is de categorie “staal” wat 99% van het totaalgewicht aan staalproducten is. RVS maakt 0.2% van het gewicht uit. Productcategorieën variëren van “h3 - Staallegering, RVS” tot “Staal; Vierkant kokerbuisprofiel” om een beeld te schetsen van de diversiteit aan categorieën.

Madaster is een registratiesysteem dat momenteel sterk in ontwikkeling is. Wat ten tijde van het schrijven van dit rapport nog niet mogelijk is, zou binnen één of meerdere jaren wel mogelijk kunnen zijn. Registratie van gegevens in Madaster gebeurt op vrijwillige basis maar projectontwikkelaars en woningbouwverenigingen verplichten nu al dat aannemers en architecten nieuw te bouwen woningen voorzien van een materialen paspoort. Daarnaast wordt Madaster ook gebruikt om bestaande woningen te registreren zodat bijvoorbeeld een woningbouwvereniging een schatting kan maken van de restwaarde van de materialen in de huidige woningen. Deze ontwikkelingen zorgen ervoor dat het aantal registraties in Madaster snel in omvang toeneemt. Madaster legt ook koppelingen met toeleveranciers van aannemers. De materialen die in componenten zitten die in een woning terecht komen kunnen zodoende snel en accuraat meegenomen worden.

Madaster geeft dus zeer gedetailleerde informatie over het gebruik van “ijzer & staal” in de gebouwen die zijn geregistreerd in Madaster. De vraag is hoe we deze informatie kunnen gebruiken binnen het GRIS.

3.6.2 Te bereken indicatoren

In een GRIS, waarin de Materiaalmonitor is gekoppeld met de productsamenstelling database en aangevuld met voorraad informatie is het materiaal gebruik in nieuwgebouwde woningen in principe bekend en ingedeeld in 4 productcategorieën:

- Bouw nieuw_woning
- Bouw onderh_woning
- Bouw nieuw_gebouw
- Bouw onderh_gebouw

Omdat de voorraadtoename van materialen in gebouwen in een GRIS al bekend is, is koppeling met Madaster data strikt genomen niet noodzakelijk voor een opzet van een GRIS. Maar Madaster data kunnen eventueel gebruikt worden om de kwaliteit van de voorraadtoename van materialen in gebouwen te onderzoeken en om de databases met materiaalintensiteit van gebouwen aan te vullen.

De voorraadtoename materialen in gebouwen wordt in de Materiaalmonitor berekend aan de hand van de producten die worden gebruikt door de bouwsectoren, i.e. Burgerl.&Utilit.bouw, GrondWaterWegenbouw, Slopen/Bouwrijpmaken, Bouwinstallatie, Bouwafwerking, Overige bouwactiv, zie ook Appendix A. Madaster kan potentieel direct informatie geven over de materialen die in een gebouw zitten en deze data kan vergeleken worden met de data zoals deze nu in de

Materiaalmonitor zitten. Hiermee kan de kwaliteit van de data onderzocht worden. Er moeten wel een aantal hindernissen worden overwonnen om dit mogelijk te maken.

Het is heel belangrijk om te weten wat de representativiteit is van de Madaster data voor de gemiddelde gezinswoningen en gebouwen in Nederland gebouwd in een bepaald jaar. Vooralsnog is de representativiteit niet bekend en kan Madaster nog niet vergeleken worden met de data in de Materiaalmonitor. Met de snelle ontwikkeling van Madaster zou dit in de (nabije) toekomst wel mogelijk kunnen zijn.

De materialenvoorraad in de bestaande bebouwing wordt bepaald door BAG data van het kadaster te combineren met gegevens over de materiaalintensiteit van de gebouwen en woningen, zie paragraaf 3.5. Madaster zou gebruikt kunnen worden om deze gebouwmaterialintensiteit databases aan te vullen. Madaster is specifiek interessant omdat het informatie heeft over recente nieuwbouw in Nederland. Ook voor deze inzet van Madaster is het belangrijk dat de gerapporteerde hoeveelheden materialen van additionele informatie wordt voorzien. Ten eerste moet aangegeven worden wat voor type gebouw het materiaal is verwerkt (vrijstaande woning, twee-onder-een kap, geschakelde woning etc.) en moet het materiaalgebruik worden uitgedrukt per eenheid woning (per m³ woninginhoud of per m² woning oppervlak). De huidige bestaande gebouwmaterialintensiteit databases kunnen worden gebruikt als voorbeeld voor de manier waarop deze gegevens makkelijk kunnen worden ingezet.

De eerste vorm van inzet is waarschijnlijk lastiger omdat de representativiteit niet gemakkelijk te garanderen is. De tweede vorm van inzet van Madaster is waarschijnlijk eenvoudiger te realiseren. Hiermee is Madaster een waardevolle aanvulling op de data die gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de materiaalvoorraad in woningen. De betrouwbaarheid van de data in het Madaster platform hoeft geen belemmering te zijn bij deze toepassing omdat data zodanig geaggregeerd kunnen worden dat ze niet te herleiden zijn tot individuele projecten.

4 Discussie

4.1 De materiaal groep “ijzer & staal”

Deze “praktijkstudie” had betrekking op de materiaal groep “ijzer & staal”. Dit doet voorkomen dat hiermee de stromen en voorraden van één materiaalgroep onderwerp van studie was en dat deze stromen en voorraden makkelijk terug te leiden zijn tot het element IJzer (Fe). Dat is niet het geval.

De materiaalgroep “ijzer & staal” bestaat uit een zeer diverse groep materialen. Staal is een legering waarin minder dan 2.06% koolstof aanwezig is. IJzer is een legering waarin 2.06%- 6.67% koolstof aanwezig is. Binnen de groep van staallegeringen is er een zeer grote variatie aan legeringen waarin meer of minder van het element Fe aanwezig is. Als voorbeeld zou roestvrij staal (RVS) kunnen dienen. Dit bevat 12% - 18% chromium. Andere legerende elementen in RVS kunnen nikkel, molybdenum, stikstof, titanium of mangaan zijn. Het maken van een GRIS waarin “ijzer & staal” is geregistreerd betekent dat de stromen en voorraden van heel veel verschillende elementen deels zijn geregistreerd en dat de groep “ijzer & staal” heel veel verschillende soorten legeringen omvat. Dit heeft drie consequenties.

De eerste consequentie is dat een registratie van de materiaalgroep “ijzer & staal” geen registratie bevat van de specifieke legeringen waaruit deze materiaalgroep bestaat. Specifieke legeringen waar zich bijzondere mogelijkheden of moeilijkheden kunnen voordoen bij het sluiten van materiaalkringlopen en waardoor er geen zicht is op verlies van de kwaliteit van het staal. Het kan

bijvoorbeeld handig zijn om bepaalde legeringen apart in te zamelen en apart te recyclen om zodoende de specifieke kwaliteit van die legering vast te houden. Een typisch voorbeeld is RVS dat apart wordt ingezameld. Deze stromen en voorraden zullen niet zichtbaar in een GRIS waarin de materiaalgroep “ijzer & staal” het hoogste detailniveau is.

De tweede consequentie is dat de conversie van een massastroom naar een “ijzer & staal” massa op basis van de concentratie van het element Fe een onderschatting zal geven van de massa “ijzer & staal”. Het element Fe is weliswaar een hoofdbestanddeel van “ijzer & staal” maar is zeker niet de enige component in “ijzer & staal”.

De derde consequentie is dat het GRIS wanneer gevuld met diverse verschillende materiaalgroepen een gevaar van dubbeltelling met zich meebrengt. Op het meest geaggregeerde niveau kan de Materiaalmonitor de gewichtsstromen van fossiel brandstoffen, biomassa, metalen en mineralen zichtbaar maken. Deze groepen zijn compleet en niet overlappend en kunnen worden opgeteld om zo de totale massa materiaalstromen in Nederland te berekenen. Indien we de materiaalgroep “ijzer & staal” in beschouwing nemen is dit een onderdeel van de materiaalgroep metalen. Mocht binnen het GRIS ook bijvoorbeeld apart de stromen en voorraden van “nikkel” zijn geregistreerd dan is het niet mogelijk om de materiaalgroepen op te tellen. Immers nikkel is één van de legerende elementen in “ijzer & staal” en er zou een dubbeltelling plaatsvinden van het nikkel. Een GRIS waarin verschillende materiaalgroepen zijn geregistreerd die deels overlappend zijn, hoeft geen probleem te zijn. Het moet alleen duidelijk zijn dat de materiaalgroepen niet eenvoudig allemaal bij elkaar geteld kunnen worden. Een classificatiesysteem waarin een complete inventarisatie is gemaakt van alle materialen waarin al de gedefinieerde materiaalgroepen elkaar uitsluiten bestaat voor zover wij weten niet.

De aanbeveling is om scherp te kijken naar de manier waarop de verschillende databronnen omgaan met de materiaalgroep “ijzer & staal”. Soms wordt ijzer gerapporteerd, soms wordt staal gerapporteerd, soms het element Fe, soms “gross iron ore weight”. Dit zou het beste allemaal geharmoniseerd moeten worden voordat de data gekoppeld worden ten behoeve van een GRIS. De vraag of deze harmonisatie moet plaatsvinden op het element Fe of juist een harmonisatie naar de materiaalgroep “ijzer & staal” ligt nog open.

4.2 Classificaties

De belangrijkste bron van gegevens voor het GRIS is de Materiaalmonitor. De Materiaalmonitor volgt de principes van de nationale rekeningen en de classificaties gebruikt in de nationale rekeningen. Classificaties die internationaal worden gehanteerd. Dit maakt koppeling en vergelijking met andere databronnen mogelijk zolang de andere databronnen ook gebruik maken van deze classificaties. De classificaties gaan verder dan alleen afspraken over de indeling van productgroepen en sectoren. Ook concepten als wat is wederuitvoer, een investering, of consumptie door huishoudens etc. zijn vastgelegd.

Als een databron geen gebruik maakt van internationaal afgestemde classificaties dan moet er zorgvuldig gekeken worden of en hoe de databronnen gekoppeld kunnen worden met het GRIS. Dit betekent waarschijnlijk maatwerk en de ontwikkeling van een koppeltabel waarin de indelingen gehanteerd in de databron en de internationale classificaties aan elkaar gekoppeld worden. Het maken van een koppeltabel kan tijdrovend zijn.

Bij het uitvoeren van studies, b.v. voorraadstudies verdient het de aanbeveling om vanaf het begin te kijken hoe de producten die worden geïnventariseerd kunnen worden ingedeeld volgens de internationale classificaties.

Een bijzonder probleem doet zich voor bij de indeling in materialen en metalen. Voor zover wij weten is er geen algemeen geaccepteerde indeling van materialen en metalen. Dit wordt bevestigd door de SEEA (UN, 20214) waar opgemerkt wordt dat “...there is no internationally agreed detailed classification for mineral and energy resources suitable for statistical purposes”. Op Europees niveau bestaat er een Standard Code List – Materials (SCL - Materials) maar in hoeverre deze deels hiërarchische lijst algemeen gebruikt wordt is niet bekend. De in deze studie onderzochte databronnen gebruiken in ieder geval verschillende indelingen. Dit leidt tot een specifiek probleem bij de materiaalgroep “ijzer & staal” zoals beschreven in paragraaf 4.1, maar het is een breder probleem.

Heeren & Fishman (2019) hanteren een materiaal classificatie voor gebruik in een gebouw materiaal database. Madaster gebruikt ook een materiaal classificatieschema voor gebruik in bouwmaterialen informatiesysteem. De ew-MFA database kent ook een classificatie van materialen maar deze is sterk gericht op primaire onttrekkingen en elementen.

Voor de opzet van het GRIS is het aan te bevelen dat er een materiaalclassificatieschema wordt ontwikkeld dat aansluit bij de bronnen die worden gekoppeld in het GRIS en hiërarchisch van opzet is. Wellicht kan dit op EU-niveau ontwikkeld worden waarbij misschien een aansluiting bij de SEEA ook mogelijk is. Dit classificatieschema kan helpen bij de koppeling met andere databronnen en maakt duidelijker welke materialen in het GRIS zijn opgenomen.

4.3 De internationale dimensie

Veel van de producten die intermediair of finaal worden geconsumeerd in Nederland zijn gemaakt van materialen die in het buitenland worden gewonnen. Dat hoeven niet de materialen te zijn die onderdeel zijn van de producten die worden geïmporteerd in Nederland maar kunnen materialen zijn die nodig zijn bij het maken van de producten. Gebruikmakend van ew-MFA database is het “cradle-to-gate” materiaalgebruik te schatten en zijn de RMI- en RMC-indicatoren te berekenen. Zoals besproken in paragraaf 4.1 is het belangrijk om hierbij de juiste conversie coëfficiënten te gebruiken.

Een punt van aandacht is de relatief lage product en geografische resolutie van de Fe equivalenten. Is dit voldoende om een betrouwbare RMI en RMC indicator te berekenen?

Dezelfde ew-MFA data kunnen ook gebruikt worden om een schatting te maken van de recycled Fe content van de in Nederland geïmporteerd producten. Hiermee zou een recycled Fe-content berekend kunnen worden van in Nederland gebruikte producten maar vanuit praktisch en theoretisch oogpunt lijkt dit weinig informatief. De recycled content waarde voor metalen wordt als minder relevant gezien omdat 1) de lange leeftijd van metalen producten in combinatie met de relatief hoge groeisnelheid van de metaalvoorraad het lastig maakt om een hoge recycled content waarde te bereiken. 2) Omdat metalen meerdere keren gerecycled kunnen worden, is het onduidelijk hoe uiteindelijk de recycled content waarde berekend moet worden (Greadel et al., 2011).

Voor metalen is het waarschijnlijk het beter om een end-of-life recycling rate te berekenen die eenduidiger is. Het gebruik van de end-of-life recycling rate als indicator zou (eventueel naast de recycled content indicator) zou overwogen kunnen worden. De end-of-life recycling rate kan zonder veel moeite berekend worden op basis van de data die reeds onderdeel uitmaken van de Materiaalmonitor/GRIS.

4.4 Emissies

Een beperkt aantal type emissies naar het milieu worden meegenomen in de Materiaalmonitor. Dit zijn de emissies die relevant zijn om de massabalans van de massastromen fossiel, biomassa, mineraal en metaal compleet te kunnen maken. Emissies van kleinere massastromen zoals emissies van metalen, waaronder ijzer, naar lucht, water en bodem zijn nog niet opgenomen. Voor de groep “ijzer & staal” zouden diffuse emissies van ijzer relevant kunnen zijn vanuit circulair economie perspectief. Een diffuse emissie betekend per definitie een verlies van materiaal. Databases met gegevens over emissie in Nederland zullen geen gegevens hebben over de emissie van ijzer, omdat ijzer vanuit toxicologisch- en milieuoogpunt minder relevant is.

Het is aan te raden om te onderzoeken in hoeverre incidentele emissies en grondstofonttrekkingen (intentioneel of niet intentioneel) meegenomen kunnen worden. De mijnbouw wordt gekenmerkt door incidenten waarbij de tailing pond dammen bezwijken⁵ waarna grote hoeveelheden tailings zich kunnen verspreiden over de omgeving. Daarnaast zijn recyclingactiviteiten door de aard van de werkzaamheden brandgevaarlijk.

Naast de niet eenvoudige inventarisatie van ijzer emissies samenhangend met economische activiteiten en de lastige inventarisatie van incidentele emissies en grondstofonttrekkingen zijn diffuse emissies uit toegepaste gerecyclede materialen ook een bron die bekend moet zijn voor het volgen van de ontwikkeling van de circulaire economie. Denk hierbij aan rubbergranulaat gemaakt van vermalen autobanden toegepast in kunstgrasvelden (Verschoor et al., 2018; STOWA, 2018), het gebruik van bodemas uit afvalenergiecentrales⁶ als fundering onder wegen (ILT, 2019) of de toepassing van teerhoudend asfaltgranulaat (SIKB, 2018).

4.5 Voorraden in de maatschappij

In de analyse van de gegevens benodigd voor de berekening van de gewenste indicatoren werd vastgesteld dat gegevens over voorraden in de maatschappij strikt genomen niet noodzakelijk zijn voor de berekening van de huidige set van indicatoren die worden gebruikt voor het volgen van de effecten van de introductie van de circulaire economie.

De voorraadstudies kunnen wel belangrijk zijn als bron van informatie over de levensduur van producten. Levensduur informatie die in deze voorraadstudies wordt gebruikt om de voorraden te schatten.

Wij adviseren om een voorraad informatie en voorraad indicator op te nemen in het GRIS. Er zijn verschillende redenen waarom de voorraad informatie belangrijk kan zijn. 1) Voorraad informatie is essentieel om het GRIS te gebruiken voor toekomst studies. De hoeveelheid materialen die nu zijn/worden opgeslagen in infrastructuur en producten zullen in de toekomst weer vrijkomen als afval of 2^e hands goederen. Als er nagedacht moet worden over het opzetten van afval behandelingsinstallaties en recycling dan is een beeld van de hoeveelheid, kwaliteit en oorsprong van het afval essentieel. Materiaal samenhangend met de energietransitie die zich nu opbouwt in de maatschappij zijn bijvoorbeeld PV-panelen en de carbon/glasvezel windturbine wieken. Met een levensduur van 15 – 25 jaar komt op termijn heel veel materiaal vrij (één rotorblad weegt al snel zo’n 15 ton) terwijl de recycling van PV-panelen verre van optimaal is vanuit materiaal oogpunt (Koning et al., 2020) en windturbine wieken niet gerecycled kunnen worden. 2) In de Materiaalmonitor is de

⁵ Tailing pond dammen bezwijken een >100 factor vaker dan hydrologische dammen (ICOLD, 2001) en er wordt geschat dat de tailing pond dammen een average failure rate hebben van 1.2% (Azam & Li, 2010).

⁶ Voorheen afvalverbrandingsinstallaties (AVIs)

netto voorraadtoename in een aantal jaar bekend. Over een zekere periode kan dan de voorraadtoename berekend worden door de netto voorraad toename over afzonderlijke jaren op te tellen. Omdat dit een sommatie is van netto voorraadveranderingen over de jaren kan de somverandering onzeker zijn. Vergelijken van de somverandering met voorraadstudies kan mogelijk een beeld geven van de kwaliteit van de data.

4.6 Ontwikkeling GRIS

Fysieke gebruiks- en aanbodtabellen en/of fysieke input-output tabellen voor Nederland waarin specifiek staal stromen werden gerapporteerd werden reeds 25 jaar geleden gepubliceerd (Konijn et al., 1997). In 2006 is door Hoekstra & Van den Bergh (2006) opnieuw een fysieke input-output tabel gepubliceerd voor staal in Nederland. In de publicatie van Hoekstra & Van den Bergh is beschreven hoe de fysieke input-output tabel gebruikt kan worden voor het afleiden van indicatoren o.a. over dematerialisatie en de materiaalcyclus. De studie beschreven in dit document is een herhaling van hetgeen in deze eerdere studies is beschreven alleen meer toegespitst op hetgeen er nu in de Materiaalmonitor is gespecificeerd en hetgeen er nu aan databronnen beschikbaar is⁷.

Er is echter één groot verschil met de voorgaande studies uit 2006 en 1997. De studie beschreven in dit document had geen toegang tot een fysieke input-output tabel met gegevens over staal. De overige databronnen waarin we inzage hadden hebben wel inzage gegeven in de specifieke staalgegevens die bekend waren ondanks dat deze gegevens als vertrouwelijk gekarakteriseerd zijn.

Het niet kunnen inzien of kunnen gebruiken van de “ijzer & staal” data in de Materiaalmonitor heeft ertoe geleid dat de oorspronkelijke opdracht om een praktijkstudie voor de materiaalgroep “ijzer & staal” uit te voeren niet mogelijk was. De praktijkstudie kreeg een conceptueel karakter terwijl conceptuele raamwerken op basis van fysieke aanbod- en gebruikstabellen al decennia geleden beschreven en praktisch ingevuld zijn.

Gegevens en conceptuele raamwerken om grondstoffen en materialen te volgen in de Nederlandse economie met een uitwerking naar afgeleide indicatoren zijn al decennia bekend. Daarmee lijken data en raamwerken voor het ordenen van deze data niet het hoofdprobleem zijn bij het opzetten van het GRIS. De ontwikkeling van het GRIS zou zich dan ook in eerste instantie moeten richten op de institutionele organisatie van het GRIS. Natuurlijk zijn er technische deelproblemen op te lossen zoals bediscussieerd in voorgaande paragrafen, maar deze zijn ondergeschikt aan het institutionele probleem.

5 Conclusie en aanbevelingen

Door het combineren van de gegevens uit de materialenmonitor met additionele bronnen zoals in dit rapport beschreven zijn de gewenste indicatoren in principe ook te berekenen voor de materiaalgroep “ijzer&staal”.

De materiaalgroep “ijzer & staal” is heterogeen en bestaat niet volledig uit het element ijzer. Sommige databronnen rapporteren ijzer anderen staal en soms het element Fe of zelfs “gross iron ore weight”. Dit zou het beste allemaal geharmoniseerd moeten worden voordat de data gekoppeld worden ten

⁷ De data kwaliteit en het data detail gaat niet per definitie vooruit in de loop van de tijd. Waar voorheen het CBS micro data had over de oorsprong van goederen zijn deze micro data anno 2021 niet meer beschikbaar. Dit maakt de compilatie van gegevens voor de Materiaalmonitor lastiger.

behoefte van een GRIS. De vraag of deze harmonisatie moet plaatsvinden op het element Fe of juist een harmonisatie naar de materiaalgroep “ijzer & staal” ligt nog open.

Het verdient aanbeveling om voor het GRIS een materiaalclassificatieschema te ontwikkelen dat aansluit bij de bronnen die worden gekoppeld in het GRIS en hiërarchisch van opzet is. Dit classificatieschema kan helpen bij de koppeling met andere databronnen en maakt duidelijker welke materialen in het GRIS zijn opgenomen.

De materialen die samenhangen met geïmporteerde producten kunnen worden bepaald met behulp van de Europese ew-MFA data en tools, ook wat betreft de materiaalgroep “ijzer&staal”. Wat niet goed kan is het bepalen van de recycled content indicator. De waarde kan wel berekend worden voor “ijzer&staal” maar is onzeker en is weinigzeggend. Een eenduidiger en betrouwbaardere indicator is de end-of-life recycling rate die berekend kan worden op basis van de gegevens die al in de Materiaalmonitor/GRIS aanwezig zijn.

De opname van gegevens over voorraden in de maatschappij lijkt ons essentieel om het GRIS te kunnen gebruiken voor toekomststudies. Daarnaast kan voorraad informatie mogelijk gebruikt worden om een beter beeld te krijgen van de kwaliteit van de data in het GRIS. De voorraadstudies zijn tevens een bron van informatie over de levensduur van producten. Het is wel belangrijk dat de voorraadstudies zoveel mogelijk gebruik proberen te maken van de classificaties zoals gehanteerd in de nationale rekeningen en het GRIS.

Madaster kan een interessante bron van informatie met betrekking tot gebouwcompositie en kan daarmee bijdragen aan de gebouwvoorradestudies. Directe koppeling met het GRIS om de voorraadtoename van materialen in nieuwe gebouwen lijkt lastig omdat de representativiteit van de woningen en gebouwen opgenomen in Madaster onduidelijk is.

Diffuse emissies van stoffen uit de toepassing van (secundaire) materialen is een punt van aandacht. Een diffuse emissie betekent een permanent verlies van materiaal en het kan ook relevant zijn vanwege mogelijke milieueffecten. Hoe groot dit probleem is, is onbekend. Met de gewenste toename van hergebruik van materialen is het van belang om hier zo'n volledig mogelijk beeld te krijgen van deze diffuse emissies en dit te volgen in het GRIS.

Koppeling van databronnen kan het beste plaatsvinden op het hoogste detailniveau zodat er het minste verlies aan informatie is. Dit betekent dat er met vertrouwelijke informatie gewerkt moet worden. Dit heeft implicaties voor de opzet en het beheer van het GRIS. In het verleden is er al gedemonstreerd dat een Materiaalmonitor in combinatie met andere databronnen, indicatoren met trekking tot specifiek materiaalgroepen, waaronder “ijzer&staal” kon genereren. Om deze capaciteit van het GRIS te operationaliseren, zou de ontwikkeling van het GRIS zich nu in eerste instantie moeten richten op het institutionele aspect van het GRIS.

6 Referenties

AR (2005) Handleiding onderzoek naar doelmatigheid en doeltreffendheid. Algemene Rekenkamer (AR), Den Haag.

Azam, S. & Q. Li (2010) Tailings dam failures: A review of the last one hundred years. Geotechnical News, December 2010, p50-53.

Bastein, T, E. Rietveld & S. van Zyl (2014) Materialen in de Nederlandse Economie - Een beoordeling van de kwetsbaarheid. TNO-rapport, Delft 98p.

CBS (2020) GRIS Materiaalmonitor metadata rapport, nov '20. 5p.

Delahaye, R. & D. Zult (2013) Monitor Materiaalstromen, Statistics Netherlands, Den Haag/Heerlen.

Delahaye, R, K. Keller, C. Graveland, A. Pieters & J. Vuik (2015) Material flow Monitor - a time series, Statistics Netherlands, Den Haag/Heerlen. 38p.

Delahaye, R, H. Meeuwissen, V. van Straalen & K. Baldé (2016) Uitbreiding Materiaalmonitor met voorraden CBS Den Haag 20p.

EC (2018) Economy-wide material flow accounts handbook - 2018 edition. Luxembourg, 138p. doi: 10.2785/158567

Eurostat (2020) Handbook for estimating raw material equivalents of imports and exports and RME-based indicators on the country level – based on Eurostat's EU RME model. 21p.

Heeren, N. & T. Fishman (2019) A database seed for a community-driven material intensity research platform. Scientific Data 6(23)1-10. doi:10.1038/s41597-019-0021-x

Hoekstra, R. & J.C.J.M. van den Bergh (2006) Constructing physical input–output tables for environmental modeling and accounting: Framework and illustrations. Ecological Economics 59(3) 375-393. doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.11.005.

ICOLD (2001) Tailings dams, risk of dangerous occurrences; Lessons learnt from practical experiences. Paris France, 144p.

ILT (2019) Signaalrapportage - Analyse risico's in de keten van bodemas. Inspectie Leefomgeving en Transport, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag. 6p.

Koning, A. de, E. Valk & M.C. Zijp (2020). Circulair inkopen van dienstauto's, zonnepanelen en ICT-hardware. Achtergronddocument bij effect meten van circulair inkopen voor de ICER. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven

Konijn, P., S. de Boer & J. van Dalen (1997) Input-output analysis of material flows with application to iron, steel and zinc. Structural Change and Economic Dynamics 8(1)129-153. doi: 10.1016/S0954-349X(96)00063-X

Madaster (2021) Madaster circularity indicator eexplained. 19p.

PBL (2018) Circular economy: what we want to know and can measure. Framework and baseline assessment for monitoring the progress of the circular economy in the Netherlands. 90p.

PBL (2020) Werkprogramma monitoring en sturing circulaire economie 2020; Producten voorzien in 2020 en verder. 18p.

PBL (2021) Integrale Circulaire Economie Rapportage. PBL-publicatienummer: 4124. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag. 256p.

Rietveld, E. & Bastein, T. (2019) In search of an appropriate criticality assessment of raw materials in the Dutch economy. Chapter 8 in Offerman S.E. (2019) Critical Materials: Underlying causes and sustainable mitigation strategies. New Jersey: World Scientific, Series: World Scientific series in current energy issues; volume 5. isbn 9789813271043. doi: 10.1142/11007

Rijkswaterstaat (2020) Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2018. Werkgroep Afvalregistratie, Utrecht 83p.

SIKB (2018) Notitie IBC-werken: praktijk van monitoring en handhaving. Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, Gouda. 2p.

STOWA (2018) Rubber-granulaat op kunst-grasvelden; erkenning milieueffecten voor het aquatisch ecosysteem. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort 84p.

UNEP (2011) Recycling rates of metals – a status report. A report of the working group on the global metal flows to the International Resource Panel. Nairobi, Kenya, 44p.

UN (2014) System of Environmental-Economic Accounting 2012— Central Framework. 346p. isbn: 987-92-1-161563-0.

Van Berkel, J. & R. Delahaye (2019a) Material Flow Monitor 2016 – technical report CBS Den Haag. 23p.

Van Berkel, J., N. Schoenaker, A. van de Steeg, L. de Jongh, R. Schovers, A. Pieters & R. Delahaye (2019b) Materiaalstromen in Nederland. Materiaalmonitor 2014-2016, gereviseerde cijfers. CBS Den Haag. 49p.

Van Bruggen, A.R., L.A. de Jongh, R. Mosterd, E. Rietveld & E.J.T. Rijksen (2021) Op weg naar een Grondstoffen Informatie Systeem (GRIS): data koppelen op waarde geschat; Proof of concept koppelen van datasets over kritieke materialen en materiaalstromen in de circulaire economie. RIVM-briefrapport 2021-0035, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 77p.

Van Oorschot, J., E. van der Voet, V. van Straalen, V. Tunn & R. Delahaye (2020) Voorraden in de maatschappij: de grondstoffenbasis voor een circulaire economie deel II met case studies op gebied van gebouwen, elektronische machines en textiel Universiteit Leiden, Centrum voor Milieuwetenschappen en Centraal Bureau voor de Statistiek. 80p.

United Nations (2018) Handbook on Supply and Use Tables and Input-Output Tables with Extensions and Applications. 735p. isbn: 978-92-1-1.

Verschoor, A. J., C. W. M. Bodar, R. A. Baumann (2018) Verkenning milieueffecten rubbergranulaat bij kunstgrasvelden. RIVM Briefrapport 2018-0072. 112p.

Appendix A: Sectoren onderscheiden in materiaal monitor

Dit zijn de sectoren onderscheiden in de meest gedetailleerde

1	1109	Akkerbouw
2	1209	Tuinbouw
3	1400	Veehouderij
4	1500	Overige Landbouw
5	1600	Agrar.dienstverlen.
6	2000	Bosbouw
7	3000	Visserij
8	6000	Aardolie/gaswinning
9	8000	Winn.Ov.delfstoffen
10	9000	Dnstverl.Delfstofwin
11	10112	Slachterijen
12	10130	Vleesverwerking
13	10200	Visverwerking
14	10310	Aardappelproducten
15	10329	Groente-/Fruitprod.
16	10400	Vervaard.OliënVetten
17	10500	Vervaard.Zuivelprod.
18	10670	MeelBroodDeegwaren
19	10813	KoffieTheeSuiker
20	10820	Cacao/Choc.bewerk.
21	10849	Vervaard.Ov.voeding
22	10900	Vee-/diervoederved.
23	11000	Vervaard.dranken
24	12000	Vervaard.tabaksprod.
25	13450	TextielConfectieLeer
26	16000	Hout(-producten)
27	17000	Papier(-waren)
28	18000	DrukkerijReprod.
29	19000	AardoliePekCokes
30	20130	Anorg.prod/Splijst.
31	20140	Petrochemische prod.
32	20150	Kunstmest/stikstof
33	20199	Basischemie
34	20900	Eindchemie
35	21000	Farmaceut.industrie
36	22000	RubberKunststof
37	23199	Ov.bouwmater.prod.
38	23600	Beton/cementprod.
39	24159	YzerStaalFerroleger.
40	24459	Non-ferrometalen
41	25100	Metal.bouwconstr.
42	25290	Vervaard.Ov.metaalpr
43	26000	AudioVideoCompOptis.
44	27000	Elektr.mach&huish.ap
45	28000	Ov.Machines&appar.
46	29000	AutoCarr&Onderd.ind.
47	30100	Scheepsbouw
48	30230	Tram/trein/vliegtuig
49	30490	Ov.transportmiddel.
50	31000	Meubel-/matrasprod.
51	32129	Prod.v.Ov.goederen
52	32500	Medis.instrum&hulpm.
53	32991	Sociale werkvoorz.
54	33000	RepOndInstalMach&app
55	35109	Prod./Handel Energie
56	35123	ExplTransp.net/Distr
57	36000	Waterwinn./-distrib.

58	37890	Milieudnstverl.Part.
59	38300	Recycling/Sloop
60	41100	Projectontwikkeling
61	41200	Burgerl.&Utilit.bouw
62	42000	GrondWaterWegenbouw
63	43100	Slopen/Bouwrijpmaken
64	43200	Bouwinstallatie
65	43319	Bouwafwerking
66	43390	Overige bouwactiv.
67	45129	Autodetailhand/Repar
68	45431	AutoMot.ImportGrooth
69	46100	Handelsbemiddeling
70	46203	Gr.hd.LandbDierVoedG
71	46409	Gr.hd.Cons.art(n-fd)
72	46460	Gr.hd.FarmaMedOrthop
73	46510	Gr.hd.CompRandapSoft
74	46520	Gr.hd.ElectroTelecom
75	46600	Gr.hd.Mach/Ap.ind&hd
76	46710	Gr.hd.Brandst/Ov.min
77	46770	Recup.afval/schroot
78	46979	Ov.(nt-)gespecial.GH
79	47199	Detailhandel
80	47300	Benzineserv.stations
81	49120	Spoorvervoer gd/pers
82	49319	Ov.openbaar vervoer
83	49320	Taxivervoer
84	49450	Goed.vervr.weg/pijpl
85	50120	Zee-/kustvaart
86	50340	Binnenvaart
87	51000	Luchtvaart
88	52129	Opslag/Ov.dnst.verv.
89	52220	Dnstverl.verv.water
90	52230	Dnstverl.verv.lucht
91	53000	Post&Koeriers
92	55000	HorecaLogiesverstrek
93	56000	Horeca Eten/drinken
94	58000	Uitgeverijen
95	59000	ProdDistribFilmTVRad
96	60000	Uitzenden TV/Radprog
97	61000	Telecommunicatie
98	62000	Computerservice
99	63000	WebhostingPersburo's
100	64199	Bankwezen
101	64200	Byzond.Financ.Instel
102	65000	Verzekeringswezen
103	66000	Financ.hulpbedr.
104	68130	MakelaarHandel in og
105	68204	Expl.bedrijfsgebouwen
106	68208	Verhuur woningen
107	68900	Eigen woningbezit
108	69100	Juridis.dienstverl.
109	69200	AccountBelastAdmin.
110	70100	Holdings&Concerndnst
111	70200	ManOrgPR-adviesburos
112	70900	DGA's&Beheermyen
113	71100	Ingenieurs&Archit.
114	71200	Keuring&controle
115	72000	Speur&Ontwikkeling
116	73000	Reklame&marktonderz.
117	74000	ConsultFotoInd.ontw.
118	75000	Veterinaire dnstverl
119	77100	LeaseVerhuurVoertuig
120	77234	LeaseVerhuurOverig

121	78000	Uitz.DetachArb.bemid
122	79119	Reisbemid&reserver.
123	79120	Reisorganisaties
124	80000	Beveiliging&opspor.
125	81000	ReinigFacilitHoven.
126	82000	Ov.zakel.dnstverlen.
127	84000	Openbaar bestuur
128	85234	Gesubsid.onderwijs
129	85560	Particulier onderwijs
130	86000	Gezondheidszorg
131	87889	Welzijnszorg
132	88199	Overig welzijn
133	90000	KunstTheaterEvenem.
134	91000	CultuurMuseaNat.beh.
135	92000	Gokwezen
136	93000	SportOntspanning
137	94000	Werkg.Werkn./Fondsen
138	95000	Repar.comp.&cons.art
139	96000	Begraf./Wellness/Wass
140	97000	Huish.als werkgever
141	99993	Cons.interm.bouwgoed
142	99994	Cons.interm.ov.goed
143	350000	Voorraden (gebruik)
144	411000	Import (aanbod)
145	311000	Export (gebruik)
146	311500	Wederuitvoer (gebruik)
147	320000	Huishoudens
148	340009	Accumulatie
149	999999	Milieu

Appendix B: Producten onderscheiden in materiaal monitor

1	111100	Tarwe
2	111200	Maïs
3	111310	Gerst
4	111340	Overige graansoorten
5	111700	Peulvruchten
6	111810	Sojabonen
7	111823	Grondnoten(pinda's)
8	111899	Ov.oliehoud.zaden
9	113120	Koolsoorten
10	113310	Paprika's
11	113320	Komkommers
12	113340	Tomaten
13	113430	Uien
14	113511	Pootaardappelen
15	113512	Cons.aardappelen
16	113513	Zetmeelaardappelen
17	113529	Ov.eetb.wortel&knol
18	113690	Zaazaden
19	113710	Suikerbieten
20	113800	Champignons
21	113990	Overige groenten
22	115100	Tabak
23	116900	Ov.plantaardig mater
24	119100	Voedergewassen
25	119200	Bloemen
26	123000	Citrusfruit
27	124100	Appels
28	124590	Overig fruit
29	125690	NootBanaanOlijf ed
30	127110	Koffie ongebrand
31	127140	Cacaobonen
32	127890	Gewassen neg
33	130009	Inv.eb.plantopstand.
34	130110	Bloembollen
35	130129	Boom/plant/stek/ent
36	141190	Runderen
37	141290	Rauwe melk
38	142120	Kalveren
39	143459	Overige diersoorten
40	146110	Varkens
41	146120	Biggen
42	147100	Pluimvee
43	147200	Eieren
44	149290	Ov.dierlijke product
45	149390	Wol/Huid,ruw
46	160000	Agrarische diensten
47	200000	Bosbouwproducten
48	300000	Verse VisWaterd(-pr)
49	500000	Steen-/bruinkool
50	610110	Aardolie ruw
51	610120	Aardgascondensaat
52	620000	Aardgas
53	710000	IJzererts
54	720000	Non-Ferro ertsen
55	811000	Natuursteen
56	812110	Zand
57	812120	Grind
58	812200	Klei
59	891000	Mineral.v.chem.ind.

60	892000	Turf
61	893000	Zout
62	899000	Delfstof neg
63	900000	Dnst. tbv delfst.win
64	1009999	Loondnst voeding
65	1011119	Kalfs-/rundvlees
66	1011129	Varkensvlees
67	1011191	Ov.vleessoorten
68	1011192	Ov.slachtproducten
69	1012000	Pluimveevlees
70	1013000	Bewerkt vlees/worst
71	1019001	Nt-eetb.slachtafval
72	1020000	BewerkVisWaterd(-pr)
73	1031000	Aardappelprod.
74	1032000	Vruchten-/groentesap
75	1039100	Bewerk.&diepvr.grnte
76	1039200	Bew.fruit&-conserven
77	1041410	Veekoeken
78	1041900	Oliën/vetten
79	1042000	Margar.ea.spijsvett.
80	1051111	Ondermelk
81	1051112	Consumptiemelk
82	1051120	Consumptieroom
83	1051210	Magere melkpoeder
84	1051220	Volle melkpoeder
85	1051310	Boter
86	1051320	Boterolie
87	1051400	Kaas
88	1051510	Gecondens.melk
89	1051520	Yoghurt/GistZuurpr.
90	1051556	Wei(-producten)
91	1051590	Zuivelproducten neg.
92	1052000	Consumptie-ijs
93	1061100	Rijst
94	1061200	Meel&deeg v.graan
95	1061349	Ov.graanprod
96	1062110	Zetmeel
97	1062130	Div.suikersoorten
98	1062900	Ov.zetmeelproducten
99	1071110	Brood
100	1071120	Gebak
101	1072000	Ov.bakkerijproducten
102	1073000	Deegwaren
103	1081100	Suiker
104	1081900	Melasse ea bypr.suik
105	1082010	Chocoladeprod.
106	1082020	Suikerwerk e.d.
107	1082110	Cacaomassa
108	1082120	Cacaoboter
109	1082190	Cacaopoeder
110	1083010	Koffie
111	1083020	Thee
112	1084000	Specerijen/saus
113	1085000	Bereide maaltijden
114	1086000	Kinder-/dieetvoeding
115	1089110	Soepen
116	1089123	Ov.bakkerijgrondst.
117	1089190	Voedingsmiddelen neg
118	1091019	Veevoeders
119	1091020	Kunstkalvermelk
120	1092000	Huisdierenvoer
121	1101000	Gedistil.alcoh.drank
122	1102340	Wijn,cider e.d.

123	1105000	Bier
124	1106000	Mout
125	1107110	Mineraal-/bronwater
126	1107190	Ov.niet-alcoh.drank
127	1109999	Loondnst drank
128	1200113	Sigaren
129	1200115	Sigaretten
130	1200120	Shag/pijptabak
131	1200129	Cannabis
132	1209999	Loondnst tabak
133	1310000	Garens/Vezels
134	1314159	Loondnst KledTexLeer
135	1320000	Weefsels
136	1392110	Beddengoed
137	1392500	Woningtextiel
138	1393000	Tapijten
139	1395100	Textielvlies
140	1399000	Ov.textielwaren
141	1412000	Werkkleding
142	1413939	Bovenkleding/Trui
143	1414931	Onderkleding/Sok
144	1419000	Overige kleding
145	1510000	Leer/lederwaren
146	1520000	Schoenen ed.&onderd.
147	1609999	Loondnst hout(prod)
148	1610000	Hout primair
149	1621100	Triplex e.d.van hout
150	1621200	Fineer/plaat v.hout
151	1622000	Parket v.hout
152	1623111	Raam/kozijn v.hout
153	1623112	Deuren v.hout
154	1623120	Ov.timmerwerk
155	1624000	Emballage v.hout
156	1629000	Ov.houtproducten
157	1709999	Loondnst PapierKart
158	1711000	Pulp/cellulose
159	1712110	Krantenpapier
160	1712199	Ov.papier/karton
161	1712300	Pap./Kart.v.verpakk.
162	1721000	Emballage v.pap/kart
163	1722100	Hygienisch verband
164	1722900	Huish/sanit.pap.war
165	1723000	Kantoorbenod.v.pap.
166	1724000	Wandbekleding
167	1729199	Pap/kart.-waren neg
168	1811000	Druk.v.dagbl.in opdr
169	1813040	Zetten/graf.afwerk.
170	1819000	Ov.drukken/printen
171	1909999	Loondnst aardoliepr.
172	1910000	Cokesovenproducten
173	1920211	Benzine
174	1920231	Nafta's
175	1920241	Jetfuel
176	1920249	Bunker. jetfuel
177	1920261	Gasolie grondst.
178	1920262	Diesel
179	1920263	Gasolie verwarming
180	1920269	Bunker. diesel
181	1920270	Petroleum
182	1920280	Stookolie
183	1920289	Bunker. stookolie
184	1920290	Smeerolie
185	1920311	Vloeib.PropaanButaan

186	1920312	Autogas (lpg)
187	1920320	Overige gassen
188	1920490	Briket&ov.aardoliepr
189	2009999	Loondnst chemie
190	2011000	Industriële gassen
191	2012000	Kleurstoffen
192	2013100	Splijt-/kweekstof
193	2013240	Zuren
194	2013890	Overige zouten
195	2013990	Anorgan.grondst.e.d.
196	2014110	OvAcycl.koolwat.stof
197	2014120	Ov.Cycl.koolwat.stof
198	2014199	Halogenen/Fenolen
199	2014220	Alcoholen
200	2014340	Carbon-/aminozuren
201	2014529	Caprolactam ed
202	2014639	Ethers ed.
203	2014730	Aromaten
204	2014745	Alcohol >80%
205	2014990	Ov.organ.grondst.
206	2015100	Kunstmest
207	2015900	Ov.stikstofverbind.
208	2016100	Polyetheen
209	2016200	Polystyreen
210	2016300	Pvc
211	2016400	Polyacetaten
212	2016510	Polypropyleen
213	2016520	Overige polymeren
214	2016540	Polyamide
215	2016550	Polyurethaan
216	2016599	Overige kunstharsen
217	2017000	Synthetische rubber
218	2020000	Bestrijdingsmid.
219	2030100	Verf/vernis
220	2030240	Drukinkten
221	2030299	Ov.verfproducten
222	2041000	Was-/reinig.mid.ed
223	2041300	Zeep/poetsprod.
224	2042110	Parfums ed.
225	2042126	Huid-/haarverz.mid.
226	2042199	Ov.kosmetische prod.
227	2051000	Vuurw/Springstof/Luc
228	2052900	Lijmen/gelatine
229	2053000	Etherische oliën
230	2059100	Fotochemische prod.
231	2059910	Biobrandstof e.d.
232	2059920	Chemische prod. neg
233	2060000	Kunst-/synth.garens
234	2109999	Loondnst farmacie
235	2110910	Farmaceut.verbind.
236	2110920	Farmaceut.grondst.
237	2120100	Geneesmiddelen
238	2120210	Sera/vaccins
239	2120240	Gaas/verband
240	2120290	Ov.farmac.prod.
241	2120299	CocaïneHeroïneXTC
242	2209999	Loondnst RubKunstst.
243	2211000	Rubber banden
244	2219000	Ov.Rubberprod.
245	2221290	Staaf/slang v.kunst
246	2221300	Plat.ongecel.v.kunst
247	2221400	Ov.platen v.kunst
248	2222000	Verpakking v.kunst.

249	2223000	Bouwart.v.kunst.
250	2229000	Ov.product.v.kunst.
251	2309999	Loondnst bouwmater.
252	2312199	Vlkglasproducten
253	2313199	Glaz.FlesPotVaas ed.
254	2314990	Ov.bewerkte glasprod
255	2323400	Ov. Keramische prod.
256	2339000	Keram.Bouwmat/Tegels
257	2341000	Keram.sier/huish.art
258	2351900	Cement/kalk/gips
259	2361110	Stenen van beton
260	2361199	Overige betonwaren
261	2361900	Bouwelem.v.beton
262	2363400	Beton/mortel
263	2370000	Bewerkte natuursteen
264	2390000	Bouwmaterialen neg
265	2409999	Loondnst metalen
266	2410120	Ferro primair
267	2410543	Ferro gewalst, plat
268	2410600	Ferro gewalst, rond
269	2410790	Ferro profielen
270	2420900	Ferro buizen
271	2432120	Plaatststaal
272	2439000	Overig staal
273	2442110	Aluminium, ruw
274	2442120	Aluminiumoxyde
275	2442200	Alumin.halffabrik.
276	2443120	Zink, ruw
277	2443220	Zink halffabrik.
278	2444100	Koper
279	2444200	Koper halffabrik.
280	2449190	Ov.non-ferrometalen
281	2509999	Loondnst metaalprod
282	2511000	Metal.constructiewerk
283	2512000	Metal.deuren/ramen
284	2521100	CV-ketels/radiatoren
285	2521900	Metal.tanks/reserv.
286	2530000	Metal.stoomketels
287	2540000	Wapens&munitie
288	2571390	Handgereedschap e.d.
289	2572000	Hang-&sluitwerk
290	2573490	Onderd.v.gereedschap
291	2591290	Metalen vaten
292	2593900	Spijker/veer/draad
293	2594900	Bout/schroef/moer ed
294	2599100	Metal.huish.sanit.
295	2599200	Ov.metaalproducten
296	2609999	Loondnst CompOv.elek
297	2611390	Geïntegr.schakelaars
298	2619000	Ov.elektron.compon.
299	2620000	ComputRandapp&onderd
300	2630100	Zendtoest./Tv-camera
301	2630200	Telefoontoest.
302	2630340	Onderd.zendtst/telef
303	2640100	Radio's/telegrafie
304	2640200	Televisies/monitors
305	2640300	Audio-/video-appar.
306	2640560	Ond.v.audio/video
307	2650000	Meet-®elappar.
308	2660000	Med.instrum./-app.
309	2670100	Foto-/filmapp&ond.
310	2670200	Optische artik.&ond.
311	2680000	Infodragers, leeg

312	2709999	Loondnst elektr.app.
313	2711000	Elek.mot/trafo&ond.
314	2712900	Schakel/verdeel&ond.
315	2720000	Batterijen/accu's
316	2739000	Geisoleerde kabel
317	2740000	Verlichtingsart/-ond
318	2751110	Koel-/vrieskasten
319	2751130	Was-/droogmachines
320	2751299	Elektr.kookappar.
321	2752000	Hh.VerwKook(nt-elek)
322	2759000	Ov.el.huish.app/ond.
323	2790000	Ov.elektr.appar.ed
324	2800008	Exp.2e-h.machines
325	2800009	Inv.eb.mach./instal.
326	2809100	Onderd.v.machines
327	2809999	Loondnst machines
328	2811000	Turbine/motor
329	2812000	Pomp/compressor
330	2814000	KraanKlepAfsluit
331	2820900	Ov.mach.v.alg.gebr.
332	2822100	Takel/lier/Lift e.d.
333	2823000	Kantoormachines
334	2824000	Mech.handgereedsch.
335	2825000	Machine koel/klimaat
336	2829129	Filtertoestel
337	2829210	Mach.rein./verp.fles
338	2830000	Mach.v.landbouw
339	2840000	Gereedschapswerktuig
340	2890000	Mach.v.ov.bedr.takk.
341	2900009	Inv.eb.wegvervoermid.
342	2909999	Loondnst auto(-ond)
343	2910100	Verbrandingsmotoren
344	2910200	Personenauto's
345	2910207	Cons.v.leaseauto's
346	2910208	Exp.2e-h.pers.auto
347	2910400	Vrachtauto's e.d.
348	2910408	Exp.2e-h.vrachtauto
349	2910590	BusOpleggerContainer
350	2920100	Autocarrosseriën
351	2920220	Caravans e.d.
352	2939000	Ov.auto-onderdelen
353	3000008	Exp.2e-h.ov.vervmid
354	3000009	Inv.eb.Ov.vervoermid.
355	3009999	Loondnst OvTranspMid
356	3011100	Marineschepen
357	3011200	Vrachtschip/veerboot
358	3011300	Ov.drijv.materieel
359	3012000	Plezierboten
360	3020000	Trein/tram&onderd.
361	3030300	VliegtHeliZweefBall.
362	3030590	Straalmotoren
363	3030990	Ond.v.luchtvaartuig.
364	3091000	Motorfietsen&onderd.
365	3092000	Fietsen&ond(nt-mot.)
366	3099090	Ov.wagens/transp.mid
367	3100100	Zitmeubelen
368	3100200	Meubeldelen
369	3101000	Bedrijfsmeubelen
370	3102000	Keukenmeubelen
371	3103000	Matrassen
372	3109120	Slaapkamermeubel.
373	3109900	Overige meubelen
374	3109999	Loondnst meubels

375	3209999	Loondnst Medis/Ov.hh
376	3210000	Sieraden/munten
377	3220000	Muziekinstrum.
378	3230000	Sportartik.&-mater.
379	3240000	Spel/speelgoed
380	3250400	Bril/contactlenzen
381	3250900	Medische instrum/app
382	3299010	Teken-/schrijfartik.
383	3299020	Ov.artikelen neg
384	3311900	Rep/Ondh/Inst.metaal
385	3312900	Rep/Ondh/Inst.mach.
386	3313900	Rep/Ondh/Inst.elek.
387	3315000	Rep/Ondh/Inst.schip
388	3316000	Rep/Ondh/Inst.vliegt
389	3317000	Rep/Ondh.trein e.d.
390	3500009	Marges energie
391	3509999	Loondnst energie
392	3510000	Elektriciteit
393	3520120	Hoogovengas
394	3530000	Stoom/Ww/Stadsverw.
395	3540000	Netdiensten
396	3600000	Water
397	3789010	Milieudnst.overheid
398	3789020	Milieudnst.partic.
399	3789050	Reinigingsrechten
400	3811510	Glasafval
401	3811520	Oud papier
402	3811540	Rubberafval
403	3811550	Kunststofafval
404	3811560	Afval textiel/leer
405	3811581	Hoogovenslak
406	3811582	Afval ferro
407	3811583	Afval aluminium
408	3811584	Afval koper
409	3811585	Afval ov.non-Ferro
410	3811591	Houtafval
411	3812000	Afval gevaarl./gifst
412	4100011	Bouw nieuw_woning
413	4100012	Bouw onderh_woning
414	4100021	Bouw nieuw_gebouw
415	4100022	Bouw onderh_gebouw
416	4121009	Inv.eb.woningen
417	4122009	Inv.eb.bedr.gebouw
418	4200009	Inv.eb.gww-werken
419	4211000	Wegen_gww
420	4212129	SpoorVliegSpecif_gww
421	4213000	Kunstwerken_gww
422	4221200	KabelsBuisen_gww
423	4291000	Waterbouw_gww
424	4312310	SloopGrondwerk_won
425	4312320	SloopGrondwerk_geb
426	4312330	SloopGrondwerk_gww
427	4320031	Instal.nieuw_gww
428	4320032	Instal.onderh_gww
429	4321011	Instal.nieuw_woning
430	4321012	Instal.onderh_woning
431	4321021	Instal.nieuw_gebouw
432	4321022	Instal.onderh_gebouw
433	4322011	Isolatie nieuw_won
434	4322012	Isolatie onderh_won
435	4322021	Isolatie nieuw_geb
436	4322022	Isolatie onderh_geb
437	4330011	Afwerk.nieuw_won

438	4330012	Afwerk.onderh_won
439	4330021	Afwerk.nieuw_geb
440	4330022	Afwerk.onderh_geb
441	4330030	Afwerking_gww
442	4390011	Werkzam.nieuw_won
443	4390012	Werkzam.onderh_won
444	4390021	Werkzam.nieuw_geb
445	4390022	Werkzam.onderh_geb
446	4390030	Ov.werkzaamh.Bouw
447	4511007	MargeCons.2eh.auto
448	4519407	MargConsOv.2eh.voert
449	4520000	RepOnderhWas_AutoMot
450	4610000	Handelsdiensten
451	4645009	Groothand.marges
452	4700007	MargConsOv.2eh.goed
453	4745009	Detailhand.marges
454	4910000	Pass.verv.per trein
455	4920000	Goed.verv.per trein
456	4931000	Pass.vervoer TramBus
457	4939900	Taxi/Ov.pers.vervoer
458	4941000	Wegverv.vracht
459	4950000	Vervoer via pijpleid
460	4950519	Vervoersmarges
461	5010300	Veerdiensten
462	5010900	Gr.vaart passagiers
463	5012200	ZeeKustVerh/sleepvrt
464	5020100	Zee-/kustvaart goed.
465	5030100	Pers.verv.binn.vaart
466	5034200	Overige binnenvaart
467	5040100	Goed.verv.binn.vaart
468	5110180	Luchtv.pass.lijndnst
469	5110190	Luchtv.pass.charters
470	5112200	Lease/Verh.vliegtuig
471	5121140	Luchtv.vrachtCharter
472	5121190	Luchtv.vracht Lijn
473	5210000	Opslag VeemPakhuis
474	5221000	OvDnstverl.verv.land
475	5222000	OvDstverl.verv.water
476	5223000	OvDstverl.verv.lucht
477	5224000	Laden/lossen vracht
478	5229000	Vrachtbemiddeling
479	5310000	Postdiensten
480	5320000	Koeriersdiensten
481	5510000	Hotels/pensions
482	5523000	Overige logies
483	5610000	Maaltijdverstrekking
484	5620000	Catering
485	5630000	Drankverstrekking
486	5811100	Studieboeken
487	5811120	Naslagwerk/Kalender
488	5811300	E-boeken
489	5811900	Overige boeken
490	5813100	Gedrukte krant/dagbl
491	5813200	Krant/dagbl.online
492	5813300	Advertenties
493	5814110	Gedrukte alg.tydschr
494	5814120	Gedrukte vaktydschr
495	5814200	Tijdschriften online
496	5819140	Waardepapier
497	5819150	Reclamedrukwerk
498	5819190	Overig drukwerk
499	5819200	InhoudOnline
500	5821000	Computerspellen

501	5829000	Softw.drager/online
502	5911100	Filmprod./distrib.
503	5911200	Film/Video op drager
504	5914000	Bioscoop/filmhuis
505	5920100	Geluidsprod./distrib.
506	5920800	Muziek op drager/pap
507	5920900	MuziekDownloads
508		Vaste biomassa (hout,
509		houtafval en overig) voor
510	2059911	energie
511		Vloeibare biomassa voor
512	2059912	energie
513	2059913	Biogas voor energie
514	101	AfvalChem
515	102	AfvalIJzer
516	103	AfvalNietIJzer
517	104	AfvalGemengdMetaal
518	105	AfvalGlas
519	106	AfvalPapier
520	107	AfvalRubber
521	108	AfvalPlastic
522	109	AfvalHout
523	110	AfvalTextiel
524	111	AfvalOverigNietMetaal
525	112	AfvalAfgedanktMateriaal
526	113	AfvalPlantDiet
527	114	AfvalGemengd
528	115	AfvalSlib
529	116	AfvalMineraal
530	201	RecycleChem
531	202	RecycleIJzer
532	203	RecycleNietIJzer
533	204	RecycleGemengdMetaal
534	205	RecycleGlas
535	206	RecyclePapier
536	207	RecycleRubber
537	208	RecyclePlastic
538	209	RecycleHout
539	210	RecycleTextiel
540	211	RecycleOverigNietMetaal
541	212	RecycleAfgedanktMateriaal
542	213	RecyclePlantDiet
543	214	RecycleGemengd
544	215	RecycleSlib
545	216	RecycleMineraal
546	301	ExtractiePrimGewas
547	302	ExtractieVeevoerGewas
548	303	ExtractieHout
549	304	ExtractieVis
550	305	ExtractieZout
551	306	ExtractieKalksteen
552	307	ExtractieKlei
553	308	ExtractieZandGravel
554	309	ExtractieAardgas
555	310	ExtractieAardolie
556	311	ExtractieWater
557	401	BalansInO2Verbranding
558	402	BalansInO2Adem
559	403	BalansInNHaberBosch
560	501	BalansUitH2OVerbranding
561	502	BalansUitCO2Adem
562	503	BalansUitH2OAdem
563	601	EmissieCO2

564	602	EmissieOverigeBKG
565	603	EmissieOverige
566	900	Restpost