

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Materiaalverbruik en milieu-impact

Data 1990-2004

Rapport

Delft, maart 2006

Opgesteld door: S.M. (Sander) de Bruyn (CE)
M.N. (Maartje) Sevenster (CE)
E. (Ester) van der Voet (CML)
L. (Lauran) van Oers (CML)



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

S.M. (Sander) de Bruyn, M.N. (Maartje) Sevenster (CE), E. (Ester) van der Voet,
L. (Lauran) van Oers (CML)
Materiaalverbruik en milieu-impact : data 1990-2004
Delft, CE, 2006

Grondstoffen / Consumptie / Milieu / Effecten / Indicatoren / Milieubelasting /
Analyse

Publicatienummer: 06.7203.11

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgever: Milieu- en Natuurplanbureau
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Sander de
Bruyn.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE-Transform

Visies voor duurzame verandering

CE-Transform, een business unit van CE, adviseert en begeleidt bedrijven en overheden bij veranderingen gericht op duurzame ontwikkeling.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl.

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Achtergrond	1
1.3	Verschillen van aanpak met VROM (2004)	2
2	Materiaalverbruik, 1990-2004	3
2.1	Ontwikkelingen in het materiaalverbruik	3
2.2	Plaats van origine van de milieu-impacts	5
A	Methodiekomschrijving	11
B	Databeschrijving	17

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Materiaalverbruik door de Nederlandse economie leidt tot milieuproblemen, niet alleen in Nederland maar ook daarbuiten. Recent is er veel aandacht voor materiaalverbruik in toekomstig milieubeleid, ondermeer in de EU Thematische Strategie over Duurzaam Gebruik van Natuurlijke Hulpbronnen. Ook in de OECD is men met dit thema actief. En in Nederland wordt *dematerialisatie* in het NMP4 genoemd als toekomstig beleidsterrein voor de Nederlandse overheid.

Een vraag is hoe men het materiaalverbruik geaggregeerd meet. CE heeft samen met CML voor het Ministerie van VROM en het MNP tussen 2002 en 2004 een methodiek en dataset ontwikkeld waarmee:

- a Bepaald kan worden welke materialen het meest milieubelastend zijn.
- b Het materiaalverbruik van de meest milieubelastende materialen wordt bepaald tussen 1990 en 2000.
- c Een indicatorenset is ontwikkeld waarmee de materialen zowel worden geaggregeerd naar gewicht als naar veronderstelde milieueffecten aan de hand van LCA-databases.

Op basis van deze dataset is in CE/CML (2004) een overzicht gegeven van de ontwikkelingen van het materiaalverbruik tussen 1990 en 2000. Deze laat zien dat het materiaalverbruik in Nederland nog steeds een flink stijgende lijn vertoont, zowel in termen van gewicht als in termen van milieu-impact. Het MNP heeft aan CE en CML verzocht om de data door te trekken tot 2004 en tevens om een inschatting te maken in hoeverre het materiaalverbruik van de Nederlandse economie milieuproblemen veroorzaakt buiten Nederland. Op die manier kan er een maat worden gegeven van de mate van afwenteling van de milieuproblemen van het materiaalverbruik.

1.2 Achtergrond

Er zijn in de internationale literatuur (zie b.v. Eurostat, 2001) een aantal indicatoren voorgesteld die materiaalstromen aggregeren op basis van het gewicht. In CE/CML (2004) is beargumenteerd dat die indicatoren een aantal belangrijke omissies vertonen, omdat:

- De aggregatie op basis van gewicht geen relatie vertoont met de milieu-impacts die ontstaan als gevolg het consumeren van materialen.
- De indicatoren onvoldoende rekening houden met milieu-effecten die in het buitenland ontstaan doordat geïmporteerde materialen onvoldoende worden meegenomen in de materiaalstroomrekeningen.
- De indicatoren onvoldoende corrigeren voor exporten.

Tevens werd geconstateerd dat de reeds ontwikkelde indicatoren niet aansluiten bij de gestelde beleidsdoelen in de EU en het NMP4 die immers gesteld zijn in een reductie van de milieueffecten van materiaalconsumptie. Hoewel *demateria-*

lisatie (een vermindering van het gewicht) een van de strategieën kan zijn om tot een ontkoppeling te komen van de economische groei en de milieu-effecten van materiaalverbruik, is dit zeker niet de enige strategie. Materiaalsubstitutie en een toename van hergebruik en recycling kan evenzeer een nuttige bijdrage leveren.

Door CE/CML (2004) is in opdracht van het Ministerie van VROM een methodiek ontwikkeld waarmee materiaalstromen worden gekoppeld aan informatie afkomstig van LCAs waarmee een milieugewogen materiaalverbruiksindicator kan worden ontwikkeld. Tevens is in de CE/CML studie een overzicht opgenomen over de ontwikkelingen in de indicator tussen 1990 en 2000 voor de 21 meest milieubelastende materialen en materiaalgroepen. De verwachting is dat met deze 21 meest milieubelastende materialen 80-90% van de totale milieuvervuiling van materiaalstromen wordt gedekt. Deze 21 materialen zijn: dierlijke vetten; dierlijke eiwitten; vis; zetmeelgewassen; oliegewassen; eiwitgewassen; vezelgewassen voor voedsel; ijzer en staal; aluminium; koper; zink; lood; nikkel; zand; beton; cement; baksteen; glas; papier en karton; plastics; dierlijke vezelproducten.

De door CE/CML ontwikkelde indicator is internationaal bekend onder de naam EMC (Environmentally weighted Material Consumption). In vergelijking met de traditionele materiaalverbruiksindicatoren als de DMC en DMI (zie Eurostat, 2001) heeft de EMC als voordeel dat de materialen worden geaggregeerd op basis van hun milieu-impacts en dat er een ketenaspect wordt toegevoegd aan het materiaalverbruik waardoor de indicator ook representatief is voor de "rucksack" die aan het materiaalverbruik kleeft. Tevens kan met de indicator de mate van afwenteling in kaart worden gebracht, door te kijken welk deel van de milieu-impacts aan het buitenland toevallen en welk deel binnenlands ontstaan.

1.3 Verschillen van aanpak met VROM (2004)

Naast de bovengenoemde extra toevoeging van de bepaling van origine van milieu-impact zijn er nog een aantal veranderingen doorgevoerd in vergelijking met VROM (2004). Deze zijn als volgt weer te geven:

- a Nieuwe databronnen. Voor het zand, zware metalen en plastics hebben we nieuwe databronnen gebruikt voor de bepaling van de productie, import, export en geconsumeerde hoeveelheid.
- b Binnen de 21 materiaalgroepen zijn verscheidene subgroepen onderscheiden om op die manier nauwkeuriger de milieu-impacts te onderscheiden. Dit is het geval voor aluminium, ijzer en staal, plastics, landbouwgewassen en vis. In zijn totaliteit zijn er meer categorieën onderscheiden dan bij VROM (2004).
- c Een dubbeltelling in de berekening van een deel van het veevoer is gecorrigeerd.

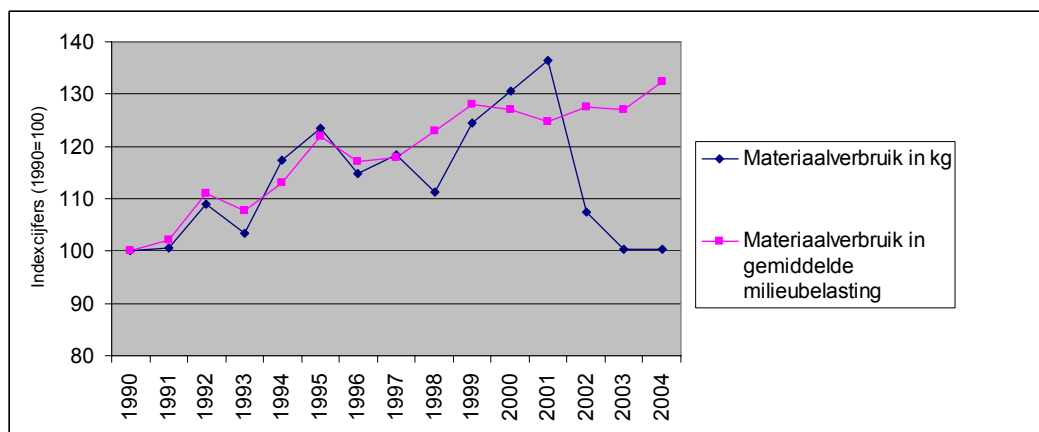


2 Materiaalverbruik, 1990-2004

2.1 Ontwikkelingen in het materiaalverbruik

Figuur 1 geeft de ontwikkelingen in het materiaalverbruik tussen 1990 en 2004, zowel naar kilogrammen als gewogen met de gemiddelde milieubelasting.

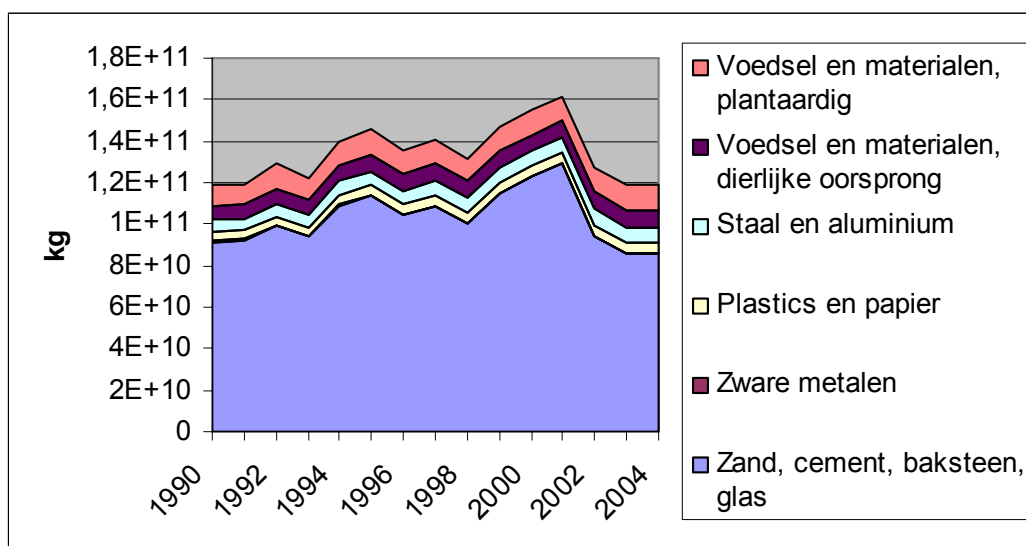
Figuur 1 Ontwikkelingen in het materiaalverbruik, 1990-2004



Tot 2001 is het materiaalverbruik, uitgedrukt in geconsumeerd gewicht, blijven stijgen, maar sindsdien heeft er een forse ontkoppeling plaatsgevonden. Uiteindelijk is in 2004 het materiaalverbruik in gewicht net zo groot als in 1990. Als we kijken naar het materiaalverbruik gewogen in termen van milieu-impacts is deze daling echter niet waar te nemen. Volgens deze indicator neemt het materiaalverbruik over de gehele periode toe en is het materiaalverbruik in 2004 ruim 30% groter dan in 1990.

Als we naar de individuele materialen gaan kijken, dan blijkt dat het verloop in de consumptie van zand en andere bouwmaterialen de gewichtsbenadering veruit domineert.

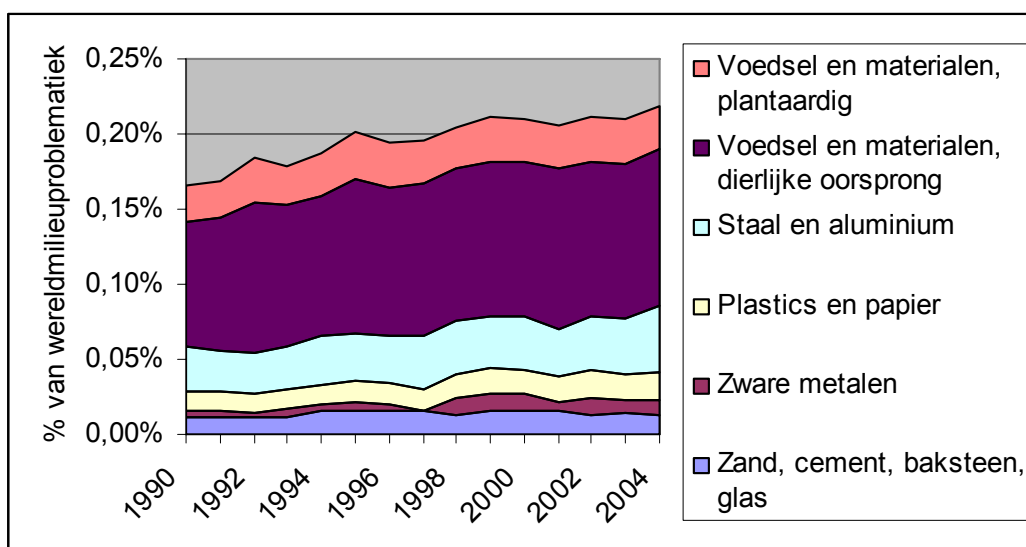
Figuur 2 Ontwikkelingen in de consumptie van materialen in Nederland



Door de sterke terugval in de consumptie van ophoogzand, nadat IJburg in 2000 als laatste grote bouwlocatie is opgespoten, neemt de totale materiaalstroom sterk af.

Als we kijken naar de milieu-impact speelt zand echter een ondergeschikte rol, waardoor het totale materiaalverbruik naar milieu-impact geen daling vertoont (zie Figuur 24). De dierlijke vetten en proteïnen zijn nu het meest belangrijke materiaal, gevolgd door staal. Omdat de consumptie hiervan is toegenomen door de tijd heen, laat de totale indicator ook een toename zien.

Figuur 3 Ontwikkelingen naar milieu-impact, individuele materialen



We zien dus dat het voor conclusies over de ontwikkeling van het materiaalverbruik enorm uitmaakt of een gewichtsbenadering of een milieu-impactbenadering wordt gekozen. In zijn algemeenheid geldt dat in de LCA-benadering voedselgewassen de meest belangrijke stroom zijn, terwijl in de gewichtsbenadering de nadruk vooral uitgaat naar bouwmaterialen.

2.2 Plaats van origine van de milieu-impacts

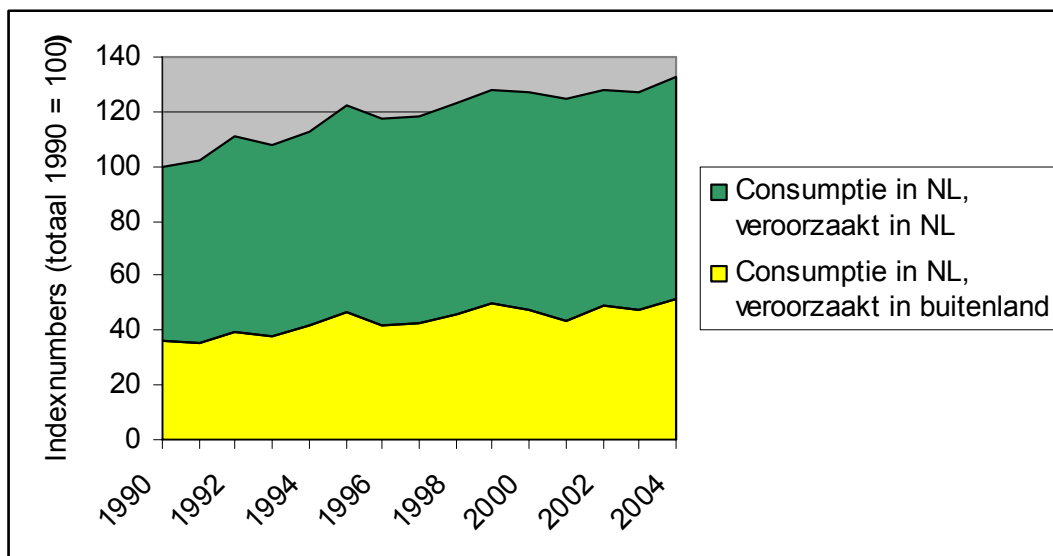
De milieu-impacts door de keten heen zijn vervolgens gealloceerd aan de plaats waar die impacts zich voordoen: in Nederland of in het buitenland. Op die manier kan inzicht worden gekregen in de mate waarin materiaalverbruik in Nederland tot afwenteling leidt in andere landen.

Zoals in bijlage A wordt uitgelegd, hebben we de keten onderverdeeld in diverse stappen en daarvan proberen na te gaan welk van die stappen in Nederland plaatsvinden, en welke stappen in het buitenland plaatsvinden. Op grond van deze analyse kunnen we twee indicatoren onderscheiden:

- a Een netto impact indicator waarbij we de totale milieu-impact als gevolg van productie in Nederland vergelijken met die van de consumptie van ruwe materialen en *finished materials*. Indien de milieu-impacts van de productie lager zijn dan die van de consumptie, importeren we netto milieudruk uit het buitenland. Deze indicator zegt op macro-economisch niveau iets over de vraag of onze consumptie qua hoeveelheid en compositie milieuvriendelijker is dan onze productie en daarmee over de vraag of er al dan niet afwenteling van milieu-effecten naar het buitenland plaatsvindt.
- b Een bruto impact indicator, waarbij we strikt kijken in hoeverre de materialen die in Nederland geconsumeerd worden tot milieuproblemen in het buitenland hebben geleid. Deze indicator geeft op het geaggregeerde materiaalniveau informatie over de mate waarin de in Nederland geconsumeerde materialen uit het buitenland afkomstig zijn en is daarmee mede een indicator voor de maat van openheid van onze economie. Doordat hierbij geen exporten worden afgetrokken van de indicator, zegt de indicator dus ook niets over de vraag of er afwenteling plaatsvindt, hooguit over de mate van verantwoordelijkheid van Nederland voor milieuproblemen in het buitenland.

Figuur 4 geeft informatie over de tweede indicator. Hierbij is dus gekeken in hoeverre de in Nederland geconsumeerde materialen milieudruk in het buitenland hebben veroorzaakt.

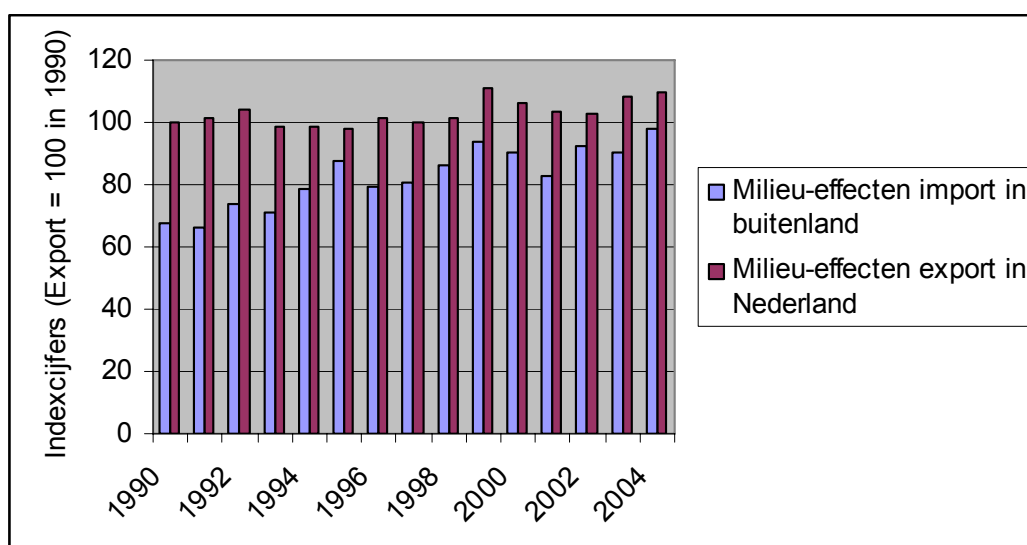
Figuur 4 Onderverdeling van effecten van consumptie in binnenland en buitenland, zonder correcties voor exports



Hieruit blijkt dat de geconsumeerde materialen in Nederland voor ongeveer 60% tot milieuproblemen in Nederland leidt en voor 40% in het buitenland. Die 40% milieudruk in het buitenland wordt dus veroorzaakt door materialen (zowel in de vorm van ruwe grondstoffen als *finished materials*) die door Nederland worden geïmporteerd.

Deze indicator geeft echter geen daadwerkelijk beeld van afwenteling, omdat de milieudruk die in Nederland wordt gemaakt ten behoeve van de export er nog niet van af is getrokken. Figuur 5 vergelijkt de milieudruk van de import met die van de export. Daaruit kan de conclusie worden getrokken dat de milieudruk die in Nederland wordt veroorzaakt ten behoeve van de export groter is dan de milieudruk die in het buitenland wordt veroorzaakt ten behoeve van de import. Dit komt vooral omdat Nederland veel basismaterialen en landbouwproducten exporteert waarvan de milieudruk door de keten heen voor het grootste deel in Nederland terechtkomt.

Figuur 5 Milieu-impacts import en export vergeleken



Overigens is die positie van netto-exporteur van milieudruk wel aan verval onderhevig. Terwijl de milieueffecten van de importen een duidelijke stijgende lijn vertonen, blijft die van de exports min of meer gelijk. In 1990 was de impact van de export in Nederland nog bijna 50% hoger dan de impact van de import in het buitenland. In 2004 is dat geslonken tot 12%.

Als we kijken naar de individuele materialen, dan zien we dat Nederland een netto exporteur is van milieu-impact van vooral plastics en dierlijke proteïnen en vetten. De laatste categorie veroorzaakt in onze selectie van 21 prioritaire materialen nu precies de grootste milieudruk en daarom slaat de balans om en exporteren wij, netto, milieudruk ten behoeve van consumptie in andere landen.

Interessant is overigens dat deze resultaten haaks lijken te staan op bevindingen van de Ecological Footprint. Dit komt echter omdat de Ecological Footprint geen rekening houdt met export, maar alleen kijkt naar de vraag of onze consumptie op te grote voet is gegeven de mondiale beschikbaarheid van natuurlijke hulpbronnen. Als wij overigens in onze analyse alleen naar landgebruik kijken, blijkt dat Nederland netto ook een importeur is van landgebruik wereldwijd. Met andere woorden: voor individuele milieuthema's liggen de conclusies soms precies andersom.



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Materiaalverbruik en milieu-impact

Data 1990-2004

Bijlagen

Rapport

Delft, maart 2006

Opgesteld door: S.M. (Sander) de Bruyn (CE)
M.N. (Maartje) Sevenster (CE)
E. (Ester) van der Voet (CML)
L. (Lauran) van Oers (CML)





A Methodiekomschrijving

A.1 Methodiek bij indicator voor het materiaalverbruik

In CE/CML (2004) staan de keuzes die moeten worden gemaakt om tot een materiaalverbruiksindicator te komen. Hier worden deze keuzes kort herhaald omdat die goed aangeven wat de indicator precies beoogt te meten.

Een indicator voor het geaggregeerde materiaalverbruik van de Nederlandse economie kent in principe de volgende verscheidingsvorm:

$$Indicator(EMC) = \sum_k \sum_i M_i * E_{i,k}$$

waarbij M_i de materiaalconsumptie weergeeft van materiaal i , E_i de milieu-impact van materiaal i , en k het aantal soorten milieu-impacts (global warming, verzuuring, etc.).

Box 1: Gewicht als milieumaat?

Een specifieke verschijningsvorm van deze indicator is als $k=1$ en $E_i = 1$ voor alle i materialen. Dan wordt immers de indicator verengd tot $\sum M_i$, hetgeen de geaggregeerde materiaalconsumptie op basis van gewicht weergeeft. Hoewel dit een gemakkelijk interpreteerbare indicator is, leidt hij tot minder relevante resultaten voor het milieubeleid aangezien er geen enkele relatie bestaat tussen gewicht van de geconsumeerde materialen en de totale milieu-impact van die materialen. Met andere woorden: een kilogram zand is veel minder milieubelastend dan een kilogram koper en aggregatie op basis van gewicht veronderstelt impliciet dat de milieubelasting hetzelfde is. Uit CE/CML (2004) is gebleken dat er voor individuele materialen geen relatie bestaat tussen de totale milieudruk die de materialen veroorzaken en hun geconsumeerde gewicht.

Bij het opstellen van een indicator voor het materiaalverbruik dienen nu de volgende keuzes te worden gemaakt:

1 Het soort materiaalconsumptie (meetmoment):

Dit behelst de vraag op welk moment in de keten de consumptie van materialen wordt bepaald dat representatief is voor het verbruik. Er zijn hier vier opties:

- a **Ruwe materialen** die worden onttrokken aan de aarde, zoals erts en producten van de akkerbouw. Deze materialen moeten nog een processtap ondergaan voordat ze geschikt zijn voor consumptie door mensen en bedrijven.
- b **Finished materials**, die de materialen aangeven geschikt voor consumptie in producten. Dit behelst bijvoorbeeld staal en voedselgewassen geschikt voor consumptie, zoals vlees.
- c **Embodied materials**, dit geeft de materialen aan zoals die vertegenwoordigd zijn in producten. Deze informatie is over het algemeen niet beschikbaar daar er geen informatieplicht bestaat om de materiaalcomponenten en gewicht van producten bij te houden.

- d **Materiaalstroomrekeningen** waarbij alle drie de aspecten gecombineerd worden. Door een aantal ingewikkelde aannames (zie b.v. Eurostat, 2001) kan er een indicator worden opgesteld die het totale geconsumeerde gewicht van een economie bepaald. Om diverse redenen kan deze echter niet verder worden uitgesplitst naar individuele materialen of materiaalgroepen.

Hoewel optie (c) methodologisch superieur is en het dichtst aansluit bij wat men onder consumptie van materiaalverbruik zou verstaan, zijn er geen data aanwezig om op dit niveau de consumptie van individuele materialen te berekenen. In CE/CML (2004) is daarom besloten om het meetmoment aan te laten sluiten bij (b). De reden is allereerst dat (b) superieur is aan (a) omdat het dichterbij de finale consumptie van materialen staat. En optie (b) houdt meer informatie over dan optie (d) omdat daarbij de individuele materiaalcomponenten niet meer te herleiden zijn waardoor (d) slechts informatie geeft over het totale geconsumeerde gewicht. Dat is echter geen goede maat voor de milieudruk die samenhangt met het materiaalverbruik en daarmee als indicator ongeschikt voor beleidsdoel-einden.¹

2 Aantal materialen meegenomen in de analyse

Er zijn honderden verschillende materialen en materiaalgroepen². De vraag is of die allemaal moeten worden meegenomen bij het bepalen van het materiaalverbruik. Sommige materialen en materiaalgroepen hebben namelijk een relatief geringe milieudruk tot gevolg doordat hetzij de materiaalconsumptie gering is of de milieu-impacts per kg klein zijn. Ook zijn er materialen- en materiaalgroepen waarvoor simpelweg geen gegevens voorhanden zijn over de consumptie. In CE/CML(2004) zijn van 34 materiaalgroepen de milieubelasting bepaald. Op basis daarvan is besloten dat 21 materialen de grootste milieuproblemen veroorzaken en dat deze 21 materialen tezamen 98-99% van de totale milieubelasting van die 34 materiaalgroepen uitmaken. Een ruwe schatting is dat de 21 materialen in zijn totaliteit wel eens 80-90% zouden kunnen dekken van de milieu-impacts van het totale materiaalverbruik. Extra informatie over de ontbrekende materialen zou dus geen substantieel nieuwe informatie toevoegen over de ontwikkelingen in de milieubelasting als gevolg van het gebruik.

De 21 geselecteerde materialen en materiaalgroepen zijn: dierlijke vetten; dierlijke eiwitten; vis; zetmeelgewassen; oliegewassen; eiwitgewassen; vezelgewassen voor voedsel; ijzer en staal; aluminium; koper; zink; lood; nikkel; zand; beton; cement; baksteen; glas; papier en karton; plastics; dierlijke vezelproducten.

Opvallend is dus dat zeer milieuvervuilende materialen, zoals cadmium, uit de analyse vallen omdat de geconsumeerde stromen dusdanig klein zijn dat ze een geringere impact hebben dan, bijvoorbeeld, de impact van zand.

¹ Daarnaast is in CE/CML (2004) geconstateerd dat door de specifieke berekeningswijze, methode (d) materialen afkomstig uit het buitenland anders beoordeeld dan materialen afkomstig uit het binnenland, waardoor het ook geen goede maat kan vormen voor afwenteling.

² Materialen zijn individuele materialen zoals koper, materiaalgroepen zijn de groepen waarvan de milieubelasting min of meer gelijk is of waarvoor geen additionele opsplitsing gemaakt kan worden. Dierlijke vetten is een materiaalgroep.



3 Worden milieu-impacts meegenomen in de analyse, en zo ja, hoe?

Een derde keuze is om te bepalen of, en zo ja, hoe en welke milieu-impacts van het materiaalgebruik worden meegenomen in de analyse. Er zijn grofweg twee opties:

- 1 De milieu-impacts worden niet apart bepaald. In dit geval bepaalt alleen het gewicht het materiaalverbruik. Zoals in ondermeer CE/CML(2004) bewezen vormt dit geen goede maat voor de milieudruk maar is wel de meest simpele methode (zie Box1).
- 2 De milieu-impacts worden wel apart bepaald. Dit geeft een getrouwer beeld van de milieudruk, maar in dit geval ontstaat een wegingsprobleem doordat, bijvoorbeeld, emissies van SO₂ en CO₂ met elkaar moeten worden gewogen wil men tot een uniform getal komen;

In CE/CML(2004) en in deze studie is besloten om beide routes uit te werken. Daarbij dient te worden opgemerkt dat we een voorkeur hebben voor de tweede route omdat de tweede route beter aansluit bij de beleidsdoelen zoals die door de EU en het NMP4 zijn geformuleerd.

Vervolgens is de vraag hoe je dan de milieu-impacts bepaald. Het is vrijwel onmogelijk om voor ieder productieproces apart de milieubelasting te bepalen, en dat ieder jaar. Het is daarom beter om met kentallen te werken. Deze kentallen zijn gehaald uit de ETH LCA database uit 1996, hetgeen toen we de studie voor VROM in 2003 begonnen de meest recente volledige versie was van een bestaande LCA-database (inmiddels is er een update beschikbaar maar gebruik makend van die update zou een aanzienlijke hoeveelheid extra werk met zich meebrengen)³.

Door met op LCA gebaseerde kentallen te werken worden ook gelijk drie limitaties duidelijk van de indicatorbenadering op basis van milieu-impacts:

- Het geeft niet de daadwerkelijke milieu-impact weer, maar een verhouding tussen de materialen op een bepaald moment in de tijd (in dit geval 1996). Aan de hand van deze verhouding weten we bijvoorbeeld dat een kg zand 230 maal minder milieubelastend is dan een kg dierlijke vetten.
- De kentallen laten geen verandering door de tijd zien. Eventuele milieuverbeteringen in processen door de keten heen laten dus geen lagere indicator zien.
- De ETH-LCA database werkt met "West-Europese gemiddelden". Er wordt dus geen onderscheid gemaakt naar land van origine. Een kilo nikkel uit Rusland is dus even vervuilend als een kilo nikkel uit Frankrijk.

Het grote voordeel van het koppelen van materiaalverbruik aan LCA's is dat een levenscyclusbenadering wordt gepaard aan het materiaalverbruik. Op die manier worden de impacts over de gehele keten meegenomen. Het is dan ook een goede manier om de "rucksack" te bepalen die er met het materiaalgebruik samenhangt. Deze "rucksack" ontbreekt veelal bij de gewichtsbenadering, of is daar in-

³ De LCA-database gaat in principe uit van producten. Echter, door omrekeningen toe te passen kan ook per materiaal informatie worden vergaard van de milieu-impacts. Hierbij moet in veel gevallen wel een aanname worden gemaakt over waar in welk product de materialen terecht komen, vooral voor de afvalfase.

compleet in opgenomen⁴. Een kilo koper heeft bijvoorbeeld een heel gewicht aan erts en fossiele brandstoffen achter zich hangen, maar door alleen naar het gewicht van de geconsumeerde koper te kijken blijven deze bij de gewichtsbepaling buiten beschouwing. Bij de LCA-bepaling worden deze impacts wel meegenomen.

4 Hoe worden de milieu-impacts ten opzichte van elkaar gewogen.

De uitkomst van een LCA geeft scores op diverse impactcategorieën. De keuze voor de milieu-impacts is relatief simpel gehouden. Besloten is om alle 12 impactcategorieën mee te nemen die bij de laatste volledige LCA-database bekend waren. Dit betreft: uitputting van abiotische voorraden; landgebruik; broeikas-effect; aantasting van de ozonlaag; humane toxiciteit; ecotoxiciteit (gemiddelde van aquatische ecotoxiciteit en terrestrische ecotoxiciteit); smogvorming; verzuring; eutrofiëring; straling; vorming van finaal afval. Uiteraard kan er over deze samenstelling worden gediscussieerd. Zo is bijvoorbeeld de vraag gerechtvaardigd of uitputting van abiotische voorraden nou werkelijk een milieuprobleem vormt, of eerder een economisch probleem. Hoewel we uitputting van staal, steenkolen en cement eerder zien als een economisch dan een milieuprobleem is er in de VROM-studie in overleg met de begeleidingscommissie voor gekozen om uitputting wel als milieuthema mee te nemen omdat zodoende de volledige informatie uit LCA-databases wordt meegenomen in de analyse.

Een finale keuze bij de samenstelling van de indicator is hoe deze impactcategorieën zich onderling verhouden. Met andere woorden: wat telt zwaarder, het broeikas-effect of het landgebruik? Er zijn hiervoor methoden gebaseerd op panelweging of monetaire weging (hetzij op schadekosten of op preventiekosten). Deze geven verschillende uitkomsten. Op dit moment vindt er bij het Ministerie van VROM een groot onderzoeksproject plaats dat een gebruikershandleiding moet gaan opleveren in welke situatie welk soort van weging gepast is en waarin sets worden gepresenteerd waarmee gewogen kan worden. Hangende dit onderzoek willen we niet op de resultaten vooruitlopen en hebben hier gekozen voor een gelijke weging van alle milieuthema's.

A.2 Bepaling origine van milieu-impacts

Een interessante en nieuwe toepassing van de LCA-methodiek is dat onderscheid kan worden gemaakt waar de milieu-impacts plaatsvinden, in Nederland of in het buitenland? Op die manier kan inzichtelijk worden gemaakt of Nederland zijn milieudruk als gevolg van materialenconsumptie afwentelt op het buitenland of niet.

Figuur 6 geeft een procesboom weer, van een materiaal. Door de effecten verschillend onder te verdelen in Nederlandse effecten en buitenlandse effecten kan

⁴ Een uitzondering vormen studies die gebaseerd zijn op het begrip TMC, Total Material Consumption, waarbij de rucksack wel volledig wordt meegenomen. Deze statistieken zijn op dit moment vrijwel niet voorhanden en veel studies noemen de TMC wel als interessant alternatief, maar werken vervolgens gemakkelijker te berekenen maten uit.

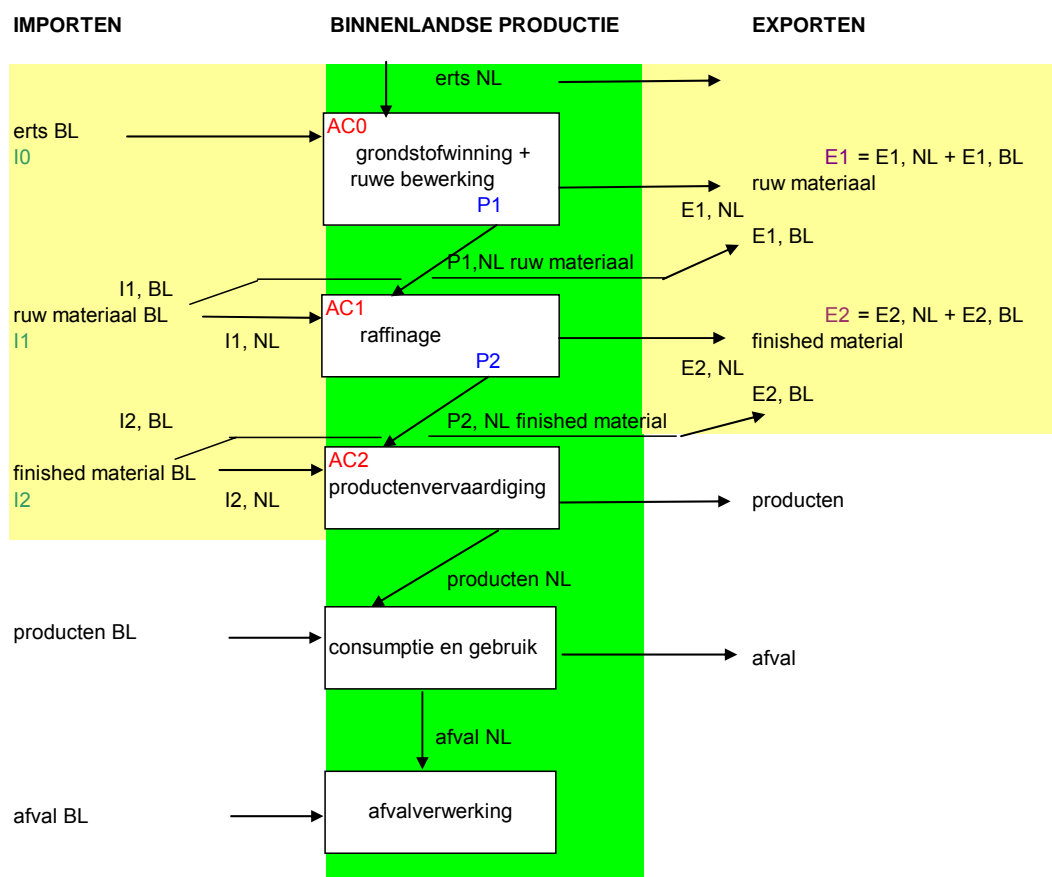
men bepalen in hoeverre Nederland zijn milieudruk afwentelt op het buitenland, of dat er sprake is van netto export van milieudruk.

In Figuur 6 geeft het groene gedeelte aan welk gedeelte van de LCA-impacts aan Nederland worden toegerekend, inclusief de stromen waarbij dat geldt, en in geel het deel van de milieu-impacts die aan het buitenland worden toegerekend. Uit deze figuur valt ook te zien dat een deel van de milieu-impacts buiten beschouwing blijft, namelijk de netto milieu-impacts van producten en afval. Hierbij wordt verondersteld dat deze *netto* nul bedragen. Neem het voorbeeld van staal. De LCA is opgebouwd rondom het begrip staalconsumptie. De staalconsumptie wordt bepaald door de export van staal af te trekken van de productie en import. De consumptie van staal gaat naar de Nederlandse maakindustrie en de bouw. Maar Nederland importeert ook staal gebonden in producten, zoals auto's. Deze *indirecte* staalconsumptie wordt dus niet meegenomen in de analyse.

Bij de berekeningen hebben we de volgende stappen gemaakt:

- De impacts over de hele keten zijn onderverdeeld in impacts als gevolg van productie en impacts als gevolg van gebruik en afval van producten.
- Voor de productie hebben we de voor ketens onderverdeeld in impacts die in Nederland plaatsvinden en die in het buitenland plaatsvinden. Om deze analyse goed te kunnen uitvoeren moeten we dus additionele informatie verzamelen over de productie, import en export van basismaterialen in de ketens. Daarbij hebben we ons voornamelijk laten leiden door de grotere stromen om zo 90-95% van de impacts mee te nemen. Bij staal gaat het dan bijvoorbeeld om ruw ijzer, ijzererts, sinters, pellets, kolen en cokes. Eventuele toevoegingen aan het staal, zoals mangaanerts, zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze de gegevens voor minder dan 5% zullen beïnvloeden.
- Voor veeteelt, aluminium, zink, staal, plastics en papier is een onderverdeling naar de keten gemaakt waarbij erts en ruw materiaal zijn onderverdeeld. Voor zand, cement, keramische materialen, glas en akkerbouw ligt de keten vrijwel uitsluitend in Nederland en is er verder geen onderverdeling gemaakt omdat dit binnen de marge van 5% zal liggen. Voor lood, nikkel en koper vinden de impacts uitsluitend in het buitenland plaats. De impacts voor alle materialen als gevolg van gebruik en afval zijn aan de Nederlandse consumptie toegerekend.

Figuur 6 Onderverdeling materiaalstromen en impacts in Nederland (groen/donker) en het buitenland (geel/licht)



B Databeschrijving

B.1 Algemeen

De indicator gaat uit van materiaalconsumptie. Het consumptiebegrip is hier “apparent consumptie”, te berekenen door de exports af te trekken van de productie en de imports.

Hoewel “apparent consumptie” regelmatig gebruikt wordt als begrip in de internationale literatuur over materiaalstromen, kent het begrip zijn beperkingen. Zo wordt er bijvoorbeeld niet gecorrigeerd voor veranderingen in voorraden. De jaargrens geeft hier problemen. Bijvoorbeeld, een ophoping van een partij koper in de haven van Rotterdam kan de statistieken enorm doen fluctueren. Immers, op het moment dat de koper in Rotterdam wordt opgeslagen, wordt het koper geregistreerd als ingevoerd. De consumptie zal daardoor stijgen, maar zonder dat er ook een toepassing is waar het koper in wordt gebruikt. Indien de partij koper het volgende jaar wordt doorgevoerd naar Duitsland, dan vindt er export plaats en zal de consumptie navenant dalen, maar zonder dat er ook daadwerkelijk een verandering in consumptie heeft plaatsgevonden.

Dit geeft normaliter een enigszins vertekend beeld voor individuele jaren, met name voor die stromen waarvoor de in- en uitvoer de consumptie en productie vele malen overtreffen. Dit is in onze database het geval voor nikkel en voor dierlijke vezels. De consumptie en productie van deze stromen zijn nihil of gering, maar via Rotterdam en Amsterdam worden grote partijen in- en uitgevoerd. Derhalve is de apparent consumptie van deze materiaalstromen voor individuele jaren zeker niet gelijk aan de daadwerkelijke consumptie en zou de daadwerkelijke consumptie alleen bepaald kunnen worden door te kijken naar een langere termijn van jaren.

De im- en de exportgegevens zijn over het algemeen afkomstig van in- en uitvoerstatistieken die worden bijgehouden uit hoofde van in- en uitvoerheffingen. Deze kunnen in sommige gevallen geen goed beeld geven van de daadwerkelijke in- en uitvoer. In een aantal gevallen komt het materiaal niet in de statistieken terecht, bijvoorbeeld doordat het bedoeld is voor militaire doeleinden of onder andere uitzonderingsregels valt waardoor het niet hoeft te worden ingeklaard of niet in de statistieken terecht komt. Daarnaast is het misschien niet altijd duidelijk onder welke categorie een partij moet worden geboekt. Zijn oude munten bestemd voor omsmelting nou munten of zijn dat nikkellegeringen? Dergelijke onzekerheden kunnen de data beïnvloeden.

B.2 Beschrijving databronnen en berekeningen

B.2.1 Gebruikte bronnen

Voor de datareeks hebben we een aantal verschillende bronnen gebruikt. Deze zijn als volgt weer te geven.

(1) British Geological Survey: *European Mineral Statistics*, verscheidene uitgaven, de laatste 1999-2003; Gebruikt voor productie en soms import en export Consistentiecheck met (2).

(2) US Geological Survey (USGS): *Commodity Statistics and Information*. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>. Verschillende uitgaven. Gebruikt voor productie van materialen. Consistentiecheck met (1).

(3) ICTS: International Commodity and Trade Statistics, OECD. Verscheidene uitgaven, gebruikt voor consistentiecheck met (4). Gebruikt voor im- en export.

(4) UN Commodity and Trade Statistics.
Website: http://millenniumindicators.un.org/unsd/comtrade/. Gebruikt voor import- en export.

(5) CBS Handelsstatistieken, verkregen via Wupperthal Institute.

(6) Eurostat, Comext database. Gebruikt voor check van gegevens.

(7) Unctad. Commodity Yearbook. Various volumes. Gebruikt voor check en aanvulling van ontbrekende gegevens over zware m metalen.

(8) Eurostat: Eisen und Stahl, verschillende edities. Gebruikt voor check en aanvulling van de ijzer- en staalstatistieken.

(9) Iron and Steel Institute.

(10) Plastics Europe, *verscheidene uitgaven*.

(11) FAO, diverse landbouwstatistieken, van de website.

(12) DWW. Email mededelingen Joris Broers, Ministerie van Verkeer en Waterstaat_ Dienst Weg- en Waterbouwkunde, gebruikt voor zand en glas.

(13) CBS. Statistische jaarboeken. Centraal Bureau voor de Statistiek. Voorburg/Heerlen, gebruikt voor beton en keramische producten.

(14) FAO. FAOSTAT-Nutrition, the food balance sheets
http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp

(15) FAO, FAOSTAT-Forestry, Pulp,Paper&Paperboard
http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp



(16) Eurostat (2006). COMEXT Intra- and extra-EU trade, annual data, combined nomenclature, gebruikt voor keramische producten en glas.
http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?_pageid=0,1136217,0_45571467&_dad=portal&_schema=PORTAL

B.2.2 Aanpassingen ten opzichte van VROM, 2004

Ten opzichte van de data die we voor het VROM-project in 2004 hebben gebruikt hebben de volgende aanpassingen plaatsgevonden:

- 1 Zware metalen; de handelsdata zijn van UN betrokken in plaats van Eurostat om kwalitatieve redenen. In een vergelijking van de cijfers van de twee databronnen, constateren we dat de UN-database veel beter aansluit op het begrip “finished material” dan de Eurostat Comext database, die verschillende zware metalen bij elkaar in een groep zet⁵. De Eurostat Prodcom database maakt wel een onderscheid, maar hiervoor bestaan veel niet ingevulde waarden voor Nederland waardoor dit geen betrouwbaar beeld oplevert. Daarnaast is bij de UN-database een onderscheid tussen “virgin material” en “scrap metal” mogelijk, qua imports en exports voor de zware metalen. Bij de Eurostat database kan dit alleen voor ijzer en staal. Een plausability check van de gegevens van UN en Eurostat met die van de ICTS (OECD), toonde aan dat de laatste ook meer overeenkomst vertoont met die van de UN, hetgeen de betrouwbaarheid vergroot⁶.
- 2 In de EU (2004) studie wordt het probleem genoemd dat handelsdata voor Nederland mogelijk onbetrouwbaar zijn omdat niet altijd consistent voor re-exports wordt gecorrigeerd. De route die daar is gevolgd (een callibratie van CBS-gegevens met Eurostat-data) levert bij nadere beschouwing onvoldoende betrouwbare resultaten voor de metalen op. De berekende verbruiksgegevens van staal die in de VROM (2004) studie zijn betrokken uit de EU (2004) studie komen bijvoorbeeld niet overeen met de gepubliceerde “apparent consumption of steel” in (8) en (9). Dit levert verschillende trends op. Terwijl in de VROM (2004) studie met gegevens uit de EU (2004) studie beweert wordt dat de apparent consumption of steel flink daalt door de tijd heen, laten de statistieken in (8) en (9) juist een stijgende trend zien, in ieder geval tot het jaar 2000. We hebben in deze studie besloten om aan te sluiten bij de internationale statistieken, en dus onze gegevens overeenkomstig verzameld. Dit levert inderdaad stijgende trends op van ijzer en staal hoewel onze verbruikscijfers gemiddeld 5% afwijken van die van (8) en (9).
- 3 Plastics. In het VROM-project hebben we de productie van plastics ingeschat op basis van het verbruik van nafta. Met nieuwere gegevens afkomstig van Plastics Europe, hebben we ingeschat of dit een realistische benadering is. Er bleek een aanzienlijk en onverklaarbaar verschil te bestaan tussen de jaarlijkse consumptie van nafta's en de productie van plastics. Daarom is deze route in dit onderzoek verlaten. De cijfers voor consumptie (zowel van totalen

⁵ Dit is niet van belang bij het bepalen van de DMC, daar de DMC geen afzonderlijke materialen onderscheid.

⁶ Internationale handelsstatistieken bevatten soms informatie over kg of over stuks van een verhandeld goed. Er is gecontroleerd dat de categorieën die in deze database zijn meegenomen in kg zijn vermeld middels het Prodcom en HS handboek van Statistiek Oostenrijk (www.statistik.at/fachbereich_produzierender/PRODCOM_2005en.pdf).

als per type kunststof) en afvalproductie en –verwerking zijn afkomstig uit jaarverslagen en jaaroverzichten van Plastics Europe. Hierin worden de cijfers in het algemeen gegeven voor “West Europa”. Op basis van de totale consumptie voor 2002 in Nederland is een equivalentiefactor van 0,045 afgeleid. Hiermee zijn de West Europese cijfers naar Nederlandse cijfers “vertaald”. Voor de consumptie is dit een redelijke aanname, maar voor de productie niet: de Nederlandse basischemie is netto exporteur. Daarom zijn specifiek Nederlandse import- en exportcijfers overgenomen uit de “COMtrade” database van de VN. Deze zijn alleen per type kunststof (LDPE, HDPE, etc) beschikbaar en niet voor het totaal aan kunststoffen. Uit vergelijking van de consumptie-, import-, export- en productiecijfers blijkt dan dat inderdaad de productiecijfers zoals die zijn afgeleid uit de West Europese productie niet consistent zijn. In de uiteindelijke dataset zijn daarom de productiecijfers berekend uit consumptie, import en export. Deze cijfers zijn daarom ook alleen beschikbaar per type kunststof en niet voor de totale productie. Daarnaast geldt nog dat de consumptiecijfers per type kunststof alleen beschikbaar zijn voor 2001-2003. Voor alle andere jaren zijn deze cijfers daarom afgeleid uit de totale consumptie, op basis van de verhouding tussen de verschillende types gemiddeld over 2001-2003. Cijfers voor totale consumptie ontbreken voor 1990; hier is geëxtrapoleerd. Import en export zijn geëxtrapoleerd voor 1990 en 1991. Het zij opgemerkt dat zodoende de met name de productiecijfers gebaseerd zijn op een zekere stapeling van aannames en dat ze daarom een behoorlijke foutenmarge zullen hebben.

- 4 Zand. Voor ophoogzand is er gebruik gemaakt van aangepaste gegevens van DWW voor het tijdval 1990-2000.

B.2.3 Specifieke opmerkingen per productgroep

NB: Productiecodes reflecteren productiecodes uit HS1992 tenzij anders vermeld. Er is geen vertaling opgenomen van specifieke Engelstalige informatie uit de statistieken.

Lood

De productiegegevens zijn afkomstig van USGS en BGS. Het verschil in 2003 tussen beide bronnen is gemiddeld tussen USGS en BGS.

Import, export:

Lead: This includes the categories:

7801 - Unwrought lead
7802 - Lead waste or scrap
7803 - Lead bars, rods, profiles and wire
7804 - Lead plates, sheets, strip, foil, powders and flakes
7805 - Lead tubes, pipes and fittings
7806 - Articles of lead not else specified (nes)

Zinc

Productiegegevens: Bron: USGS, BGS (for 2003). 2004=2003.

Handelsgegevens: UN. Omvat categorieën: 7901 - Unwrought zinc; 7902 - Zinc waste or scrap; 7903 - Zinc dust, powders and flakes; 7904 - Zinc bars, rods, profiles and wire; 7905 - Zinc plates, sheets, strip and foil; 7906 - Zinc tubes, pipes and tube or pipe fittings; 7907 - Articles of zinc nes



Koper

Copper: this includes the categories: 7401: copper mattes; 7402 - Unrefined copper, copper anodes, electrolytic refined; 7403 - Refined copper and copper alloys, unwrought; 7404 - Copper, copper alloy, waste or scrap; 7405 - Master alloys of copper; 7406 - Copper powders and flakes; 7407 - Copper bars, rods and profiles; 7408 - Copper wire; 7409 - Copper plates, sheets and strips, thickness > 0.15mm; 7410 - Copper foil, thickness (except any backing) < 0.15mm; 7411 - Copper pipes, tubes; 7412 - Copper pipe and tube fittings; 7413 - Stranded copper wire, cable, plaits, etc, uninsulated; 7414 - Copper wire cloth, grill, netting, expanded metal; 7415 - Copper nails, screws, bolts, pins, washers, etc; 7416 - Copper springs; 7417 - Copper cooking, heating apparatus, non-electric, part; 7418 - Copper table, kitchen, household and sanitary items; 7419 - Articles of copper nes

Data on re-exports for copper ores were very unreliable. For missing years we estimated 0,1kton as export which is confirmed by the Commodity Yearbook 2004 of the UN.

Nikkel

Nickel imports en exports bestaan uit de categorieën 7401: Nickel mattes and sinters, etc.; 7502 - Unwrought nickel; 7503 - Nickel waste or scrap; 7504 - Nickel powders and flakes; 7505 - Nickel bars, rods, profiles and wire; 7506 - Nickel plates, sheets, strip and foil; 7507 - Nickel tubes, pipes and tube or pipe fittings; 7508 - Articles of nickel, nes. Consumptie van Nickel is exclusief de consumptie van nickel mattes, omdat daarvoor geen betrouwbare gegevens voorhanden zijn bij ICTS, BGS en UN.

IJzer en Staal

Productiegegevens: USGS

For iron and steel imports and exports we used the International Iron and Steel Institute. De apparent consumptie uit deze bron is genomen als uitgangspunt. De exports zijn uit deze bron en de imports zijn vervolgens afgeleid door de apparent consumptie als uitgangspunt te nemen.

Scrapgegevens zijn van OECD en UN en consistent.

Aluminium

De productiegegevens zijn afkomstig van USGS en BGS. Het verschil in 2003 tussen beide bronnen is gemiddeld tussen USGS en BGS.

De productiecijfers vanaf 1996 zijn echter betrouwbaar en waarschijnlijk niet compleet.

Aluminium includes the following categories: 7601 - Unwrought aluminium; 7602 - Aluminium waste or scrap; 7603 - Aluminium powders and flakes; 7604 - Aluminium bars, rods and profiles; 7605 - Aluminium wire; 7606 - Aluminium plates, sheets and strip, thickness > 0.2 mm; 7607 - Aluminium foil of a thickness < 0.2mm; 7608 - Aluminium tubes and pipes; 7609 - Aluminium tube or pipe fittings; 7610 - Aluminium structures, parts nes, for construction; 7611 - Aluminium reservoirs, vats, tanks, etc, capacity >300l; 7612 - Aluminium casks, drums, boxes, etc. capacity <300l;

7613 - Aluminium containers for compressed or liquefied gas
7614 - Aluminium stranded wire, cables, plaits, uninsulated
7615 - Aluminium ware for table, kitchen, sanitary use
7616 - Articles of aluminium nes

Cement

Productiegegevens: 1990-1994 CBS; 1993-2002 USGS; 2000-2003 BGS; 2004=2003. Series have been standardized additively. The cement figures are split between Portland and other cement. The production figures, however, refer to Portland cement only.

Plastics

Naast een verdeling in thermosets (harsen) en thermoplastics, die overigens verder niet gebruikt zal worden, zijn de gegevens zoveel mogelijk onderverdeeld naar type plastic, omdat de milieudruk over de keten voor verschillende types zeer uiteen kan lopen.

Gegevens zijn beschikbaar voor:

- LDPE (low density polyethylene). Specifieke dichtheid < 0,94.
- HDPE (high density polyethylene). Specifieke dichtheid > 0,94.
- PP (polypropyleen).
- PS (polystyreen). *In de Plastics Europe data worden cijfers gegeven voor "PS", in COMtrade wordt de term PS gebruikt voor alle (co)polymeren van styreen. De gebruikte data zijn voor "styreen polymeren behalve ABS en SAN" omdat dit waarschijnlijk het dichtste bij de door Plastics Europe gehanteerde definitie komt.*
- PVC (polyvinylchloride). *In de Plastics Europe data worden cijfers gegeven voor "PVC", in COMtrade voor "polymers of vinyl chloride, other halogenated olefins". De overeenkomst tussen deze categorieën is waarschijnlijk groot, maar niet 100%.*
- PET (polyethyleen teraphthalaat).
- PA (polyamide). Alleen data voor consumptie beschikbaar.

Bij elkaar beslaan deze kunststoffen (zonder PA) zo'n 90% van de totale consumptie. De overige plastics en de harsen vormen dus maar een klein deel van de totale markt.

Ophoogzand

DWW maakt onderscheid in ophoogzand, beton- en metselzand en zilverzand. Bij het bepalen van de impacts ten gevolge van de consumptie van het materiaal zand wordt alleen gerekend met de consumptie van zand voor het ophogen van bouwterreinen en wegen, e.d. De impacts van de consumptie van beton- en metselzand maken immers deel uit van de materialen cement en beton. De impacts ten gevolge van de consumptie van zilverzand (industriële zand) maken deel uit van een aantal andere materialen, zoals glas en staal. Volgens USGS (United States Geological Survey) wordt zilverzand ingezet in een aantal materialen, zoals grondstof voor glas (37%), schuurmiddel (5%), ijzergieterijen (21%) en overige toepassingen (37%).



Beton en Cement

Volgens USGS wordt 88% van het cement ingezet in de betonproductie. Om dubbeltelling van impacts te voorkomen moet het deel van het cement dat wordt ingezet in de betonproductie niet worden meegerekend bij het bepalen van de impacts van de consumptie van cement. Dat wil zeggen dat de impacts ten gevolge van de consumptie van cement alleen betrekking heeft op het gebruik van metsel cement (ca. 12%).

Glas

De productiegegevens van glas zijn vanwege geheimhouding niet beschikbaar (CBS, CEREM).

Zilverzand is de belangrijke grondstof voor de productie van glas. In het jaar 1990 bedroeg de productie van glas ca. 980 kton (RIVM: SPIN). De consumptie van zilverzand was 1.205 kton. Ongeveer 37% van het zilverzand wordt ingezet in de primaire glasproductie. Bij de glasproductie wordt echter ook gerecycled glas ingezet. De productie van glas is uiteindelijk bepaald door de consumptie van zilverzand te vermenigvuldigen met een factor 0.8 (de ratio van de glasproductie en zilverzandconsumptie in het jaar 1990).

Agrarische producten

Voor de jaren 2003 en 2004 zijn nog geen data beschikbaar bij FAO. De balans is constant verondersteld sinds 2002.