

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

Milieukentallen van verpakkingen voor de verpakkingenbelasting in Nederland

Rapport, herziene versie

Delft, november 2007

Opgesteld door: M.N. (Maartje) Sevenster
L.M.L. (Lonneke) Wielders
G.C. (Geert) Bergsma
J.T.W. (Jan) Vroonhof



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

M.N. (Maartje) Sevenster, L.M.L. (Lonneke) Wielders, G.C. (Geert) Bergsma,
J.T.W. (Jan) Vroonhof

Milieukentallen van verpakkingen voor de verpakkingenbelasting in Nederland

Delft, CE Delft, 2007

Verpakkingen / Overheidsbeleid / Belastingen / Milieudruk / Meetmethoden /

Publicatienummer: 07.8545.30

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

Opdrachtgever het Ministerie van VROM.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Geert Bergsma.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE Delft 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.

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

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
2 Methodiek berekening milieubelasting	5
2.1 Broeikaseffect over keten als benadering	5
2.2 Gebruiksfase	6
2.3 Stappen in de verpakkingketen	7
2.4 Bronnen	8
3 Data per verpakkingsmateriaal	9
3.1 Algemene procedure en aanpak	9
3.2 Papier/karton	13
3.3 Glas	17
3.4 Metalen	18
3.4.1 Staal	18
3.4.2 Aluminium	20
3.5 Kunststof	21
3.6 Hout	23
3.7 Overig	24
4 Resultaat: Emissies per verpakkingsmateriaal	25
4.1 CO ₂ -eq. emissie per ton	25
4.2 Hoeveelheden verpakkingen	26
4.3 Vergelijking met Denemarken en België	26
4.4 Gebruik van de berekende cijfers	27
4.5 Aanbevelingen vervolgstappen milieucijfers t.b.v. een verpakkingenbelasting	29
Literatuur	31
A Data papier en karton	39
B Data glas	47
C Data metalen	49
D Data kunststoffen	55
E Samengevatte zienswijzen industrie met beantwoording	65

Samenvatting

Per 1 januari 2008 zal een verpakkingenbelasting worden ingevoerd. Het past in het kabinetsbeleid om de tarieven daarvan te differentiëren naar rato van de milieubelasting van het gebruikte verpakkingsmateriaal. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de verpakkingsmaterialen papier/karton, glas, staal, aluminium, kunststof, hout en overige verpakkingsmaterialen. Een voor beleid bruikbare benadering van de milieudruk van verpakkingen is een rangorde op basis van broeikaseffect over de hele keten. Van de voorkomende materialen zijn in dit rapport de milieugegevens voor de broeikasemissies meegenomen over de cruciale stappen in de keten: winning grondstoffen, primaire productie van het materiaal, het vormingsproces van de verpakking, recycling en afvalverwerking. In Tabel 1 is de berekende milieudruk in kg CO₂-eq. per ton verpakkingsmateriaal weergegeven.

Tabel 1 Totaalscores in kg CO₂-equivalent per ton materiaal

Materiaal	Score(b)	Factor t.o.v. glas
Papier en karton (incl. drankenkartons)	676	1,5
Glas	443	1
Staal	1.095	2,5
Aluminium	5.570	12,6
Kunststoffen	3.453	7,8
Hout	< 0	0
Overig ^(a)	475 → 443	1
Gemiddeld (zonder hout en overig)	1.208	

(a) Voor overig is het voorstel om deze categorie gelijk te stellen aan glas.

(b) NB: Deze score per kg verpakkingsmateriaal kan niet gebruikt te worden om een bepaald materiaal milieuvriendelijker te noemen omdat in praktijk er grote verschillen zijn in verpakkingsgewicht.

In dialoog met de Nederlandse verpakkingsmaterialen industrie is in zeer korte tijd ten behoeve van de verpakkingenbelasting deze milieukundige rangorde gemaakt. Dit heeft naar het oordeel van CE Delft geleid tot een redelijke maat waarop op korte termijn een verpakkingenbelasting voor het jaar 2008 is te baseren.

Aanbevolen wordt om voor het belastingjaar 2009 de rangorde te verfijnen door:

- Het meewegen van milieuverschillen in de gebruiksfase tussen verschillende verpakkingen (met name verschillen in productbederf en koeling).
- Het meewegen van meer milieuthema's om met name de recycling van papier beter in beeld te krijgen (bijvoorbeeld landgebruik en biodiversiteit).
- Het preciezer meenemen van de productielocaties van verpakkingen en verpakkingsmaterialen en de milieuverschillen tussen productielocaties.
- Het verder verfijnen van de belastingtarieven naar materiaal (diverse karton- en kunststofsoorten) en recyclingpercentages.

Hierna is een tweejaarlijkse up-date nuttig om innovatie te blijven stimuleren.



1 Inleiding

Per 1 januari 2008 zal een verpakkingenbelasting worden ingevoerd. Daarbij wordt een belasting geheven op alle verpakkingen van verpakte producten die op de Nederlandse markt worden gebracht. Het past in het kabinetsbeleid om daarbij qua tarief te differentiëren naar rato van de milieubelasting van het gebruikte verpakkingsmateriaal net als ook in Denemarken¹.

Eerder (april 2007) is op verzoek van het Ministerie van Financiën een globale berekening uitgevoerd door CE Delft naar milieudifferentiatie met betrekking tot de verpakkingen van een beperkt aantal productgroepen. Daarbij zijn milieucijfers van materialen meegenomen die deels verouderd zijn.

Inmiddels is besloten de verpakkingenbelasting te heffen op alle verpakkingen en niet op een beperkt aantal productgroepen zoals in Denemarken. Wel zal er gewerkt worden met een beperktere differentiatie naar materiaaltypen om aan te sluiten bij het bestaande monitoringsysteem voor verpakkingsmaterialen in Nederland (kunststof krijgt één gemiddeld milieukental; hetzelfde geldt mogelijk voor metaal (staal en aluminium)). Voor deze middeling over materialen is een goede inschatting van marktvolumes nodig. Het is dus de bedoeling dat de verpakkingenbelasting geïnd zal worden als een bedrag per kg verpakkingsmateriaal.

De centrale onderzoeksvraag luidt: het leveren van een goed onderbouwde berekening van de verhouding van milieubelasting van de verschillende materialen die bij verpakkingen worden gebruikt, rekening houdend met de inbreng van de betrokken materiaalsectoren en het verpakkend bedrijfsleven.

De uitkomst zal door het Ministerie van Financiën worden gebruikt om de tarieven van de belasting van verschillende verpakkingsmaterialen vast te stellen.

Dit is de herziene versie van het rapport. Hierin is ten opzichte van de eerste versie uit september 2007 een correctie opgenomen voor de middeling van de kunststofcijfers tot één cijfer voor kunststof. Het eerder berekende getal van 3.085 is gecorrigeerd in 3.453 gram CO₂ per kg kunststof.

¹ In België was dit ook het plan, maar inmiddels is daar de belasting van de baan.



2 Methodiek berekening milieubelasting

2.1 Broeikaseffect over keten als benadering

Voor verpakkingen zijn in Noord West Europa zeer veel milieustudies uitgevoerd; veelal uitgevoerd als levenscyclusanalyse (LCA). Dit betekent dat alle milieueffecten van de wieg tot het graf van verpakkingen integraal worden bekeken. In Nederland zijn vooral voor drankverpakkingen vele LCA's uitgevoerd, ook in opdracht van het Nederlandse Ministerie van VROM. Een deel daarvan betreft analyses waarbij een lijst van 10 tot 20 milieueffecten wordt doorgerekend. Op basis van verschillende weegmethodes werd eind jaren 90 duidelijk dat slechts enkele milieuthema's bepalend (dominant) zijn voor de verhoudingen tussen de belangrijkste verpakkingsmaterialen.

In 2001 ten tijde van het eerdere onderzoek van CE Delft naar een effect van een ecotax op drankenverpakkingen (CE Delft, 2001b) werd, gesteund door het Ministerie van VROM en de verpakkingsindustrie (SVM-PACT), alleen gekeken naar de dominante milieuthema's Broeikaseffect en Finaal Afval. Het onderzoek van CE Delft en KPMG in opdracht van VROM en SVM-PACT 'naar een nieuwe milieumaat voor verpakkingen en integratie met producten' (2004) concludeerde ook dat een milieumaat op basis van broeikaseffect en finaal afval voor macro-beleid een goede middenweg is tussen een complete LCA en de huidige kg benadering waarbij elke kg verpakking als even milieubelastend wordt verondersteld.

Op basis van deze overwegingen, het feit dat klimaatverandering maatschappelijk en politiek gezien nog sterk aan belang heeft gewonnen en het feit dat de hoeveelheid finaal afval door verpakkingen sterk is afgenomen door het stortverbod voor brandbaar afval is de keuze gemaakt om als benadering van de *verhouding van de milieubelasting van de verschillende verpakkingsmaterialen* het klimaatveranderend effect. Omdat de totale omvang van de te innen belasting van te voren is vastgesteld gaat het om de verdeling over de materialen en dus de relatieve omvang van de effecten.

Een grove en voor beleid bruikbare benadering van de milieudruk van verpakkingen is derhalve een rangorde op basis van broeikaseffect over de hele keten inclusief de bijdrage van winning en productie van materialen, gebruik, recycling en afvalverwerking. Enig voorbehoud hierop is het verschil tussen biotische en abiotische materialen; dit wordt in paragraaf 3.2 en 4.4 besproken.

Ook in Denemarken en België is een dergelijke benadering gekozen. De daar voorgenomen verpakkingenbelasting is ook gebaseerd op het broeikaseffect over de keten. Wel zijn de getallen daar anders voornamelijk door andere kenmerken van de afvalverwerking, andere recyclingpercentages en deels andere kenmerken van de verpakkingenproductie. In hoofdstuk 4 worden de systemen vergeleken.

2.2 Gebruiksfase

Bij verpakkingen is er discussie mogelijk over de vraag of en in hoeverre de gebruiksfase van verpakkingen (dat stuk van de keten waarin de verpakking gevuld is met product) ook meegenomen moet worden in de milieuanalyse van verpakkingen. Voor het bedrijfsleven is dit een belangrijk punt (zie Bijlage E). Verpakkingen hebben op zichzelf over het algemeen zelf geen CO₂-effecten tijdens het gebruik. (Er zijn nog geen verpakkingen met een snoer.) Wel hebben verpakkingen invloed op het product en vooral de productuitval en het bederf. Ook hebben sommige productverpakkingscombinaties koeling nodig.

Zoals in (GUA, 2005) terecht wordt opgemerkt hebben alle verpakkingen een (deel)functie om productverlies (bederf) te beperken. In het algemeen definieert deze functie de minimale dikte/sterkte van de verpakking en deels ook de keuze van het materiaal; lang houdbare melk gaat in drankenkarton met een laagje aluminium.

Een onderzoek van CE Delft/KMPG voor het Ministerie van VROM en SVM-PACT over de integratie van verpakkingen en productbeleid (CE Delft/KMPG, 2004) leerde dat voor een aantal verpakkingen het voorkomen van bederf en weggooien van het product een groter milieueffect heeft dan de betreffende verpakking. Bij bederfelijke milieubelastende waar als kasgroenten, zuivel, vis en vlees is dit voorkomen van productbederf voor het milieu (veel) belangrijker dan het milieueffect van de verpakking. Het bederf punt speelt dus als er tussen verpakkingen voor een bepaald product verschillen optreden:

- Bij producten die met of zonder verpakking worden verkocht (komkommer met sleeve of niet) waarbij de houdbaarheid aantoonbaar wordt verlengd door de verpakking.
- Kleine 'op-maat' verpakkingen die meer verpakkingsmateriaal vergen maar in potentie minder weggooien veroorzaken (bijvoorbeeld kleine drankenkartonetjes voor fruit of yoghurtdranken maar ook kleine frisdrankverpakkingen die voorkomen dat frisdrank zonder prik wordt weggegooid).
- Afsluitbare verpakkingen die soms leiden tot meer milieubelasting van de verpakking (bijvoorbeeld kunststof dop voor melk) maar kunnen leiden tot een langere houdbaarheid.

In de studie van GUA (2005) wordt een berekening gemaakt van de besparing die zou optreden als gevolg van verminderd voedselverlies door gebruik van verpakkingen. Deze berekening is echter volledig gebaseerd op een theoretisch scenario en er wordt aangenomen dat kunststof verpakkingen een groter effect hebben dan andere verpakkingen. De orde grootte die GUA op basis van deze aannames afleidt is 3,5 MJ extra uitgespaarde energie per kg kunststof ofwel ongeveer 3% van de sowieso uitgespaarde energie door verpakken. Er is dus geen aanleiding om te verwachten dat dit cruciale verschillen zou geven tussen verpakkingsmaterialen. De totale uitgespaarde energie door verpakken die door GUA wordt genoemd is overigens groter dan de geïnvesteerde energie in de verpakking. Als dit effect zou worden meegenomen zouden verpakkingsmaterialen dus mogelijk op een negatieve milieu-impact uitkomen en op die manier zou de conclusie moeten zijn dat hoe meer verpakking wordt gebruikt, hoe beter voor



het milieu. Dit extreme beeld laat zien dat de redenering om dit bij verpakkingen mee te nemen niet juist is.

Belangrijker reden om deze effecten niet mee te nemen is dan ook dat de keuzes productgedreven zijn. Dit geldt ook voor koeling of diepvries. Spinazie gaat niet in de diepvries omdat het in een kartonnen verpakking zit, maar omdat de consument het makkelijk vindt een diepvriesspinazie achter de hand te hebben of het lekkerder vindt dan uit een potje of vers. Als de spinazie toch diepgevroren wordt kan voor de verpakking met karton volstaan worden. Voor het eerder genoemde voorbeeld van gesteriliseerde melk geldt eenzelfde redenering.

Tot slot is het zo dat er verschil kan optreden in transporten na het vullen tussen types verpakkingsmateriaal. Het gebruik van bijvoorbeeld zware glazen flessen of lichtere kunststof flessen voor een zelfde hoeveelheid product kan leiden tot meer transport tonkm. Als het gewichtgelimiteerde transporten betreft kan het zijn dat bij gebruik van glazen flessen de beladingsgraad in volume lager is en er dus meer transporten moeten rijden voor eenzelfde hoeveelheid product. In dat geval is er geen sprake van simpelweg een extra hoeveelheid CO₂/kg die voor alle materialen gelijk is. Wederom is echter de vraag of een transport inderdaad gewichtgelimiteerd is afhankelijk van het type product en omdat de transporten sowieso een minimale bijdrage leveren aan de totale cijfers, is dit buiten beschouwing gelaten.

Conclusie gebruiksfase

Verschillen in productbederf en diepvries/koeling kunnen substantiële milieuverschillen geven tussen productverpakkingcombinaties. De precieze omvang hiervan is echter onzeker en de keuze voor een bepaalde verpakking en al of niet koelen is in eerste instantie productgedreven. Zodra verpakking- en productketen samenkomen is het product de dominante factor. Daarom zijn deze effecten op dit moment niet meegenomen in de analyse. Vooral voor een aantal verpakkingen die het product niet veranderen maar wel extra product bederf voorkomen (bijvoorbeeld de *sleeve* rond een komkommer) zou dit later heroverwogen kunnen worden. Het zou echter logischer zijn om dergelijke effecten via het product aan bod te laten komen en niet via de verpakking; eventueel door het uitsluiten van bepaalde productverpakkingcombinaties van de belasting.

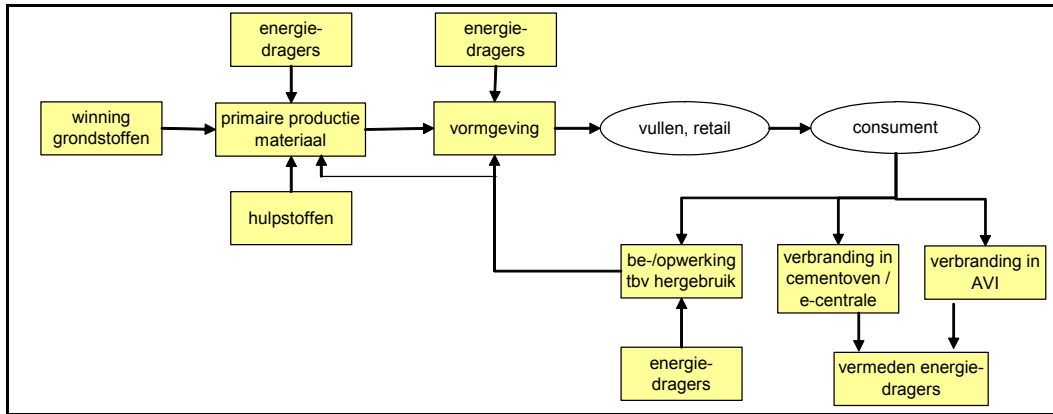
2.3 Stappen in de verpakkingketen

Van de voorkomende materialen zijn de milieugegevens voor de broeikasgasemissies meegenomen over de cruciale stappen in de keten:

- winning grondstoffen;
- de primaire productie van het materiaal van de verpakking;
- het vormingsproces van de verpakking;
- wanneer de verpakking niet wordt gerecycled maar verbrand in een afvalverbrandingsinstallatie in Nederland: de verbranding van het materiaal (geldt alleen voor het fossiele en brandbare materiaal kunststof). De uitgespaarde broeikasgasemissie van de geproduceerde energie van het materiaal bij de verbranding worden verrekend (dit geldt voor papier/karton en kunststof);

- wanneer de verpakking wordt gerecycled: De als gevolg van de recycling vermeden productie van het primaire materiaal wordt in mindering gebracht, maar het opwerkingsproces ten behoeve van de recycling wordt wel in rekening gebracht.

Figuur 1 Stappen in de verpakingsketen



Verschillen in milieueffecten in de buiten beschouwing gelaten fases kunnen uiteraard wel van belang zijn zoals besproken in paragraaf 2.2.

2.4 Bronnen

Voor de milieudata worden standaard en betrouwbare databases gebruikt. Voor kunststof zijn dit de Ecoprofiles van PlasticsEurope, voor staal de database van de wereldwijde staalindustrie (IISI), voor aluminium de data van de Europese aluminiumindustrie (EAA, 2005), voor glas van de Nederlandse glasindustrie, voor papier/karton de data van de Europese industrie (Fefco, 2006; Pro Carton, 2006) en van BUWAL-database of eigen data van CE Delft (massief karton, drankenkartons).



3 Data per verpakkingsmateriaal

3.1 Algemene procedure en aanpak

Het uitgangspunt voor de CO₂-cijfers zijn de cijfers en aanpak waarover met de materiaalproducenten in het 'artikel 14 project' (CE Delft/KPMG, 2004) is gesproken.

De basiscijfers per materiaal bestaan uit procesemissies van broeikasgassen (kg emissie per ton eindmateriaal), gebruikte hulpstoffen (kg per ton eindmateriaal) en gebruik van brandstoffen (GJ finaal energiegebruik) en elektriciteit (GJ finaal energiegebruik). Elk van deze basiscijfers wordt vermenigvuldigd met het bijbehorende standaard CO₂-kental (zie Tabel 2). De basiscijfers worden zoveel mogelijk per productiestap (zie Figuur 1) uitgesplitst. Niet elke productiestap geldt voor elk materiaal. Zo is bijvoorbeeld bij de productie van glas de primaire productie en de vormgeving geïntegreerd en verbranding in de AVI buiten beschouwing gelaten omdat dat geen broeikasgasemissies veroorzaakt.

Op basis van de 'oude cijfers' is overleg geweest met industrie waaruit nodige aanpassingen en verbeteringen van cijfermateriaal naar voren kwamen. Deze inspraak procedure wordt beschreven in bijlage E.

In deze paragraaf worden enkele algemene uitgangspunten behandeld. Vervolgens bespreken we details voor de verschillende materialen.

Voor CO₂-kentallen gebruiken we deels nieuwe gegevens ten opzichte van artikel 14 project. De nieuwe cijfers zijn deels afkomstig uit Ecoinvent versie 1.3 (hulpstoffen) en uit de 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse gas inventories, Volume 2 Energy (stookwaarden en CO₂-emissies² voor verbranding van brandstoffen). De karakterisatiefactoren voor broeikasgassen zijn allemaal volgens IPCC 2001 (Third Assessment Report). Deze waarden worden nog niet gebruikt in 'National Inventory Reports' in het kader van het Kyoto-protocol, maar wel in vrijwel alle andere klimaatbeleid omdat ze wetenschappelijk gezien het meest betrouwbaar zijn.

Tabel 2 en Tabel 3 geven de gebruikte standaard waarden.

² Niet CO₂-emissies dragen < 1% bij aan het klimaat effect van ondervuring van fossiele brandstoffen.

Tabel 2 Vermenigvuldigingsfactoren naar CO₂

		Artikel 14 'Oude cijfers' (kg CO ₂ -eq.)	Nieuwe waarden (kg CO ₂ -eq.)	Bron nieuwe waarden
Emissies naar lucht (per kg emissie)	CO ₂	1		
	N ₂ O	296		
	CH ₄	23		
	CF ₄	6.500	5.700	IPCC 2001
	C ₂ F ₆	9.200	11.900	IPCC 2001
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (per ton)	Na ₂ CO ₃ (synthetisch)	770		
	Na ₂ CO ₃ (natuurlijk)		100	EPA 2007
	NH ₃	2.239	2.080	Ecoinvent v1.3
	NaOH (50%)	1.499	1.010	Ecoinvent v1.3
	NaCl	216	167	Ecoinvent v1.3
	CaO	1.265	944	Ecoinvent v1.3
	CaCO ₃	10	23	Ecoinvent v1.3
	AlF ₃	1.754	1.160	Ecoinvent v1.3
	Al(OH) ₃		66	Ecoinvent v1.3
	CaF ₂	95		
	Anode (alu prod)		983	Ecoinvent v1.3
	Petrol coke		507	Ecoinvent v1.3
	Pitch (at plant)		1040	Ecoinvent v1.3
	H ₂ SO ₄	115	119	Ecoinvent v1.3
	Cathode carbon		2.410	Ecoinvent v1.3
	Fe		17	Ecoinvent v1.3
	Dolomiet		27	Ecoinvent v1.3
zuurstof	216	373	Ecoinvent v1.3	
Precombustion (per GJ eindgebruik)	Aardgas	12	12,4	Ecoinvent v1.3, IPCC calorific value
	Olie	19	17	Ecoinvent v1.3, IPCC calorific value
	Bruinkool		33	Ecoinvent v1.3, IPCC calorific value
	Steenkool	16	10	Ecoinvent v1.3, IPCC calorific value
Ondervuring en warmte (per GJ eindgebruik)	Aardgas	67	56	IPCC, 2006
	Stookolie licht	85	77	IPCC, 2006
	Stookolie zwaar	97		IPCC, 2006
	Dieselolie		74	IPCC, 2006
	Bruinkool		101	IPCC, 2006
	Steenkool	106	95	IPCC, 2006
Elektriciteit (GJ)	Mix NL	188	145	CE, 2007
	Mix E,U.	120		
	Mix EAA	94	103	EAA update 2002; sept. 2005
Transport (tonkm)	Zee	0,00028		
	Binnenvaart	0,034		
	Rail	0,034		
	Wegvervoer	0,078		

Voor de calorische waarde voor de relevante energiebronnen worden de in Tabel 3 vermelde waarden gebruikt.



Tabel 3 Calorific value primaire energiebronnen

	Calorific value MJ/kg	Bron
Aardgas	48	IPCC, 2006
Dieselolie	43	IPCC 2006
Olie	40,4	IPCC, 2006
Bruinkool	11,9	IPCC, 2006
Steenkool	28,2	IPCC, 2006

Transporten

De transportafstanden worden geraamd volgens de in het (MERLAP, 2002) aangehouden gedachtegang. De afstand zal kleiner zijn wanneer er meer plaatsen zijn waar verpakkingen kan worden afgezet. De volgende afstanden worden aangehouden:

Transport naar AVI	40 km
Transport naar pelletfabriek	150 km
Transport naar cementoven	150 km
Transport naar één locatie binnen Nederland	150 km
Transport naar 2 locaties binnen Nederland	100 km
Transport naar 3 locaties binnen Nederland	75 km
Transport naar 4/5 locaties binnen Nederland	50 km

Voor transporten vanuit het buitenland (vooral ruwe materialen, halfabrikaten) worden zoveel mogelijk de reële afstanden aangehouden, deels overgenomen uit de betreffende industrie databases, en anders de maximale afstand van 150 km uit (MERLAP, 2002).

Verwerking eindafval en aannames AVI

Voor gebruikt verpakkingsmateriaal dat niet gerecycleerd wordt zijn in theorie drie afvalverwerkingsopties :

- verbranding in AVI met energieopwekking;
- bijstook in een cementoven in plaats van kolen;
- stort.

Er wordt van uitgegaan dat geen verpakkingsafval gestort wordt. Een klein deel van karton en kunststoffen zal worden bijgestookt als secundaire brandstof (zie paragraaf 3.2 en 3.5), maar het overgrote deel van het verpakkingsafval zal tezamen met ander huishoudelijk afval worden verbrand in een AVI. De baat van de daarbij opgewekte energie wordt aan materialen toegerekend naar rato van hun verbrandingswaarde. Daartoe wordt uitgegaan van een gemiddeld rendement van het Nederlandse AVI-park van 22% elektrisch en 7% thermisch. De geproduceerde elektriciteit vervangt dezelfde hoeveelheid elektriciteit geproduceerd via het gemiddelde Nederlandse elektriciteitspark (NL mix uit Tabel 2). De geproduceerde warmte vervangt dezelfde hoeveelheid warmte die met behulp van een gasketel wordt geproduceerd. Door bijstook in cementoven of centrale wordt op basis van stookwaarde steenkool uitgespaard (waarden Tabel 2 en Tabel 3, zie ook bijlage A en D).

Voor beide vormen van verbranding komt ook bij verbranding van karton (hout) CO₂-vrij. Dit 'kortcyclisch' CO₂ is aan het begin van de keten (bosbouw) onttrokken aan de atmosfeer, zodat deze materialen een negatieve CO₂-inhoud hebben, tot het moment van verbranding. De netto emissie over de keten van het kortcyclisch CO₂ is daarmee nul.

Er wordt geen rekening gehouden met het feit dat materialen met hoge/lage verbrandingswaarde of het onttrekken van PPF (PapierPlasticFractie) het rendement van de AVI gunstig/ongunstig kunnen beïnvloeden. De gemiddelde samenstelling van het afval dat in AVI's verbrand wordt is een gegeven en zal bovendien nauwelijks beïnvloed worden door kleine variaties in recyclepercentages van verpakkingsmaterialen.

In principe dragen alleen karton en kunststoffen bij aan de energieopwekking in een AVI. Metalen en glazen verpakkingen worden als inert beschouwd. Voor aluminium is dit niet helemaal waar, omdat een deel van het aluminium wel oxideert en daarbij ook bijdraagt aan de energieopwekking. Voor de metalen verpakkingen is dit echter een kleine fractie, die leidt tot een klein materiaalverlies bij terugwinning van het aluminium (zie hieronder). Voor het aluminium in drankenkartons wordt wel uitgegaan van volledige verbranding met energiewinst, omdat de laag in het laminaat uitzonderlijk dun is en daardoor verbrandt.

Voorscheiding en slakopwerking

Bij een aantal AVI's in Nederland vindt mechanische voorscheiding plaats van metalen, papier en/of kunststoffen. Het blijkt dat kartonnen verpakkingen niet in de PPF terecht komen vanwege hun relatief hoge gewicht per m² oppervlak. Dat dit in de praktijk ook zo werkt blijkt uit het gegeven dat drankenkartons bij GAVI en VAGRON in het restafval achterblijven. Productie van secundaire brandstoffen is voor papier dus verder buiten beschouwing gelaten, ook voor drankenkartons. Voor plastics wordt wel een deel afgescheiden, zie bijlage D. Voor metalen is een totaal recyclingpercentage voor het deel dat in het restafval terecht komt bepaald, waarin een groot deel vrijkomt bij slakopwerking (bijlage C).

Recycling

Materiaalrecycling van de verpakkingsmaterialen heeft effect op de gemiddelde broeikasgasemissies van die materialen. Er zijn in hoofdlijn twee manieren waarop de recycling kan worden meegenomen, die hetzelfde eindresultaat geven in geval van gesloten kringloop:

- 'Recycled content': glas, papier (behalve overschotten aan secundair materiaal, daarop onderstaande van toepassing).
- 'Recycling percentage': andere materialen. De gebruikte cijfers zijn voor productie op basis van primaire grondstoffen, maar het secundaire materiaal spaart - na de benodigde opwerkingstappen - primaire grondstoffen uit. Bij toepassing buiten eigen keten voor plastics is er niet altijd 1:1 vervanging maar gebruiken we een kwaliteitfactor, bijvoorbeeld PET voor een vezeltoepassing als fleece, zie paragraaf 3.5.



Voor staal is deze aanpak enigszins formalistisch, omdat in het algemeen de staalproductie nooit op basis van 100% primaire grondstoffen plaatsvindt. In paragraaf 3.4 wordt hierover meer uiteengezet.

Voor recycling wordt, net als voor totale volumes, uitgegaan van de data uit het laatste jaarverslag van de Commissie Verpakkingen (2005). Voor glas, karton en kunststoffen gaat het om gescheiden inzameling, voor de metalen om zowel gescheiden inzameling als terugwinning uit AVI-slak (zie hierboven). De opsplitsing voor aluminium en staal wordt beschreven in bijlage C.

Per materiaal wordt aangegeven hoe een en ander precies is geïmplementeerd.

3.2 Papier/karton

Voor papieren/kartonnen verpakkingen zijn vijf submateriaalgroepen te onderscheiden, te weten:

- golfkarton;
- vouwkarton;
- massiefkarton;
- drankenkartons;
- overig ('wrappings', van cadeaupapier tot cementzakken).

Deze indeling wordt door de industrie gemaakt op basis van kenmerken en productiewijze. Binnen deze submateriaalgroepen zijn weer allerlei onderverdelingen te onderscheiden die kenmerken kunnen vertonen van andere submateriaalgroepen. Een voorbeeld daarvan zijn laminaten voor diepvriesproducten. Deze laminaten komen qua productiewijze overeen met vouwkarton, zij het dat als extra stap een dun PE-laagje wordt aangebracht. De productiewijze van deze laminaten komt niet overeen met die van drankenkartons. Deze laminaten zijn daarom bij vouwkarton ondergebracht. De extra stap van het aanbrengen van het PE-laagje geeft een zo gering additioneel milieueffect dat het niet aan te bevelen is een aparte categorie daarvoor te maken.

In Tabel 4 worden de hoeveelheden van de verschillende submaterialen gegeven.

Tabel 4 Hoeveelheden (in kton) subsoorten papieren/kartonnen verpakkingen

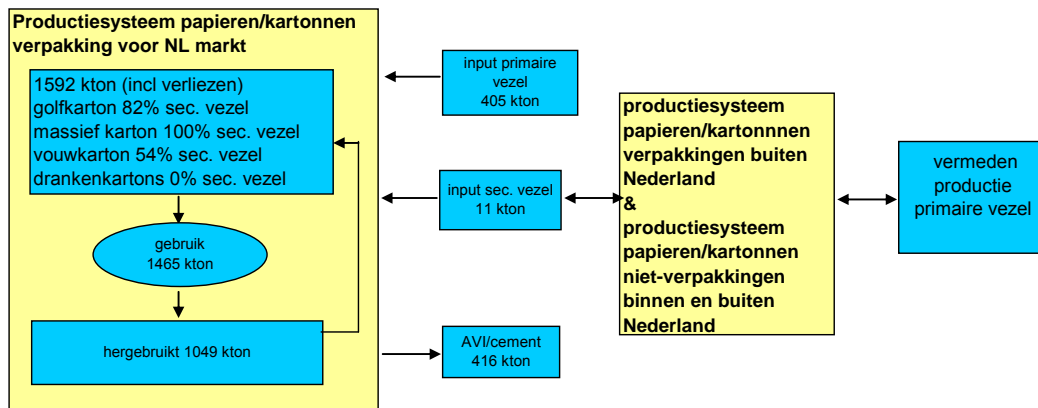
	Hoeveelheden 2005 (kton)	Aandeel	Verdeelsleutel overig	Aangepast volume (kton)	Aangepast aandeel	Percentage secundair input
Massiefkarton	180	12%	14%	190,2	13%	100%
Vouwkarton	305	21%	23%	322,3	22%	54%
Golfkarton	840	57%	63%	887,5	61%	82%
Drankenkarton	65	4%		65	4%	0%
Overig	75	5%				
Totaal	1.465			1.465		

Bron: VNP.

Massiefkarton voor de Nederlandse markt wordt voornamelijk in Nederland zelf geproduceerd. Bij de andere categorieën vindt productie voornamelijk in het buitenland plaats. Bij de productie van massiefkarton, golfkarton, vouwkarton en drankenkartons wordt gemiddeld respectievelijk 100%, 82%, 54% en 0% secundaire vezels ingezet (VNP, 2002).

Voor de kartonnen verpakkingen bestaat de keten uit de bereiding van pulp en de verwerking van de pulp tot rollen of vellen karton. Deze halfabrikaten worden vervolgens gestanst en bedrukt tot de doos c.q. verpakking, welke vervolgens wordt afgezet bij de vuller en zo op de markt terechtkomt. Deels zijn deze stappen geïntegreerd en vinden bij één bedrijf plaats. In dat geval zijn de cijfers ook niet opgesplitst. Voor alle materialen is een gemiddeld verliespercentage van 8%

Figuur 2 Massabalans voor kartonnen verpakkingen voor Nederlandse markt



Noot: In deze figuur is aangegeven hoe het systeem binnen dit project is beschouwd. De werkelijkheid ligt uiteraard ingewikkelder, omdat de industrie die voor de Nederlandse markt verpakkingen produceert een hoge inzet van secundaire vezels kent en een belangrijk deel van gescheiden ingezamelde grafische papersoorten naast die van verpakkingen verwerkt. Een deel van het gescheiden ingezamelde verpakkingspapier wordt weer ingezet in andere papier/karton toepassingen (zoals hygiënische soorten).

Een groot deel van de afgedankte verpakkingen wordt gescheiden ingezameld en herverwerkt. Hierbij komen rejects vrij, die grotendeels bestaan uit niet-papiergerelateerde materialen zoals zand en plastics. De rest bestaat uit papiergerelateerde materialen, waaronder nietjes, labels et cetera. De daadwerkelijke vezelfractie die via de rejects verloren gaat is 0,5% (opgave industrie). Alleen deze vezels in de 'rejects' worden als secundaire brandstof voor bijstook in een cementoven gewaardeerd.

Kort-cyclisch CO₂ wordt niet buiten beschouwing gelaten maar aan het begin van de keten opgenomen en aan het eind van de keten bij verbranding weer geëmitteerd. De waarde die hiervoor wordt gebruikt is 1.643 kg CO₂ per ton karton afgeleid uit een koolstofgehalte van 44,8% (gewicht). De CO₂-onttrekking en emissie zijn dus volledig toegerekend naar koolstofgehalte. Emissies van landgebruik, verandering van landgebruik of bosbouw ('LULUCF') als gevolg van primair



grondstofgebruik worden niet meegenomen. Evenmin zijn indirecte effecten van 'uitputting' meegenomen.

Omdat de inzet van secundaire vezels bij de kartonnen verpakkingen gemiddeld iets hoger is dan het recycling percentage van papierafval, is er netto 11 kton secundaire vezel 'te weinig', inclusief correctie voor de snijverliezen. Dit wordt onttrokken aan andere ketens dan die van de Nederlandse 'consumptie' van verpakkingen. Hiervoor wordt gerekend met uitgespaard sulfaatpulp; zie bijlage A.2.

De detailcijfers betreffende broeikasgasemissies worden in de volgende paragrafen apart behandeld voor de vier submaterialen.

Massief karton

Massief karton wordt voornamelijk in Nederland geproduceerd, zodat kan worden gesteld dat de Nederlandse productie representatief is voor het materiaal dat op de Nederlandse markt wordt afgezet³. Productie in Nederland is gebaseerd op 100% oud papier en vindt plaats bij Smurfit Kappa Solid Board.

Voor de bij productie van massief karton optredende emissies en verbruiken van hulpstoffen en energiedragers zijn door de grote Nederlandse producenten gegevens aangedragen in 2004, grotendeels op basis van BUWAL 250. Voor het maken van de verpakkingen zijn nieuwe cijfers voor twee producenten door de industrie aangeleverd: 0,24 GJ_e en 0,29 GJ_e per ton. Dit is aanmerkelijk lager dan de oudere cijfers. Daarom is in deze studie de hogere waarde van 0,29 GJ_e per ton gebruikt; een meer algemene update van deze cijfers zou wenselijk zijn.

Recycling wordt meegenomen via recycled content. Alle cijfers voor massief karton worden gegeven in bijlage A. De totaalscore voor massief karton (908,5 kg CO₂-eq./ton) is onderdeel van het totaal voor karton.

Golfkarton

Aangezien golfkartonnen verpakkingen voor de Nederlandse markt voor het merendeel worden geïmporteerd, is voor de productie van deze verpakkingen uitgegaan van de gemiddelde Europese productie. De bijdragen per ton golfkarton zijn gebaseerd op de gegevens uit (FEFCO, 2006). Pulp geproduceerd uit vers hout of oud papier wordt verwerkt tot rollen papier. Aandeel primair is 18% en de productie van de verpakking is geïntegreerd. De transportafstanden in bijlage A zijn hiervoor zo nodig 'gecorrigeerd'. Dat wil zeggen dat transport van primaire grondstoffen over 1.000 km tot een effectieve afstand van 180 km leidt.

Snijverliezen, rejets, recycling en verwijdering worden behandeld volgens de algemene uitgangspunten voor papier. Alle cijfers voor golfkarton worden gegeven in bijlage A. De totaalscore voor golfkarton (750,3 kg CO₂-eq./ton) is onderdeel van het totaal voor karton.

³ Van het binnen de CEPI-landen geproduceerde massiefkarton is 65% afkomstig uit Nederland.

Vouwkarton

Productie van pulp en halffabricaten - de rollen of vellen vouwkarton - vindt plaats bij geïntegreerde bedrijven. Bij verwerking van primaire pulp wordt soms ook elders geproduceerde handelspulp ingekocht om een deel van de grondstofbehoefte te dekken. De rest wordt 'in huis' geproduceerd. Totaal aandeel primair materiaal in de productie is 46%. Data in bijlage A zijn overgenomen uit de database van Pro Carton (www.procarton.com).

Snijverliezen, rejects, recycling en verwijdering behandeld volgens de algemene uitgangspunten voor papier (zie ook bijlage A).

Alle cijfers voor vouwkarton worden gegeven in bijlage A. De totaalscore van vouwkarton (282,1 kg CO₂-eq./ton) is onderdeel van het totaal voor karton.

Drankenkartons

Er zijn twee soorten drankenkartons⁴:

- septische drankenkartons, bestaande uit een combinatie van ongeveer 11% PE en 89% karton en bestemd voor zuivelproducten;
- aseptische drankenkartons, bestaande uit een combinatie van 5% aluminium, 20% PE en 75% karton en bestemd voor verpakking van langer houdbare producten.

Het karton (liquid packaging board, LPB) wordt uit 100% primaire grondstoffen geproduceerd in Scandinavië. In Nederland wordt het laminaat geproduceerd. Het karton wordt aan beide zijden voorzien van een PE-coating (PE-extrusie). Bij aseptische drankenkartons wordt aan de binnenzijde tussen het karton en het PE een laagje (7 à 8 µm) aluminium geplakt. Het laminaat wordt op rollen verstuurd naar de gebruiker, gevuld en op de markt gezet.

Voor drankenkartons werd in 2005 2 kton nuttige toepassing gerapporteerd. Het betrof hier inzet als vervangende brandstof (PPF); dit is buiten beschouwing gelaten, mede omdat het effect op het totaal voor papier te verwaarlozen is.

Emissiecijfers en cijfers voor verbruiken van energiedragers en chemicaliën voor de productie van het in drankenkartons verwerkte LPB en voor het maken van het laminaat zijn ontleend aan (BUWAL 250). De milieucijfers voor PE-folie en primair aluminium zijn zoals in deze studie berekend.

Bij de verbranding van aseptische drankenkartons zal het daarin aanwezige aluminium wel verbranden, in tegenstelling tot bij volledig aluminium verpakkingen, en draagt bij aan de elektriciteit- en warmteproductie. Verbranding in een AVI is op 100% van het drankenkarton afval van toepassing; voor details zie bijlage A.2.

⁴ Informatie Hedra.



Alle cijfers voor drankenkarton worden gegeven in Bijlage A. De totaalscore van drankenkartons (1.182,8 kg CO₂-eq./ton) is onderdeel van het totaal voor karton.

Karton totaal

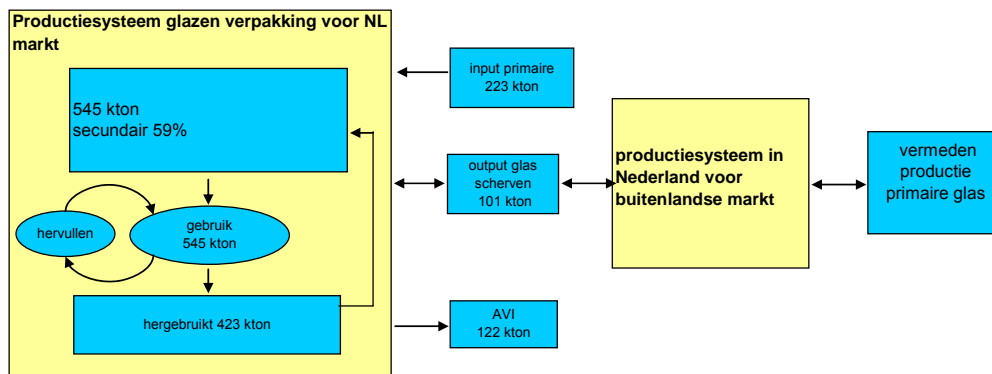
De totaalscore van karton is 676 kg CO₂-eq./ton.

3.3 Glas

De Nederlandse productiecapaciteit aan glas is ruim tweemaal zo groot als de Nederlandse consumptie. In 2006 is de inzet van recyclingscherven in Nederland opgelopen naar gemiddeld 59%. Het getal van 59% is een gewogen gemiddelde en geldt voor de Nederlandse verpakkingsglasindustrie als geheel (Ardagh Glass Benelux en O-I Manufacturing Netherlands B.V.).

Voor het deel Nederlandse consumptie (545 kton) is het recyclepercentage veel hoger dan dat (78%) en is er dus sprake van een overschot aan glasscherven (101 kton). Dit overschot wordt wel weer in Nederland ingezet, maar dan voor de productie van verpakkingen voor buitenslands gebruik. In Figuur 3 wordt de massabalans voor NL consumptie weergegeven.

Figuur 3 Massabalans voor Nederlandse consumptie



Voor de vaststelling van de milieucijfers wordt uitgegaan van de emissies van de Nederlandse glasindustrie. Er is sprake van veel import van glazen verpakkingen; de helft van de consumptie bestaat uit wijnflessen uit wijnproducerende landen. De Nederlandse productie is echter tweemaal zo groot als de Nederlandse consumptie van verpakkingsglas. Er wordt dus meer Nederlands glas geëxporteerd dan buitenslands glas geïmporteerd en een deel van het geëxporteerde glas zal weer terugkomen naar Nederland nadat het met product gevuld is.

Als primaire grondstoffen worden soda (Na₂CO₃), kalksteen (CaCO₃) en zand gebruikt. Veel van de soda die in Europa wordt gebruikt, wordt geproduceerd uit steenzout (NaCl) en kalksteen ofwel calciumchloride (CaCl₂). Een deel van de soda wordt uit Noord Amerika geïmporteerd, waar het van nature voorkomt.

Volgens opgave van de industrie is een derde van het gebruikte soda van natuurlijke oorsprong. Procesemissies betreffen voornamelijk het gebruik van soda.

De data voor de opwerking van de glasscherven zijn ontleend aan (BUWAL 250) (blz. 500/5001). Uitval in de opwerkingsketen van glasscherven is ongeveer 4%, maar het recyclepercentage van 78% is hiervoor al gecorrigeerd.

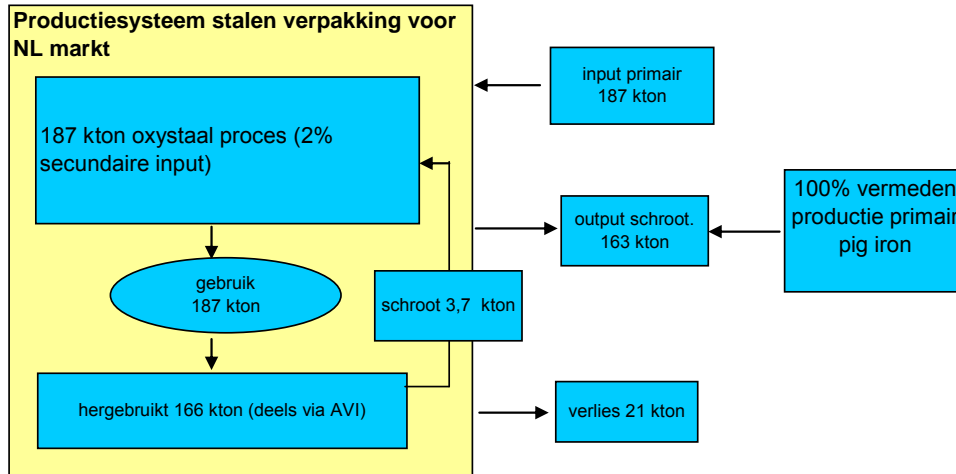
Alle cijfers voor glas worden gegeven in Bijlage B. De totaalscore is 443 kg CO₂-eq./ton glas.

3.4 Metalen

3.4.1 Staal

Staal wordt in Europa geproduceerd uit geïmporteerde grondstoffen en in de regio verder verwerkt tot verpakking. Na afdanken van de verpakkingen worden verpakkingen gescheiden aangeboden ten behoeve van hergebruik. Wat betreft huishoudelijk verpakingsstaal wordt een deel gescheiden ingezameld, een deel wordt in scheidingsinstallaties (Wijster, VAGRON, OMRIN) afgescheiden en het grootste deel wordt uit de bodemslakken van de verbranding van integraal ingezameld restafval afgescheiden (zie bijlage C).

Figuur 4 Gebruikte massabalans voor verpakkingstaal



We gaan er van uit dat verpakkingen uitsluitend uit tinplate staal worden gemaakt (zie Boulonois, 2003). De kentallen voor primaire productie zijn gebaseerd op het IISI 'cradle-to-gate' Europese milieuprofielen voor 'tinplated coil' (IISI, 2002). In deze data is nauwelijks sprake van inzet van schoot (2%). Het product is het half-fabriekaat waaruit de verpakkingen worden geproduceerd: gewalste plaat of 'sheet'. In het IISI-milieuprofiel zijn de belangrijkste inputs aan grondstoffen en energiedragers genoemd. Met behulp van de standaard gegevens worden deze



omgerekend naar de CO₂-emissie. Transporten zijn in de IISI-data onderdeel van de energiecijfers.

Er is aangenomen dat blikjes de voornaamste stalen verpakking is en daarmee bij benadering representatief kan worden verondersteld voor het gehele scala aan stalen verpakkingen. Cijfers over benodigde energie-input bij de productie van blikjes uit stalen 'sheet' zijn overgenomen uit (BUWAL 250).

Er is sprake van gescheiden inzameling; hiermee wordt 36% van het verpakkingstaal teruggewonnen. Daarnaast wordt het staal dat in een AVI terecht komt grotendeels teruggewonnen, via mechanische scheiding en opwerking van bodemassen. In bijlage C worden details gegeven van berekening; het effectief percentage is 82% van staal in het restafval. Voor energiegebruik van slakopwerking wordt 0,64 kWh/ton gebruikt (bijlage C). Voor beide type schroot worden inzameling en opwerking berekend volgens Ecoinvent; transport voor deze stap wordt volgens de standaard meegenomen (zie paragraaf 3.1).

Recycling en vermeden primaire productie

De in het oxystaal proces inzetbare hoeveelheid schroot is beperkt. Theoretisch kan tot 30% van de grondstoffen van het oxystaal proces uit schroot bestaan. In de praktijk wordt - mede vanuit kwaliteitsoverwegingen - circa 20% aan schroot ingezet (Boulonois, 2003)⁵.

Van het verpakkingstaal in Nederland gaat in praktijk echter alle schroot weer terug in oxystaal productie, omdat deze stroom maar een klein deel van de totale staalproductie betreft. Ook hier geldt dus dat 'recycled content' lager is dan recycle percentage en er een overschot aan secundair materiaal is waarmee primaire productie (van 'pig iron') wordt uitgespaard, vergelijkbaar met de situatie voor glas.

In de aanpak hiervan doen zich twee praktische problemen voor:

- de gebruikte IISI-data geven geen productiestappen, dus het aandeel van pig iron (primaire grondstofketen) in het totaal voor oxystaal is niet bekend;
- de gebruikte IISI-data gaan uit van slechts 2% schroot input.

We gaan er daarom van uit dat 2% van het staal in gesloten kringloop is en gebruiken voor het overig gerecycled materiaal een factor voor het aandeel van pig iron productie in de totale CO₂-emissie van de staalproductie op basis van Ecoinvent data (versie 1.3). Deze factor is 80%⁶.

⁵ Het gemiddelde in Europa ligt waarschijnlijk lager.

⁶ Uiteraard is de precieze factor afhankelijk van allerlei factoren in het uiteindelijke oxystaal proces en is niet te verifiëren of in de IISI-data eenzelfde factor geldt. Een andere methode voor het waarderen van de uitgespaarde primaire keten zou zijn om uit te gaan van inzet van het schroot in elektrostaal. Hiermee zou de uitspaaringsfactor ook op ongeveer 80% uitkomen. Het is niet reëel om geen energiegebruik toe te rekenen aan inzet van schroot in het proces, ook al word het gebruikt om het hete staal te koelen, omdat het een essentieel onderdeel is van het hele proces.

Voor gebruik van 'tinplated coil' - hier het uitgangspunt - geldt dus dat netto 2% van het afgedankt product als het ware in een 'gesloten kringloop' weer kan worden ingezet. De rest wordt gewaardeerd via vermeden productie van pig iron.

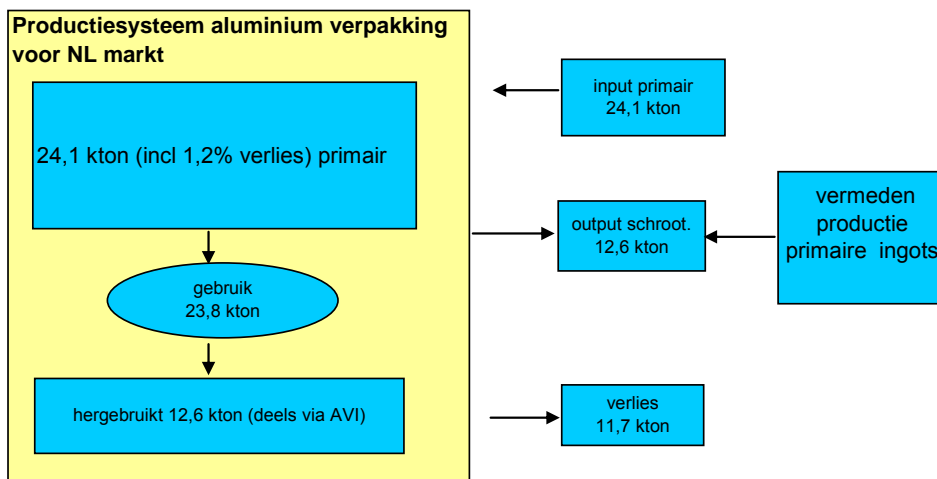
Alle cijfers voor staal worden gegeven in bijlage C. De totaalscore is 1.095 kg CO₂-eq./ton staal.

3.4.2 Aluminium

De aluminiumketen begint met de winning van bauxiet. Het aluminium verlaat de 'aluminium smelter' als halffabrikaat en wordt elders door walsen of andere bewerkingen omgezet in eindproducten.

Evenals bij staal is sprake van terugwinnen van aluminium zowel via gescheiden inzameling als via opwerking van AVI-bodemassen. Gerecycled aluminium kan worden hergebruikt, waarbij de primaire productie keten van aluminium wordt uitgespaard.

Figuur 5 Massabalans voor verpakking aluminium



Uitgegaan wordt van de gegevens uit het Environmental profile report for the Aluminium Industry: 'Primary Aluminium' voor de productie van 'rolled sheet' en 'Semi finished aluminium products and recycling' voor het hersmelten van schroot (EAA, 2005a,b).

We nemen aan dat blikjes de voornaamste vorm van verpakken zijn en daarmee bij benadering representatief kunnen worden verondersteld voor het gehele scala aan aluminium verpakkingen. Cijfers over milieubelasting bij de productie van blik uit aluminium 'rolled sheet' zijn overgenomen uit (BUWAL, 250). Andere cijfers bleken niet voorhanden te zijn.



Er is sprake van gescheiden inzameling; hiermee wordt 30% van het verpakkingsaluminium teruggewonnen. Conform (Werner, 2002) wordt rekening gehouden met een verlies aan aluminium van 1,5% bij de opwerking en herinzet van dit deel. Daarnaast wordt het aluminium dat in een AVI terecht komt deels teruggewonnen via opwerking van bodemassen. In bijlage C worden details gegeven van berekening; het effectief percentage is 30%-33% van (zuiver) aluminium in het restafval. Voor energiegebruik van slakopwerking wordt 9 kWh/ton toegerekend. We gaan ervan uit dat recycling in Nederland plaatsvindt en dat dus bij energiegebruik sprake is van Nederlandse mix.

Alle cijfers voor aluminium worden gegeven in bijlage C. De totaalscore is 5.570,5 kg CO₂-eq./ton aluminium.

3.5 Kunststof

Voor kunststoffen wordt onderscheid gemaakt naar de volgende submaterialen:

- LDPE;
- HDPE;
- PP;
- (E)PS;
- PET.

Hiermee is 97,5% van het 'post-user packaging waste' gedekt (Europees gemiddelde, AJI 2004). De verhoudingen van de verschillende materialen in het verpakkingsafval⁷ zijn overgenomen uit (AJI, 2004) met een aanpassing voor het aandeel PET. Het Europees gemiddelde hiervoor zou 14% zijn, maar dat is voor Nederland te hoog. We hanteren voor PET 6% (VAOP, 2007), een percentage dat goed overeen komt met eigen schattingen. De aandelen van de andere materialen zijn evenredig verhoogd. In Tabel 5 worden alle gebruikte percentages weergegeven.

Tabel 5 Aandelen en percentages nuttige toepassing voor submaterialen

	Aandeel	Recycle %	Recycle kton	Toepassing en vervangratio	Bijstook (PPF)
PET	6%	20%	7	Fles (100%), Fleece (50%)	12%
LPDE	39%	37%	86	Huisvuil zak, landbouw plastic (62%)	12%
HDPE	23%	18%	24	Bak en krat (100%)	12%
PP	21%	6%	7	Bak en krat (100%)	12%
(E)PS	11%	9%	6	Isolatie, tray, bloempot, etc. (100%)	12%
Totaal kton	592		131		72

Voor PET wordt aangenomen dat 25% van de recycling 'bottle-to-bottle' hergebruik betreft. Dit betekent een hoeveelheid van 1,7 kton. De overige 75% van het gerecycled materiaal betreft 'bottle-to-fleece'.

⁷ Huishoudelijk- en bedrijfsafval.

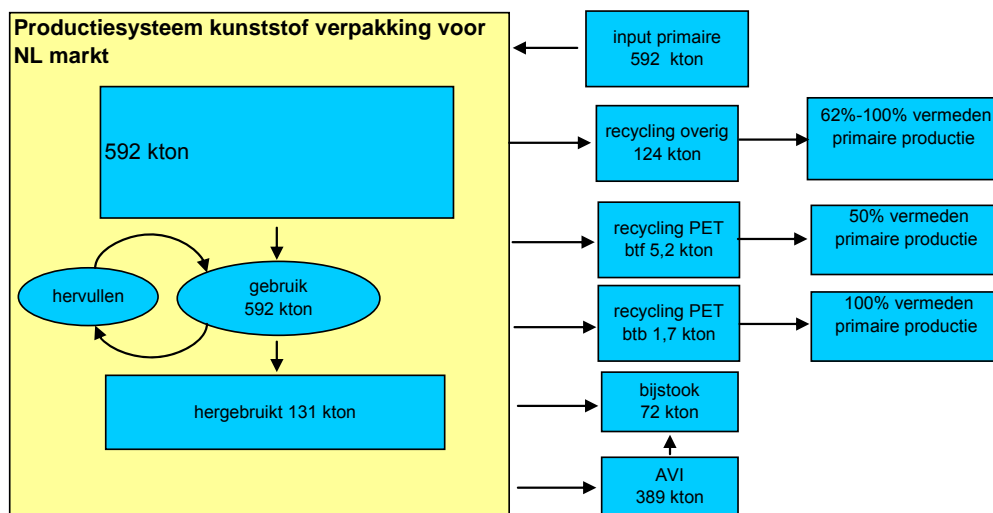
In sommige gevallen heeft het recycklaat een mindere kwaliteit dan primair materiaal, zodat voor dezelfde toepassing meer recycklaat nodig is of zou zijn geweest dan aan primair nodig zou zijn. Voor de vervangingsratio's (Tabel 5) van de verschillende kunststoffen gelden de volgende redenen. De ratio's zijn gebaseerd op informatie van VMK (VMK, 2004).

- Ongeveer de helft van het ingezamelde EPS (het schone deel) wordt gemalen en weer als isolatiemateriaal gebruikt. Dit gebeurt 1 op 1. Dus 1 kg schoon secundair schuim vervangt 1 kg primair EPS.
- De andere helft van het EPS wordt ontgast en wordt gebruikt in alle toepassingen van PS mits zwart of grijs. Het PS dat ontstaat uit ontgast EPS is bros. Daarom moet tussen 20% en 50% high impact primair PS worden toegevoegd. Bij 100% primair PS moet dit overigens ook. Het product van louter primair PS of van deels secundair PS is even dik. 1 kg vuil secundair schuim vervangt dus 1 kg primair PS.
- De kratten en bakken van HDPE en PP worden gemalen en geregranuleerd. Eén kg secundair materiaal vervangt 1 kg primair.
- Een folieproducent in België maakt zowel vuilniszakken van primair LDPE als van secundair LDPE. De dikteverhouding van de zakken is: virgin:sec.= 40:65. Secundair PE vervangt dus primair voor 62%.

Stelsel

Uit de in Tabel 5 genoemde waarde leiden we voor de kunststoffen de massastromen in Figuur 6 af.

Figuur 6 Massastromen voor het kunststofverpakkingen systeem



Voor primaire productie wordt uitgegaan van hulpstoffen en (finale) energiegebruiken uit Ecoprofiles (versies maart 2005) van Plastics Europe. Bij de vorming van de verpakking (spuitgieten, extrusie, et cetera) treden zeer kleine materiaalverliezen op. Deze zijn geïntegreerd overgenomen uit de Ecoprofiles. De bijbehorende CO₂-cijfers worden bepaald aan de hand van de algemene kentallen



gedefinieerd in paragraaf 3.1. Ook transporten zijn meegerekend aan de hand van de standaardafstanden zoals beschreven.

Een deel van de kunststof verpakkingen wordt bij mechanische scheiding van met name huishoudelijk afval en droog KWD-afval geïsoleerd als onderdeel van een zogenaamde Papier/Plastic Fractie (PPF), welke in de regel wordt opgewerkt tot een secundaire brandstof. Uitgangspunt is dat van alle submaterialen 12% via de PPF wordt bijgestookt als secundaire brandstof (zie Tabel 5). Details wat betreft aannames voor verbranding- en recyclingroutes zijn te vinden in bijlage D. De vermeden emissies door recycling worden berekend aan de hand van de vervangratio's (Tabel 5). Dit betekent dat voor LDPE de uitgespaarde emissies per ton 0,62 maal de aan primaire productie gerelateerde emissies per ton bedragen.

Alle cijfers voor de kunststoffen worden gegeven in bijlage D. De totaalscore is 3.453 kg CO₂-eq./ton kunststof.

3.6 Hout

Houten verpakkingen hebben een negatieve klimaatemissie omdat bij verbranding van hout CO₂-neutrale elektriciteit wordt geproduceerd die de productie van fossiele elektriciteit verdringt. Dit sluit aan bij het emissievoordeel dat gerekend wordt in het duurzame energiebeleid van Nederland en de EU en berekeningen daarvoor vastgelegd in het Nederlandse protocol monitoring duurzame energie (Protocol monitoring duurzame energie, SenterNovem, 2006).

Dit emissievoordeel is groter dan de emissies die spelen bij de bewerking van hout. Volgens Ecoinvent is de cumulatieve CO₂-emissie over de keten van een houten pallet -35 kg CO₂ per 0,05 m³ hout. Met een typische dichtheid van ongeveer 500 kg/m³ betekent dit rond de -1.400 kg CO₂ per ton. Met een netto CO₂-emissie bij verbranding in een AVI van dezelfde orde als voor papier is de emissie over de hele keten nog ruim negatief.

Hierbij zijn we er wel van uitgegaan dat er netjes herbeplant wordt in de productiebossen en geen verpakkingen op de stort belanden in Nederland. Omdat houten verpakkingen in Nederland over het algemeen afkomstig zijn van Scandinavisch naaldhout is de kans op nette herplant heel groot.

Uiteraard spelen hier dezelfde overwegingen als voor papier wat betreft het feit dat het primaire materiaal een negatieve CO₂-inhoud heeft. Het gebruik van materiaal moet niet gestimuleerd worden ook al is er netto CO₂-onttrekking. Daarom is het advies om de factor voor hout op nul te zetten.

3.7 Overig

Voor overige verpakking is naar verwachting aardewerken kruiken de grootste categorie. Voor de productie hiervan is geen uitgebreid onderzoek gedaan naar de CO₂-emissies over de keten. In Tabel 6 staat een aantal emissiecijfers voor standaard categorieën in openbare databases.

Tabel 6 CO₂-emissie cijfers algemene databases

Keramiktegels (Ecoinvent)	763 kg CO ₂ /ton
Porselein (Idemat 2001)	371 kg CO ₂ /ton
'Stoneware' (Idemat, 2001)	291 kg CO ₂ /ton

Het gemiddelde van deze waarden is 475 kg CO₂ per ton. Dit ligt dicht bij het getal van glas. Om het aantal belastingtarieven niet onnodig te vergroten is het voorstel om voor 'overig' hetzelfde getal te hanteren als voor glas (443 kg CO₂ per ton) als heffingsbasis voor de belasting.



4 Resultaat: Emissies per verpakkingsmateriaal

4.1 CO₂-eq. emissie per ton

In Tabel 7 vindt u een overzicht van de CO₂-emissie per ton verpakkingsmateriaal van alle submaterialen die in deze studie bekeken zijn.

Tabel 7 Totaalscores in kg CO₂-equivalent per ton submateriaal

Massief karton	909 ^(a)
Golfkarton	750 ^(a)
Vouwkarton	282 ^(a)
Drankenkarton	1.183
Glas	443
Staal	1.095
Aluminium	5.570
LDPE	2.341
HDPE	3.478
PP	4.622
PET	3.872
(E)PS	4.895

(a) Nog zonder verdiscontering van tekort secundair materiaal.

NB: Een lager CO₂-getal per ton wil niet zeggen dat het materiaal een milieukundig beter verpakkingsmateriaal is. Voor de milieubelasting van verpakkingen in de praktijk (bijvoorbeeld een aluminium blikje vergeleken met een PET-flesje, een drankenkartonnetje of een glazen flesje) is het daadwerkelijk gewicht van concurrerende verpakkingen zeer verschillend en dus ook van belang. De milieuscore van een verpakking in de praktijk kan geschat worden door deze cijfers vermenigvuldigen met het gewicht van de verpakkingen.

Het is de bedoeling om bij de belasting initieel een veel kleiner aantal materialen te onderscheiden dan hierboven genoemd. Daarom zijn met behulp van het volume in de markt de resultaten van de submaterialen gemiddeld tot de volgende resultaten.

Tabel 8 Totaalscores in ton CO₂-equivalent per ton materiaal

<i>Materiaal</i>	<i>Score</i>	<i>Factor t.o.v. glas</i>
Papier en karton (incl. drankenkartons)	676	1,5
Glas	443	1
Staal	1.095	2,5
Aluminium	5.570	12,6
Kunststoffen	3.453	7,8
Hout	< 0	0
Overig ^(a)	475 → 443	1
Gemiddeld (zonder hout en overig)	1.208	

(a) Voor overig is het voorstel om deze categorie met glas gelijk te stellen.

4.2 Hoeveelheden verpakkingen

Onder de convenanten verpakkingen 1 tot en met 3 een uitgebreid systeem van monitoring van verpakkingen opgezet inclusief correcties en accountantscontroles. Alhoewel er voor deelstromen voor verschillende verpakkingsmaterialen meer accurate getallen beschikbaar zijn is er op dit moment geen betrouwbaarder totaaloverzicht voorhanden. Daarnaast is het ook de bedoeling om bij de belasting via dezelfde monitoring te werk te gaan. Het lijkt daarom het meest aangewezen om voor het berekenen van het tarief uit te gaan van de in 2005 gerapporteerde hoeveelheden verpakkingsmaterialen.

Tabel 9 In het verpakkingenconvenant gerapporteerde hoeveelheid op de markt gebrachte verpakkingsmaterialen

	Kton op de markt gebracht (2005)
Glas	545
Staal	187
Aluminium	24
Karton (incl. drankenkartons)	1.465
Kunststoffen	592
Hout	533
Overig	-
Totaal	3.346 (zonder hout 2.813)

4.3 Vergelijking met Denemarken en België

Interessant is om de relatieve uitkomsten te vergelijken met degene die gehanteerd worden in Denemarken en België. In België is inmiddels besloten om deze belasting niet te introduceren (zie kader).

In **België** zou per 1 juli 2007 een nieuwe belasting op verpakkingen ingevoerd worden. Dit kondigde de Belgische premier Guy Verhofstadt aan op 17 oktober 2006.

De hoogte van de belasting zou afhankelijk worden van de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt tijdens de productie van het verpakkingsmateriaal. In België is een basisbedrag bepaald van 0,35 Euro per kilogram die van toepassing is op alle verpakkingen en per materiaal een coëfficiënt:

- 0 - voor papier (0 Euro).
- 1 - voor glas (0,35 Euro).
- voor staal (1,75 Euro).
- voor polystyreen en pvc (3,85 Euro).
- 18 - voor aluminium (6,3 Euro).

De maatregel zou in België 300 miljoen Euro opleveren. Inmiddels is besloten een dergelijke algemene belasting op verpakkingsmaterialen niet in te voeren wegens administratieve problemen.

De cijfers zijn deels hetzelfde als die wel gebruikt worden in de Deense verpakkingbelasting.



Deense belastingtarieven per materiaal		
Heffingen gebaseerd op gewicht verpakkingsmateriaal (per materiaalsoort)		
	DKR/kg	EUR/kg
Papier en karton, primaire materialen inclusief textiel	0,95	0,13
Papier en karton, hergebruikte materialen	0,55	0,07
Kunststoffen (m.u.v. EPS en PVC) primaire materialen	12,95	1,71
Kunststoffen (m.u.v. EPS en PVC) hergebruikte materialen	7,75	1,02
Kunststoffen (m.u.v. EPS en PVC) met vulmiddel	7,75	1,02
Kunststoffen (m.u.v. EPS en PVC) die UN-gekeurd zijn	10,35	1,36
EPS en PVC	20,35	2,68
Aluminium	33,30	4,39
Staal	9,25	1,22
Stalen verpakkingen die UN-gekeurd zijn	7,40	0,98
Glas en keramiek	1,85	0,24
Hout	0,55	0,07

Bron: Danish Ministry of Taxation, februari 2003.

In Tabel 10 geven we de vergelijking van de *relatieve* tarieven in de verschillende systemen.

Tabel 10 Relatieve milieuscores verpakkingsmaterialen in milieumaten B, DK en NL (per kg en glas op 1)

Materiaal	België	DK	NL voorstel
Papier/lkarton	0	0,3 recycling 0,5 geen rec	1,5
Glas	1	1	1
Staal	5	5	2,5
Aluminium	18	18	12,6
Kunststof	7 PS en PVC	4 à 7 11 EPS en PVC	7,8

Voor de Deense belasting valt op dat de factoren die gehanteerd worden voor staal en aluminium zijn gebaseerd op milieuberekeningen voor 100% primair materiaal zonder recycling. Voor papier zijn de uitkomsten van de Deense studie van de berekening voor 100% primair materiaal zonder recycling negatief (netto negatieve CO₂-emissie); voor een eindverwerking met 90% recycling zijn de resultaten ongeveer even sterk positief. Er is gekozen voor een factor van 0,3 voor secundair en 0,5 voor primair karton.

4.4 Gebruik van de berekende cijfers

De hier berekende cijfers zijn bedoeld om een verdeelsleutel op te baseren voor de verdeling van de verpakkingenbelasting over verschillende materialen. Hierbij zijn de volumes in Nederland gebruikte verpakkingen zo veel mogelijk als gesloten systeem beschouwd. Dit is een simplificatie, omdat veel materiaal wordt hergebruikt in/ingezet vanuit andere ketens. Er is in het project geen ruimte geweest voor een gevoeligheidsanalyse wat betreft deze en andere gemaakte aannames.

Er kan op basis van de gebruikte cijfers dan ook niet gezegd worden wat de effecten zouden zijn van grote verschuivingen in de algehele situatie, zoals

belangrijke verandering van recyclepercentage. De CO₂-cijfers geven uitsluitend een beeld van de effecten van de huidige situatie. Als twee situaties vergeleken zouden moeten worden - bijvoorbeeld hoog of laag recyclepercentage voor papier - dan moet een groter systeem bekeken worden waarin ook indirecte effecten worden meegenomen.

Dit voorbeeld is niet willekeurig gekozen. De cijfers voor papier (zie bijlage A) geven aan dat de inzet van secundaire grondstof meer emissies met zich meebrengt dan de inzet van primaire grondstof, in tegenstelling tot alle 'abiotische' ketens. Een aantal factoren is hier in het spel:

- de primaire productieketen van papier is energie-efficiënt en het energieverbruik is voornamelijk op basis van biomassa;
- grondstofwinning gaat gepaard met CO₂-onttrekking in plaats van CO₂-uitstoot;
- het Nederlandse AVI-park is erg efficiënt en met verbranding van het papier (en kunststof) wordt dus vrij veel fossiele energie uitgespaard.

Om dezelfde redenen is de CO₂-emissie over de houtketen (zie paragraaf 3.6), zonder enige recycling (wel hergebruik), netto lager dan nul.

Er zijn echter wel degelijk goede redenen om papier te blijven recyclen, waaronder landgebruik. Zeker met de huidige vraag naar energiedragers van biotische oorsprong zijn landgebruik en landcompetitie grote factoren die direct raken aan het klimaatbeleid. Er zijn mogelijkheden om hiermee methodologisch om te gaan, maar de meeste hiervan zijn nog aan veel discussie onderhevig⁸. Een politieke beslissing zou kunnen zijn om het belastingtarief voor papier en karton niet één-op-één aan de in deze studie berekende CO₂-emissies per ton materiaal te koppelen. Bij de Deense verpakkingenbelasting is ook, op basis van gelijksoortige resultaten, voor papier een enigszins aangepaste factor gehanteerd (zie paragraaf 4.3). Voor hout is het advies om het tarief op nul te stellen (zie paragraaf 3.6).

De categorie overig bestaat voornamelijk uit stenen kruiken. Een indicatief CO₂-getal per ton materiaal ligt dichtbij de emissie voor glas. Het tarief voor glas zou daarom gehanteerd kunnen worden, maar mogelijk vallen er materialen in deze categorie met een veel hogere impact per kg. Een andere optie is daarom om het gemiddelde van de andere materialen als uitgangspunt te nemen.

Er is in deze studie niet apart naar deksels, doppen en samengestelde materialen (laminaten) gekeken, behalve naar drankenkartons omdat dit een sterk op zichzelf staand verpakkingstype is. De berekeningen zijn gemaakt voor de hoofdverpakking, bijvoorbeeld stalen blikje, maar de resultaten kunnen in principe ook voldoende van toepassing zijn voor stalen deksels op andere verpakkingen. Voor laminaatfolies als gemetalliseerd kunststof is geen aparte berekening gemaakt; aanname is dat deze materialen als kunststof gerapporteerd zullen worden. Dit was ook het uitgangspunt voor drankenkartons, omdat deze

⁸ LULUCF-emissies meenemen bij primair gebruik of 'biotische uitputting': bij primair grondstofgebruik is het materiaal niet beschikbaar voor andere doeleinden zoals bio-energie (zie ook paragraaf 3.2).



van oudsher onder papier en karton worden gerapporteerd (convenant verpakkingen). Voor drankenkartons is wel apart een berekening gemaakt (zie bijlage A) maar de resultaten zijn in Tabel 8 onderdeel van het cijfer voor karton.

De belastingtarieven zullen echter gebaseerd worden op het aandeel karton, kunststof en aluminium in de verpakking, met de bij die materialen berekende CO₂-uitstoot. Hierop is een en ander aan te merken, omdat het karton (LPB) niet hetzelfde is als de andere kartonnen (geen secundaire vezel bijvoorbeeld), het aluminium alleen in dit laminaat verbrandt in een AVI en de stap van het vormen van de verpakking anders is.

4.5 Aanbevelingen vervolgstappen milieucijfers t.b.v. een verpakkingenbelasting

In dialoog met de Nederlandse verpakkingsmaterialen industrie is in zeer korte tijd ten behoeve van de verpakkingenbelasting een milieukundige rangorde gemaakt van verpakkingsmaterialen. Dit heeft naar het oordeel van CE Delft geleid tot een redelijke maat waarop op korte termijn een verpakkingenbelasting voor het jaar 2008 is te baseren.

Toch zijn er ook nog een aantal punten waarvan CE Delft aanbeveelt deze in een vervolgstudie ten behoeve van een up-date voor belastingjaar 2009 te heroverwegen. Samengevat gaat het dan om de volgende punten:

- Het meewegen van milieverschillen in de gebruiksfase tussen verschillende verpakkingen. Het gaat dan met name om het waarderen van extra voorkomen van productbederf en eventueel het meenemen van verschillen in energiegebruik voor koeling.
- Het meewegen van meer milieuthema's dan alleen het broeikas-effect voor een precieze vergelijking van materialen en om met name de effecten van recycling van papier beter in beeld te krijgen. Het gaat dan met name ook om milieuthema's als landgebruik en biodiversiteit.
- Het preciezer meenemen van de productielocaties van verpakkingen en verpakkingsmaterialen en de milieverschillen tussen productielocaties.
- Het up-daten van aantal getallen waar de industrie naar op zoek is geweest in de zomer maar die op een termijn van paar weken niet te verzamelen waren. Eind 2007 worden voor een aantal materialen op een aantal aspecten updates verwacht.
- Het verder verfijnen van de belastingtarieven. Het gaat dan bijvoorbeeld om het overwegen van verschillende tarieven voor karton (vouw, golf, massief en dranken), plastic (div. kunststoffen) en meenemen van actuele recyclingpercentages voor verpakkingen.

Na deze up-date in 2008 ten behoeve van belastingjaar 2009 is een tweejaarlijkse up-date aan te bevelen. Dit geeft de mogelijkheid om verbeteringen in de materiaalketens op relatief korte termijn mee te nemen waardoor de industrie voortdurend geprikkeld blijft om de verpakkingsketen milieuvriendelijker te maken.



Literatuur

Algemeen

BG/CE Delft, 2004

R. van Duin (BG), G.C. Bergsma (CE Delft), J.T.W. Vroonhof (CE Delft)
Een breed inzamelplan voor drankenverpakkingen
Emst/Delft : BG, CE Delft, 2004

BUWAL 250, 1996

Habersatter K. (ETH Zürich), Fecker I. (EMPA)
Ökoinventare für Verpackungen; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft;
Schriftreihe Umwelt Nr 250; Bern 1996

CE Delft, 2001a

G.C. Bergsma, et al.
Inzamel en beloningssystemen ter vermindering van zwerfafval, drie concepten
voor een aanpak
Delft : CE Delft, 2001

CE Delft, 2001b

G.C. Bergsma, et al.
Milieu en overige effecten van een belasting op verpakkingen van dranken
Delft : CE Delft, 2001

CE Delft/KPMG, 2004

G.C. Bergsma et al.
Verkenning van een nieuwe milieumethodiek voor verpakkingen en integratie met
productbeleid
Delft : CE Delft, 2004

CE Delft, 2007

Groot, M., Vreede G., v.d.
Achtergrondgegevens stroometikettering 2006
Delft : CE Delft, 2007

Cie Verpak, 2005

Commissie Verpakkingen: Jaarverslag 2005; oktober 2006

COWI, 2000

Abildgaard, N., Berndsen
Danish tax LCA : Environmental parameters for environmental work regarding
packaging taxes (report 54)
S.I. : COWI, 2000

Ecoinvent

Ecoinvent database (www.ecoinvent.ch) versie 1.3

GUA, 2005

Pilz H., Schweighofer J., Kletzer E.

The contribution of plastic products to resource efficiency

Vienna : GUA, 2005

Idemat, 2001

Idemat database

IPCC, 2006

Eggelston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K.

Guidelines for National Greenhouse Gas inventories, Volume 2 Energy; Published, IGES

Japan : IPCC, 2006

Kooyman, 2000

J.M. Kooijman

Verpakkingsgebruik in Nederlandse huishoudens

S.I. : S.n., 2000

MERLAP, 2002

VR0M, AOO

Landelijk Afvalbeheerplan 2002-20012 Milieu-effectrapportage

Prognos, 1998

Ökobilanz für Getränkeverpackungen II

Berlin : Umwelt BundesAmt, 1998

Papier/karton**CEPI, 2001**

Annual Statistics 2001

Brussel : CEPI, 2001

FEFCO, 2003

European Database for Corrugated Life Cycle Studies 2003

FEFCO/Ondulé/ Kraft Institute; December 2003

FFIF, 2003

Umweltberichten, Statistiken des Jahres 2002

Finnish Forest industries federation

Helsinki : FFIF, 2003

Info VNP, 2004

Informatie van de VNP maart/april 2004



MM, 2003

Environmental statement Mill Frohnleiten, version 10/2002
Mayr-Melnhof Frohnleiten, 2003

Stora Enso, 2003

Stora Enso Emas environmental statement 2002
M. Schmidt et al.; Stora Enso Oy
Helsinki : Stora Enso, 2003

VG, 2004

Informatie van de Vereniging Golfkarton 2004

Glas**EPA, 2007**

Inventory of US Greenhouse Gas emissions and sinks 1990-2005, EPA 320-R-07-002, US EPA, 2007
Washington DC : EPA, 2007

Kunststof**AJI, 2004**

Information system on plastics waste management
Delavelle, C., AJI-Europe for APME, 2004

Ecoprofiles

I. Boustead

Eco-profiles of the European plastics Industry; website www.Plasticseurope.org

LDPE & LDPE film: March 2005

HDPE & HDPE bottle: March 2005

PP & PP injection moulding: March 2005

PET bottle grade & PET bottle: March 2005

EPS: June 2006

PS; March 2005

Eggels, 2001/TNO

P.G. Eggels, A.M.M. Ansems, B.L. van der Ven
Eco-efficiency of recovery scenarios of plastic packaging
Apeldoorn : TNO, 2001

Michaeli, 1993

W. Michaeli; Hanser Verlag

Stoffliches Kunststoff-Recycling: Anlagen, Komponenten, Hersteller
München, 1993

VAOP, 2007

Saft, R

Over de doelstellingen Besluit Beheer Verpakkingen en Papier en Karton

VAOP, 2007

VMK, 2004

Informatie van VMK, d.d. 18 februari 2004

Staal**Boulonois, 2003**

Mail van dhr. R. Boulonois van Corus, d.d. 24-10-2003

IISI, 2002

World Steel Life Cycle Inventory

Tinplated coil, BF route / Engineering steel EAF

International Iron and Steel Institute, August 2002

SKB, 2004

Monitoringgegevens SKB/AOO ten behoeve van Convenant Verpakkingen III

TAUW, 1993

Milieueffect rapportage verwerken van batterijen bij Nedstaal

Deventer : Deventer, 1993

TNO, 2006

Gijlswijk R. van, Ansems, T.

Resultaten massabalans aluminium en ferro bij de verwerking van bodemassen

2006-A-R0300/B

Apeldoorn : TNO, 2006

Aluminium**Buxmann**

Life Cycle Assessment (LCA) of Aluminium Window Frames and Aluminium Façade Panels

Kurt Buxmann; Alusuisse Technology & Management AG, Chippis, Switzerland

EAA, 2002a

EAA Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry, Primary Aluminium update 2002

Brussels : EEA, 2005

EAA, 2002b

EAA Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry, Semi-finished aluminium products and process scrap recycling update 2002

Brussel : EAA, 2005



Nijhof, 1994

G.H. Nijhof et al.

Recycling van aluminium verpakkingen met Eddy Current scheidings

Woerden : Stichting Aluminium Centrum, 1994

TNO, 2006

Gijlswijk, R. van, Ansems, T.

Resultaten massabalans aluminium en ferro bij de verwerking van bodemassen

2006-A-R0300/B

TNO : Apeldoorn, 2006

Werner, 2002

F. Werner

Treatment of aluminium recycling in LCA

Duebendorf (CH) : EMPA : february 2002



Milieukentallen van verpakkingen voor de verpakkingenbelasting in Nederland

Bijlagen

Rapport

Delft, september 2007

Opgesteld door: M.N. (Maartje) Sevenster
L.M.L. (Lonneke) Wielders
G.C. (Geert) Bergsma
J.T.W. (Jan) Vroonhof





A Data papier en karton

A.1 Basiscijfers

In deze bijlage worden de datatabellen gepresenteerd bij de kartonnen verpakkingen (paragraaf 3.2).

Tabel 11 Data massief karton (KC = kortcyclisch)

		Emissie of verbruik (1)			(2)	Product (1)*(2)		
		Productie massief karton in Nederland	Verpakkingen productie: stansen en bedrukken	Transport naar vuller en markt	Karakterisatiefactor of bijdrage per eenheid	Productie massief karton in Nederland	Verpakkingen productie: stansen en bedrukken	Transport naar vuller en markt
KC	CO2				1,0			
Emissies lucht (kg)	CO2				1			
	N2O				296			
	CH4				23			
	CF4				5.700			
	C2F6				11.900			
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)				0,77			
	Na2CO3 (natuurlijk)				0,10			
	NH3				2,08			
	NaOH (50%)				1,01			
	NaCl				0,17			
	CaO				0,94			
	CaCO3				0,02			
	AlF3				1,16			
	Al(OH)3				0,07			
	CaF2				0,10			
	Anode (alu prod)				0,98			
	Petrol coke				0,51			
	Pitch (at plant)				1,04			
	H2SO4				0,12			
	Cathode carbon				2,41			
	Fe				0,02			
	Dolomiet				0,03			
Zuurstof				0,37				
Schroot								
Precombustion (GJ)	Aardgas	7,5			12,4	93,6	0,0	
	Olie				17,0			
	Bruinkool				33,0			
	Steenkool				10,0			
Ondervuring en warmte (GJ)	Aardgas	7,5			56,0	420,0	0,0	
	Stookolie licht				77,0			
	Stookolie zwaar				97,3			
	Bruinkool				101,0			
	Steenkool				95,0			
Elektriciteit (GJ)	mix NL	0,02	0,29		145,0	2,6	42,1	
	mix E,U				119,8			
	mix EAA				94,0			
Transport (tonkm)	Zee				0,00028			
	binnenvaart				0,034			
	rail				0,078			
	wegvervoer		100,0	100,0			7,8	7,8
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton massief karton)						516,1	49,8	7,8

Tabel 12 Data vouwkarton

		Emissie of verbruik (1)		(2)	Product (1)*(2)	
		Productie vouwkarton en verpakking	Naar vuller en markt	Karakterisatiefactor of bijdrage per eenheid	Productie vouwkarton en verpakking	Naar vuller en markt
KC	CO2	-755,8		1,0	-755,8	
Emissies lucht (kg)	CO2			1		
	N2O			296		
	CH4			23		
	CF4			5.700		
	C2F6			11.900		
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)			0,77		
	Na2CO3 (natuurlijk)			0,10		
	NH3			2,08		
	NaOH (50%)	5,0		1,01	5,1	
	NaCl			0,17		
	CaO			0,94		
	CaCO3	23,6		0,02	0,5	
	AlF3			1,16		
	Al(OH)3			0,07		
	CaF2			0,10		
	Anode (alu prod)			0,98		
	Petrol coke			0,51		
	Pitch (at plant)			1,04		
	H2SO4	5,0		0,12	0,6	
	Cathode carbon			2,41		
Fe			0,02			
Dolomiet			0,03			
Zuurstof			0,37			
Precombustion (GJ)	Aardgas	4,33		12,4	53,7	
	Olie	0,55		17,0	9,4	
	Bruinkool	0,0007		33,0	0,02	
	Steenkool	0,46		10,0	4,6	
Ondervuring en warmte (GJ)	Aardgas	4,33		56,0	242,5	
	Stookolie licht			77,0		
	Stookolie zwaar	0,55		97,3	53,5	
	Bruinkool	0,0007		101,0	0,1	
	Steenkool	0,46		95,0	43,7	
Elektriciteit (GJ)	mix NL			145,0		
	mix E,U.	2,61		119,8	312,6	
	mix EAA			94,0		
Transport (tonkm)	Zee	281		0,00028	0,079	
	binnenvaart					
	rail	46		0,034	1,6	
wegvervoer	179	100	0,078	13,9	7,8	
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton vouwkarton)					-14,1	7,8



Tabel 13 Data golfkarton

		Emissie of verbruik (1)		(2)	Product (1)*(2)	
		Pulpbereiding, karton productie en verpakkingproductie	Transport naar vuller en markt	Karakterisatiefactor of bijdrage per eenheid	Pulpbereiding, karton productie en verpakkingproductie	Transport naar vuller en markt
KC	CO2	-295,7		1,0	-295,7	
Emissies lucht (kg)	CO2			1		
	N2O			296		
	CH4			23		
	CF4			5.700		
	C2F6			11.900		
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)	0,4		0,77	0,3	
	Na2CO3 (natuurlijk)			0,10		
	NH3	0,8		2,08	1,7	
	NaOH (50%)	4,1		1,01	4,1	
	NaCl			0,17		
	CaO	0,625		0,94	0,6	
	CaCO3			0,02	0,0	
	AlF3			1,16		
	Al(OH)3			0,07		
	CaF2			0,10		
	Anode (alu prod)			0,98		
	Petrol coke			0,51		
	Pitch (at plant)			1,04		
	H2SO4	2,7		0,12	0,3	
	Cathode carbon			2,41		
	Fe			0,02		
	Dolomiet			0,03		
Zuurstof			0,37			
Schroot	0,3				0,0	
Precombustion (GJ)	Aardgas	6,5		12,4	80,6	
	Olie	0,63		17,0	10,7	
	Bruinkool	0,28		33,0		
	Steenkool	0,49		10,0	4,9	
Ondervering en warmte (GJ in)	Aardgas	6,3		56,0	352,8	
	Stookolie licht			77,0		
	Stookolie zwaar	0,63		97,3	61,3	
	Bruinkool	0,28		101,0	28,3	
	Steenkool	0,49		95,0	46,6	
Elektriciteit (GJ)	mix NL			145,0		
	mix E,U.	0,76		119,8	91,0	
	mix EAA			94,0		
Transport (tonkm)	Zee	142		0,00028	0,0	
	binnenvaart					
	rail	68		0,034	2,3	
	wegvervoer	381	100	0,078	29,6	7,8
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton golfkarton)					419,4	7,8

Tabel 14 Data drankenkartons

		Emissie of verbruik (1)									(2)	Product (1) * (2)								
		Productie LPB karton	Productie van PE	Productie van Aluminium	Lamineren septisch karton LPB/PE (BUWAL biz. 359)	Lamineren aseptisch karton LPB/PE/Al (BUWAL biz. 354)	Transport naar vuller en markt	Naar AVI LPB karton	Naar AVI PE	Naar AVI Aluminium		Productie LPB karton	Productie van PE	Productie van Aluminium	Lamineren septisch karton LPB/PE (BUWAL biz. 359)	Lamineren aseptisch karton LPB/PE/Al (BUWAL biz. 354)	Transport naar vuller en markt	Naar AVI LPB karton	Naar AVI PE	Naar AVI Aluminium
KC	CO2	-1643,0									1,0	-1643,0								
Emissies lucht (kg)	CO2	13,0	2105,3	10224,3			1643	3143			1	13,0	2105,3	10224,3			1643,0	3143	0,0	
	N2O										296									
	CH4										23									
	CF4										5.700									
	C2F6										11.900									
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)										0,77									
	Na2CO3 (natuurlijk)										0,10									
	NH3						2,0				2,08					4,2				
	NaOH (50%)	21,0					1,8				1,01	21,2				1,8				
	NaCl										0,17									
	CaO	9,0					1,4				0,94	8,5				1,3				
	CaCO3										0,02									
	AlF3										1,16									
	Al(OH)3										0,07									
	CaF2										0,10									
	Anode (alu prod)										0,98									
	Petrol coke										0,51									
	Pitch (at plant)										1,04									
	H2SO4	8,0									0,12	1,0								
	Cathode carbon										2,41									
Fe										0,02										
Dolomiet										0,03										
Zuurstof	5,0									0,37	1,9									
Schroot																				
Precombustion (GJ)	Aardgas						-1,2	-3,0	-2,3		12,4					-15,3	-37,5	-28,3		
	Olie										17,0									
	Bruinkool										33,0									
	Steenkool										10,0									
Ondervuiging en warmte (GJ)	Aardgas	1,3			0,1	0,6	-1,2	-3,0	-2,3		56,0	72,9		3,3	31,8	-69,3	-169,6	-127,9		
	Stookolie licht	0,7									77,0	57,6								
	Stookolie zwaar	1,4									97,3	140,1								
	Bruinkool										101,0									
	Steenkool										95,0									
Elektriciteit (GJ)	mix NL						-3,7	-9,0	-6,8		145,0					-535,9	-1311,1	-988,9		
	mix E,U.	5,2			0,0	1,0					119,8	624,0		5,6	124,6					
	mix EAA										94,0									
Transport (tonkm)	Zee	2000									0,00028	0,6								
	binnenvaart										0,034									
	rail										0,078	7,8								
wegvervoer	100					50,0	40,0	40,0	40,0						3,9	3,1	3,1	3,1		
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton drankenkarton)												-694,4	2105,3	10224,3	8,9	156,4	3,9	1032,8	1627,7	-1142,0

A.2 Papier en karton : AVI/cementoven en sulfaatpulp

De in deze bijlage genoemde cijfers zijn niet van toepassing op drankenkartons

Rejects

Voor de productie van secundaire brandstoffen uit rejects is uitgegaan van een aardgasverbruik van 2,56 GJ/ton rejects en een elektriciteitsverbruik van 0,45 GJ_e/ton rejects. De cijfers zijn gebaseerd op een ontwerpstudie van een pelletfabriek uitgevoerd door DSM research. De aangehouden energieverbruiken zijn gebaseerd op een vochtgehalte van 45%, zoals genoemd in (FEFCO).

De bijdragen aangehouden voor meestoken zijn berekend conform (MERLAP, 2002). Hiervoor wordt verwezen naar de betreffende bijlage bij het MER-LAP (zie achtergronddocumenten 2003-A01 en 2003-A28). Uitgangspunt is onderstaande chemische samenstelling, zoals ook is gehanteerd in (MERLAP, 2002).

Tabel 15 Aangehouden chemische samenstelling oud papier

Component	Percentage
- as	6,6%
- C	44,8%
- H	6,2%
- O	41,7%
- N	0,3%
- S	0,2%
- Cl	0,3%

In van de bijdragen van het meestoken van de rejects is rekening gehouden met het uitsparen van de inzet van steenkool. Met een ton rejects kan (na drogen) ongeveer 1 ton steenkool worden uitgespaard. De netto effecten staan in Tabel 17.

Verbranden in AVI

De voor verbranding in een AVI aangehouden bijdragen zijn bepaald conform de in het MER-LAP gehanteerde berekeningsmethodiek. In achtergronddocument A2 daarvan is aangegeven hoe op basis van de chemische samenstelling van afval een balans over een AVI kan worden opgesteld en hoe kan worden berekend wat het verbruik aan hulpstoffen voor de rookgasreiniging en de omvang van de geproduceerde hoeveelheden aan residuen als rookgasreinigingsresidu en vliegias is. De netto effecten staan in Tabel 17.

Sulfaatpulp als balans voor overschot / tekort secundaire vezels

In 2005 was de totale inzet van secundaire vezels ten behoeve van de verpakkingconsumptie in Nederland hoger dan het recycle percentage. Er is daarom sprake van inzet van secundaire vezel van buiten de keten. Uit Tabel 16 blijkt dat er 10,6 kton extra secundaire vezel wordt ingezet. Dit betekent dat elders extra primaire vezel moet worden ingezet.

Tabel 16 Massabalans voor consumptie van 1.465 kton kartonnen verpakkingen op basis van recycled content percentage per materiaal

	input	output	overschot
primair	405		
secundair snijverlies	0,0	127,4	127,4
secundair afgedankte vp	1.187	1.049	-138,0
AVI, rejects		416	
	1.592,4	1.592,4	-10,6

Milieucijfers voor de productie van handelspulp zijn ontleend aan het milieujaarverslag van de Finse papierindustrie (FFIF). In deze bron zijn per papierfabriek de emissies naar water en lucht gegeven. De gehanteerde gegevens hebben betrekking op een mengsel van gebleekte en ongebleekte pulp en betreft zowel loofhout pulp als naaldhout pulp. De beschouwde producerende fabrieken zijn:

- Oy Metsä-Botnia AB fabrieken Joutseno, Kaskinen en KEMI;
- de fabrieken in Enocell en Kemijärvi van Sora Enso OYJ;
- het bedrijf Sunila Oy.

In Tabel 17 zijn de inputcijfers voor de toepassing van papier/karton als energiebron bij verbranding in een AVI of cementoven en de productie van sulfaatpulp vermeld.



Tabel 17 Toepassing papier/karton als energiebron en productie sulfaat handelspulp), voor 1 ton input

		Emissie of verbruik (1)				(2)	Product (1) * (2)			
		naar AVI	Productie subcoal	Productie handelspulp (chemical pulp, als sulfaatpulp)	Uitgespaarde inzet steenkool agv subcoal in cementoven		naar AVI	Productie subcoal	Productie handelspulp (chemical pulp, als sulfaatpulp)	Uitgespaarde inzet steenkool agv subcoal in cementoven
KC	CO2	1643,0			1643,0	1,0	1643,0		-1643,0	1643,0
Emissies lucht (kg)	CO2			210,5		1			210,5	
	N2O					296				
	CH4					23				
	CF4					5.700				
	C2F6					11.900				
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)					0,77				
	Na2CO3 (natuurlijk)					0,10				
	NH3	2,0				2,08	4,2			
	NaOH (50%)	1,8				1,01	1,8			
	NaCl					0,17				
	CaO	1,4				0,94	1,4			
	CaCO3					0,02				
	AlF3					1,16				
	Al(OH)3					0,07				
	CaF2					0,10				
	Anode (alu prod)					0,98				
	Petrol coke					0,51				
	Pitch (at plant)					1,04				
	H2SO4					0,12				
	Cathode carbon					2,41				
	Fe					0,02				
	Dolomiet					0,03				
Zuurstof					0,37					
Schroot										
Precombustion (GJ)	Aardgas	-1,2	2,6			12,4	-15,4	31,7		
	Olie					17,0				
	Bruinkool					33,0				
	Steenkool				-16,8	10,0				-168,0
Ondenvuring en warmte (GJ)	Aardgas	-1,2	2,6			56,0	-69,4	143,6		
	Stookolie licht					77,0				
	Stookolie zwaar					97,3				
	Bruinkool					101,0				
	Steenkool				-16,8	95,0				-1596,0
Elektriciteit (GJ)	mix NL	-3,7	0,4			145,0	-536,5	65,1		
	mix E,U					119,8				
	mix EAA					94,0				
Transport (tonkm)	Zee					0,00028				
	binnenvaart					0,034				
	rail			100,0		0,034			3,4	
	wegvervoer	40,0	150,0	100,0	150,0	0,078	3,1	11,7	7,8	11,7
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton karton)							1032,2	252,0	-1421,3	-109,3

Voor de verbranding van drankenkartons in een AVI zijn aparte cijfers gebruikt. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 7.

Figuur 7 Cijfers voor uitgespaarde emissies van verbranding drankenkartons in AVI

Steg rendement					
AVI elek. rendement	95%				
AVI therm rendement	22%				
CO ₂ -emissie elek-park NL (g/MJ)	7%				
CO ₂ -emissie gasketel (g/MJ)	145				
66,8					
	Calorische waarde (MJ/kg)	Elektriciteitsprod. (GJ)	Warmte (GJ)	Inzet aardgas (GJ)	Vermeden CO ₂ -emissie (g.kg)
LPB	16,8	3,70	1,18	1,24	614
ALU	41,1	9,04	2,88	3,03	1.503
PE	31	6,82	2,17	2,28	1.134

A.3 Aggregatie voor karton

De eindscores per materiaal en de aggregatie voor karton wordt in Tabel 18 gegeven.

Tabel 18 Aggregatie voor karton

Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton massiefkarton)	908,5
Massapercentage	13%
Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton vouwkarton)	282,1
Massapercentage	22%
Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton golfkarton)	750,3
Massapercentage	61%
Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton drankenkarton)	1.182,8
Massapercentage	4,4%
Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton massief, golf, vouwkarton)	635
Met correctie productie handelspulp	624
Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton karton totaal)	676



B Data glas

B.1 Basiscijfers

In deze bijlage worden de datatabellen gepresenteerd bij de verpakkingen van glas (paragraaf 3.3).

Tabel 19 Data glas

		Emissie of verbruik (1)						(2)	Product (1) * (2)					
		Primaire grondstoffen	Secundaire grondstoffen	Transport naar vuller en markt	Opwerken tbv recycling	Naar AVI, uitgespaarde emissie verbranden			Primaire grondstoffen	Secundaire grondstoffen	Transport naar vuller	Opwerken tbv recycling	Naar AVI, uitgespaarde emissie verbranden	
Emissies lucht (kg)	CO2	83					1	83						
	N2O						296							
	CH4						23							
	CF4						5.700							
	C2F6						11.900							
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)	155,3					0,77	119,1						
	Na2CO3 (natuurlijk)	51,8					0,10	5,0						
	NH3						2,08							
	NaOH (50%)						1,01							
	NaCl						0,17							
	CaO						0,94							
	CaCO3	155,0					0,02	3,6						
	AlF3						1,16							
	Al(OH)3						0,07							
	CaF2						0,10							
	Anode (alu prod)						0,98							
	Petrol coke						0,51							
	Pitch (at plant)						1,04							
	H2SO4						0,12							
	Cathode carbon						2,41							
	Fe						0,02							
	Dolomiet						0,03							
Zuurstof						0,37								
Schroot														
Precombustion (GJ)	Aardgas	5,3	3,9				12,4	65,5	48,6					
	Olie						17							
	Bruinkool						33							
	Steenkool						10							
Ondervuring en warmte (GJ)	Aardgas	5,3	3,9				56	297	218					
	Stookolie licht				0,33		77					25		
	Stookolie zwaar						97							
	Bruinkool						101							
	Steenkool						95							
Elektriciteit (GJ)	mix NL	0,48	0,48		0,01		145	70	70			1		
	mix E,U.						120							
	mix EAA						94							
Transport (tonkm)	Zee	466					0,00028	0,13						
	binnenvaart						0,034							
	rail						0,034							
	wegvervoer	150	75	50	75	40	0,078	12	6	4	6	3	3	
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton glas)									655	342	4	33	3	

B.2 Totaal cijfer

Het recyclingpercentage is 78%, de recycled content is 59%. Het overschot spaart verschil tussen inzet primair en inzet secundair uit. Totaal cijfer is 443 kg CO₂/ton glas.





C Data metalen

In deze bijlage worden de datatabellen gepresenteerd bij de metalen verpakkingen (paragraaf 3.4). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen verpakkingen van staal (paragraaf 3.4.1) en verpakkingen van aluminium (paragraaf 3.4.2).

C.1 Basiscijfers

Tabel 20 Data aluminium

		van bauxite tot alumina productie	transport	electrolyse alumina tot ingot	alumina transport	Rollied sheet production (incl proces scrap recycling)	Productie van blijies	Transport naar vulier en markt	Opwerken van de AVI-slakken	hersmelten alu scrap	Karakterisatiefactor of bijdrage per eenheid	van bauxite tot alumina productie	transport	electrolyse alumina tot ingot	alumina transport	Rollied sheet production (incl proces scrap recycling)	Productie van blijies	Transport naar vulier en markt	Opwerken van de AVI-slakken	hersmelten alu scrap		
Emissies lucht (kg)	CO2										1											
	N2O										296											
	CH4										23											
	CF4			0,140							5.700			798,0								
	C2F6			0,014							11.900			166,6								
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)										0,77											
	Na2CO3 (natuurlijk)										0,10											
	NH3										2,08											
	NaOH (50%)	228,7									1,01	231,0										
	NaCl	88,0									0,17	14,7										
	CaO	91,1									0,94	86,0										
	CaCO3	163,9									0,02	3,8										
	AlF3			162,2							1,16			188,2								
	Al(OH)3			12,9							0,07			0,8								
	CaF2			27,9							0,10			2,7								
	Anode (alu prod)			433,1							0,98			425,8								
	Petrol coke			397,7							0,51			201,6								
	Pitch (at plant)			99,2							1,04			103,1								
	H2SO4			32,3							0,12			3,8								
	Cathode carbon			10,4							2,41			25,1								
Fe										0,02												
Dolomiet										0,03												
Zuurstof										0,37												
Schroot																						
Precombustion (GJ)	Aardgas	2,4		3,9		3,6				4,0	12,40	29,2		48,6				44,6		50,0		
	Olie	20,3		1,5		0,1				0,0	17,00	344,9		25,6				2,2		0,2		
	Bruinkool									0,07	33,00									2,2		
	Steenkool	0,02		0,13							10,00	0,2		1,3								
Ondervuring en warmte (GJ)	Aardgas	2,4		3,9		3,6				4,0	56,00	131,9		219,5				201,6		225,8		
	Stookolie licht	20,3		1,5		0,1				0,01	77,00	1562,1		116,2				10,0		0,9		
	Stookolie zwaar									0,07	97,32									6,5		
	Bruinkool										101,00											
Steenkool	0,02		0,13							95,00	2,2		11,9									
Elektriciteit (GJ)	mix NL									0,03	145									4,70		
	mix E.U.						0,51				120					61,1						
	mix EAA			54,6							94			5135,0								
	mix UCTPE	2,2		0,4		2,0				0,64	120	262,4		42,5		242,6				77,3		
Transport (tonkm)	Zee		7191		3782						0,00028		2,0		1,1							
	Binnenvaart		2		206						0,034		0,1		7,1							
	Rail		11		43						0,034		0,4		1,4							
	Wegvervoer		338		15		150	50	40	150	0,078		26,3		1,2		11,7	3,9	3,1	11,7		
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton aluminium)												2668,3	28,7	7516,4	10,8	501,0	72,7	3,9	7,8	374,6		

Tabel 21 Data staal

		Productie timplated coil	Productie bilkjes	Transport naar vuller en markt	AVI, opwerking van de slakken	Opwerken tbv recycling oxystaal	Vermeden primaire productie	Karakterisatiefactor of bijdrage per eenheid	Productie timplated coil	Productie bilkjes	Transport naar vuller en markt	AVI, opwerking van de slakken	Opwerken tbv recycling oxystaal	Vermeden primaire productie
Emissies naar lucht (per kg emissie)	CO2						-2940	1						-2940
	N2O	0,11						296	32,56					
	CH4	1,23						23	28,29					
	CF4							5.700						
	C2F6							11.900						
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar	Na2CO3 (synthetisch)							0,77						
	Na2CO3 (natuurlijk)							0,10						
	NH3							2,08						
	NaOH (50%)							1,01						
	NaCl							0,17						
	CaO							0,94						
	CaCO3	106						0,02	2,44					
	AlF3							1,16						
	Al(OH)3							0,07						
	CaF2							0,10						
	Anode (alu prod)							0,98						
	Petrol coke							0,51						
	Pitch (at plant)							1,04						
	H2SO4							0,12						
	Cathode carbon							2,41						
Fe	1897						0,02	32,25						
Dolomiet	12						0,03	0,32						
Zuurstof							0,37							
Schroot	2,02													
Precombustion (GJ)	Aardgas	4,83	1,93					12,40	59,9	23,9				
	Olie	1,23						17,00	20,9					
	Bruinkool							33,00						
	Steenkool	22,84						10,00	228,42					
Ondervuring en warmte (GJ)	Aardgas	4,83	1,93					56,00	270,41	108,1				
	Stookolie licht	1,23						77,00	94,57					
	Stookolie zwaar							97,32						
	Bruinkool							101,00						
	Steenkool	22,84						95,00	2169,99					
Elektriciteit (GJ)	mix NL				0,0023	0,003		145				0,33	0,40	
	mix E.U.		0,29					120		34,7				
	mix EAA							94						
	mix UCTPE							120						
Transport (tonkm)	Zee							0,00028						
	Binnenvaart							0,034						
	Rail							0,034						
	Wegvervoer			50	40	150		0,078			3,89	3,89	3,11	
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton staal)									2940	167	4	4	4	-2940

C.2 Inzamelen en terugwinnen metalen

Een deel van de metalen verpakkingen wordt gescheiden ingezameld (36% staal, 30% aluminium). Daarnaast wordt een deel teruggewonnen voor of na de energieopwekking in een AVI. Ten behoeve van het Convenant Verpakkingen zijn hiervoor 82% respectievelijk 30% als uitgangspunt genomen. Voor de totalen zoals die gerapporteerd zijn in het laatste verslag van de commissie verpakkingen geeft dit de waarden zoals gegeven in Tabel 22.

Tabel 22 Overzicht hoeveelheden recycling voor metalen volgens CV III

VOLGENS CVIII (2005)				
STAAL				
Afzet (kton)	Recycling		%	
	AVI	apart	Totaal	
187	98	68	166	88,6%
ALUMINIUM				
Afzet	Recycling		%	
	AVI	apart	Totaal	
23,8	4,9	7,2	12,1	50,8%
TOTAAL METAAL				
Afzet	Recycling		%	
	AVI	apart	Totaal	
211	103	75	178	84,3%

Het terugwinnen van staal (ferro fractie) uit bodemassen gebeurt in slak-opwerkingsinstallaties (SOI) met behulp van magneten. Het terugwinnen van de non-ferro fractie (waarin aluminium) gebeurt met behulp van Eddy-Current scheiders (ECS). De meeste SOI hebben twee van deze ECS staan, waarbij de fijnste non-ferro deeltjes niet kunnen worden teruggewonnen. Twee installaties (Twence, Feniks Alkmaar) hebben echter een derde SOI staan, waarmee een hoger terugwinpercentage wordt behaald. Volgens (TNO, 2006) is het percentage in Twence voor aluminium 48%⁹. We gaan ervan uit dat dit percentage ook voor Alkmaar geldt en dat de beide installaties 18% van het totale restafval in Nederland verwerken.

Het teruggewonnen deel aluminium is dan ongeveer 10% hoger dan gehanteerd in het Convenant. Op het totaal voor metaal is het verschil minimaal (Tabel 23).

⁹ Zuiver aluminium; er zou dus geen extra verlies zijn bij hersmelten ('dross'). Het is mogelijk dat nog verliezen optreden bij het scheiden van de diverse metalen uit de non ferro fractie (privé communicatie Peter Rem, TU Delft) maar hierover is niets bekend. We gaan hier uit van 0% verder verlies.



Tabel 23 Overzicht hoeveelheden recycling voor metalen met hoger terugwin percentage aluminium

<i>HOGER PERCENTAGE ALUMINIUM UIT AVI</i>				
STAAL				
Afzet (kton)	Recycling		%	
	AVI	Apart	Totaal	
187	98	68	166	88,6%
ALUMINIUM				
Afzet	Recycling		%	
	AVI	Apart	Totaal	
23,8	5,4	7,2	12,6	53,1%
TOTAAL METAAL				
Afzet	Recycling		%	
	AVI	Apart	Totaal	
211	103	75	178	84,6%

We hanteren de hoge percentages als beste inschatting.

Het energiegebruik van de SOI is slechts voor een deel toe te rekenen aan de teruggewonnen metalen. De totale installatie bestaat naast magneten, ECS en bijbehorende trilgoten, ook uit brekers, schudders en transportbanden. De bodemassen zijn na opwerking inzetbaar in bijvoorbeeld wegebouw, terwijl ze gestort moeten worden als de metalen niet (grotendeels) verwijderd zijn. Er gelden dus economische overwegingen om de kwaliteit van de bodemassen te verbeteren, anderzijds gelden ook economische overwegingen om de metalen terug te winnen, zeker met de huidige hoge prijzen. Zoals in het BREF-document voor afvalverbranding wordt gesteld, wordt opwerking door beide factoren gedreven.

Volgens de ISO-normen voor LCA moet toerekening bij voorkeur op basis van fysieke overwegingen gebeuren. In dit geval ligt voor de hand dat energiegebruik voor magneten aan de ferro fractie wordt toegerekend en energiegebruik voor ECS aan de non-ferro fractie. Voor het energiegebruik van breken en schudden - het grootste aandeel - ligt dit minder eenduidig, maar we zijn er vanuit gegaan dat dit energiegebruik voor rekening van de opgewerkte slakken komt.

Tabel 24 Gegevens SOI Feniks Alkmaar (prive communicatie Feniks; gemiddelde waarden)

	Gewichten	Aandeel	Energiegebruik	
Totaal afval in	680 kton			
Bodemas naar SOI	150 kton		750 MWh (totaal)	
Ferro uit	18,8 kton	12,5%	2 x 6 = 12 MWh	
Non ferro uit	2,6 kton	1,75%	3 x 10 = 30 MWh	65% aluminium in deze fractie (TNO, 2006)
Bodemas uit SOI	129 kton	86%	708 MWh	

Voor het energiegebruik van opwerking voor staal komt dit op 0,64 kWh/ton. Voor aluminium is een toerekeningstap nodig, omdat ook andere metalen met hoge opbrengsten in de non-ferro fractie terecht komen. Het energiegebruik van de ECS (30 MWh voor 2,6 kton in totaal) moet dus worden gealloceerd; hiervoor zijn we uitgegaan van een economische allocatie (Tabel 25). Het energiegebruik van opwerking voor aluminium kost 9 kWh/ton.

Tabel 25 Toerekening ECS aan aluminium

	kton	Euro/ton	kWh/ton
Non ferro fractie	2,6		11
<i>Aluminium</i>	1,7	1.460	9
<i>Overig</i>	0,9	2.900	16

C.3 Totaal cijfers

Tabel 26 Aggregatie voor staal

Vervangingsratio	100%
Verliezen bij opwerking en herinzet	1%
Vermeden primaire productie (88,6% recycling)	2.021,1
Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton staal)	3.115,9
Eindtotaal (kg CO ₂ -eq./ton staal)	1.095

Tabel 27 Aggregatie voor aluminium

Vervangingsratio	100%
Verliezen bij opwerking en herinzet	1,5%
Vermeden primaire productie (53,1% recycling)	5.352,5
Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton aluminium)	11.005,0
Eindtotaal (kg CO ₂ -eq./ton aluminium)	5.653



D Data kunststoffen

In deze bijlage worden de datatabellen voor alle kunststoffen gegeven zoals beschreven in paragraaf 3.5. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de materialen LPDE, HPDE, PP, PET en EPS.

D.1 Basiscijfers

Tabel 28 Data LPDE

		Emissie of verbruik (1)							(2)	Product (1) * (2)						
		1 ton LPDE resin	1 ton LPDE folie uit resin	Transport naar vuller en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoala	inzet subcoala in cementoven		1 ton LPDE resin	1 ton LPDE folie uit resin	Transport naar vuller en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoala	inzet subcoala in cementoven
Emissies lucht (kg)	CO2	140,0				2977,0		-1338,5	1	140,0				2977,0		-1338,5
	N2O								296							
	CH4	3,6	1,4						23	82,8	32,2					
	CF4								5.700							
	C2F6								11.900							
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)								0,77							
	Na2CO3 (natuurlijk)								0,10							
	NH3								2,08							
	NaOH (50%)								1,01							
	NaCl								0,17							
	CaO								0,94							
	CaCO3								0,02							
	AlF3								1,16							
	Al(OH)3								0,07							
	CaF2								0,10							
	Anode (alu prod)								0,98							
	Petrol coke								0,51							
	Pitch (at plant)								1,04							
	H2SO4								0,12							
	Cathode carbon								2,41							
	Fe								0,02							
	Dolomiet								0,03							
Zuurstof								0,37								
Precombustion (GJ)	Aardgas	5,67	0,22			-3,03	0,68		12,4	70,3	2,7			-37,5	8,4	
	Olie	7,03	0,82						17,0	119,5	13,9					
	Bruinkool								33,0							
	Steenkool								10,0							
Ondervuiging en warmte (GJ)	Aardgas	5,67	0,22			-3,03	0,68		56,0	317,5	12,3			-169,6	38,1	
	Stookolie licht	7,03	0,82						77,0	541,3	63,1					
	Stookolie zwaar								97,3							
	Bruinkool								101,0							
Steenkool								95,0								
Elektriciteit (GJ)	mix NL					-9,0	0,35		145,0					-1311,1	50,8	
	mix E.U.	3,94	1,92		2,86				119,8	471,8	229,9	342,5				
	mix EAA								94,0							
Transport (tonkm)	Zee								0,00028							
	Binnenvaart								0,034							
	Rail								0,034							
	Wegvervoer		100	100	75	40	150	150	0,078		7,8	7,8	5,8	3,1	11,7	
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton LDPE)										1743,2	362,0	7,8	348,3	1461,9	108,9	-1326,8

Tabel 29 Data HPDE

		Emissie of verbruik (1)							(2)	Product (1) * (2)						
		1 ton HPDE resin	1 ton HPDE bottle uit resin	Transport naar vuller en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoal	Inzet subcoal in cementoven		1 ton HPDE resin	1 ton HPDE bottle uit resin	Transport naar vuller en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoal	Inzet subcoal in cementoven
Emissies lucht (kg)	CO2	190,0					3049,0	-1371,5	1	190,0					3049,0	-1371,5
	N2O								296							
	CH4	4,1	0,2						23	94,3	4,6					
	CF4								5.700							
	C2F6								11.900							
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)								0,77							
	Na2CO3 (natuurlijk)								0,10							
	NH3								2,08							
	NaOH (50%)								1,01							
	NaCl								0,17							
	CaO								0,94							
	CaCO3								0,02							
	AlF3								1,16							
	Al(OH)3								0,07							
	CaF2								0,10							
	Anode (alu prod)								0,98							
	Petrol coke								0,51							
	Pitch (at plant)								1,04							
	H2SO4								0,12							
	Cathode carbon								2,41							
	Fe								0,02							
	Dolomiet								0,03							
Zuurstof								0,37								
Precombustion (GJ)	Aardgas	5,39	0,18				-3,10	0,68	12,4	66,8	2,2			-38,5	8,4	
	Olie	7,39	0,62						17,0	125,6	10,5					
	Bruinkool								33,0							
	Steenkool								10,0							
Ondervering en warmte (GJ)	Aardgas	5,39	0,18				-3,10	0,68	56,0	301,8	10,1			-173,7	38,1	
	Stookolie licht	7,39	0,62						77,0	569,0	47,7					
	Stookolie zwaar								97,3							
	Bruinkool								101,0							
	Steenkool								95,0							
Elektriciteit (GJ)	mix NL						-9,3	0,35	145,0					-1343,0	50,8	
	mix E.U.	2,45	6,73		2,16				119,8	293,4	805,9	258,7				
	mix EAA								94,0							
Transport (tonkm)	Zee								0,00028							
	Binnenvaart															
	Rail								0,034							
	Wegvervoer		100	100	75	40	150	150	0,078		7,8	7,8	5,8	3,1	11,7	11,7
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton HDPE)										1641,0	888,9	7,8	264,5	1496,9	108,9	-1359,8

Tabel 30 Data PP

		Emissie of verbruik (1)							(2)	Product (1) * (2)						
		1 ton PP-resin	1 ton PP-sputgieten	Transport naar vulier en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoal	Inzet subcoal in cementoven		b) karakterisatiefactor of bijdrage per eenheid	1 ton PP-resin	1 ton PP-sputgieten	Transport naar vulier en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoal
Emissies lucht (kg)	CO2	400,0	10,0			2977,0		-1338,5	1	400,0	10,0			2977,0		-1338,5
	N2O								296							
	CH4	3,3	0,6						23	75,9	13,8					
	CF4								5.700							
	C2F6								11.900							
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)								0,77							
	Na2CO3 (natuurlijk)								0,10							
	NH3								2,08							
	NaOH (50%)								1,01							
	NaCl								0,17							
	CaO								0,94							
	CaCO3								0,02							
	AlF3								1,16							
	Al(OH)3								0,07							
	CaF2								0,10							
	Anode (alu prod)								0,98							
	Petrol coke								0,51							
	Pitch (at plant)								1,04							
	H2SO4								0,12							
	Cathode carbon								2,41							
	Fe								0,02							
Dolomiet								0,03								
Zuurstof								0,37								
Precombustion (GJ)	Aardgas	4,37	12,80			-3,03	0,68		12,4	54,2	158,7			-37,5	8,4	
	Olie	8,51	1,60						17,0	144,7	27,2					
	Bruinkool								33,0							
	Steenkool								10,0							
Ondervuring en warmte (GJ)	Aardgas	4,37	12,80			-3,03	0,68		56,0	244,7	716,8			-169,6	38,1	
	Stookolie licht	8,51	1,60						77,0	655,3	123,2					
	Stookolie zwaar								97,3							
	Bruinkool								101,0							
	Steenkool								95,0							
Elektriciteit (GJ)	mix NL					-9,0	0,35		145,0					-1311,1	50,8	
	mix E.U.	1,85	7,64		2,16				119,8	221,5	914,9	258,7				
	mix EAA								94,0							
Transport (tonkm)	Zee								0,00028							
	Binnenvaart															
	Rail								0,034							
	Wegvervoer		100	100	75	40	150	150	0,078		7,8	7,8	5,8	3,1	11,7	
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton PP)										1796,3	1972,4	7,8	264,5	1461,9	108,9	-1326,8

Tabel 31 Data PET

		Emissie of verbruik (1)								(2)	Product (1) * (2)							
		1 ton PET bottle grade	1 ton PET bottles	Transport naar vuller en markt	Recycling to fleece	Recycling tot bottle	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoäl	Inzet subcoäl in cementoven		1 ton PET bottle grade	1 ton PET bottles	Transport naar vuller en markt	Recycling to fleece	Recycling tot bottle	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoäl	Inzet subcoäl in cementoven
Emissies lucht (kg)	CO2	140,0					2188,0		-111,5	1	140,0					2188,0		-111,5
	N2O									296								
	CH4	2,5								23	57,5							
	CF4									5.700								
	C2F6									11.900								
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)									0,77								
	Na2CO3 (natuurlijk)									0,10								
	NH3									2,08								
	NaOH (50%)									1,01								
	NaCl									0,17								
	CaO									0,94								
	CaCO3									0,02								
	AlF3									1,16								
	Al(OH)3									0,07								
	CaF2									0,10								
	Anode (alu prod)									0,98								
	Petrol coke									0,51								
	Pitch (at plant)									1,04								
	H2SO4									0,12								
	Cathode carbon									2,41								
Fe									0,02									
Dolomiet									0,03									
Zuurstof									0,37									
Precombustion (GJ)	Aardgas	13,94	0				-1,61	0,68		12,4	172,8	0,0				-20,0	8,4	
	Olie	9,64	0							17,0	163,9	0,0						
	Bruinkool									33,0								
	Steenkool									10,0								
Ondervuring en warmte (GJ)	Aardgas	13,94	0				-1,61	0,68		56,0	780,6	0,0				-90,4	38,1	
	Stookolie licht	9,64	0							77,0	742,3	0,0						
	Stookolie zwaar									97,3								
	Bruinkool									101,0								
	Steenkool									95,0								
Elektriciteit (GJ)	mix NL						-4,8	0,35		145,0						-698,6	50,8	
	mix E,U	5,23	6,52		2,16	2,97				119,8	626,3	780,8	258,7	355,7				
	mix EAA									94,0								
Transport (tonkm)	Zee									0,00028								
	Binnenvaart									0,034								
	Rail									0,078								
	Wegvervoer		100	100	75	75	40	150	150		7,8	7,8	5,8	5,8	3,1	11,7	11,7	
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton PET)											2683,4	788,6	7,8	264,5	361,5	1382,1	108,9	-99,8

Tabel 32 Data EPS

		Emissie of verbruik (1)							(2)	Product (1) * (2)						
		1 ton (E)PS	1 ton PS uit EPS	Transport naar vuller en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoäl	Inzet subcoäl in cementoven		1 ton (E)PS	1 ton PS uit EPS	Transport naar vuller en markt	Opwerking tbv recycling	Verbranden in AVI	Verwerking PPF als subcoäl	Inzet subcoäl in cementoven
Emissies lucht (kg)	CO2	190,0	10,0			3194,0		-964,0	1	190,0	10,0			3194,0		-964,0
	N2O								296							
	CH4	2,3	0,3						23	52,9	6,9					
	CF4								5.700							
	C2F6								11.900							
Hulpstoffen + grondstoffen gangbaar (kg)	Na2CO3 (synthetisch)								0,77							
	Na2CO3 (natuurlijk)								0,10							
	NH3								2,08							
	NaOH (50%)								1,01							
	NaCl								0,17							
	CaO								0,94							
	CaCO3								0,02							
	AlF3								1,16							
	Al(OH)3								0,07							
	CaF2								0,10							
	Anode (alu prod)								0,98							
	Petrol coke								0,51							
	Pitch (at plant)								1,04							
	H2SO4								0,12							
	Cathode carbon								2,41							
	Fe								0,02							
Dolomiet								0,03								
Zuurstof								0,37								
Precombustion (GJ)	Aardgas	18,48	2,00			-2,92	0,68		12,4	229,1	24,8			-36,2	8,4	
	Olie	15,61	1,41						17,0	265,4	24,0					
	Bruinkool								33,0							
	Steenkool								10,0							
Ondervuuring en warmte (GJ)	aardgas	18,48	2,00			-2,92	0,68		56,0	1034,9	112,0			-163,4	38,1	
	stookolie licht	15,61	1,41						77,0	1202,0	108,6					
	stookolie zwaar								97,3							
	bruinkool								101,0							
	steen­kool								95,0							
Elektriciteit (GJ)	mix NL					-8,7	0,35		145,0					-1263,2	50,8	
	mix E,U	1,74	4,32		1,10				119,8	208,4	517,3	131,7				
	mix EAA								94,0							
Transport (tonkm)	Zee								0,00028							
	Binnenvaart															
	Rail								0,034							
	Wegvervoer		100	100	75	40	150	150	0,078		7,8	7,8	5,8	3,1	11,7	
Geaggregeerde bijdrage (kg CO2-eq/ton EPS)										3182,6	811,3	7,8	137,6	1734,3	108,9	-952,3

D.2 Kunststoffen: verbranding en recycling

De milieubelasting gerelateerd aan verbranding in een AVI is berekend op basis van het koolstofaandeel in de kunststof en de stookwaarde. In Tabel 33 zijn de gebruikte emissies voor de verschillende kunststoffen opgenomen.

Tabel 33 Verbrandingsemissies per materiaal

Materiaal	Kg CO ₂ per ton
LDPE, PP	2.977
HDPE	3.049
PS	3.194
PET	2.188

Bron: Eigen berekening CE Delft.

In Figuur 8 worden de uitgespaarde emissies berekend

Figuur 8 Cijfers uitgespaarde emissies verbranding in AVI

Steg rendement	95%
AVI elek. rendement	22%
AVI therm. rendement	7%
CO ₂ -emissie elek-park NL (g/MJ)	145
CO ₂ -emissie gasketel (g/MJ)	66,8

	Calorische waarde (MJ/kg)	Elektriciteitsprod. (GJ)	Warmte (GJ)	Inzet aardgas (GJ)	Vermeden CO ₂ -emissie (g.kg)
LDPE	41,1	9,04	2,88	3,03	1.503
HDPE	42,1	9,26	2,95	3,10	1.540
PP	41,1	9,04	2,88	3,03	1.503
PET	21,9	4,82	1,53	1,61	801
(E)PS	39,6	8,71	2,77	2,92	1.448

De productie en verwerking van kunststoffen als onderdeel van PPF omvat de volgende processen:

- transport van PPF naar bewerking;
- het produceren van de PPF door drogen en pelletiseren;
- transport van pellets naar afnemer;
- inzet van pellets in cementoven of kolencentrale;
- uitsparen van de productie en de inzet van steenkool in dezelfde cementoven of kolencentrale.

Transporten en de aan inzet van PPF-pellets en uitsparen van steenkool gerelateerde (uitgespaarde) milieubelasting zijn bepaald conform de in (MERLAP, 2002) toegepaste methodiek. Voor transporten is conform deze methodiek uitgegaan van afstanden van 100 kilometer. Door deze relatief grote afstand aan te houden is verdisconteert dat er in Nederland een beperkt aantal producenten van PPF en zeker een beperkt aantal afnemers zijn.

De emissies naar lucht en de door substitutie van steenkool uitgespaarde milieubelasting zijn bepaald conform de in (MERLAP, 2002) gehanteerde massabalansen over cementovens. Steenkool wordt vervangen op basis van stookwaarde in de verhouding 1 GJ:1 GJ.

Alleen voor de aan de productie van pellets gerelateerde milieubelasting is gebruik gemaakt van een andere bron. Voor de verwerking van kunststoffen als onderdeel van PPF tot een secundaire brandstof is 0,35 GJ_e en 0,68 GJ_{gas} in rekening gebracht. De verbruiken zijn overgenomen uit een door DSM geproduceerde ontwerp studie van een opwerkingsinstallatie voor PPF uit huishoudelijk restafval.

Figuur 9 Uitgespaarde emissies bijstook als 'subcoal'

Stookwaarde steenkool (MJ/kg)			28,2
Kg CO ₂ /ton steenkool			2961
	Calorische waarde (MJ/kg)	Kg steenkool/kg kunststof	Kg CO ₂ /ton kunststof
LDPE	41,1	1,46	4.315,5
HDPE	42,1	1,49	4.420,5
PP	41,1	1,46	4.315,5
PET	21,9	0,78	2.299,5
(E)PS	39,6	1,40	4.158,0

De netto emissies voor verbranding in AVI of cementoven zijn opgenomen in de tabellen in bijlage D.1 per materiaal.

Recycling

Aangenomen is dat voor alle producten - behalve voor EPS-schuim - recycling bestaat uit malen, wassen, drogen en regranuleren. Het daaraan gerelateerde verbruik van elektriciteit is overgenomen uit (Eggels, 2001). Volgens deze bron kost herverwerking van folie gemiddeld 2,86 GJe en recycling van rigids gemiddeld 2,16 GJe per ton recycalaat. Er is geen rekening gehouden met eventuele uitval van plastic materiaal bij recycling, bijvoorbeeld in de vorm van zeefresten van regranulatie.

Voor EPS is een andere benadering gekozen. Volgens de VMK wordt ongeveer de helft van het gescheiden ingezamelde EPS-schuim gemalen en weer hergebruikt in geschuimde producten. Aangezien malen over het algemeen weinig energie kost - zie bijvoorbeeld (Michaeli, 1993) - is energieverbruik bij deze recyclingroute verwaarloosd. De andere helft wordt geregranuleerd. Om de benadering van EPS schuim recycling eenvoudig te houden is van één cijfer voor het elektriciteitsverbruik uitgegaan, het gemiddelde van beide routes. Aangezien de ene route bij benadering niets kost en de andere route 2,16 GJe/ton regranulaat kost en volgens opgave (VMK, 2004) evenveel materiaal via beide routes wordt verwerkt is uitgegaan van een gemiddelde van 50% x 2,16 ≈ 1,1 GJe/ton.



D.3 Totaal cijfers

De cijfers voor de vijf submaterialen worden aan de hand van de totale volumes geaggregeerd tot één cijfer voor kunststoffen.

Tabel 34 Aggregatie kunststoffen

LDPE	Vervangingsratio	62%
	Vermeden primaire productie	488,6
	Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton LPDE)	2.341,4
	Massapercentage	39%
HDPE	Vervangingsratio	100%
	Vermeden primaire productie	451,2
	Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton HPDE)	3.478,4
	Massapercentage	23%
PP	Vervangingsratio	100%
	Vermeden primaire productie	218,9
	Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton PP)	4.621,8
	Massapercentage	21%
PET	Vervangingsratio to fleece	50%
	Vervangingsratio to bottle	100%
	Vermeden primaire productie	434,0
	Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton PET)	3.871,9
	Massapercentage	6%
(E)PS	Vervangingsratio	100%
	Vermeden primaire productie	375,3
	Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton (E)PS)	4.895,0
	Massapercentage	11%
Totaal	Geaggregeerde bijdrage (kg CO ₂ -eq./ton kunststof)	3.453



E Samengevatte zienswijzen industrie met beantwoording

E.1 Inleiding

Gedurende dit project heeft de verpakkingsindustrie drie weken de tijd gekregen om zienswijzen op de op 16 juli voorgelegde conceptmethodiek en basiscijfers te geven. Het was mogelijk om tot 6 augustus zowel schriftelijk als mondeling zienswijzen in te dienen bij CE Delft. De volgende organisaties zijn door het Ministerie van VROM aangeschreven:

- VNO NCW (algemeen);
- SKB (blik, staal en aluminium);
- Aluminiumcentrum;
- VMK (kunststof);
- SKG (glas);
- PRN (papier/karton);
- Nedvang (verpakkingen algemeen).

Van de volgende organisatie zijn zienswijzen ontvangen (s=schriftelijk en m=mondeling). De reacties uit de zienswijzen zijn hieronder steeds beknopt samengevat en daarnaast is de beantwoording van CE Delft toegevoegd evenals de vraag of de zienswijze tot aanpassing van de cijfers heeft geleid.

E.2 Papier karton

Op 1 augustus 2007 is gesproken met:

- mevrouw A.S.H. de Beaufort (zelfstandig adviseur);
- de heer B. van Konijnenburg van Koninklijke VNP;
- de heer G. van Oosterum van PRN.

Naar aanleiding hiervan is op 6 augustus een (aangepaste) geschreven reactie van de heer Van Konijnenburg ontvangen.

Nieuw cijfermateriaal betrof :

- *Aandelen van de 4 submaterialen in het totaal: overgenomen (bijlage A).*
- *Massief karton: energiegebruik productie van verpakking alleen elektriciteit; data voor twee producenten 0,24 respectievelijk 0,29 GJ_e/ton. We gaan uit van de hoge waarde.*
- *Vouwkarton: nieuwe database ProCarton (www.procarton.com) recent beschikbaar gekomen, maar niet openbaar. De geleverde data zijn overgenomen.*
- *Golfkarton: up-date FEFCO-data overgenomen.*
- *Drankenkartons: geaggregeerde CO₂-cijfers geleverd. Niet overgenomen vanwege gebrek aan inzicht in opbouw. Gebruikte cijfers geven iets lagere emissies dan geaggregeerde.*
- *Snijverliezen 8% gemiddeld voor de drie soorten karton: overgenomen.*
- *Rejects 0,5% papiervezel: overgenomen.*
- *Tekstuele verbeteringen grotendeels overgenomen.*

Een groot discussiepunt werd gevormd door het feit dat in de huidige methodologie het recyclen van karton niet leidt tot een lagere CO₂-emissie per kg. Dit sluit aan bij een algemene discussie over het waarderen van hergebruik van biotische grondstoffen in LCA's met name door het niet meenemen van landgebruik in LCA's. De industrie heeft enkele voorstellen gedaan wat betreft de aanpak en ook CE Delft ziet mogelijkheden om landgebruik mee te nemen in verdere analyses. Het was echter helaas niet mogelijk in het korte tijdbestek van deze studie om een fundamenteel nieuw punt als landgebruik te onderzoeken en mee te nemen in de afweging. Door CE Delft wordt aanbevolen om bij de eerst volgende up-date van de milieukentallen voor de verpakkingenbelasting te overwegen om landgebruik ook als factor mee te nemen waarmee recycling van papier en karton beloond kan worden. Dit punt wordt verder besproken in paragraaf 4.4 en 4.5.

E.3 Glas

Op 12 juli 2007 gesproken met:

- de heer A.P. van Notten en dhr. Schalken van Stichting Duurzaam verpakkingsglas;
- de heer Van Dalen van Ardagh Glass Benelux.

Op deze bijeenkomst is gesproken over de aanpak en de te gebruiken data voor glas. Voornaamste punten zijn de verhoogde inzet van glasscherven in de productie en het gebruikte CO₂-getal voor inzet van soda. Nieuwe cijfers voor opwerking van glasscherven zijn niet geleverd. Verliezen bij opwerking zijn 4%, maar dit is reeds verdisconteerd in de recyclepercentages volgens Commissie Verpakkingen 2005.

Verdere input is gegeven per e-mail d.d. 31 juli van de heer Van Notten.

- *tekstuele verbeteringen: overgenomen;*
- *inzet secundair glas 59%: overgenomen;*
- *gebruik natuurlijke soda naast synthetische soda: CO₂-cijfer aangepast.*

Andere industrieën plaatsen kanttekeningen bij het feit dat voor glas Nederlandse cijfers zijn gebruikt ondanks het feit dat 50% van de glasconsumptie import betreft. In paragraaf 3.3 wordt beargumenteerd waarom toch van Nederlandse cijfers wordt uitgegaan.

E.4 Metalen

Er is een aantal maal overleg geweest met (een aantal van) de volgende personen, ook per email:

- de heer Bruinsma van Aluminium Centrum;
- de heer Ubbens van Stichting Kringloop Blik;
- de heer Von Keitz van Corus;
- de heer Schaefer van European Aluminium Association.

Daarnaast is op 6 augustus een brief ontvangen van Stichting Kringloop Blik.



Belangrijkste punten:

- *Nieuwe cijfers aluminium productie: overgenomen.*
- *Nieuwe cijfers productie blikjes: niet gelukt recentere data te leveren.*
- *Terugwinnen aluminium uit AVI bodemassen: op basis van informatie van industrie, Peter Rem (TU Delft) en diverse AVI/SOI exploitanten terugwinpercentages aangepast en energiegebruiken bepaald (zie Bijlage C2). Argument van industrie dat afscheiding van metaalfracties moet worden toegerekend aan opgewerkte bodemassen niet overgenomen.*
- *Geen kwaliteitverschil tussen oxystaal en elektrostaal bij waarden recycling. Bovendien wordt gerecycled verpakkingstaal volledig ingezet in het oxystaal proces. Dit is overgenomen (zie toelichting 3.4); wel is er een correctie gehanteerd voor het feit dat de IISI-data niet in opgesplitste vorm beschikbaar zijn.*
- *Geen kwaliteitverschil tussen giet- en kneedaluminium: overgenomen.*
- *Verdeling recycling percentages over staal en aluminium: overgenomen (zie bijlage C).*

E.5 Kunststof

Op 27 juli is gesproken met de heer Lucas van VMK en de heer Marechal van BCF-consult.

Hierbij bleek dat de industrie de omissie van de gebruiksfase is een groot bezwaar vindt. Het zou wel mogelijk zijn om effecten in de gebruiksfase (vnl. verminderd productverlies) mee te nemen en leidt de omissie hiervan tot een benadeling van kunststoffen. Hiervoor is een studie (GUA, 2005) aangedragen.

Reactie CE Delft: De bedoelde effecten kunnen zeker relevant zijn, maar afgewogen zou moeten worden of deze effecten via verpakkingen of productbeleid moeten worden verdisconteerd. Daarnaast is over de verschillen in de gebruiksfase weinig kwantitatieve informatie voorhanden. CE Delft neemt wel een kwalitatieve beschouwing op (zie paragraaf 2.2). CE Delft beveelt aan om bij een update van de milieukentallen te evalueren of het zinvol en mogelijk is de gebruiksfase voor verpakkingen met een sterk extra productbederf beperkend effect mee te nemen in te beschouwing. Ook is het dan zinvol om verschillen in energie voor koeling eventueel mee te nemen.

Consumptiecijfers voor de verschillende submaterialen voor Nederland zijn niet voorhanden. De industrie draagt een studie aan (AJI, 2004) waarin Europese gemiddelden voor de aandelen van plastics in verpakkingen worden gegeven. Deze cijfers zijn overgenomen, met uitzondering van PET omdat de hoeveelheden hiervoor zeer afwijken van andere schattingen voor Nederland (zie paragraaf 3.5).

De monitoringcijfers voor 2005 wijken sterk af van de jaren ervoor. De industrie wijst er op dat dit komt omdat in 2005 veel Duits materiaal op de Nederlandse markt kwam. De cijfers voor 2005 blijven echter uitgangspunt omdat nog niet bekend is hoe de situatie in 2006 is.

De Ecoprofiles data van Plastics Europe zijn zeer weinig representatief waar het de verwerking van de materialen tot verpakking betreft. Dit is CE Delft bekend, maar betere gegevens zijn er niet. TNO voert op dit moment een studie uit, maar resultaten zijn niet op tijd beschikbaar. De Ecoprofiles gegevens zijn gehanteerd.

De industrie wijst op het feit dat aanwezigheid van onbrandbaar materiaal in restafval dat verbrand wordt in een AVI de efficiëntie kan verlagen. Glas en metaal zouden dus eigenlijk te gunstig lijken en plastics en papier te ongunstig.

Reactie CE Delft: Dit is waar, maar het effect is klein. De hoeveelheid GFT in het restafval is de meest bepalende factor voor de efficiëntie. De energie die verloren gaat via de slakken is van de orde van 0,25 GJ/ton slak. Het effect van het mechanisch afscheiden van PPF is eveneens verwaarloosd.

E.6 Hout

Geen reacties van of over hout.

E.7 Overig

Op 26 juli is CE Delft aanwezig geweest bij een algemene bespreking van het conceptrapport bij VNO-NCW. Hierbij waren alle onder E.1 genoemde partijen aanwezig. Een brief d.d. 2 augustus 2007 is ontvangen van MKB Nederland & VNO-NCW.

Belangrijkste punten die naar voren kwamen:

- Er is in belangrijke mate sprake van import en export van verpakkingen en materialen; het hanteren van Nederlandse of zelfs Europese cijfers geeft mogelijk een vertekend beeld. *Reactie: dit is waar, maar de verschillen zullen minimaal zijn zeker omdat het om relatieve scores gaat.*
- De gebruiksfase wordt niet meegenomen; dit heeft gevolgen voor de bepaalde milieubelasting. *Reactie: zie paragraaf 2.2.*
- Er zijn aannames gemaakt die grote gevolgen kunnen hebben voor uitkomsten en de industrie mist gevoeligheidsanalyses. Hierdoor is niet duidelijk welke onzekerheden in het cijfermateriaal zitten dat gebruikt zal worden als grondslag voor belastingheffing. *Reactie: voor gevoeligheidsanalyse was geen ruimte in deze studie. Aannames zijn in ieder geval zo duidelijk mogelijk beschreven, zodat ook duidelijk is waar ruimte voor verbetering is in de data.*

