

AFSTUDEERPROJECT MILIEURELEVANTE PRODUKTINFORMATIE

EINDRAPPORT

Uitvoerende E.A.Druijff

Begeleiders Prof.dr.J.Eekels (afstudeerdocent)
dr.J.M.F.Box
ir.H.P.M.Diepstraten
drs.G.Huppes

Afstudeeropdracht van Technische Hogeschool Delft
Tussenafdeling Industrieel Ontwerpen
Oude Delft 39^a
2611 BB Delft

Uitgevoerd bij Rijksuniversiteit Leiden
Centrum voor Milieukunde
Garenmarkt 1^b
2311 PG Leiden

In opdracht van Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Directoraat-Generaal der Milieuhygiëne
Nieuwe Havenstraat 6
Leidschendam

Het voorliggende rapport bevat het verslag van het projekt milieurelevante produktinformatie dat is uitgevoerd in opdracht van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Het onderzoek is verricht als afstudeerprojekt van de Tussenafdeling Industrieel Ontwerpen van de Technische Hogeschool Delft bij het Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit Leiden. Doel van het projekt was het ontwikkelen van een beoordelings- en informatie-overdrachtsysteem voor de milieu effecten waarvoor produkten verantwoordelijk zijn.

Een van de uitgangspunten bij het onderzoek was een beperking tot de meetbare aspecten van milieuschade. Op grond van praktische overwegingen is een verdere inperking van het onderzoeksgebied gemaakt tot emissies van schadelijke stoffen in lucht en water.

Het systeem verwerkt gegevens over processen tot informatie die door konsumenten of produktontwerpers gebruikt kan worden. De verwerking van de emissiegegevens over materialen, processen en produkten tot hanteerbare getallen is de kern van de hier gepresenteerde methode. De methode maakt deel uit van voorstellen voor een concreet informatiesysteem, zowel voor konsumenten als voor ontwerpers. De informatie wordt voor de presentatie verwerkt tot een niveau waarop verwerking door de gebruikers mogelijk is.

De informatie-overdracht aan konsumenten is geïnspireerd door het systeem voor milieurelevante produktinformatie dat in West-Duitsland in gebruik is. Dit systeem en een Zwitsers informatiesysteem dat overeenkomsten heeft met het hier ontwikkelde, worden beschreven in Bijlage 2 van dit rapport.

Bij de uitwerking van de methode is gebruik gemaakt van voorbeeldprodukten. De gegevens over deze produkten zijn aan open en vrij toegankelijke literatuurbronnen ontleend. De getallen die in het rapport genoemd worden, zijn daardoor in het algemeen te sterk verouderd om nu op de produkten van toepassing te kunnen zijn. Het is dan ook niet mogelijk over konkrete produkten uitspraken te doen met deze cijfers. De konklusies in dit rapport blijven dan ook beperkt tot algemene regels waarop uitzonderingen mogelijk zijn.

Tot slot wil ik nog allen danken die door medewerking en kanttekeningen bij de tussenrapporten een bijdrage hebben geleverd aan dit rapport. Met name prof. dr. J. Eekels, dr. J. M. F. Box, ir. H. P. M. Diepstraten en drs. G. Huppes als studiebegeleiders wil ik noemen. Verder hebben de leden van de begeleidingscommissie van het Ministerie, mw. V. d. Meer en de heren Bourée, Braam, Erasmus, Erdewijk, Heuer, Hillen, Poharnok, Veening en V. Wenen waardevolle bijdragen geleverd. Voor het deel over drankverpakkingen ben ik de heer Nusselder van het IvV-TNO dank verschuldigd. Als laatste wil ik dhr. Sommeling bedanken voor het verzorgde typewerk.

Inhoudsopgave

blz.

Voorwoord	i
Inhoudsopgave	ii
0 Inleiding	1
Lijst van begrippen en afkortingen	4
I Doelstellingen en opzet van het onderzoek	6
1.1 Inleiding	6
1.2 Probleembeschrijving	6
1.2.1 Variaties bij het ontstaansmoment van milieuschade	6
1.2.2 Variatie binnen de fasen in de levensloop	6
1.2.3 Verschillen tussen de fasen	8
1.2.4 Wens tot schadevermijding	9
1.2.5 Mogelijkheden tot beïnvloeding van de milieuschade	9
1.3 Doelstellingen	12
1.3.1 Hoofddoel	12
1.3.2 Konsekventies van het systeem	13
1.3.3 Hoger doel van het project	13
1.3.4 Informatie over milieueffekten bij de produktontwikkeling	13
1.4 Opzet van het onderzoek	14
1.4.1 Opzet	14
1.4.2 Uitvoering	15
1.4.3 Afvalverwerking	16
1.5 Samenvatting	16
II Opbouw van de methode	19
2.1	19
2.1.1 Inleiding	19
2.1.2 Overzicht van de delen van het beoordelingssysteem	19
2.2 Afbakening van het onderzoeksterrein	21
2.2.1 Beperking tot emissies	21
2.2.2 Randvoorwaarden voor de uitwerking van de beoordelingsmethode	22
2.3 Producten: levensloop en milieuschade	28
2.3.1 Vervuilmomenten in de levensloop van een produkt	28
2.3.2 Opbouw van een produkt	35
2.4 Bepaling van de emissies	41
2.4.1 Voorstelling van het proces t.b.v. de beoordeling	43
2.4.2 Procedure van toerekening van emissies en materiaalgebruik	47
2.5 De beoordeling	52
2.5.1 De evaluatiemethode	52
2.5.2 De beoordeling van produkten en produktontwerpen	55
2.6 Het onderzoek	60
2.6.1 Zwaartepunten van het onderzoek	60
2.7 Samenvatting en programma van eisen	61
III Uitwerking van de aggregatie- en beoordelingsmethode	64
3.1 Inleiding	64
3.2 Uitwerking van de aggregatiemethode	64
3.2.1 De aggregatie met MAC-waarden en drinkwaternormen	64
3.2.2 Emissienormen als uitgangspunt voor de aggregatie	68
3.2.3 Het samenvoegen van emissies naar lucht en naar water	70
3.2.4 De beoordeelde emissies	72

3.3	Uitwerking van de beoordelingsmethode	76
3.3.1	De beoordeling van produkten en processen	76
3.3.2	Beoordeling van produkten	76
3.3.3	De beoordelingsprocedure	80
3.4	Samenvatting	86
IV	Keuze van de voorbeeldprodukten	88
4.1	Inleiding	88
4.2	Keuzekriteria	88
4.3	De mogelijke produktgroepen	92
4.4	De keuze	93
4.5	Samenvatting	99
V	Drankverpakkingen	101
5.1	Algemeen	101
5.1.1	Inleiding	101
5.1.2	Invloeden op de omvang van de emissies	102
5.2	Literatuuronderzoek	108
5.2.1	Inleiding	108
5.2.2	Beschrijving van de belangrijkste geraadpleegde studies	108
5.3	Glasverpakkingen	115
5.3.1	Overzicht van de fabricage en emissiegegevens	115
5.3.2	Grondstoffenverbruik bij de fabricage van flessen	119
5.3.3	Toevoegingen in het verpakkingssysteem	127
5.3.4	Energieverbruik bij glazen drankverpakkingen	127
5.4	Blikverpakkingen	131
5.4.1	Beschrijving van het materiaal	131
5.4.2	Milieueffekten bij grondstoffenwinning en materiaal-fabricage	131
5.4.3	Verwerking van blik en blikverpakkingen	137
5.4.4	Emissies bij de produktie van blikverpakkingen	143
5.5	Aluminiumverpakkingen	163
5.5.1	Beschrijving van de materiaalfabricage	163
5.5.2	Emissies bij de fabricage van aluminiumverpakkingen	165
5.6	Samenvatting	175
VI	Globale gevolganalyse	177
6.1	Inleiding	177
6.2	Konsumenten	177
6.2.1	Overdracht van informatie aan konsumenten	177
6.2.2	Het gebruik van de informatie door de konsument	179
6.2.3	Opzet van de informatieoverdracht	180
6.3	Ontwerpers	181
6.3.1	Informatiebehoefte van de ontwerper bij de produkt-ontwikkeling	181
6.3.2	Het gebruik van milieurelevante informatie bij het ontwerpen	183
6.3.3	Opzet van de informatieoverdracht aan ontwerpers	185
6.4	Overige gebruikers	187
6.4.1	Informatiebehoefte van de overheid	187
6.4.2	Gevolgen van milieurelevante produktinformatie voor producenten	189
6.5	Samenvatting	191

VII Toepassing van de aggregatie- en beoordelingsmethode	193
7.1 Inleiding	193
7.2 Uitwerking	193
7.2.1 Beschrijving van de pan	193
7.2.2 Aannamen	195
7.2.3 Berekening van de emissies	197
7.2.4 Eindresultaat en toepassing	207
7.3 Presentatievormen	210
7.4 Omrekening MRI-gegevens	217
VIII De bijdrage van milieubeschouwingen aan het ontwerpproces	231
8.1 Inleiding ontwerpmethodologie	231
8.2 Doelvindingsfase	235
8.3 Doelontwikkelingsfase	239
8.4 Beoordeling van ontwerpen	241
8.5 Samenvatting	243
IX Samenvatting en konklusies	244
Literatuuroverzicht	250
Bijlage 1 Sectorindeling van het CBS	
Bijlage 2 Beschrijving van enkele buitenlandse systemen voor milieu-relevante produktinformatie	
Bijlage 3 Wenselijk en noodzakelijk aanvullend onderzoek	

In het voorliggende rapport zijn de resultaten en bevindingen opgenomen van een onderzoek naar een systeem voor het verschaffen van milieurelevante produktinformatie. Het systeem dat is uitgewerkt kan informatie verschaffen over produkten, processen en materialen. De informatie is bestemd voor konsumenten, als kopers van produkten, voor ontwerpers van produkten en voor de overheid, in de eerste plaats als konsument. In een verdere uitwerking kan de overheid wellicht ook voor het beleid gebruik maken van het informatiesysteem. De informatie over produkten is gebaseerd op de vervuiling die zij veroorzaken door emissies van schadelijke stoffen in lucht en water. De emissies worden veroorzaakt tijdens vervaardiging, transport, gebruik en verdwijnen van de produkten.

Van het informatiesysteem maken een beoordelingsmethode voor produkten, processen en materialen en presentatiemogelijkheden voor de informatie deel uit. Een overzichtsschema van de methode en de plaats in het rapport van de delen daarvan, is te vinden in figuur 0.1. Het eerste deel van de methode is de toerekening van de emissies van schadelijke stoffen aan een produkt, proces of materiaal. Hiermee wordt vastgelegd welke stoffen, en hoeveel van iedere stof, tijdens de processen bij de vervaardiging, enz. in het milieu terecht komen.

Het tweede deel van de methode is de aggregatie (samenvoeging) van de emissies tot één getalwaarde voor emissies in lucht en één waarde voor emissies in water. De aggregatie bestaat uit het wegen van de stoffen naar hun schadelijkheid en het sommeren van de gewogen emissiewaarden per proces. De toerekening en de aggregatie zijn voor alle groepen gebruikers van de informatie gelijk.

Deze overeenkomst bestaat niet bij de beoordeling en de presentatie van de informatie. In het derde deel van het systeem, de beoordeling van de gewogen emissies, worden de produkten voor konsumenteninformatie geklassificeerd. In deze klassifikatie wordt vastgelegd of zij relatief goed of slecht zijn voor het milieu. Met deze informatie moet de konsument een keuze maken uit verschillende mogelijkheden bij de aankoop. Bij de beoordeling van produkten kunnen naast de gewogen emissies ook andere factoren, zoals de geluidproduktie van het produkt een rol spelen. Hierdoor is een totaaloordeel over de prestaties van het produkt mogelijk.

Voor ontwerpdoeleinden is het minder zinvol processen te beoordelen en in te delen naar hun kwaliteiten op milieugebied. De ontwerper heeft nog de mogelijkheid te kiezen, hoeveel van het eindprodukt van een proces gebruikt wordt. Door weinig van een slecht proces te gebruiken kan het milieu soms minder zwaar belast worden dan door veel te gebruiken van een goed proces. Het behoort tot de taak van de ontwerper die afweging te maken, omdat deze van geval tot geval verschilt.

Voor informatie aan de overheid, bijvoorbeeld met het oog op de inkopen van het R.I.B., is een tussenvorm van de beoordeling zinvol. Door de omvang van de overheidsaankopen is het mogelijk, in veel sterkere mate dan voor partikuliere konsumenten, invloed uit te oefenen op de eigenschappen van een produkt. De overheid kan op specifieke gebieden eisen stellen en een aparte beoordeling op deze gebieden vragen. Daarnaast kan het informatiesysteem

Beschrijving van het probleemgebied: Hfdst. I

TOEREKENING

vastleggen welke emissies een produkt of produktontwerp veroorzaakt

Hfdst. II, voorbeelden: Hfdst. IV (keuze),
Hfdst. V & VII (uitwerking)



AGGREGATIE

weging en sommering van de emissies

Hfdst. III



BEOORDELING

- procedure voor konsumenteninformatie

Hfdst. III, voorbeelden: Hfdst. VII

- inpassing van milieubeschouwingen in het ontwerpproces

Hfdst. VIII, voorbeeld: Hfdst. VII



PRESENTATIE

- konsument (individueel)
- overheid (RIB)
- ontwerper

Hfdst. VI & VII

Figuur 0.1 Overzicht van het rapport

nog toegepast worden bij het bepalen van het overheidsbeleid als hulpmiddel bij het bepalen van voorschriften voor produkten bijvoorbeeld. Deze mogelijkheid is in het rapport echter uitgewerkt.

De presentatie van de informatie aan de gebruikersgroepen is het laatste deel van het informatiesysteem. Hierin wordt evenals bij de beoordeling onderscheid gemaakt tussen konsumenten, ontwerpers en overheid. De konsument moet met de informatie een keuze kunnen maken uit enkele alternatieven en heeft daarbij behoefte aan informatie over komplette produkten. De overheid moet deze keuze eveneens maken, maar heeft daarnaast betere mogelijkheden om voorwaarden te stellen. Daarbij is informatie over delen van het produkt nodig. De overheid heeft dus behoefte aan informatie over komplette produkten, aangevuld met gedetailleerde informatie over nader aan te geven aspecten. De ontwerper ten slotte moet een keuze maken uit de beschikbare mogelijkheden voor de materialen en processen waarmee het produkt vervaardigd wordt. Daarbij is vergelijkende en vergelijkbare informatie over de materialen en processen nodig. Met deze informatie moeten de effecten van veranderingen in het ontwerp beoordeeld kunnen worden. Bij al deze presentatiemogelijkheden kan gelijktijdig informatie over andere milieu-effecten dan verontreiniging gepresenteerd worden. Het is zinvol daarbij zoveel mogelijk naar overeenstemming tussen de presentaties van de verschillende milieu-effecten te streven om verwarring te voorkomen. Het onderscheid tussen de gebruikers blijft uiteraard gehandhaafd.

Als laatste punt van deze inleiding wordt hier vermeld dat in de presentatievormen van de informatie, met name de konsumenten-informatie, gestreefd is naar aansluiting bij informatiesystemen die in het buitenland bestaan. Het Westduitse systeem van konsumenten-informatie, met een keurmerk voor de informatieoverdracht, is als uitgangspunt gekozen bij een aantal voorstellen voor presentatievormen. Dit systeem en een Zwitsers systeem, dat met een beoordeling werkt die overeenkomsten vertoont met de in dit projekt ontwikkelde methode, worden beschreven in Bijlage 2 van het rapport.

Algemene begrippen

Emissie	uitstoot (van een schadelijke stof) of de hoeveelheid die van de stof wordt uitgestoten.
Immissie	opname van een schadelijke stof of de hoeveelheid die van de stof wordt opgenomen.
Milieuschade	schade die na immissies in het milieu ontstaat.
Toerekening	het berekenen van de hoeveelheden die van de stoffen vrijkomen.
Aggregatie(methode)	(methode voor) het samenvoegen van de emissies (na weging) tot een waarde.

Produkten

Produktsysteem	produkt zoals het funktioneert vanaf het moment dat de grondstoffen gewonnen worden tot aan het moment van definitieve verwijdering uit de menselijke omgeving. In het produktsysteem worden alle toegeleverde diensten en materialen meegerekend.
Grondstoffen	winstoffen, zoals ertsen, aardolie, hout.
Halffabrikaten	grondstoffen die een of meerdere bewerkingen hebben ondergaan.
Verdwijnen	eindfase in het bestaan van een produkt, met onderscheid tussen hergebruik, recycling en definitieve verwijdering.
Hergebruik	opnieuw gebruiken van produkt(delen), in oorspronkelijke funktie
Recycling	hergebruik van het materiaal van een produktdeel.

Produktgebruik

Levensduur	<ul style="list-style-type: none"> - technische: tijd dat het produkt in staat is de oorspronkelijke funktie uit oefenen. - economische: tijd dat het produkt in staat is de oorspronkelijke funktie op economisch verantwoorde wijze uit te voeren. - sociaal-psychologische: tijd dat de konsument de gewenste status aan het gebruik van het produkt ontleent.
Gebruiksduur	tijd dat een produkt werkelijk gebruikt wordt.

Produktontwikkeling

Produktsort	groep produkten die volgens gelijk ontwerp en met dezelfde funktie vervaardigd zijn.
Levenscyclus	ontstaan, verspreiding en verdwijnen van een produktsort.
Levensloop	vervaardiging, gebruik en verdwijnen van een individueel produkt.
Doelvinding	het proces van gericht zoeken naar mogelijkheden om nieuwe produkten voor een bedrijf te ontwikkelen.
Doelontwikkeling	het nader uitwerken van de gevonden ontwikkelingsdoelen.

Afkortingen

MAC-waarden	Maximaal Aanvaarde Concentratie (van schadelijke stoffen) in ademhalingslucht onder arbeidsomstandigheden.
EEG-drinkwaternormen	Europese richtlijnen voor de kwaliteit van water dat voor consumptie bestemd is.
BOD (BOD5) of BZV	Biochemisch ZuurstofVerbruik (of Biochemical Oxygen Demand) van verontreinigende stoffen in het water. BOD5 is het verbruik gedurende een periode van 5 dagen.
COD of CZV	Chemisch ZuurstofVerbruik van verontreinigende stoffen in water.
LD 50	Lethale (dodelijke) dosis voor 50% van de proefdieren.

1.1 Inleiding

In het eerste hoofdstuk van dit rapport wordt het probleem beschreven waarop dit onderzoek zich richt. Dit probleem valt uiteen in twee delen, te weten het toerekenen van emissies aan produkten en de overdracht van deze informatie aan konsument en ontwerper. In dit hoofdstuk worden de problemen bij de toerekening van emissies en de onzekerheden bij het bepalen ervan aan de orde gesteld. De doelstellingen en de opzet van het onderzoek worden eveneens aangegeven. Tenslotte wordt het onderzoeksgebied afgebakend en een eerste globale beschrijving van de verschillen tussen de informatiebehoeften van de konsument en de ontwerper vindt plaats.

1.2 Probleem beschrijving

1.2.1 Variaties bij het ontstaansmoment van milieuschade

In dit projekt wordt een beoordelingsmethode ontwikkeld voor de emissies waardoor milieuschade kan ontstaan. Het beoordelings-systeem wordt ontwikkeld voor emissies die door eindprodukten van de industrie veroorzaakt worden. De emissies kunnen ontstaan tijdens de produktie, de verspreiding, het gebruik of de dispositie van een produkt, waarbij van het produkt afhankelijk is in welke fase de belangrijkste schadeoorzaak ligt. Doordat veel variatie mogelijk is, zowel in ernst als omvang van de schade die in een fase ontstaat, is het voor het verschaffen van relevante informatie over de milieu-effecten van een produkt noodzakelijk inzicht te hebben in de levensloop van dat produkt. Om met informatie op enigerlei wijze op de milieuschade invloed te kunnen uitoefenen en de milieuschade terug te dringen, is het van belang niet uitsluitend naar de vervaardigingsfase van een produkt te kijken, maar ook de andere fasen, namelijk de verspreiding, het gebruik en het verdwijnen te beoordelen. Bij de fasen na de produktie is ook zeer veel variatie in schadelijkheid mogelijk en dit moet in het eindoordeel over een produkt betrokken worden. In paragraaf 1.2.2 wordt een toelichting gegeven op de fasen met voorbeelden van de variatie binnen de fase en in paragraaf 1.2.3 wordt een voorbeeld gegeven van verschillen tussen de fasen.

1.2.2 Variatie binnen de fasen in de levensloop

1.2.2.1 Vervaardiging

In de produktiefase kan het produkt op een aantal verschillende wijzen vervaardigd worden, terwijl ook ieder vervaardigingsproces in een aantal stappen is in te delen. In deze processen kan, o.a. afhankelijk van produkt, op veel verschillende wijzen milieuschade ontstaan. Hieruit volgt dat de milieuschade ook op vele wijzen beïnvloed kan worden. Door een verandering in één of enkele van de processen kan soms aanzienlijke invloed uitgeoefend worden op de uiteindelijke milieuschade. Een voorbeeld van een ingreep met aanzienlijke gevolgen voor de het milieu betreft de Schotse whiskydistilleerderijen.

Aan het eind van de vijftiger jaren werd duidelijk dat de kwaliteit van vele Schotse rivieren, en de zalmvisserij die daarvan afhankelijk is, negatief beïnvloed werden door de lozing van afvalwater met een hoog gehalte opgeloste deeltjes en een hoog

BZV* door de vele whiskydistilleerderijen langs hun oevers. Toen een ultimatum werd gesteld om de vervuiling te beëindigen of de bedrijven te sluiten, begonnen de distilleerderijen verscheidene wijzen van afvalwaterbehandeling te bestuderen. Gegeven het hoge gehalte aan opgeloste stoffen, veroorzaakt door maltvezels en proteïnen, en het hoge BZV ten gevolge van suiker, zetmeel en oplosbare proteïnen, dreigden de kosten van de afvalwaterbehandeling veel te hoog te worden. Bij nadere bestudering bleek evenwel dat de delen van het afval, zoals vezels, suiker, zetmeel, proteïne, vetten en gistvitaminen, indien gedroogd, een hoge kwaliteit veevoeder zouden vormen. Daarom werd besloten te investeren in een verdampings- en drooginstallatie, ten einde het afvalwater in veevoeder om te zetten. De operatie bleek te slagen en, tot ieders verbazing, de opbrengsten dekten niet alleen de kosten van de behandeling, maar brachten zelfs nog winst op (1).

In dit voorbeeld blijkt dat milieubelangen en economische belangen met elkaar kunnen samengaan, waarbij een extra stimulans ontstaat om aanpassingen in het productieproces aan te brengen.

Bij het verschaffen van informatie over een produkt is het van belang niet alleen rekening te houden met de milieuschade die direkt aan het productieproces van het eindprodukt toegeschreven kan worden, maar ook met de indirekt veroorzaakte schade, d.w.z. de schade die bij de produktie van grondstoffen, halffabrikaten en kapitaalgoederen veroorzaakt wordt. In publikaties van het IVM (Instituut Voor Milieuvraagstukken) van de VU te Amsterdam (2 & 3), wordt het aandeel van direkt en indirekt bij het produkt betrokken processen beschreven.

1.2.2.2 Verspreiding

De milieuschade in de verspreidingsfase wordt meestal meer door geografische en economische factoren bepaald dan door ingrepen die direkt op de vervuilende processen invloed hebben. Dat er wel beïnvloedingsmogelijkheden zijn voor een aantal gevallen komt doordat er grote verschillen zijn tussen de vervuiling die per ton per afgelegde kilometer veroorzaakt wordt met transport over water, weg of rail. De vrijheid om te kiezen wordt echter beperkt door de aard van het transport, of door de hoeveelheid. Verse levensmiddelen moeten bijvoorbeeld sneller vervoerd worden vanwege de kans op bederf dan landbouwmachines. Daardoor zal bij verse levensmiddelen transport over de weg een noodzaak zijn, terwijl bij landbouwmachines ook transport over water of rail mogelijk is.

Een ander aspekt dat van invloed is, is de hoeveelheid van het getransporteerde artikel die per bestemming afgeleverd wordt. Bij het distribueren van levensmiddelen kunnen per afnemer kleine hoeveelheden afgenomen worden, bijvoorbeeld bij de bevoorrading van de filialen van een bakkerij. Bij landbouwmachines wordt meestal aan grote dealers geleverd, zodat het rendabeler wordt om grootschalige vervoermiddelen te gebruiken. Het is denkbaar dat een importeur een eigen losplaats voor treinwagons laat aanleggen om de vereiste behandelingscapaciteit te krijgen.

* BZV = Biologisch Zuurstof Verbruik

Toerekening van schade aan de voor een transport werkelijk gebruikte middelen zal in dit projekt waarschijnlijk niet mogelijk zijn, hoewel het goederentransport een belangrijke oorzaak is van milieubederf.

1.2.2.3 Gebruik

Het produkt en de funktie die het vervult, zijn van belang voor de milieuschade die tijdens het gebruik van het produkt ontstaat. Een voorbeeld van vermindering van de milieuschade tijdens het gebruik, is het inbouwen van een LPG-installatie voor de motor in een auto. Bij gebruik van loodhoudende benzine in een benzinemotor ontstaat een aanzienlijke verontreiniging door de uitstoot van lood. Wanneer echter het (loodvrije) LPG gebruikt wordt, ontstaat deze verontreiniging niet, terwijl dezelfde funktie vervuld wordt.

De invloed die de te vervullen funktie op de milieuschade heeft, is evident. Een reis maken naar een andere stad veroorzaakt meer schade dan het thuis lezen van een boek om informatie te vergaren.

1.2.2.4 Verwijdering

De laatste fase, na het vervullen van de funktie waarvoor het produkt gebruikt wordt, is de dispositiefase. Deze fase kan op verscheidene wijzen beïnvloed worden. Allereerst kan de konsument de wijze waarop het afval vrijkomt veranderen, onder andere door materialen als oud papier en glas voor hergebruik aan te bieden. In ruime zin kan de konsument invloed uitoefenen door defekte produkten te repareren of afgedankte produkten bij tweedehandszaken aan te bieden. Verder kan de overheid een bijdrage leveren door het afval niet direkt te laten storten, maar te zorgen dat de bruikbare componenten afgescheiden worden. Het overige afval kan dan eerst verbrand worden en vervolgens gestort worden.

De invloed die de konsument op de vorming van afval kan hebben, kan goed geïllustreerd worden aan de hand van het weggooien van eenmalig bruikbaar glas in glascontainers. In 1982 kwam $\pm 35\%$ van het wegwerpglas in glascontainers terecht (4), waarmee een besparing op het gebruik van grondstoffen bij glasfabrikage werd bereikt.

1.2.3 Verschillen tussen fasen

Naast variaties in de milieuschade die door verschillende processen binnen een fase worden veroorzaakt, is ook variatie in schadelijkheid van de fasen die een produkt doormaakt aanwezig. Om te voorkomen dat er te veel nadruk op een fase wordt gelegd, waardoor belangrijke schadeoorzaken in latere fasen over het hoofd gezien kunnen worden, is een goed overzicht van alle fasen noodzakelijk. Een voorbeeld van een produkt waarbij het niet terecht is om uitsluitend naar bijvoorbeeld de gebruiksfase te kijken, is de auto. De schade die de auto toebrengt aan het milieu wordt in (5) als volgt omschreven:

- vervaardiging
- gebruik
- verdwijnen
- verontreiniging door het produceren van auto's en brandstoffen
- de geluidhinder als belasting op mens en dier
- het beslag op ruimte ten gevolge van wegen en parkeerruimte
- de verkeersonveiligheid, af te meten aan het aantal verkeersslachtoffers
- de verontreiniging van het milieu door uitlaatgassen
- afvalstoffen van het wegverkeer, zoals autowrakken, autobanden en gebruikte smeerolie.

Uit deze opsomming blijkt dat de milieubelasting door het gebruik van de auto, bij normaal verloop, groter is dan de belasting in de overige fasen. Het is echter duidelijk dat ook in de andere fasen een belasting van het milieu optreedt. Voor een vergelijking van verschillende typen auto's zal het dan ook nodig zijn verder te kijken dan alleen het gebruik.

1.2.4 Wens tot schadevermijding

Zowel bij de producent als bij de konsument is vaak de wens om schade door een produkt te vermijden aanwezig. Doordat informatie over de gevolgen van handelingen vaak niet of onvolledig aanwezig is, kan dit streven niet altijd in daden tot uitdrukking gebracht worden. De behoefte aan informatie over milieu-effecten is zowel bij konsument als producent aanwezig, evenals de bereidheid informatie te verschaffen bij de laatste. Dit blijkt onder andere uit het feit dat de werkgeversorganisatie V.N.O. betrokken is bij de Emissie Registratie.

Dat ook de wens om milieuschade te vermijden of terug te dringen bij zowel producenten als konsumenten aanwezig is, blijkt uit het feit dat er velerlei artikelen ter verbetering van het milieu te verkrijgen zijn en verkocht worden. Dat hierbij ook wettelijke en economische invloeden een rol spelen, is op zich niet zeer belangrijk. Als er geen belangstelling voor het milieu was, waren er ook geen bepalingen en artikelen op dat gebied.

Een fundamenteel probleem dat hierbij naar voren komt en dat in de gehele milieuproblematiek een belangrijke rol speelt is de vraag wie verantwoordelijk is voor de milieuschade: de producent die het produkt dat de emissie veroorzaakt maakt, of de konsument die het produkt koopt en gebruikt. De vraag is of de verantwoordelijkheid ligt bij de causale oorzaak (de producent) of de finale oorzaak (de konsument die de producent tot maken aanzet). In dit projekt wordt geen antwoord gezocht op deze vraag. In plaats daarvan wordt getracht door middel van informatie aan konsumenten, ontwerpers en producenten, deze groepen de gelegenheid te bieden in hun handelingen beter met het milieubelang rekening te houden.

1.2.5 Mogelijkheden tot beïnvloeding van de milieuschade

De feitelijke beïnvloeding van de milieuschade door de konsument of de producent, kan op een aantal verschillende wijzen tot uitdrukking komen. Producenten kunnen door veranderingen in pro-

PRODUCENTEN	produktieproces produktontwerp
KONSUMENTEN	aankoopgedrag gebruiksgedrag afvalverwijdering (aanbiedingswijze)

Figuur 1.1 Factoren die de milieuschade beïnvloeden

	probleem		
doelgroep		TOEREKENING	AGGREGATIE
KONSUMENTEN			
ONTWERPERS		probleemveld	

Figuur 1.2 Indeling van het probleemveld

duktieprocessen of het produktontwerp invloed uitoefenen op de milieuschade. Konsumenten hebben de mogelijkheid door hun aankoop-, gebruiks- of afvalverwijderingsgewoonten de wens tot schadevermindering tot uitdrukking te brengen. In figuur 1.1 is weergegeven op welke gebieden de aanpassingen mogelijk zijn en wie de aanpassingen kan uitvoeren.

Het verschaffen van informatie kan invloed uitoefenen op elk van deze factoren, dit projekt richt zich echter direkt op het verschaffen van informatie ten behoeve van een tweetal hieruit. Aan de ene kant op het verschaffen van informatie ten behoeve van het aankoopgedrag van de konsument, aan de andere kant op de informatie voor het ontwerp van een produkt. Bij deze informatie wordt wel een beeld gegeven van de andere aspecten, maar er wordt niet getracht deze direkt te beïnvloeden. Indirekt zal wel van beïnvloeding sprake zijn, bijvoorbeeld wanneer iemand besluit in verband met het milieu om melk in retourflessen te gaan kopen, zal ook zijn afvalaanbod zich wijzigen.

De doelgroepen waarop het informatiesysteem, waarvoor in dit projekt de basis gelegd wordt, zich richt, zijn de individuele konsument en de ontwerper. Deze doelgroepen zijn gekozen omdat er een duidelijke parallel is in de behoefte aan informatie, namelijk beide groepen moeten een beeld krijgen van de levensloop van een enkel, volledig produkt, in tegenstelling tot veranderingen in een produktieproces, waar informatie over dat proces de hoofdzaak is. Voor veranderingen in het gebruiks- of afvalverwijderingsgedrag van de konsument is behoefte aan informatie over de mogelijkheden en gevolgen van veranderingen van het gedrag in die fasen. Informatie over de volledige levensloop van het produkt, met inbegrip van alle fasen, is dan niet altijd nodig.

Bij de presentatie van de informatie in geaggregeerde vorm kan ook aangegeven worden of de eigenschappen van het produkt, materiaal of proces, uitzonderlijk zijn voor water, bodem of lucht en in welke fase dit het geval is. Zeker in het ontwerpproces kan het van invloed zijn op beslissingen dat een emissie op een plaats een schadelijker effect heeft dan op een andere plaats. Beslissingen van konsumenten kunnen hierdoor ook beïnvloed worden, maar het effect per beslissing van de konsument zal kleiner zijn. Individuele konsumenten kopen in het algemeen slechts één of enkele exemplaren van het produkt, terwijl een verandering in het produktontwerp in alle produkten terug te vinden is. De invloed van een enkele konsument blijft beperkt tot de beslissing over de aankoop van een klein aantal produkten. Door zich aan te sluiten in konsumentenorganisaties en door de adviezen daarvan op te volgen kan ook de individuele konsument een grotere invloed krijgen. De invloed, die afnemers van grote hoeveelheden van een produkt kunnen uitoefenen, kan door de omvang van hun orders groter zijn. In dat geval spelen echter andere factoren een rol dan bij de individuele konsument.

Dat naast ontwerpers ook konsumenten als doelgroep gekozen zijn, ondanks hun veel kleinere invloed per beslissing, komt doordat hun invloed niet verwaarloosbaar is en doordat via de ontwerper op lang niet iedere faktor invloed uit te oefenen is. Op de produktiewijze van produkten van de buitenlandse industrie (in Nederland een zeer groot deel van alle verkopen) kan door informatie aan Nederlandse ontwerpers slechts een zeer geringe invloed uitgeoefend worden, vandaar dat zowel konsumenten als ontwerpers de doelgroepen van dit onderzoek zijn.

Andere doelgroepen, zoals bijvoorbeeld inkooporganisaties van de overheid of bedrijven, blijven in dit project echter buiten beschouwing wat betreft hun specifieke mogelijkheden. Voor zover zij gebruik kunnen maken van dezelfde informatie is er geen verschil met individuele konsumenten, maar aan hun mogelijkheid om invloed uit te oefenen bij producenten, doordat de orders groter zijn, wordt geen aandacht geschonken. Het zwaartepunt van dit onderzoek ligt niet op het regelen van milieubeleid, hoewel er, ook via normstelling en dergelijke, wel raakvlakken zijn.

1.2.6 Verskil in informatiebehoefte tussen konsument en ontwerper

Om met de informatie uit het systeem invloed uit te kunnen oefenen, dient zij in een vorm aangeboden te worden die voor de gebruiker geschikt is. Daarbij ontstaat een probleem van toerekening en aggregatie, dat voor de konsument en de ontwerper verschillende gevolgen heeft. De informatie aan de konsument zal iets over het produkt, zoals dat in de winkel ligt, moeten aangeven en kan in de vorm van een etiket of met bijsluiters overgedragen worden. De ontwerper zal bij het ontwikkelen van milieuvriendelijke conceptoplossingen behoefte hebben aan informatie over processen en materialen, hun eigenschappen en verschillen.

Het onderscheid in informatiebehoefte komt tot uitdrukking in het niveau van aggregatie van de informatie op het moment dat de informatieoverdracht plaatsvindt. De toerekening van de milieuschade aan de processen, voordat de informatie gebruiksklaar gemaakt kan worden, verschilt niet voor de twee doelgroepen.

In figuur 1.2 is aangegeven op welke wijze het probleemgebied is ingedeeld. Voor de konsument zal verder geaggregeerde informatie nodig zijn dan voor de ontwerper, in verband met de beïnvloedingsmogelijkheden bij het oplossen van het keuze probleem, waarvoor zij staan. De keuzemogelijkheden van de konsument blijven in wezen beperkt tot twee mogelijkheden: wel of niet een produkt aanschaffen. Het informatiesysteem heeft daarbij een sturende werking, nadat de schade in veel gevallen grotendeels al veroorzaakt is. De ontwerper heeft meer genuanceerde keuzemogelijkheden, een ontwerp kan wel of niet tot in het marktstadium uitgewerkt worden, maar het kan ook voor een deel gewijzigd worden. Daarmee is tussen het wel of niet realiseren van een ontwerp een scala van andere mogelijkheden aanwezig, waarbij van het informatiesysteem een preventieve werking op het gebied van de milieueffekten uitgaat.

1.3 Doelstellingen

1.3.1 Hoofddoel

Het hoofddoel van dit projekt is het opzetten van een systeem voor het verschaffen van milieurelevante produktinformatie, zowel gericht op konsumenten als op ontwerpers. In dit onderzoek wordt een indikator opgesteld voor de milieuschade die aan produkten wordt toegeschreven. Daarbij ontstaat een toerekeningsprobleem, bij het bepalen van het deel van de milieuschade waarvoor een produkt verantwoordelijk is en er ontstaat een aggregatieprobleem bij het overdragen van de informatie aan producenten en konsumenten. De problemen van toerekening en aggregatie worden met behulp van enkele konkrete voorbeeldprodukten onderzocht. Met deze produkten wordt een evaluatiesysteem verder uitgebouwd, dat een betere afweging mogelijk maakt tussen de milieueffekten en het maatschappelijk functioneren van een produkt.

1.3.2 Konsekwenties van het systeem

De keuze van de oplossing (voor de konsument alleen de aankoopbeslissing, voor de ontwerper de keuze van een proces, materiaal of iets dergelijks) is het resultaat van een optimaliseringsproces van de gevolgen van de beslissingen op het gebied van milieu, economie, techniek, enz. De rol van milieubeschouwingen kan daarbij variëren voor de konsument van het beoordelen van één aspekt van het produkt tot het nagaan of het produkt bij ontstaan, verspreiding, gebruik en verdwijnen milieuvriendelijk is. Zo kan bijvoorbeeld nagegaan worden of de materialen in het produkt voor hergebruik in aanmerking komen, of kunnen de milieueffekten in de hele levensloop van het produkt onderzocht worden. Voor de ontwerper kunnen zowel de functie die het produkt moet vervullen, als de wijze waarop en de plaats waar geproduceerd, gebruikt en afgedankt wordt en de gevolgen voor het milieu daarvan, invloed uitoefenen op de beslissingen. Het doel dat met het bevorderen van deze afwegingen impliciet nagestreefd wordt, is het verminderen van de milieuschade die de konsumptie van de mens voortbrengt.

1.3.3 Hoger doel van het projekt

Het nastreven van het hogere doel van dit projekt, het terugdringen van de milieuschade door konsumptie, kan door veranderingen in het aankoopgedrag van de individuele konsument op twee verschillende wijzen bevorderd worden met behulp van het produkt-informatiesysteem.

In de eerste plaats kan het op een direkte manier, door de konsument te wijzen op milieuvriendelijker alternatieven voor produkten. Daardoor worden ook mensen met de intentie milieuvriendelijke produkten te kopen in staat gesteld dit voornemen op gefundeerde wijze uit te voeren. Voorlichting over milieueffekten, waarvoor in dit projekt een basis gelegd wordt, wordt o.a. door Van der Meer (6) gezien als een mogelijkheid om schade aan het milieu door konsumptie terug te dringen. Als produkten die relatief gunstig zijn voor het milieu door informatie meer verkocht worden kan een aanzienlijke bijdrage aan het terugdringen van milieubederf geleverd worden.

De tweede mogelijke wijze waarop het milieubederf door konsumptie met behulp van veranderingen in het aankoopgedrag teruggedrongen kan worden is indirekt. Het gaat daarbij om het ontwikkelen van meer milieuvriendelijk produkten, onder invloed van het marktmechanisme, aangenomen dat ook de nieuwe produkten op de markt hun aftrek zullen vinden. Bij het introduceren van dergelijke produkten op de markt kan voorlichting over milieueffekten een rol spelen. Als blijkt dat relatief milieuvriendelijk produkten een steeds groter marktaandeel weten te verkrijgen, kan daardoor een stimulans ontstaan voor andere producenten om milieuvriendelijke produkten op de markt te brengen.

1.3.4 Informatie over milieu-effekten bij de produktontwikkeling

De milieueffekten van processen en materialen en gegevens daarover kunnen op verscheidene wijzen van invloed zijn in het produktontwikkelingsproces. Informatie over milieu-effekten kan

een rol spelen bij het vaststellen van de doelen voor de doelvindingsfase en kan een rol spelen bij het genereren en evalueren van nieuwe produktideeën tijdens de doelvindingsfase. In de doelontwikkelingsfase kan informatie over gevolgen voor het milieu een rol spelen bij het genereren en evalueren van oplossingen voor deelproblemen. Bij het ontwerpen van een volledig nieuw produkt kunnen milieubeschouwingen vanaf het begin van het proces, bij het zoeken naar mogelijkheden voor nieuwe produkten (de doelvinding), een rol spelen. Bij het maken van een nieuw ontwerp voor een al bestaand produkt (een re-design) is de doelvindingsfase al achter de rug en kunnen milieubeschouwingen alleen bij het ontwikkelen van oplossingen voor deelproblemen (dit is de doelontwikkelingsfase) een rol spelen.

Voorbeelden waarin gebruik werd gemaakt van milieubeschouwingen bij het ontwikkelen van nieuwe industriële activiteiten of het zoeken naar oplossingen voor deelproblemen, zijn onder meer te vinden bij Gladwin (7) en Royston (8). In de meeste van de door deze auteurs behandelde voorbeelden gaat het om de fabricage van halffabrikaten, maar de rol van milieubeschouwingen in de ontwikkeling van konsumentengoederen is vrijwel gelijk. Met dit onderzoek wordt getracht een aanzet te geven tot het betrekken van milieubeschouwingen in het ontwerpproces, op een grotere schaal dan tot nog toe het geval is.

1.4 1.4.1
Opzet van
het onderzoek

Opzet

In het project is voor de last die een produkt op het milieu legt, een beoordelingsmethode ontwikkeld. Deze methode is gebaseerd op de emissies die ontstaan tijdens de fabricage, de verspreiding, het gebruik en het verdwijnen van het produkt. Aantasting van het milieu op andere wijzen, bijvoorbeeld door versnippering, blijven buiten beschouwing, omdat deze nauwelijks meetbaar te maken zijn. Het resultaat van het project is een systeem van toerekening en beoordeling van emissies om een indicatie te verkrijgen van de milieuschade die het produkt veroorzaakt.

Het toerekeningssysteem is met behulp van enkele konkrete produkten ontwikkeld. Bij de uitwerking van het systeem is gebruik gemaakt van literatuur over de produkten zelf en over deelprocessen. Verder zijn aanvullende gegevens aan statistische bronnen ontleend. Door toepassing op de voorbeeldprodukten is de aggregatiemethode uitgetest en waar nodig aangepast.

Van de twee gekozen produktgroepen diende de een om de invloed van handelingen in het konsumptiegedrag te onderzoeken. Als uitgangspunt diende hier de literatuur over de produkten, hun productie en de overige fasen in hun bestaan. Bij de andere produktgroep is een ontwerpssituatie als uitgangspunt genomen en is vanuit algemeen geldige informatie een beeld gevormd over de milieueffecten van de alternatieven voor de functie.

De keuze van de produktgroepen is volledig op dit project gericht geweest. Het belangrijkste criterium bij de selectie was dan ook de geschiktheid voor dit onderzoek en niet de mate waarin zij aan de milieuvorontreiniging bijdragen. Om in aanmerking te komen voor dit onderzoek diende de functie van het produkt op een aantal verschillende wijzen vervuld te kunnen worden. Daarbij was voor dit project niet doorslaggevend of de functie goed of slecht vervuld wordt. Buiten een studie met een voorbeeldfunctie zoals

de voorliggende, is de vraag of de funktie goed vervuld wordt natuurlijk wel van groot belang. Een produkt dat de funktie waarvoor het ontworpen is niet goed kan vervullen, leidt in het algemeen tot verspilling van grondstoffen en energie en is daardoor ook niet milieuvriendelijk.

Hoewel het in dit projekt niet doorslaggevend was als een produkt zijn funktie niet volledig kon vervullen, werd bij de keuze tot op zekere hoogte hiermee rekening gehouden. Van de te bestuderen alternatieven werd verlangd dat zij hun taak in min of meer gelijke mate kunnen uitoefenen. Wat betreft hun milieu-effecten werd van de alternatieven verlangd dat de verschillen zo groot waren dat de beoordelingsmethode uitgewerkt kon worden.

1.4.2 Uitvoering

In deze paragraaf wordt in het kort beschreven welke uitgangspunten bij de uitvoering van het projekt gehanteerd zijn. In de eerste plaats werden de emissies die tijdens produktie- en andere processen ontstaan als basis van de beoordeling van de milieuschade gekozen.

Bij de beoordeling van produkten worden de emissies van processen onderzocht. Daarbij dient zoveel mogelijk van procesanalyses gebruik gemaakt te worden. Andere methoden, met name input-output analyses en statistische methoden op bedrijfstakniveau, zoals bijvoorbeeld door het C.B.S. gebruikt worden zijn minder geschikt voor het bepalen van een indikator voor de milieuschade die een produkt veroorzaakt. Bij deze methoden worden de gegevens meestal tot bedrijfstakniveau geaggregeerd en vaak omgerekend tot aan de omzet gerelateerde eenheden. De gegevens worden daardoor te ver geaggregeerd om voor een specifiek produkt maatgevend te kunnen zijn. Bij wijze van uitzondering kan deze methode toegepast worden voor processen en produktonderdelen waarover te weinig konkrete gegevens beschikbaar zijn.

In dit rapport is met name in het ontwerpvoorbeeld van deze richtlijn afgeweken. De berekeningen in dat voorbeeld zijn grotendeels uitgevoerd met statistische gegevens op bedrijfstakniveau. Redenen hiervoor zijn de onmiddellijke beschikbaarheid van de statistische gegevens en het gebrek aan tijd en mogelijkheden om voor alle processen nauwkeurige gegevens te vinden. Bovendien was het niet mogelijk door uitsluitend literatuuronderzoek aktuele gegevens te vinden, zodat het voorbeeld geen waarde kan hebben voor produkten die nu in de winkel liggen.

Voor toegeleverde onderdelen van produkten kan het in sommige gevallen noodzakelijk zijn, in verband met het aantal onderdelen of het aantal processen dat de onderdelen ondergaan, gebruik te maken van geaggregeerde gegevens. Het geldt, zowel voor dit projekt als in het algemeen dat de omvang van het werk, verbonden met het volledig nagaan van de milieuschade die onderdelen aarichten, te groot kan zijn om volledig uitgevoerd te kunnen worden. In deze gevallen is het gebruikmaken van geaggregeerde gegevens een mogelijke oplossing. Waar mogelijk dienen echter gegevens over de toegepaste processen gebruikt te worden.

Het geven van vaste voorschriften voor beslissingen over het al dan niet volledig nagaan van onderdelen op het veroorzaken van milieuschade is niet goed mogelijk. Wel is aan te geven op grond van welke kriteria de grens tussen specifieke en geaggregeerde toerekening getrokken moet worden. Door de eigenschappen van de onderzochte produkten en onderdelen wordt echter bepaald welke

aspecten belangrijk zijn op milieugebied en dus bestudeerd dienen te worden. In deze studie worden de produkten zo volledig mogelijk bestudeerd. Daarbij is van elke fase in het bestaan vastgelegd of deze verder bestudeerd moet worden en zo niet waarom dit het geval is. Als algemene opmerking kan hier nog aan toegevoegd worden dat bij het nemen van deze beslissingen grote zorgvuldigheid betracht moet worden omdat zij de beoordeling van een produkt of een ontwerp sterk kunnen beïnvloeden.

Om de vereiste zorgvuldigheid te waarborgen kunnen in de criteria grenswaarden voor bepaalde eigenschappen opgenomen worden, zoals voor toxiciteit. Ook kan een indeling in schadelijkheidskategorieën voor dergelijke eigenschappen gemaakt worden. Wanneer een dergelijke indeling gemaakt is, kan met behulp van de categorieën bepaald worden waar een ingreep in het produkt(-ontwerp) het meest zinvol is. Door de materialen of (samgestelde) produkt-delen te klassificeren naar schadelijkheid, is het mogelijk de beoordeling te vereenvoudigen.

Een vereiste voor het toepassen van een dergelijke methode op milieugebied, bij het ontwerpen van een nieuw produkt of het re-design van een bestaand produkt, is wel de aanwezigheid van voorkennis of gegevens over de milieueffekten van delen van het produkt en de materialen waaruit het is opgebouwd. Het voordeel van een methode die een ontwerp of een produkt op een dergelijke wijze analyseert is een besparing op de kosten van het onderzoek. Deze ontstaat doordat een snellere afwerking mogelijk is dan wanneer ieder onderdeel apart, ook van alle samenstellende delen van het produkt, onderzocht wordt op het veroorzaken van milieuschade. Het nadeel is dat belangrijke aspecten over het hoofd gezien kunnen worden. Het resultaat kan echter ook aanleiding geven tot verbeteringen op die delen van het produkt waar die het meest gewenst zijn, doordat de informatie die verkregen wordt in compacte vorm overgedragen kan worden.

1.4.3 Afvalverwerking

Een belangrijke fase in het bestaan van een produkt, namelijk het verdwijnen van het produkt, komt in dit rapport slechts weinig aan de orde. Deze beperking is gemaakt omdat de afvalproblematiek op een aantal punten wezenlijk van de overige fasen van het bestaan van een produkt verschilt. In de eerste plaats is bij de afvalverwerking nauwelijks sprake van een keuze van de verwerkingsmethode door de konsument of de ontwerper. De beslissing hierover ligt bij de plaatselijke overheid. Daarnaast verschilt de afvalproblematiek van de overige fasen doordat niet altijd sprake is van een emissie in de gebruikelijke zin. Het lekken van porcolatiewater in een afvalstort lijkt veel op een emissie zoals die in lucht of water plaats kan vinden, maar vertoont toch essentiële verschillen. Op grond van deze overwegingen en doordat binnen de tijdsduur van het projekt de mogelijkheid ontbrak om afvalproblemen apart te onderzoeken, zijn deze grotendeels buiten beschouwing gebleven. Dit geldt eveneens voor de bodemverontreiniging en alle problemen die daarmee samenhangen. Hier wordt er met nadruk op gewezen dat deze problemen voor het milieu daarom niet minder belangrijk zijn.

1.5 Samenvatting

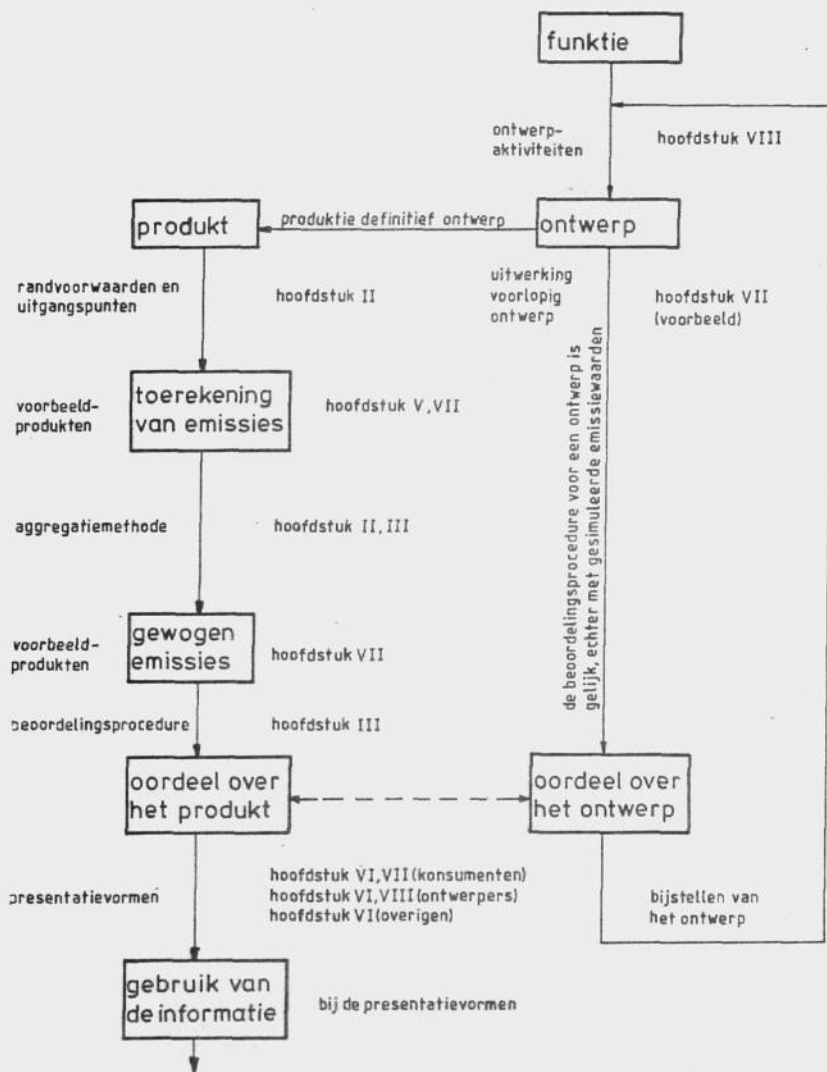
In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van het probleem waarop dit projekt zich richt, namelijk het ontwikkelen van een beoordelingsmethode voor de milieuschade waarvoor eindproduk-

ten van de industrie verantwoordelijk zijn. Het oordeel is gebaseerd op de emissies die aan het produkt toegerekend kunnen worden tijdens de fasen in het bestaan ervan. De beoordeling vindt plaats met als doel het oordeel over een produkt door te geven aan konsumenten of ontwerpers. Naast deze tweedeling van het probleem in een op konsumenten en een op ontwerpers gericht deel, is het probleem verdeeld in een toerekeningsprobleem en een aggregatieprobleem. Deze indelingen worden, evenals de variatie die mogelijk is in de schadelijkheid van produkten en processen, in de tweede paragraaf beschreven.

Bij de beschrijving van de variaties in de levensloop van een produkt, wordt de levensloop ingedeeld in een vervaardigingsfase, een verspreidingsfase, een gebruiksfase en een dispositiefase. De variaties die binnen deze fasen mogelijk zijn worden aangegeven, evenals de verschillen tussen de fasen.

In volgende paragrafen worden de wens tot vermindering en de mogelijkheden tot beïnvloeding van milieuschade beschreven. De verschillen in mogelijkheden van beïnvloeding leiden tot een verschil in informatiebehoefte, dat vooral in het aggregatieniveau van de informatie tot uitdrukking komt. Konsumenten zullen behoefte hebben aan verder geaggregeerde informatie dan ontwerpers, beide groepen hebben echter informatie nodig over het eindprodukt. De beïnvloedingsmogelijkheid van de ontwerper strekt zich uit van wijzigingen in details tot wijzigingen van het gehele concept voor het produkt. De konsument heeft uitsluitend de mogelijkheid een ander produkt te kopen of geheel van aanschaf af te zien.

Het doel van dit projekt wordt in de volgende paragraaf beschreven. Het hoofddoel, het opzetten van een systeem voor het verschaffen van milieurelevante informatie over produkten aan konsumenten en ontwerpers, dient als middel om een hoger doel te verwezenlijken, namelijk het terugdringen van milieuschade door konsumptie.



Figuur 2.1 Plaatsing van de delen van het onderzoek

2.1 2.1.1
Inleiding

Het tweede hoofdstuk van het rapport bevat de uitwerking van de toerekenings- en aggregatiemethode waarmee een maat gegeven wordt voor de milieuschade waarvoor een proces of produkt verantwoordelijk is. Het eerste deel van dit hoofdstuk bevat een overzicht van de beoordelingsmethode. In de tweede paragraaf wordt het onderzoeksgebied beschreven en ingeperkt. De belangrijkste inperking is dat dit onderzoek zich vrijwel uitsluitend met emissies bezighoudt. Het tweede deel van deze paragraaf noemt daarbij nog een aantal andere voorwaarden.

De derde paragraaf geeft een beschrijving van de momenten in het bestaan van een produkt waarin de milieuschade grotendeels veroorzaakt wordt. Deze fasen worden gedefinieerd als de vervuilingsmomenten. Bij het beoordelen van produkten zijn de vervuilingsmomenten een van de uitgangspunten, onder meer vanwege de mogelijkheden tot vereenvoudiging van de beoordeling van produkten. Verdere beperkingen van de beoordeling volgens de hier ontwikkelde methode hebben betrekking op de toerekening van emissies aan produkten en processen. In de vierde paragraaf worden de bepaling van de emissiewaarden en de toerekeningsprocedures voor emissies en materiaalverbruik beschreven.

Nadat vastgelegd is hoe de emissies bepaald moeten worden, wordt in de vijfde paragraaf de beoordeling van produkten, processen en materialen beschreven. De zesde paragraaf bevat een korte beschrijving van de toepassingsgebieden waarop het zwaartepunt van het onderzoek lag. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk is naast een samenvatting een globaal programma van eisen opgenomen. Dit is bij de verdere uitwerking van de methode als richtsnoer gebruikt.

2.1.2 Overzicht van de delen van het beoordelingssysteem

2.1.2.1 In de eerste paragraaf wordt een schematisch overzicht gepresenteerd van de delen waaruit het beoordelingssysteem opgebouwd is. Dit overzicht wordt uitgewerkt aan de hand van figuur 2.1, waarin aangegeven is in welk deel van het rapport de onderdelen van de beoordelingsprocedure voor produkten en produktontwerpen aan de orde komen. Binnen de algemene opzet van de procedure zoals in figuur 2.1 is aangegeven is nog een groot aantal keuzemogelijkheden open. Door deze beslissingen vast te leggen wordt de beoordelingsmethode in de volgende hoofdstukken uitgewerkt.

2.1.2.2 Opbouw van de beoordelingsprocedure

Figuur 2.1 geeft een overzicht van de delen waaruit de beoordelingsprocedure is opgebouwd en geeft aan in welk hoofdstuk van het rapport de delen beschreven worden. In de figuur zijn twee hoofdlijnen te onderscheiden, namelijk de lijn voor concrete produkten (links in de figuur) en de lijn voor produktontwerpen (rechts). Tussen deze lijnen zijn twee verbindingen gerekend. De eerste is een reëel bestaande verbinding die de overstap van (definitief) ontwerp naar produkt aangeeft. De tweede verbinding ligt op het punt van de beoordeling. Vanaf dit punt treden verschillen op tussen de produkten en de ontwerpen in de procedure. Tot dan toe zijn de verschillen beperkt gebleven tot het werken

met konkrete of met gesimuleerde gegevens. Na de beoordeling echter, wordt het oordeel over een produkt verwerkt in een presentatievorm voor de informatie aan konsumenten, terwijl het ontwerp herzien wordt. De informatie die met een produkt verkregen wordt dient bij de aanschaf van een produkt door de konsument gebruikt te worden. De informatie over een ontwerp kan echter gebruikt worden bij het herzien van het produkt en met name bij het bepalen van de punten die daarbij aandacht moeten krijgen.

Binnen deze studie komen de delen van de procedure in figuur 2.1 in de verschillende hoofdstukken aan de orde. Als eerste wordt hier de procedure voor een produkt gevolgd. Bij de beoordeling van een produkt dat door een producent of handelaar ter beoordeling aangeboden wordt zijn enige randvoorwaarden en uitgangspunten van belang. Deze zijn van invloed op de uitkomst en moeten deze zorgvuldig vastgelegd worden voor de beoordeling van produkten aanvangt. De rest van dit hoofdstuk is hieraan gewijd. Een uitgangspunt in hoofdstuk 2 is de toerekening van emissies voor de beoordeling van produkten. Voorbeelden van de wijzen waarop dit kan plaatsvinden worden in de hoofdstukken 5 en 7 uitgewerkt. Dit gebeurt met voorbeeldprodukten die in hoofdstuk 4 zijn gekozen. De emissies als zodanig leveren echter per produkt een onhandelbaar grote hoeveelheid gegevens op, zodat het noodzakelijk is tot aggregatie over te gaan. De aggregatiemethode wordt in hoofdstuk 3 uitgewerkt en in hoofdstuk 7 toegepast op voorbeelden uit de gekozen produktgroepen. Met de beoordelingsmethode die in hoofdstuk 3 voor de gewogen emissies is uitgewerkt, kan het produkt beoordeeld worden. In hoofdstuk 6 volgt een globale beschrijving van de gevolgen van de invoering van een informatiesysteem over milieueffecten voor de verschillende belangengroepen, zoals konsumenten, ontwerpers, overheid en producenten. De gevolgen van een informatiesysteem zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van de gekozen presentatiewijze, vandaar dat voor de voorbeeldprodukten in hoofdstuk 7 nog enkele presentatiemogelijkheden worden uitgewerkt. De laatste in figuur 2.1 aangegeven stap voor een produkt, het gebruik van de informatie erover hangt nauw met de presentatie samen.

Aan de rechterzijde van figuur 2.1 is aangegeven waar verschillen optreden tussen de beoordeling van een produkt en van een ontwerp. In de eerste plaats is de uitgangssituatie in deze twee gevallen verschillend. Bij het ontwerpen is in eerste instantie nog (vrijwel) niets vastgelegd. Het uitgangspunt is niet een concreet produkt, maar slechts een abstrakte formulering van een functie. Deze wordt uitgewerkt tot een ontwerp waarin rekening gehouden wordt met marktbehoeften, functionele eisen enz. De rol die milieubeschouwingen bij deze stappen kunnen spelen, wordt uitgewerkt in hoofdstuk 8. Een voorbeeld van een voorlopig ontwerp voor een produkt wordt in hoofdstuk 7 gegeven. Het vervolg van de procedure voor de toerekening van emissies voor een ontwerp verloopt analoog aan die voor een produkt. De beoordeling heeft echter andere gevolgen. Na beoordeling van een ontwerp volgt een bijstelling, zo vaak als nodig is om tot een definitief ontwerp te komen. In de hoofdstukken 7 en 8 wordt hierop ingegaan. Nadat het onderwerp definitief is geworden, kan het als een gewoon produkt voor informatieverschaffing aan konsumenten gebruikt worden.

.....
 2.2 2.2.1.1 Beperking tot emissies

Afbakening van
 het onder-
 zoeksterrein

Bij het beoordelen van de effecten van produkten en ontwerpen wordt uitgegaan van de emissies die bij processen ontstaan, niet van de immissies of de milieuschade die van de immissies het gevolg is. De immissie en de schadelijkheid van de immissie worden wel betrokken bij het bepalen van de waardering. Door de schadelijkheid van de immissie van een stof en het optreden van milieuschade wordt bepaald of een immissie een rol speelt bij de beoordeling. De reden voor deze simplificatie is dat de emissies rechtstreeks aan een proces zijn toe te schrijven, terwijl dit bij immissies en milieuschade vaak niet het geval is. De herkomst van een immissie is niet altijd vast te stellen doordat meerdere bronnen dezelfde stof kunnen uitstoten. Op dit gebied worden vorderingen gemaakt, zie bijvoorbeeld Macias en Hopke (9), maar modellen voor deze berekeningen zijn nog niet zo ver ontwikkeld dat zij algemeen toepasbaar zijn. Schadelijke effecten op het milieu treden vaak op door sommering van immissies van verschillende stoffen, waardoor de schade niet aan een enkel proces toe te schrijven is. In vervuilde gebieden kan een kleine toename van de emissie tot een onevenredig grote toename van de milieuschade leiden door dit synergetische effect. In verband hiermee is het in theorie niet voldoende uitsluitend met gemiddelde effecten van emissies rekening te houden, maar moeten ook effecten van marginale stijgingen in de beoordeling betrokken worden. De praktische uitvoering van het informatiesysteem biedt hiertoe slechts weinig ruimte om dezelfde redenen als voor de beperkte toepasbaarheid van de verspreidingsmodellen gelden.

De beperking van het onderzoek tot emissies houdt in dat produkten voornamelijk op hun bijdrage aan de milieu-verontreiniging beoordeeld worden. Andere aspecten van milieubederf, zoals ruimtebeslag, biotoopverlies en andere structurele gevolgen van consumptieve handelingen blijven in dit project buiten beschouwing. Naast moeilijkheden bij de toerekening van het deel van de schade aan die produktgroep die ervoor verantwoordelijk is, zijn voor ruimtebeslag en dergelijke, andere vormen van gedragsbeïnvloeding beter geschikt. Een aanzet tot het benutten van inspraakprocedures bij de besluitvorming op deze gebieden is meer op zijn plaats.

2.2.1.2 Overige beperkingen

Naast de inperking van het onderzoek tot emissies, worden nog een aantal restricties gehanteerd. In dit onderzoek komen alleen door de industrie vervaardigde konsumentengoederen aan de orde, met de bij de vervaardiging betrokken grondstoffen en kapitaal-goederen. Niet in het onderzoek betrokken worden industrieën die niet tot het vakgebied van de industrieel ontwerper gerekend kunnen worden, zoals de voedings- en genotmiddelenindustrie. Deze beperking wordt gemaakt met het oog op de tijdsduur van het project en de noodzaak de omvang van het onderzoeksgebied begrensd te houden. Dit houdt niet in dat bij produkten uit deze bedrijfstakken geen behoefte aan milieurelevante produktinformatie zou kunnen bestaan. Verscheidene soorten verontreiniging of afval worden voor een groot deel of zelfs geheel door produkten uit deze industrieën veroorzaakt. In de systematiek wordt rekening gehouden met een uitbreiding naar deze produktsoorten.

De plaats waarop het onderzoek betrekking heeft, brengt een volgende beperking van de onderzoeksbreedte met zich mee. Het

onderzoek wordt toegespitst op het aanbod van produkten op de Nederlandse markt, waarbij de emissies die het produkt in het buitenland veroorzaakt echter niet buiten beschouwing zullen blijven. Werden buitenlandse processen en emissies niet opgenomen in de beoordeling, dan zouden produkten uit het buitenland vrijwel altijd als milieuvriendelijker beoordeeld worden dan in Nederland geproduceerde vergelijkbare artikelen. Waar in het buitenland gebruikte processen en de daarbij veroorzaakte emissies niet achterhaald kunnen worden, zullen van in Nederland gebruikte, vergelijkbare processen gegevens verzameld en in de beoordeling toegepast worden.

Welke soorten emissies tijdens het onderzoek nagegaan zullen worden, wordt bepaald naar aanleiding van de voorbeeldprodukten. De waardering van de produkten wordt dan met de evaluatiemethode bepaald.

2.2.2 Randvoorwaarden voor de uitwerking van de beoordelingsmethode

In deze paragraaf worden een aantal onderwerpen behandeld die van belang zijn voor de bruikbaarheid van de beoordelingsmethode voor de milieu-effecten van produkten en produktontwerpen. De onderwerpen die hier behandeld worden, vormen de randvoorwaarden voor de methode van toerekening van emissies en beoordeling van de milieu-effecten.

2.2.2.1 Aanvang van de beoordeling

De keuze van het punt in de ontstaansgeschiedenis van een produkt waarop de beoordeling van een produkt zijn aanvang neemt, is van groot belang vanwege de verschillen die bestaan tussen materialen bij de vervaardiging van halffabrikaten uit win- of grondstoffen. Als de toerekening van de emissies voor de eerste stappen in het productieproces bij de materiaalvervaardiging op gemiddelden gebaseerd wordt is dit probleem goed te ondervangen. De gegevens die daaruit ter beschikking komen, blijven, afgezien van ontwikkelingen in de stand der techniek, geldig voor ieder produkt. De resultaten van de berekeningen kunnen dus, eenmaal uitgevoerd, beschikbaar gesteld worden aan zowel de instantie die produkten beoordeelt voor een milieuvignet als aan produktontwerpers. De beschikbare gegevens zullen dan wel na een bepaalde periode bijgesteld moeten worden.

Ten einde alle produkten op gelijke wijze te kunnen beoordelen, is het noodzakelijk een punt te kiezen dat bij ieder produkt voorkomt. Het ligt daarbij voor de hand een van de vervuilmomenten te kiezen, omdat deze bij alle produkten aan te geven zijn en omdat daardoor voor alle produkten een gelijk deel van het vervaardigingsproces wegvalt uit de beoordeling. Dit werkt een fout in het eindoordeel over produkten in de hand, wat betreft de verschillen die bestaan in de niet-beoordeelde fasen. Het is te prefereren deze fout zoveel mogelijk voor alle produkten binnen een produktgroep op een gelijk niveau te houden door de beoordeling in dezelfde fase te laten aanvangen. Een uitzondering geldt hier voor die materialen die in de fasen die uitgesloten worden zeer schadelijk zijn voor het milieu. Wanneer van een materiaal bekend is of vermoed wordt dat het in de niet-beoordeelde fasen zeer schadelijk is voor het milieu, kan dit apart in de beoordeling opgenomen worden.

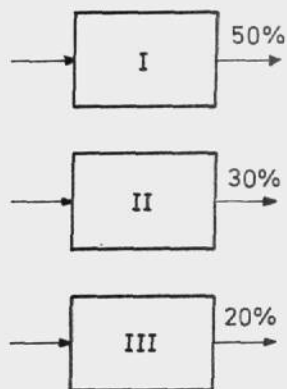
Het punt waarop de toerekening van de emissies aanvangt moet voor een nauwkeurige beoordeling van het produkt zo vroeg mogelijk liggen. De reden hiervoor is duidelijk: hoe dichter de aanvang van de beoordeling bij het begin van de processen, de grondstoffenwinning dus, ligt, des te vollediger is het beeld dat ontstaat. Wanneer het mogelijk is moet dus de grondstoffenwinning als vertrekpunt genomen worden. Als dit niet mogelijk is, moet een ander aanvangspunt voor de beoordeling gekozen worden.

In de Nederlandse situatie is de verwerking van de grondstoffen dan het meest voor de hand liggende punt om de beoordeling van het produkt te starten. Een van de redenen hiervoor is dat in Nederland relatief weinig kennis aanwezig is op het gebied van de grondstoffenwinning. Een andere reden is het feit dat voor de meeste grondstoffen meerdere winningstechnieken ter beschikking staan en dat deze op verschillende plaatsen ook toegepast worden. Samen met de handelstraditie in dit land, waardoor van vele plaatsen materialen ingevoerd worden, maakt dit het in de meeste gevallen onmogelijk verder te komen dan ruwe schattingen van de milieu-effecten van de grondstoffenwinning. Gezien de onnauwkeurigheid die dergelijke schattingen meebrengen is het gebruik van gemiddelde waarden als deze beschikbaar zijn de beste oplossing. Wanneer dit niet mogelijk is, kan een winproces gekozen worden en kunnen de gegevens daarvan gebruikt worden. In figuur 2.2 is een gewogen gemiddelde weergegeven voor een hoeveelheid materiaal waarvan de herkomst of de bewerking drie verschillende mogelijkheden telt. Als sprake is van een uitbreiding van de bestaande productiecapaciteit, kunnen de emissiewaarden gehanteerd worden die voor een nieuwe productie-eenheid gelden. Dit zal echter, onder meer door schaal-effecten bij verschillende seriegrootten, niet altijd tot een juiste bepaling van de emissiewaarden leiden. Wanneer het niet mogelijk is de gegevens over een proces te achterhalen, moet met een soortgelijk proces een schatting gemaakt worden.

Voorwaarde voor een dergelijke toerekening is dat van het proces voldoende gegevens beschikbaar zijn en de materialen uitwisselbaar zijn. Ook wanneer een bewerking of verwerking op meerdere wijzen kan plaatsvinden is het noodzakelijk een representatief proces te kiezen. In veel gevallen zullen van de mogelijke processen om een materiaal te vervaardigen slechts een of twee veel gebruikt worden. De keuze voor het proces bevat altijd een aantal subjectieve elementen. Om een zekere eenduidigheid in de keuze te krijgen kunnen richtlijnen uitgegeven worden om de emissies te berekenen op basis van de meest toegepaste processen of op basis van de "Best Available Control Technology" (BACT). Het vastleggen van deze richtlijnen valt echter buiten het kader van dit rapport.

In de beoordeling van een produkt is het noodzakelijk van toerekening van emissies zo veel mogelijk op basis van de werkelijk gevolgde procesgang uit te voeren. Het is mogelijk dat bij het gebruik van verschillende processen tussen soortgelijke produkten, uit hetzelfde basismateriaal, grote verschillen ontstaan in emissies, energieverbruik of onregelmatigheden in de procesvoering. Tussen de eindprodukten hoeven echter geen (functionele) verschillen te bestaan. Om te beoordelen of het verschil tussen de emissies bij twee produkten in het oordeel uitgedrukt moet worden is het noodzakelijk de werkelijke procesgang te

Aandelen van de processen in de totale productie



Bij bepaling van het gewogen gemiddelde:
50% volgens proces I
30% volgens proces II
20% volgens proces III

Figuur 2.2 Het aandeel van verschillende bewerkingsmethoden bij meerdere mogelijkheden

.....
 volgen. Wanneer in eerste instantie gebruik gemaakt is van gemiddelden is een overstap naar de toerekening op grond van de werkelijke processen noodzakelijk. Deze overstap wordt in de volgende paragraaf beschreven.

2.2.2.2 Overstap van de toerekening van gemiddelden over bedrijfstakken naar de toerekening van gegevens over processen.

Om het belang van het punt waarop de overstap gemaakt wordt van de toerekening van gemiddelden over bedrijfstakken naar de toerekening van gegevens van processen bij de vervaardiging van materialen en halffabrikaten te illustreren, wordt hier verwezen naar figuur 2.5.

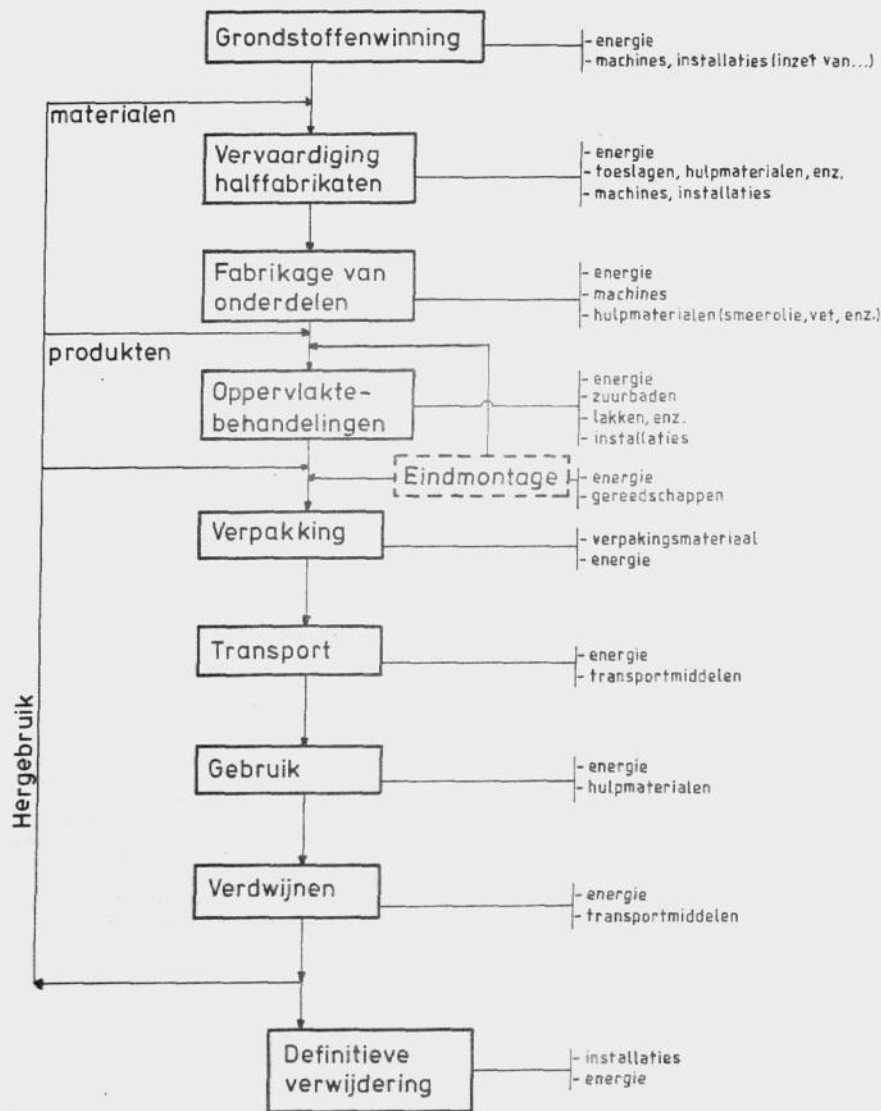
De voorstellingswijze, die in figuur 2.5 gehanteerd wordt, is gebaseerd op de stoffen zoals die het verwerkende bedrijf binnen komen. Bij de keuze van een aanvangspunt voor de specifieke toerekening van emissies ligt het voor de hand het moment te kiezen waarop de bewerking van het eindprodukt of onderdeel van het eindprodukt in het bedrijf begint. Omdat het materiaal dat voor deze bewerkingen ingekocht wordt zich in vele toestanden kan bevinden, is dit echter niet goed mogelijk.

Door gebruik te maken van bedrijfstakgemiddelden kunnen de verschillen tussen materialen en processen verscherpt of verdoezeld worden. Door de overstap van de beoordeling van gemiddelden naar specifieke toerekening op verschillende punten te maken kan het beeld vertekend worden. Deze vertekening is ongewenst en dient derhalve vermeden te worden. Dit kan het best door de feitelijke procesgang zo vroeg mogelijk te gaan volgen.

In de praktijk zal de overstap soms gemaakt moeten worden op een moment dat later ligt. Dit kan veroorzaakt worden doordat de beschikbare informatie onvolledig is. De overstap kan dan gemaakt worden op het moment dat over alle processen voldoende informatie aanwezig is, zoals over de processen binnen het bedrijf. Een andere reden is dat een component van een produkt soms zo homogeen is dat het maken van een onderscheid naar de vervaardigingsmethode niet mogelijk is. Een extreem voorbeeld hiervan is de elektriciteitsontwikkeling. Op de plaats van het gebruik is het niet mogelijk de produktiewijze te achterhalen. Door de koppeling van de elektriciteitsnetten is dit ook principieel niet mogelijk. Omdat echter grote verschillen bestaan tussen de milieu-effecten van energiebronnen bij de elektriciteitsopwekking, moet wel met de aandelen van deze bronnen rekening gehouden worden. Hiervoor is een toerekening van emissies op basis van gewogen gemiddelden een goede oplossing. Ook bij het vervoer en de verwijdering van het afval moeten gemiddelden gebruikt worden die voor deze activiteiten als geheel gelden. Daarnaast zal bij het beschrijven van processen in de fabricage en het gebruik van het produkt van gemiddelde omstandigheden uitgegaan moeten worden. Voor ongevallen, fouten in de procesvoering en dergelijke kan met toelagen op basis van het risico een compensatie gegeven worden.

VERVUILINGSMOMENT
(hoofdmateriaal)

TOEVOEGINGEN



Figuur 2.3 Indeling in vervuilingsmomenten

2.2.2.3 Verskil tussen beoordeling van een konkreet produkt en een produktontwerp

Bij toepassing van de beoordelingsmethode voor de milieu-ef-fekten van produkten zijn verschillen aan te geven voor de be-oordeling van een konkreet produkt, met het oog op het toekennen van een vignet of iets dergelijks en het kiezen van een oplossing voor een ontwerpprobleem. Het belangrijkste verschil is dat in het eerste geval sprake is van een probleem van descriptieve aard, waarna met te voren bepaalde kriteria een oordeel gegeven kan worden. In het tweede geval speelt naast het descriptieve probleem ook een keuzeprobleem.

Dit verschil kan in een situatie waarin de methode wordt toe-gepast doorwerken in de beoordeling van een produkt of een ont-werp. Zoals in paragraaf 2.2.2.1 is aangegeven kan een aantal processen in het bedrijf waar het eindprodukt vervaardigd wordt plaatsvinden, maar ook in een ander bedrijf.

Doordat in een ontwerpssituatie binnen een bedrijf, zeker wan-neer gebruik gemaakt wordt van een interne ontwerpstaf, de kennis over de processen die zich buiten het bedrijf afspelen vrijwel altijd onvolledig is, kan de beoordeling van het ontwerp te be-perkt blijven. Het beeld dat van een aantal alternatieven ont-staat kan te beperkt zijn en daardoor vertekend worden. In het meest extreme geval kan de beoordeling beperkt blijven tot die processen die zich binnen de poort van de fabriek afspelen, terwijl de daaraan voorsafgaande en volgende gebeurtenissen ter-nauwernood een inbreng hebben.

Het risico van een te beperkte beoordeling van een produkt ten-gevolge van kennisgebrek is in de ontwerpssituatie binnen een be-drijf groter dan tijdens de beoordeling van een produkt voor een milieuvignet. Naast een bredere achtergrond hoeft hier ook geen keuze gemaakt te worden uit een aantal alternatieven, zodat de beoordeling iets eenvoudiger wordt. De bredere kennisachtergrond kan bij het toekennen van een milieuvignet door de overheid be-reikt worden door gebruik te maken van meerdere specialismen.

Voor een belangrijk deel kan het gebrek aan kennis bij het produktiebedrijf door het verschaffen van informatie over de pro-cessen buiten het bedrijf teniet gedaan worden. Om deze informa-tie bruikbaar te maken voor een produktontwikkelaar dient zij in combinatie met andere gegevens, bijvoorbeeld over de treksterkte, de elasticiteitsmodulus, de energie-inhoud, enz., van een mate-riaal of groep materialen aangeboden te worden. Als essentiële voorwaarde voor het verschaffen van informatie waarmee een reële vergelijking gemaakt kan worden is het noodzakelijk de toereke-ning van de emissies op hetzelfde punt te laten aanvangen.

Gegevens over processen die op de bovenstaande wijze gepresen-teerd worden, kunnen voor de toerekening van emissies zowel bij de beoordeling van produkten voor een vignet als bij de beoorde-ling van ontwerpen gebruikt worden. Het descriptieve probleem is daarmee op te lossen. De beoordeling van produkten kan dan met vaste richtlijnen plaatsvinden. De beoordeling van een aantal ontwerpalternatieven vraagt daarnaast om aanvullende informatie over de alternatieven.

In de beoordeling van de alternatieven spelen naast milieu-overwegingen ook andere factoren een rol. Een voor het bedrijf, ook in milieutechnisch opzicht, optimale oplossing voor een ont-werpprobleem is daardoor niet altijd van uit milieukundig stand-punt de beste oplossing. De optimale oplossing kan echter door de informatie over materialen en processen samen met andere informa-tie te verschaffen, beter benaderd worden.

VERVUILINGSMOMENT	EINDTOESTAND van produkt of materiaal	VERVUILINGSVORM
GRONDSTOFFENWINNING	ijzererts, bauxiet, hout(boomstammen) enz.	stof, mijnafval, brandstof- emissies, enz.
VERVAARDIGING HALFFABRIKATEN	plaatstaal, kunststof- granulaat, planken,enz.	procesemissies, vast afval
FABRIKAGE VAN ONDERDELEN	onderdelen van het produkt	koelvloeistoffen, smeer- middelen, materiaalresten, enz.
EINDMONTAGE	gereed produkt(deel)	afgekeurde produkten
VERPAKKING	verpakt produkt	verpakkingsafval (grotendeels komt dit afval na de distributie vrij)
TRANSPORT	distributie van het produkt over handelaren	transportemissies
GEBRUIK	gebruik van het produkt	afval van gebruiksprocessen, emissies door energieverbruik
VERDWIJNEN	ontbinding/vernietiging van het produkt	
- HERGEBRUIK - PRODUKTEN	kompleet produkt	b.v.emissies bij herstelwerk- zaamheden
- ONDERDELEN	produkt delen	afgekeurde delen, emissies van herstelwerkzaamheden
- MATERIALEN	materialen uit het produkt, zonder binding met het produkt	schadelijke stoffen bij verwerking, onbruikbare rest- stoffen
- DEFINITIEVE VERWIJDERING	vast afval	schadelijke stoffen in het produkt

Figuur 2.4 Overzicht van de vervuilingvormen in de vervuilingsmomenten

2.3 2.3.1.1 Introductie

Produkten:
levensloop en
milieuschade

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de momenten in het bestaan van een produkt waarop milieuschade veroorzaakt kan worden, met de nadruk op het ontstaan van vervuiling. Het eerste deel van dit overzicht geeft, aan de hand van een figuur een algemeen overzicht, daarna wordt de figuur voor de gekozen produktgroepen uitgewerkt en ingevuld. Daarbij wordt aangegeven welke momenten voor de gekozen produktgroepen belangrijk zijn. Onder produkten worden in deze paragraaf uitsluitend materiële produkten verstaan, niet-materiële produkten (= diensten) worden hier buiten beschouwing gelaten. In figuur 2.3 worden de belangrijkste vervuilingsmomenten in de levensloop van een produkt aangegeven.

In figuur 2.3 is de hoofdlijn van het ontstaan van een produkt aangegeven. Te zien is hoe het produkt vanuit de ruwe grondstoffen bewerkt wordt tot het produkt en vervolgens na gebruik afgedankt wordt. De hoofdlijn is ingedeeld in een aantal fasen. De voor het milieu relevante fasen worden in het vervolg aangeduid als vervuilingsmomenten. In figuur 2.4 wordt een overzicht gegeven van de eindtoestand van het produkt in elk van de vervuilingsmomenten. Het schema bevat ook van elk stadium enkele voorbeelden.

Voor ieder onderdeel van een produkt is een figuur te tekenen zoals figuur 2.3. Deze figuren verlopen voor een deel van de levensloop van het produkt parallel met de andere onderdelen. Wanneer de figuren van de afzonderlijke onderdelen tot een figuur worden samengevoegd, ontstaat een figuur met vertakkingen zoals in figuur 2.5 te zien is. Op deze wijze kunnen alle processen tijdens het ontstaan, gebruik, enz. in een beeld worden samengebracht. Volgens dit principe worden in dit rapport de onderdelen van een produkt onderzocht.

In de volgende paragrafen worden de vervuilingsmomenten in het kort beschreven. Waar mogelijk wordt aangegeven of de verantwoordelijkheid bij de producent of bij de konsument ligt.

2.3.1.2 Algemeen

Daar in deze beschouwing alleen materiële produkten (en niet diensten) bekeken worden, zijn alle produkten opgebouwd uit grondstoffen. Deze grondstoffen ondergaan in het algemeen een bewerking tot halfabrikaten. Op hun beurt zijn dit de grondstoffen voor de vervaardiging van onderdelen. Als aan de onderdelen vormgegeven is, wordt in veel gevallen een deklaag aangebracht. De onderdelen worden meestal na het aanbrengen van de deklaag samengebouwd tot het eindprodukt, maar het kan ook voor de deklaag aangebracht wordt, of tussen een aantal lagen door gebeuren. Omdat de eindmontage meestal geen ernstige vervuiling veroorzaakt, is deze met een gestreepte lijn aangegeven. Ter bescherming van het eindprodukt, wordt na de eindmontage de verpakking aangebracht, zodat het gereed is voor het transport naar distributiepunten en vervolgens naar de konsument. De volgende stap is de gebruiksfase van het produkt. Na gebruik volgt de dispositie, waarbij de mogelijkheid bestaat tot hergebruik van het gehele produkt, van de onderdelen en van de materialen. In de figuur is dit aangegeven door middel van een kringloop waarbij de

afvalstoffen op verschillende plaatsen de cyclus weer binnengaan. Het is (hoewel in de figuur niet aangegeven) ook goed mogelijk dat een produkt of een deel daarvan in een andere kringloop terecht komt. Dit maakt echter in principe geen verschil met de hier getekende mogelijkheden.

De hier genoemde stappen zijn niet in ieder produkt aanwezig, zodat de hier genoemde vervuilmomenten niet altijd bij een produkt voorkomen. Wel is in principe alles in deze zeven stappen onder te brengen.

2.3.1.3 Grondstoffen

Bij de vervaardiging van de grondstoffen voor een produkt uit delfstoffen en andere ruwe grondstoffen, vindt de eerste aanzienlijke verontreiniging van het milieu plaats. Verondersteld wordt dat bij de winning van delfstoffen eerder sprake is van aantasting dan van vervuiling van het milieu. Daarbij wordt uitgegaan van een normaal, dat wil zeggen zonder ongelukken verlopende winning en transport van de stoffen.

De verontreinigingen tijdens de vervaardiging van grondstoffen uit de winstoffen, vormen een belangrijk deel van de totale verontreiniging die een produkt veroorzaakt. Vaak wordt zelfs het grootste deel van de milieuverontreiniging waarvoor een produkt verantwoordelijk is bij deze processen veroorzaakt.

De materiaalkeuze voor een produkt is dus een mogelijkheid om op het ontstaan van de eerste verontreinigingen invloed uit te oefenen. De keuze van het proces waarmee het materiaal geproduceerd wordt kan ook invloed uitoefenen op de verontreiniging door het materiaal, maar staat meestal buiten de invloed van de verwerker van het halffabrikaat.

2.3.1.4 Onderdelenfabrikage

De volgende stap die van invloed is op het milieu, is de bewerking van het materiaal tot een onderdeel van het eindprodukt. Dit geldt voor de vormgevende bewerkingen die gekozen worden, zoals verspanen, dieptrekken, gieten, enz. De schade wordt niet altijd door het bewerken van het materiaal zelf veroorzaakt, maar vaak door stoffen die toegevoegd worden om de bewerking beter te laten verlopen. Het kan gaan om smeermiddelen of koelvloeistoffen waarin zich voor het milieu schadelijke stoffen bevinden, bijvoorbeeld bij verspanende bewerkingen. Bij gietprocessen kunnen zich schadelijke stoffen bevinden in de bindmiddelen voor gietzand. Naast de keuze van de bewerkingsmethode is ook de materiaalkeuze van invloed op deze vervuilende faktor. Deze keuze valt onder de verantwoordelijkheid van de ontwerper en de producent van het produkt.

2.3.1.5 Oppervlaktebehandeling

Materiaalkeuze en bewerkingsmethode zijn ook van belang voor het derde vervuilmoment uit figuur 2.3, de oppervlaktebehandeling die de produktdelen ondergaan. De oppervlaktebehandeling kan het aanbrengen van een beschermende laag ten doel hebben, maar kan ook uitsluitend decoratief bedoeld zijn. Bij het aanbrengen van beschermlagen worden aan de oppervlakteruwheid voorwaarden gesteld, maar vooral de aanwezigheid van vuil, vetten en

olieresten zijn ongewenst. Zijn deze toch aanwezig, dan worden de produktdelen gereinigd, meestal in reinigingsbaden. In deze baden zijn zuren of andere oplosmiddelen aanwezig en daarmee vormen zij een mogelijke bron van verontreiniging van het milieu.

Op een produktdeel kan een metallische deklaag aangebracht worden, zoals een laag zink, chroom of cadmium, maar het kan ook een laklaag zijn. Deze laatste bestaan in het algemeen uit drie delen, namelijk een kleurstof (pigment), een bindmiddel en een oplosmiddel. Van deze drie heeft het bindmiddel meestal weinig schadelijke invloed op het milieu, voor de andere twee is dit sterk wisselend. De pigmenten kunnen zonder schadelijke stoffen gevormd zijn, maar kunnen ook zware metalen bevatten. Het oplosmiddel kan water zijn, maar kan ook schadelijke stoffen bevatten. Het belang van lakken voor het milieu is groot, omdat juist deze veelvuldig ook door konsumenten gebruikt worden. Voor andere deklagen is vaak een speciale installatie nodig, waardoor deze alleen in een bedrijfsmatig opererende inrichting op rendabele wijze aangebracht kunnen worden.

De deklaag die de fabrikant op het produkt aanbrengt heeft op twee verschillende wijzen invloed op de milieuschade. Door de deklaag zelf kan schade aangericht worden in het derde vervuilmoment. Door het kiezen van een bij de functie passende deklaag kan echter ook de schade in het zevende vervuilmoment, bij het ontstaan van afval, verminderen. De levensduur van het produkt wordt immers door de deklaag verlengd. Tevens worden de behoefte aan vervangingsaankopen en de daarmee samenhangende milieuschade op deze wijze verminderd. In dit geval kan het beschermen van het milieu parallel lopen met economische belangen, wat een versterkend effect kan hebben. In veel gevallen zal echter bij de keuze van de oppervlaktebehandeling van een produkt of delen daarvan, een afweging moeten plaatsvinden om het minste van alle kwaden te kiezen. Het volledig vermijden van milieuschade door oppervlaktebehandelingen zal vaak niet haalbaar zijn.

2.3.1.6 Eindmontage

Het samenvoegen van de produktdelen tot het eindprodukt kan, afhankelijk van de produktsoort, voor of na het aanbrengen van de deklagen plaatsvinden, maar het is ook mogelijk dat het tussen het aanbrengen van een aantal lagen door gebeurt. Voor sommige produktsoorten, bijvoorbeeld meubilair, is het zelfs mogelijk dat de eindmontage niet door de fabrikant of de tussenhhandel, maar door de gebruiker uitgevoerd wordt. Voor de verontreiniging die een produkt veroorzaakt is de eindmontage echter van ondergeschikt belang. Afgezien van afval door produkten die fabrikagefouten vertonen, ontstaat in deze fase geen noemenswaardige verontreiniging. Onderdelen van een produkt veroorzaken soms ook nog verpakkingsafval, maar in het algemeen vallen deze hoeveelheden in het niet vergeleken met de hoeveelheid verpakkingsafval door de verpakking van het eindprodukt.

2.3.1.7 Verpakking

Als de onderdelen van het produkt zover bewerkt zijn, dat het produkt verkocht kan worden, wordt het voorzien van een verpakking. De verpakking vindt plaats ten behoeve van de verspreiding van het produkt over distributeurs en konsumenten. Het hoofddeel

van de verpakking is het beschermen van het produkt tegen beschadigingen gedurende het vervoer, met daarbij als mogelijke nevenfuncties het afmeten van standaardhoeveelheden en het ondersteunen van publiciteitscampagnes.

Bij het vervaardigen van verpakkingsmaterialen en het afdanken ervan ontstaan belangrijke hoeveelheden verontreiniging van het milieu. Bij de materiaalvervaardiging is bijvoorbeeld de vervaardiging van papier en karton een sterk vervuilende activiteit. Ook ten gevolge van het opdrukken van reclameteksten en afbeeldingen kunnen door het gebruik van inkten schadelijke stoffen in het milieu komen. Van het huishoudelijk afval in Nederland maken verpakkingsmaterialen ongeveer een vierde deel uit. Verminderingen van de hoeveelheid verpakkingsmateriaal kunnen dus een bijdrage leveren aan de bescherming van het milieu. De producent van de eindprodukten kan door functionele eisen op het gebied van bescherming en eisen vanuit zijn marketingbeleid op elkaar af te stemmen een bijdrage leveren op dit punt. Naast de producent kunnen ook de distributeur en de tussenhandel invloed hebben op de verpakking.

2.3.1.8 Transport

Nadat de produkten verpakt zijn, volgt de andere grote bron van vervuiling in de distributiefase van de levensloop van het produkt. Dit is het transport van de producent naar de konsument, eventueel met tussenkomst van een aantal tussenhandelaren.

In andere stadia heeft ook vervoer plaatsgevonden en zijn dus ook de daarmee samenhangende verontreinigingen opgetreden. Dit geldt voor het vervoer van erts, olie en dergelijke van de winplaats naar de verwerker, later gevolgd door het transport van de halffabrikaten naar de producent van de eindprodukten. Na gebruik van het produkt wordt ook het afval vervoerd, wat nieuwe verontreinigingen met zich meebrengt. Deze vervoersactiviteiten zijn in figuur 2.3 niet apart aangegeven, omdat voor dit transport slechts zelden keuzemogelijkheden aanwezig zijn. Ook later wordt in dit rapport slechts weinig aandacht aan deze transporten besteed. Het transport wordt daarom iets uitgebreider behandeld dan de overige fasen.

Bij het overbrengen van grondstoffen van de winplaats naar het verwerkingsbedrijf wordt de mate van vervuiling vooral door de afstand waarover vervoer plaatsvindt bepaald. De keuze van het transportmiddel blijft meestal door economische beperkingen, samenhangende met de omvang van het transport, bepaald op het vervoer per schip. Verschillen in oliegebruik tussen individuele schepen kunnen wel optreden, maar dit zal eerder merkbare gevolgen hebben voor de transportkosten dan voor de milieuverontreiniging.

De verschillen die bij het brandstofverbruik in dit transport ontstaan, zijn meestal niet goed in de beoordeling van het produkt voor konsumenteninformatie uit te drukken. Het materiaal wordt tot een homogeen produkt (het halffabrikaat) verwerkt. Het toerekenen van variaties aan iedere afgeleverde partij van een halffabrikaat is daarom weinig zinvol en in plaats daarvan moet van gemiddelde waarden uitgegaan worden.

Voor het transport van halffabrikaten en eindprodukten geldt dat de door vervoer veroorzaakte milieuschade afhankelijk is van het transportmiddel en de vervoersafstand. De verschillen in de

gemiddelde vervuiling per kilometer tussen het vervoer over de weg, over de rail en over het water zijn daarbij aanzienlijk. De transportsnelheid is echter ook afhankelijk van het gekozen vervoermiddel, terwijl niet iedere plaats op alle wijzen bereikbaar is. Het kan daardoor noodzakelijk zijn voor een in milieukundig opzicht optimale transportwijze de goederen een aantal malen over te laden. De transportkosten kunnen daarbij echter zo hoog oplopen dat dit in de praktijk niet mogelijk is.

De verschillen die tussen produkten van verschillende fabrikanten kunnen ontstaan door de verontreiniging ten gevolge van het vervoer zijn meestal niet doorslaggevend bij de beoordeling op milieuschade. Het goederenvervoer is echter een zo belangrijke bron van milieuverontreiniging dat het hier wel vermeld wordt. In het totaal van de milieuverontreiniging, met name bij luchtverontreiniging, kan het transport wel een belangrijk aandeel hebben.

De producent van eindprodukten kan op dit punt invloed hebben door de transportlijnen van halffabrikaten en eindprodukten kort te houden en te zorgen voor een efficiënt werkende transportorganisatie. De konsument kan invloed uitoefenen door in eigen omgeving geproduceerde goederen te kopen.

2.3.1.9 Gebruik

Na de distributie komt als volgende fase in de levensloop van een produkt het gebruik. Milieuverontreiniging kan daarin ontstaan door energieverbruik of door het vrijkomen van stoffen in een verbruiksproces, of bij de produktie van lawaai. Dit is soms aan de funktie van het produkt verbonden, soms aan de wijze waarop de funktie vervuld wordt. Bij het vervoer van goederen die snel en in kleine hoeveelheden over een aantal ver uiteenliggende plaatsen verspreid moeten worden, wordt een vrachtwagen gebruikt. Hierbij ontstaan emissies door brandstofverbruik en dergelijke. Dit is een voorbeeld van het ontstaan van milieuverontreiniging door het vervullen van een bepaalde funktie. De geluidproduktie en het energieverbruik bij het gebruik van een elektrische mixer is een voorbeeld van de tweede mogelijkheid. Wanneer een handbediende mixer gebruikt zou worden, zouden deze milieubelastingen zeer veel geringer zijn.

De keuze van het werkingsprincipe waarmee de funktie vervuld wordt, is zowel door beslissingen van de producent als van de konsument te beïnvloeden. Daarmee is ook de milieuschade die ontstaat in de levensloop van het produkt te variëren. Bij de konsument bestaat echter de neiging, mede door onvoldoende informatie over effecten van zijn beslissingen, te veel naar één aspekt te optimaliseren. Vooral het energieverbruik kan daarbij van invloed zijn, omdat dit direkt merkbaar is door financiële gevolgen.

2.3.1.10 Verdwijnen

Na het gebruik van het produkt komt de afvalfase. Van dit afval zijn van belang de hoeveelheid, naar gewicht en volume, de samenstelling, de snelheid waarmee het ontstaat, dus de levensduur van het produkt met inbegrip van reparaties of mogelijk hergebruik en de verwerkingsmogelijkheden voor het afval. De hoeveelheid afval kan worden beperkt door doelmatig te konstrueren, door het materiaal daar aan te brengen waar een gebruiks-

belasting optreedt en door dat materiaal te kiezen dat voor het vervullen van een functie het meest geschikt is. Hetzelfde kan worden bereikt door doelmatig te konstrueren. Hiermee kan een verlenging van de levensduur van het produkt bereikt worden, wat een gunstige uitwerking heeft op de hoeveelheid afval die ontstaat.

Door de konstruktie van een produkt kan ook invloed worden uitgeoefend op wat na gebruik met het produkt gebeurt, vooral op de mogelijkheid om het gehele produkt of delen daarvan opnieuw te gebruiken. Dit kan gerealiseerd worden door reparatiemogelijkheden aan te brengen voor kwetsbare delen van het produkt, of door te zorgen voor goede scheidingsmogelijkheden voor de materialen bij de definitieve verwijdering van het produkt. In de figuur zijn de mogelijkheden voor hergebruik van (delen van) het produkt aangegeven door kringlopen.

Bij verlenging van de levensduur van een produkt door aan de functie aangepaste materiaalkeuzen zal over het algemeen van minder homogeen materiaalgebruik sprake zijn, bijvoorbeeld door gebruik van laminaten of het gebruik van verschillende materialen voor trek- en drukbelastingen in een konstruktie. Dit streven naar het gebruik van aan de belasting aangepaste materiaalsoorten kan strijdig zijn met het streven naar hergebruik van materialen doordat de materialen slecht te scheiden zijn.

De konsument kan ook invloed uitoefenen op het gebeuren na het nuttige gebruik van het produkt en wel door het afval voor recycling aan te bieden. Bij oud papier, sommige metalen en tegenwoordig ook glas, is dit een gebruikelijk verschijnsel, met andere materialen is dit in mindere mate het geval.

2.3.1.11 Samenvatting

Samenvattend kan worden opgemerkt dat in de levensloop van een produkt globaal zeven vervuilmomenten te onderscheiden zijn. Op deze vervuilmomenten is door producent of konsument, of door beiden invloed uit te oefenen. Hierbij wordt opgemerkt, dat niet alle vervuilmomenten even belangrijk zijn, terwijl ook mogelijk is dat op een aantal van de onderscheiden momenten geen noemenswaardige vervuiling optreedt. Dit is evenals de invloed van producent en konsument afhankelijk van de te vervullen functie en de produktsoort.

De onderscheiden vervuilmomenten zijn:

- vervaardiging van halffabrikaten
- vervaardiging van onderdelen
- oppervlaktebehandeling
- verpakking
- transport van producent naar konsument
- gebruik
- dispositie

2.3.2 Opbouw van een produkt

2.3.2.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de vertakkingen in figuur 2.5 beschreven. De punten waarop zich problemen voor kunnen doen worden toegelicht. De uitgangssituatie bij de toelichting op de figuur is het gereede produkt, zoals de konsument dat in de winkel kan kopen. De uitbouw van de figuur vindt zowel naar de produktiezijde als naar de afvalzijde plaats. Deze werkwijze is gekozen omdat vanuit het gereede produkt de vertakkingen het best te analyseren zijn.

2.3.2.2 Montage: splitsing van het ontstaan van een produkt in onderdelen

Als eerste probleem bij het invullen van figuur 2.3, uitgaande van een produkt, komt naar voren dat een produkt meestal uit meerdere onderdelen bestaat, die alle hun eigen ontstaansgeschiedenis hebben. Figuur 2.5 geeft dit weer voor een produkt dat samengesteld is uit drie onderdelen met elk een serie oppervlaktebehandelingen.

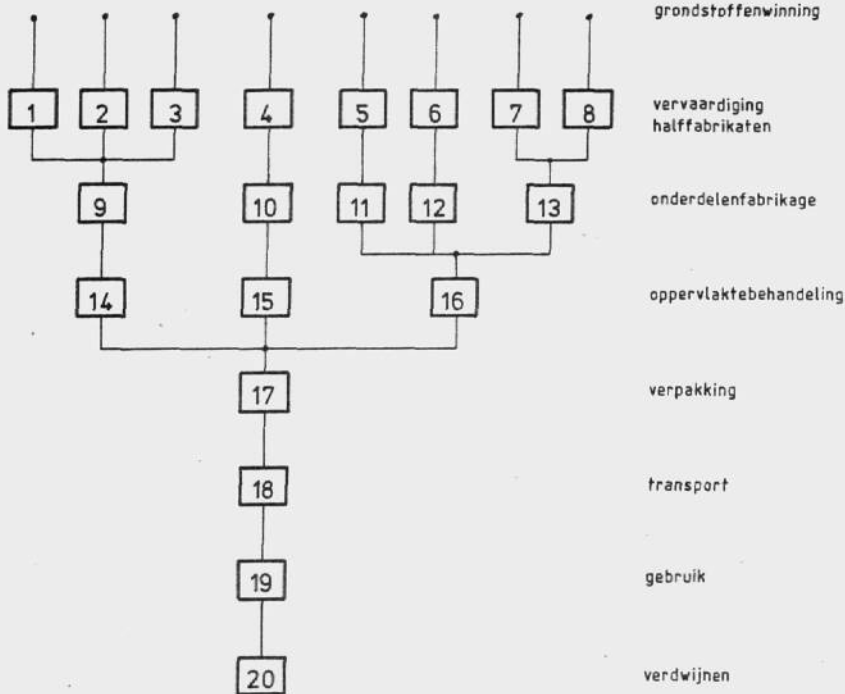
In de figuur worden de oppervlaktebehandelingen voorafgaand aan de eindmontage getekend, vaak zal echter van een minder duidelijke volgorde in de tijd sprake zijn. Voor de overzichtelijkheid van het betoog worden echter de bewerkingen per soort gegroepeerd.

In de praktijk kan een indeling naar bewerkingensoorten zoals hier wordt gemaakt niet geheel realistisch zijn. Meestal is de volgorde van de bewerkingen in de loop van de tijd niet zo eenduidig als in dit voorbeeld. Veranderingen in de volgorde hebben op zich geen invloed op de emissies die bij de processen ontstaan. Het beeld van een produkt kan door deze indeling wel enigszins vertekend worden wanneer de handelingen tussen de processen een grote kans op ongelukken af uitval van produkten meebrengen. Door de gegevens uit het werkelijke proces te gebruiken kunnen de resultaten echter in overeenstemming gebracht worden met de werkelijke emissies.

De situatie die in figuur 2.5 wordt weergegeven, met een volgtijdig verloop van de processen vertoont in milieuhygiënisch opzicht weinig verschillen met een situatie waarin de processen gelijktijdig of afwisselend plaatsvinden. Om een beeld te krijgen van een produktieproces zoals plaatsvindt bij de vervaardiging van het eindprodukt is het noodzakelijk de processen in hun onderlinge samenhang te beschouwen.

2.3.2.3 Onderdelenfabrikage

Vanaf de oppervlaktebehandeling kan in de produktieketen de stap teruggemaakt worden naar de onderdelenfabrikage, zoals aangegeven in figuur 2.5. Tijdens de onderdelenfabrikage kan een groot aantal verschillende stoffen vrijkomen, afhankelijk van de produkten die vervaardigd worden, de bewerkingsmethoden en dergelijke. Het materiaal dat vrijkomt is voornamelijk het afval dat bij de fabrikage van de onderdelen ontstaat. Omdat dit afval het verlies van relatief



Verklaring

1 t/m 8: componenten van de onderdelen

9 t/m 13: onderdelen van het produkt

14, 15, 16: samengestelde onderdelen, met gelijke oppervlaktebehandeling

17 t/m 20: de aangegeven vervuilingsmomenten voor het gehele produkt

Opmerking

Bij de grondstoffenwinning hoort ook de winning van energiedragers.

Deze stap is hier niet uitgewerkt.

Figuur 2.5 Opsplitsing van de levensloop voor een produkt met meerdere onderdelen

schoon (en daardoor goed bruikbaar) materiaal betekent voor het bedrijf, zullen in dit geval vooral de financiële verliezen die het meebrengt een rol spelen bij het voorkomen ervan. In veel kleinere hoeveelheden kunnen echter stoffen als afgewerkte smeeren snij-oliën en dergelijke vrijkomen. De verwerking van dit afval vraagt wel veel zorg doordat het schadelijke stoffen bevat. Deze stoffen dienen te verbetering van de duurzaamheid en zijn derhalve meestal moeilijk te vernietigen. De emissies die kunnen ontstaan bij de verwerking, moeten aan de bewerking waarbij de stof vrijkomt toegerekend worden.

2.3.2.4 De vervaardiging van halffabrikaten

In de figuur is ook de stap voor de vervaardiging van de onderdelen van het eindprodukt weergegeven, namelijk de vervaardiging van de halffabrikaten uit de winstoffen. In sommige gevallen kan de fabricage van het halffabrikaat en het eindprodukt ook als één proces opgevat worden. Dit geldt voor gietprocessen, glasproductie, kunststoffolie-productie, enz. Voor de duidelijkheid van de figuur zijn de processen in de figuur gescheiden getekend. In een reële situatie zal het niet altijd mogelijk zijn om de fasen te scheiden. Daarbij kan zich het verschijnsel voordoen dat tussen twee producenten van soortgelijke produkten een verschil bestaat in het moment waarop hun productieproces aanvangt. Wanneer halffabrikaten gedefinieerd worden als de produkten die een producent van onderdelen inkoop, kan dit leiden tot verschillen in de beoordeling van produkten. Het een en ander is in de figuren 2.5 en 2.6 met een voorbeeld in blokschema's geïllustreerd.

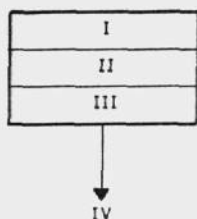
Het is zaak de beoordeling van onderdelen of produkten niet te vertroebelen door op verschillende uitgangspunten met de beoordeling te beginnen, zoals met de benadering uit figuur 2.5 mogelijk is. Het is nodig met de toerekening te beginnen op gelijke punten in de ontstaansfase, zoals in figuur 2.6 is aangegeven. Bij de beoordeling van de processen van vervaardiging van grondstoffen uit winstoffen (b.v. ruwijzer uit ijzererts), moet gebruik gemaakt worden van gemiddelden, in verband met de sterke vermenging van stoffen van verschillende herkomst en de hoeveelheid eindprodukt die geproduceerd wordt in verhouding tot de hoeveelheid die per produkt gebruikt wordt. Op een bepaald punt moet echter een overstap gemaakt worden van deze algemene, op gemiddelden gebaseerde toerekening naar een specifieke, op de bij de vervaardiging van het produkt gebruikte processen gebaseerde toerekening. In paragraaf 2.2.2.2 komen de problemen die zich hierbij voordoen aan de orde.

Het probleem waarop in deze paragraaf gewezen wordt, namelijk het probleem wat onder het begrip "halffabrikaat" verstaan moet worden en hoe dit op evenwichtige wijze in de beoordeling van een produkt vervat moet worden, staat in direkt verband met de overstap tussen algemene en specifieke toerekening. Een aantal praktische overwegingen die bij de besluitvorming op dit punt een rol spelen zijn in paragraaf 2.2.2.2 aan de orde geweest.

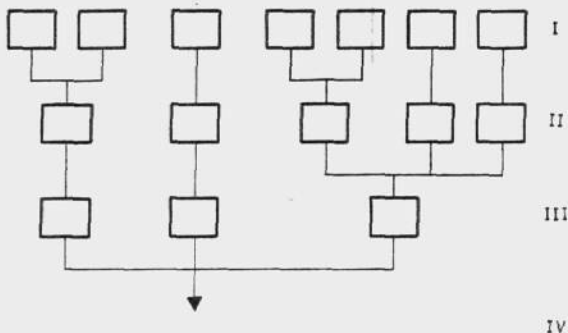
2.3.2.5 Uitwerking afvalfase voor milieurelevante produktinformatie

Na het gebruik van een produkt komt het moment waarop de konsument zich van het produkt wil ontdoen. In de meeste gevallen zal dit neerkomen op het meegeven van het afgedankte produkt aan

Geïntegreerde voorstelling



Gedetailleerde voorstelling



Verklaring

- I : grondstoffenwinning
 II : grondstoffenverwerking, eerste stap
 III: grondstoffenverwerking, tweede stap
 IV : overige vervuilmomenten

Figuur links: geïntegreerde voorstelling van de grondstoffenverwerking

Figuur rechts: gedetailleerde voorstelling van de grondstoffenverwerking

Figuur 2.6 Aanvang van de beoordeling bij de overstap van grondstoffen naar halffabrikaten

een ophaaldienst voor huisvuil. Voor het toekennen van een oordeel over een produkt waarin een beeld van de belangrijkste eigenschappen op milieugebied wordt gegeven, heeft dit enkele belangrijke gevolgen.

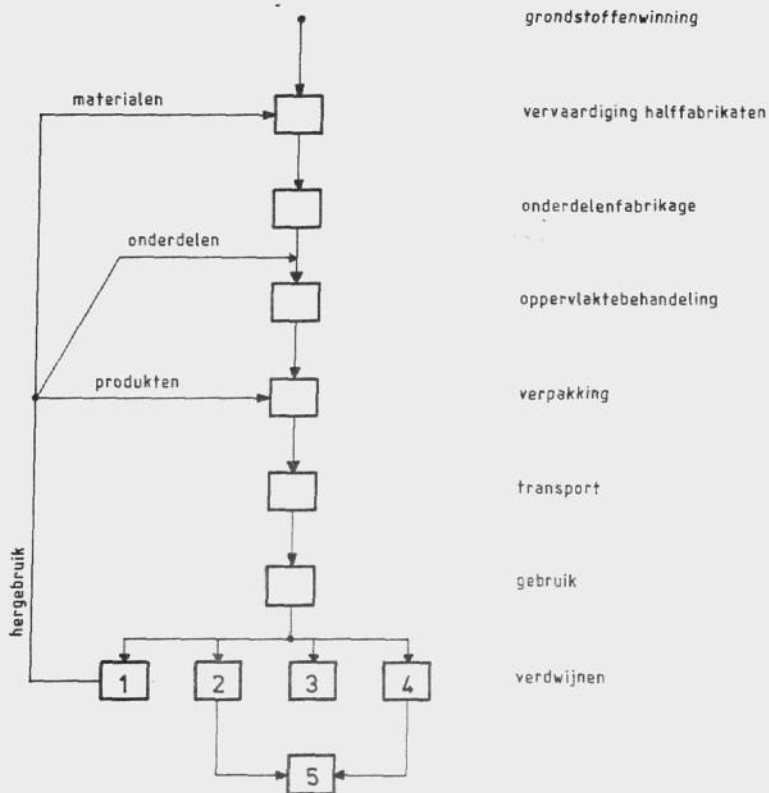
Terwijl de produktie, verspreiding en gebruik van een produkt door middel van een aantal processen eenduidig te beschrijven zijn, geldt dit niet voor de fase waarin het produkt wordt afgedankt. De organisatie van de ophaaldienst (al of niet gescheiden inzameling van de componenten van het huisvuil) en de verwerkingswijze van het afval zijn factoren die hun invloed hebben op het milieu. Over deze factoren wordt echter buiten de direkte invloedssfeer van de individuele konsument beslist door instanties op gemeentelijk of regionaal niveau. Doordat de beoordeling van produkten voor het produktinformatiesysteem landelijk georganiseerd wordt levert dit problemen op. Per produkt moet één oordeel gegeven worden waarin de verschillende verwerkingsmethoden terug te vinden zijn.

De milieu-effecten die bij de verwijdering van het produkt veroorzaakt worden, worden grotendeels bepaald door het produkt en het proces waarmee het afval verwerkt wordt. Voor het in Nederland vrijkomende huishoudelijk afval wordt in het algemeen één van de volgende verwerkingsmethoden gebruikt: composteren, verbranden, scheiden van het afval en hergebruik van de bruikbare componenten of (gecontroleerd) storten van het afval. Restfrakties van de drie eerstgenoemde processen worden ook gestort. In figuur 2.7 is aangegeven hoe dit na het afdanken van het produkt voor te stellen is. Op dit punt doet zich een nieuwe splitsing voor in de processen die zich afspelen.

De verschillende wijzen van afvalverwerking resulteren voor vrijwel ieder materiaal in verschillende emissies naar water, bodem of lucht. In de beoordeling van het produkt moeten deze verschillende emissies meegerekend worden. De beste oplossing hiervoor is het berekenen van de emissies die bij iedere verwerkingswijze ontstaan per hoeveelheid produkten. Het aandeel van de verwerkingswijzen in de totale afvalverwerking kan dan als uitgangspunt dienen voor de toerekening. De verdere procedure is identiek aan het berekenen van gemiddelden zoals elders in dit rapport is beschreven.

De konkrete problemen die bij de afvalverwerking ontstaan, zijn echter niet alleen van de emissies die bij de verbranding of storten van het afval veroorzaakt worden. Een deel van de problemen die bij het verwerken van afval kunnen ontstaan, kan vermeden worden door de componenten van het afval die nog bruikbaar zijn af te scheiden van het overige huisvuil. Deze scheiding kan bij de bron plaatsvinden, wat vaak het meest effectief is, of nadat het huisvuil is ingezameld. Als resultaat van de scheiding van het huisvuil kunnen enerzijds de stoffen die bij een verwerkingsproces schadelijk zijn zoveel mogelijk uit het afval verwijderd worden, anderzijds kunnen waardevolle materialen teruggewonnen worden.

Uit onderzoeken naar de haalbaarheid van scheidingsprocedures met als doel de winning van opnieuw bruikbare materialen blijkt dat de meeste moeilijkheden bij de verwerking van op conventionele wijze ingezameld afval veroorzaakt worden door de hoge mengingsgraad van de frakties in het afval. De bruikbare materialen zijn te zeer verontreinigd door stoffen die in het verwerkings-



Verklaring

- 1: hergebruik van materialen, onderdelen en produkten
- 2: verbranden
- 3: storten, zonder voorafgaande bewerking
- 4: composteren
- 5: storten van het residu van 2 en 4

Opmerking

Hergebruikte materialen, onderdelen en produkten kunnen ook op andere dan de aangegeven punten in de kringloop terugkeren

Figuur 2.7 Uitwerking van de afvalfase

proces niet gebruikt kunnen worden en de hoge mengingsgraad veroorzaakt moeilijkheden bij de scheiding van de componenten.

Het scheiden van de materialen aan de bron blijkt echter niet altijd mogelijk, omdat de konsument onvoldoende in staat is, door gebrek aan kennis en het ontbreken van methoden om vast te stellen welke materialen in een produkt gebruikt zijn, de materialen te sorteren. Een globale indeling in materiaalsoorten, zoals organisch afval, metalen en kunststoffen blijkt uit onderzoek door het IVA en andere instellingen wel mogelijk.

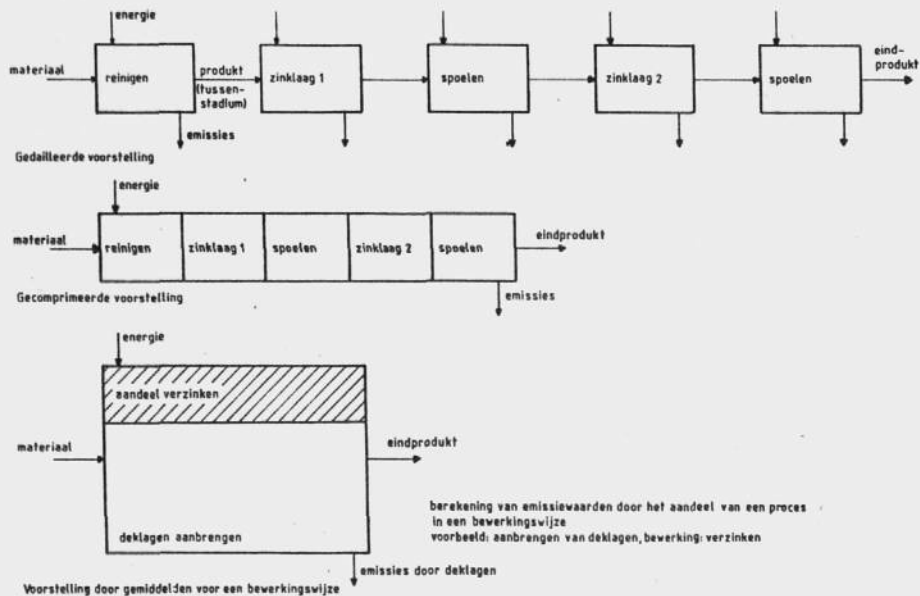
Voor stoffen die een bedreiging vormen voor het milieu, zoals cadmium; kwik en PCB's, geldt dat zij vaak in kleine hoeveelheden vrijkomen en door hun verspreide voorkomen moeilijk te scheiden zijn van het overige afval. De stoffen kunnen daardoor terecht komen op stortplaatsen, in composteringshopen of verbrandingsovens en daarvandaan in het milieu.

Voor bepaalde produkten, zoals batterijen, glas, papier enz. is het mogelijk een gescheiden inzameling te organiseren en dit wordt dan ook in een aantal gevallen uitgevoerd. Het is echter ondoenlijk dit voor ieder denkbaar produkt of voor alle materialen te organiseren, onder andere door de hoge kosten en een gebrek aan materialenkennis bij de konsument. Een verdergaande gescheiden inzameling van het huishoudelijk afval kan in de toekomst een bijdrage gaan leveren aan het milieubehoud.

Bij het toekennen van een milieuvignet is echter de verwerking van het afval van belang, zoals die plaatsvindt op het moment waarop het produkt wordt beoordeeld door een uitvoerend orgaan voor de informatieverschaffing en voor zover te voorzien op het moment dat het wordt afgedankt. Indien een duidelijke tendens aanwezig is in de verwerking van een bepaalde soort afval, zoals de stijgende respons bij de inzameling van glas in de glasbak gedurende de laatste jaren, kan daarmee in de beoordeling rekening gehouden worden. Voor het overige kan een verdeling worden gemaakt naar de verwerkingswijzen en de aandelen die zij hebben in de totale afvalverwerking en de verwachte ontwikkelingen op dit gebied. In de huidige situatie zou dit neerkomen op een schatting dat $\pm 40\%$ van het afval gestort wordt, eveneens $\pm 40\%$ in verbrandingsovens terecht komt en dat $\pm 20\%$ door de VAM verwerkt wordt ($\pm 1\%$ gecomposteerd) (cijfers (1979) in: 10).

2.4 Bepaling van de emissies

Als basis voor de beoordeling van produkten, wordt gebruik gemaakt van toerekening van de emissies van processen aan een produkt. In paragraaf 2.4.1 komt de wijze waarop een proces wordt voorgesteld voor de toerekening aan de orde. In paragraaf 2.4.2 wordt behandeld op welke wijze een proces gekozen wordt als er meerdere mogelijkheden zijn en op welke wijze de toerekening wordt uitgevoerd. Als deze keuzen vastgelegd zijn, is het mogelijk de toerekening van emissies voor alle produkten op gelijke wijze uit te voeren.



Figuur 2.8 Voorstellingswijzen voor een proces

2.4.1 Voorstelling van het proces ten behoeve van de beoordeling

Bij de toerekening van emissies kan een proces in grote lijnen op drie verschillende wijzen voorgesteld worden. Figuur 2.8 geeft een beeld van de drie mogelijkheden. De eerste mogelijkheid is om ieder deelproces tussen het begin en het einde van een behandeling als een apart proces te beschouwen, zoals hier is weergegeven voor het opbrengen van een dubbele deklaag van zink op een voorwerp. In deze voorstellingswijze wordt van elk deelproces nagegaan welke emissies vrijkomen en kan dus een hoge nauwkeurigheid verwacht worden. Tevens is een dergelijke voorstellingswijze toepasbaar op ieder proces, kan de voorstelling aan het proces aangepast worden en zijn de resultaten goed controleerbaar.

Nadelen van deze voorstellingswijze zijn dat veel gegevens nodig zijn over het proces en dat het risico van inbreuk op bedrijfsgeheimen aanwezig is. Verder is de methode zeer bewerkelijk en niet altijd bruikbaar in het ontwerpstadium, doordat de keuze van het proces niet altijd vastgelegd is. Omdat de bewerkingen en deelprocessen nog niet allemaal gekozen zijn, kunnen de emissies bij het proces eveneens niet allemaal eenduidig vastgelegd worden.

De tweede voorstellingswijze van het proces in figuur 2.8, geeft een enigszins gecomprimeerd beeld van het proces. In deze voorstelling wordt het proces beoordeeld tot aan het eindresultaat en het totaal van de emissies in de deelprocessen. Het is daarbij noodzakelijk dat een nauwkeurige omschrijving van het resultaat van het proces wordt gegeven, in dit geval bijvoorbeeld: stalen onderdeel, verzinkt met twee lagen. Bij het verzamelen van de gegevens moet van een gedetailleerde voorstelling uitgegaan worden. In feite worden dezelfde gegevens gebruikt als bij de gedetailleerde voorstellingswijze, maar zij worden op een andere wijze gepresenteerd. Daardoor ontstaan enkele specifieke voor- en nadelen.

De voordelen van deze voorstellingswijze zijn dat het een vrij eenvoudige voorstelling is en dat de gegevens goed hanteerbaar zijn. De gegevens zijn vaak uit de open literatuur te verkrijgen, goed bruikbaar in het ontwerpstadium en kunnen door de overheid of een onderzoeksinstituut onderhouden en gecontroleerd worden. Nadelen van deze voorstellingswijze zijn, dat de gegevens enigszins onnauwkeurig zijn (niet aan speciale processen aan te passen). Voor deze presentatie is nogal wat voorbereiding nodig en de gegevens zijn niet helemaal up-to-date.

Deze voorstellingswijze, en in iets mindere mate de eerstgenoemde, komt in sanmerking voor het bepalen van referentieprocessen. Met een dergelijk proces kan, tenzij een afwijking van dit proces verwacht mag worden, een goede maat gegeven worden.

De derde voorstellingswijze geeft een beeld van het proces dat gebaseerd is op gemiddelden. Het kan daarbij gaan om een gemiddelde voor een bepaald soort processen, bijvoorbeeld oppervlaktebehandelingen, waarvan dan het aandeel van een bepaalde soort bewerkingen bepaald wordt. Als het verzinken van stalen onderdelen van alle oppervlaktebehandelingen 15% uitmaakt, dan wordt aan deze behandeling 15% van alle emissies toegeschreven. Voor het aandeel van een produkt zou dan het totale volume aan verzinkt materiaal bekend moeten zijn. De berekening van de emissiewaarde voor het produkt is dan eenvoudig.

Voorstellingswijze \ Proces	grondstoffen- winning	vervaardiging halfabrikaten	onderdelen- fabrikage	oppervlakte- behandeling	verpakking	transport	gebruik	afdanke
gedetailleerd	3	2	2	2	1	2	1	3 of 1*
gecomprimeerd	2	1	1	1	2	3	2	2
gemiddelde	1	3	3	3	3	1	3	1

Verklaring

1: meest geschikt

2: geschikt, maar niet optimaal

3: minst geschikt

*: bij speciale (schadelijke) stoffen gedetailleerde voorstelling

Tabel 2.1 Geschiktheid van de voorstellingswijzen

Als voordelen van deze voorstellingswijze zijn aan te merken, dat de gegevens in de open literatuur te vinden zijn, dat de voorstelling eenvoudig is en dat de voorstellingswijze bruikbaar is in het ontwerpstadium. De nadelen zijn dat de methode onnauwkeurig is, dat aanpassingen aan speciale produkten of processen niet mogelijk zijn, dat de voorstelling niet up-to-date is en dat een onderscheid in relatief gunstige en ongunstige processen vrijwel niet te maken is. Het beeld van een proces of produkt wordt daarbij beïnvloed door factoren die niet noodzakelijk een causaal verband met de emissies hebben, zoals de kostprijs of het gewicht van produkten.

Uit deze beschrijving van de mogelijke voorstellingen van een proces blijkt dat ieder zijn voor- en zijn nadelen heeft. Aangezien ook de mogelijkheden en de noodzaak voor de volledigheid van de beoordeling van produkten in de verschillende fasen in de levensloop van een produkt verschillen, is het zinvol deze tegen elkaar af te wegen. Een afweging van de voor- en nadelen van de beschrijvingswijzen van de emissies levert de rangvolgorde voor geschiktheid op die in tabel 2.1 weergegeven is. Deze rangschikking houdt geen absoluut oordeel in en dient als indicatie voor de beoordelingsmethoden die in dit projekt toegepast worden.

In dit overzicht is de wenselijkheid van de verschillende voorstellingswijzen verwerkt. Daarbij is uitgegaan van enkele eisen die in paragraaf 2.7.2 bij de samenvatting van dit hoofdstuk zijn geformuleerd. De voorstellingswijze met behulp van gemiddelden is het meest zinvol wanneer processen moeilijk te achterhalen zijn, zoals bij de grondstoffenwinning en de afvalverwijdering, of als de vervuiling die ontstaat in homogene groepen van bronnen is in te delen, zoals bij het transport. Een gecompliceerde voorstelling van het proces is zinvol wanneer het een bewerkingsproces betreft, zoals de vervaardiging van de half-fabrikaten en de onderdelen en de oppervlaktebehandelingen. Dit zijn processen die meestal uit een aantal stappen bestaan die in een productieproces niet onafhankelijk van elkaar worden uitgevoerd. Het is dan niet nodig alle stappen afzonderlijk te bestuderen, maar bij veranderingen in een deelproces moet dit wel gebeuren. Een gedetailleerde voorstelling van het proces is vooral bij het gebruik en de verpakking zinvol, omdat juist daarin verschillen tussen produkten die een rangorde mogelijk maken te vinden zijn. Bij de processen en bewerkingen die door een gecompliceerde voorstelling weergegeven kunnen worden is meestal de keuze van het oplossingsprincipe doorslaggevend voor de vervuiling die optreedt. De keuze tussen verzinken of cadmeren van een stalen onderdeel heeft meer gevolgen, door de emissies die mogelijk worden gemaakt, dan de verschillen die tussen de beschikbare uitvoeringswijzen kunnen optreden. Een mogelijkheid om de verschillen tussen deze bewerkingen weer te geven is de keuze van normprocessen. Hierna wordt ingegaan op de mogelijkheden om een waarde vast te stellen voor de emissies van een proces.

	werkelijk proces	referentieproces	"ideaal" proces	bedrijfstakgemiddelde	deskundigen-oordeel
positief	nauwkeurig, objectief, geschikt voor gedetailleerde voorstelling, verdere beoordeling en ontwerpwerk	objectief, geschikt voor gecomprimeerde voorstelling en ontwerpwerk, verkbaar in de computer, snel toepasbaar, redelijk nauwkeurig	redelijk nauwkeurig, geschikt voor gecomprimeerde voorstelling, geschikt voor verdere beoordeling, redelijk nauwkeurig	gegevens beschikbaar, snel toepasbaar, in computer te verwerken, beperkt geschikt voor verdere beoordeling, beperkt geschikt voor ontwerpwerk	geschikt voor gecomprimeerde en gedetailleerde voorstelling, redelijk geschikt voor verdere beoordeling, objectief en nauwkeurig te saken
negatief	watig geschikt voor gecomprimeerde voorstelling, moeilijk in de computer te verwerken, slecht geschikt voor gemiddelden, beschikbaarheid van gegevens twijfelachtig, arbeidsintensief	watig geschikt voor gedetailleerde voorstelling, slecht toepasbaar in voorstelling door gemiddelden	niet objectief, weinig geschikt voor gedetailleerde voorstelling en ontwerpwerk, beschikbaarheid van gegevens twijfelachtig	onnauwkeurig, gegevens verouderen snel, ongeschikt voor gedetailleerde of gecomprimeerde voorstelling.	wenig bruikbaar bij gemiddelden, watig geschikt voor ontwerpwerk, arbeidsintensief en niet in de computer verwerkbaar, arbeidsintensief

Opmerking: met verdere beoordeling wordt in dit verband de beoordeling voor consumenteninformatie (b.v. een vignet) bedoeld

Tabel 2.2 Overzicht van de voor- en nadelen van de mogelijke voorstellingswijzen voor een proces

2.4.2 Procedure van toerekening van emissies en materiaalgebruik

2.4.2.1 Het vaststellen van het gevolgde proces

Voor het toerekenen van emissies van een bewerking zijn een aantal werkwijzen mogelijk. De meest korrekte mogelijkheid is het volgen van het proces dat bij de vervaardiging van het produkt gebruikt wordt. Door beperkingen op het gebied van de beschikbaarheid van gegevens en de bewerkelijkheid van deze methode zal dit echter niet altijd mogelijk zijn. Wanneer het proces bekend is blijft het vinden van de juiste numerieke gegevens in veel gevallen een kwestie van schattingen en correcties daarop. De emissiewaarden zijn vaak alleen binnen een bandbreedte vast te stellen, waarbij variaties kunnen optreden door wisselingen in de randvoorwaarden.

Een wijze waarop problemen bij de beschikbaarheid van gegevens ondervangen kan worden is het kiezen van processen die representatief geacht kunnen worden (referentieprocessen) en de vergelijking op gegevens over deze processen te baseren. Deze methode is onder andere toegepast in: Resource and Environmental Profile Analysis of Nine Beverage Container Alternatives (11) en zal, waar mogelijk en noodzakelijk ook in dit project gehanteerd worden.

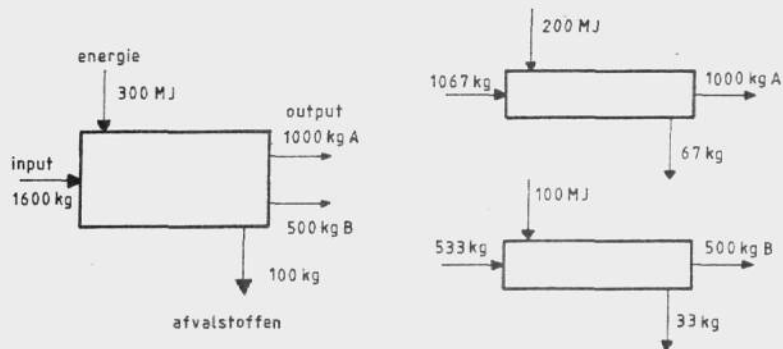
Bij de keuze van referentie processen kan ook rekening gehouden worden met de ongelukken en bedrijfsschade die bij normaal gebruik of te verwachten oneigenlijk gebruik optreden.

Met behulp van referentieprocessen is tevens een maat te geven als voor het vervaardigen van een produkt een uitbreiding van de bestaande productiecapaciteit noodzakelijk is. In een dergelijke situatie, meestal zal dit een oververpituatie zijn, kunnen de gegevens van een referentieproces gebruikt worden. Dit normproces kan dan b.v. het op milieutechnisch gebied meest geavanceerde, economisch haalbare proces zijn.

In dit laatste geval is sprake van de keuze van een proces, zoals dat idealiter uitgevoerd kan worden. Een mogelijkheid om een waarde voor de emissies bij een proces te vinden, is het bepalen van dit "ideale" proces en vervolgens voor een proces zoals dat bij het vervaardigen van een produkt plaatsvindt de kans op overschrijdingen van de emissiewaarden van het "ideale" proces vast te stellen. Met deze kans is tegelijk een beoordeling voor de wijze waarop een proces wordt uitgevoerd te geven. Het nadeel van deze methode is dat de wijze waarop een proces wordt uitgevoerd van bedrijf tot bedrijf kan verschillen, zonder dat dit altijd te achterhalen is.

Het is ook mogelijk van een proces dat bij benadering gemiddelde emissiewaarden oplevert uit te gaan en uit statistische gegevens de kans op afwijkingen van dit gemiddelde te bepalen. Het "ideale" proces krijgt daarbij niet de functie van een na te streven waarde, maar het dient dan als een norm voor het door een bedrijf gekozen proces.

Wanneer, om welke reden dan ook, niet te achterhalen is welk proces voor een produkt gebruikt is, kan door produktietechnici een mogelijk proces vastgesteld worden, waarmee een maat voor de emissies gegeven wordt. Dit vraagt een uitgebreide kennis van produktietechnieken en materialen en zal daardoor alleen door deskundigen op dit gebied uitgevoerd kunnen worden. Doordat de gegevens over productieprocessen niet altijd beschikbaar zullen



Figuur 2.9 Aandeel in de emissies per produkt bij meerdere eindprodukten

zijn, is het onvermijdelijk dat een dergelijke vaststelling van het produktieproces van tijd tot tijd zal moeten plaatsvinden.

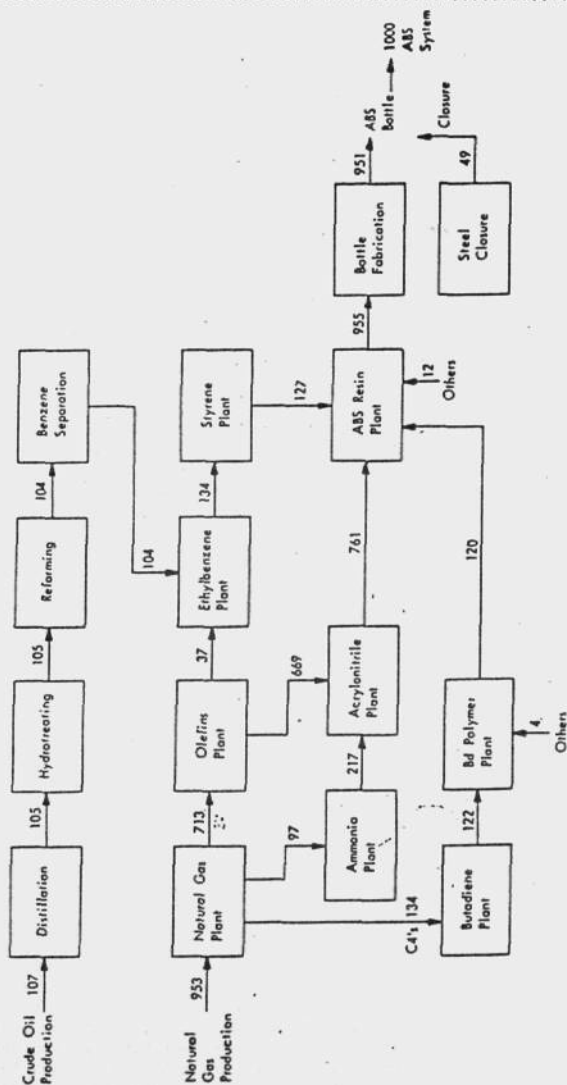
De mogelijke voorstellingswijzen zijn met hun voor- en nadelen weergegeven in tabel 2.2, die in de voorgaande paragraaf besproken is. Uit deze tabel blijkt dat de wijze waarop de emissies toegerekend worden aan de voorstelling van het proces, en dus aan het betreffende vervuilmingsmoment aangepast dient te worden. In dat geval kan voor het gebruik van het produkt en de toegepaste verpakkingsmaterialen, waarvan een gedetailleerde voorstelling goed mogelijk is, uitgegaan worden van de werkelijke processen en materialen. De vervuilmingsmomenten waarvoor een gecomprimeerde voorstelling goed mogelijk is, met name de bewerkingen van materiaal en produktdelen, komen in aanmerking voor toerekening op basis van referentieprocessen. Als een proces door gemiddelden wordt voorgesteld, zoals het transport of het verdwijnen van het produkt, is het mogelijk een proces te kiezen dat bij benadering een gemiddelde waarde voor de emissies oplevert. Op basis van statistische gegevens kan dan een uitspraak gedaan worden over de kans op afwijkingen en het voorkomen daarvan. Indien de beschikbare gegevens over een proces of produkt ontoereikend zijn, kan een beoordeling door deskundigen als hulpmiddel gebruikt worden. Aangezien dit het nadeel van een subjectieve beoordeling meebrengt, is deze methode van beoordeling vooral geschikt als aanvulling op de andere mogelijkheden.

2.4.2.2 Hulpmiddelen en berekeningswijze bij de toerekening

Bij de toerekening van emissies aan op zichzelfstaande processen kan gebruik gemaakt worden van de zogenaamde "black-box benadering" van het proces. In deze benadering wordt van een proces, zoals bijvoorbeeld het lakken van een produkt of het opschuimen van een kunststofschuim, vastgesteld welke stoffen het proces binnen gaan, welke stoffen eruit komen, en in welke hoeveelheden dit gebeurt. De gang van zaken in het proces zelf, zoals de droogmethode voor de lak of het chemische proces dat het opschuimen van de kunststof veroorzaakt, blijven daarbij buiten beschouwing. Een voorstelling van een eenvoudig proces volgens de black-box methode is onder meer te vinden in figuur 2.9.

Wanneer in een proces meerdere bruikbare stoffen vrijkomen, is het noodzakelijk de aandelen van de eindprodukten in de veroorzaakte verontreiniging te bepalen. In deze studie wordt voornamelijk een proportionele toerekening van de emissies aan de eindprodukten gebruikt, op de wijze die in figuur 2.9 is weergegeven.

Daarnaast wordt bij statistische gegevens een toerekening op basis van financieel-ekonomische gegevens gehanteerd voor aanvullende gegevens. De toerekening van emissies kan ook per proces op ekonomische grondslag plaatsvinden. Dit is vooral relevant voor processen waarin meerdere produkten met grote verschillen in marktwaarde vervaardigd worden. In die situatie is vaak het produkt met de hoogste opbrengst de reden om het proces uit te voeren. Aan dat produkt moet dan ook het grootste deel van de emissies toegerekend worden. Een grens om tot een toerekening op ekonomische gronden over te gaan zou getrokken kunnen worden bij een verhouding (prijs/volume) (1) : (prijs/volume) (2) die groter is dan 10 : 1. In dit projekt komt dit probleem niet verder aan de orde en wordt geen keuze gemaakt voor de grens waarbij de toerekening op ekonomische gronden moet gaan plaatsvinden.



Figuur 2.10 Stroomschema voor de fabricage van ABS-flessen

Overgenomen uit: MRI, Resource and Environmental Profile
Analysis of Nine Beverage Container Alternatives (154)

Indien afvalmateriaal ontstaat, zoals schroot bij de staalverwerking, worden de milieu-effecten van het schroot volledig aan het primaire produkt toegerekend. Bij hergebruik van het schrootmateriaal worden alleen de effecten nadat het schrootmateriaal van het fabrieksterrein is verwijderd aan het schroot toegerekend. In het algemeen omvat dit alleen het vervoer en het opwerken van het schrootmateriaal.

Een ander hulpmiddel bij het beoordelen van een produkt is het maken van een stroomschema voor de materiaalstromen tot aan het eindprodukt. Dit komt neer op het aan elkaar schakelen van een aantal black-boxes, in serie- en parallelschakeling om een overzicht te krijgen van de materiaalstromen gedurende de gehele produktiefase. De hoeveelheden die per blok als in-, door- en uitstroom aangegeven worden, moeten daarbij aan de aangegeven hoeveelheid eindprodukt aangepast zijn. In figuur 2.10 is een stroomschema voor de fabricage van 1000 eenheden ABS-flessen (overgenomen uit: 11).

2.4.2.3 Aansluiting van de beoordeling van milieu-effecten van een produkt op de bewerkingenstaat

Bij het seriematig vervaardigen van produkten in een werksituatie zoals dat in Nederland plaatsvindt, is de verdeling van taken over verschillende personen een van de kenmerken van de arbeidsorganisatie. Deze taakverdeling schept een behoefte aan coördinatie en leiding van de activiteiten vanuit een bestuursorgaan, de bedrijfsleiding. Deze sturing is noodzakelijk voor het verzorgen van een onderling afgestemde uitvoering van de deeltaken. Als hulpmiddel bij de sturende functie in het bedrijf wordt door de bedrijfsleiding gebruik gemaakt van instrumenten voor de produktieplanning, zoals de bewerkingenstaat van een produkt. In de bewerkingenstaat wordt aangegeven welke bewerkingen de onderdelen van een produkt ondergaan, de volgorde waarin dit gebeurt, op welke wijze de produktdelen gemonteerd worden, enz.

In de beoordeling van de milieu-effecten van een produkt of een produktontwerp kan de bewerkingenstaat een belangrijke rol spelen, doordat deze een systematisch overzicht geeft van alle bewerkingen die onderdelen van het produkt ondergaan. Deze informatie, samen met de informatie die in de werktekening vastligt over de afmetingen, materiaalsoorten, etc., vormt een basis waarop de produkten beoordeeld kunnen worden. Ter aanvulling zijn gegevens over de milieu-effecten van de processen en materialen voldoende voor de toerekening van de emissies en de beoordeling van het produkt.

Een tweetal kanttekeningen moet echter bij deze konstatering geplaatst worden. In de eerste plaats zullen gegevens over de bewerkingen, toleranties, enz., meestal onder het bedrijfsgeheim vallen. Daarnaast komt het nogal eens voor dat de gegevens over de milieu-effecten van processen niet beschikbaar zijn, doordat bedrijven niet van alle deelprocessen een boekhouding bijhouden wordt. Voor het toekennen van een waardering aan een produkt is de beperkte beschikbaarheid van deze gegevens zeker een belemmering. Bij het ontwerpen van een produkt worden de maten, toleranties, materialen, enz. van de onderdelen van een produkt vastgelegd en kan het dus ook voorkomen dat de gegevens over de processen enz. ontbreken. In dat geval is vaak een globale bepaling mogelijk en dit kan voldoende zijn om een indruk te krijgen van de eigenschappen van een ontwerp en een keuze uit de alternatieven mogelijk te maken.

2.5 2.5.1 De evaluatiemethode
De beoordeling

Voor de beoordeling van produkten, in onderlinge vergelijking of ten opzichte van een vast te stellen waarde, wordt een evaluatiemethode uitgewerkt. Bij de evaluatie zal een afweging van ongelijksortige factoren plaatsvinden. Deze afweging is een van de hoofdproblemen binnen dit projekt. In de beoordeling van emissies moet met eigenschappen zoals (acute) toxiciteit, persistentie, verspreidingskarakteristieken, drempelwaarden, synergie en vele andere rekening gehouden worden. De evaluatiemethode heeft ten doel de emissies naar deze eigenschappen te wegen en te beoordelen. Dit vereist een opzet van de methode waarin de emissie die de zwaarste last op het milieu legt, ook het meest geteld wordt. Op deze wijze moet voorkomen worden dat een in hoofdzaak milieuvriendelijk produkt door de aanwezigheid van een enkele schadelijke eigenschap een (te) ongunstige beoordeling krijgt.

2.5.1.1 Uitwerking van de methode

In de uitwerking van de evaluatiemethode zijn twee hoofdproblemen te onderscheiden, ten eerste de toerekening van milieuschade aan processen en produkten door middel van de emissies. Het tweede probleem betreft de aggregatie van de informatie die door de emissies van processen en produkten weergegeven wordt tot een voor de konsument of de ontwerper bruikbaar niveau. De toerekening van emissies is een probleem op (milieu)technisch gebied, de aggregatie is een evaluatie en waarderingsprobleem. Of de waardering met absolute of met relatieve criteria plaatsvindt, wordt in de evaluatiemethode vastgelegd.

Onder absolute criteria worden hier criteria verstaan waarvan de meting uitsluitend op een ratio of interschaal plaatsvindt, zonder dat daarbij een arbitraire waarde wordt gebruikt om het oordeel te bepalen. Voorbeelden hiervan zijn de vergelijking voor twee processen van de uitstoot van SO_2 , gemeten in tonnen, of de temperatuurstijging van oppervlaktewafer ten gevolge van de lozing van koelwater, gemeten in graden. Relatieve criteria zijn criteria die aan een min of meer arbitrair vastgestelde waarde zijn gebonden, bijvoorbeeld de indeling van de omvang van emissies in schadelijkheidskategorieën met behulp van grenswaarden.

2.5.1.2 Voorstellingswijze van de milieuschade t.b.v. de evaluatiemethode

Bij het bepalen van de criteria kan rekening gehouden worden met de totale hoeveelheid van een stof die in een proces vrijkomt. Tussen de totale hoeveelheid van een emissie die vrijkomt en de emissie per produkt kan voor stof of grootheid j volgende relatie gedefinieerd worden:

$$E_j = e_j \times n_j$$

waarin: E_j = totale emissie van stof of fysische grootheid j , per n produkten, ten gevolge van processen in de levensloop van het onderzochte produkt.
 e_j = emissie van stof of grootheid j per produkt.
 n_j = aantal geproduceerde eenheden produkt dat beoordeeld wordt, bijvoorbeeld de jaarlijkse produktie.

Om de schadelijkheid van een emissie in de betrekking op te nemen kan een faktor worden ingevoerd die een maat geeft voor de immissie in een, per emissie nader te definiëren, omgeving. In dit verband wordt onder het begrip omgeving het gebied verstaan waarin de immissie van een stof of fysische grootheid schadelijk kan zijn. Als voorbeeld kan de lozing van afvalstoffen in een rivier dienen. In dit geval hoeft alleen de eventuele schadelijkheid van de emissie onderzocht te worden in het deel van de rivier dat stroomafwaarts ligt ten opzichte van de bron van de lozing. Het is niet noodzakelijk in dit geval om naar de effecten stroomopwaarts of in de lucht te kijken en de omgeving kan dus gedefinieerd worden als het deel van de rivier dat stroomafwaarts ligt ten opzichte van de bron. Bij het onderzoeken van de schadelijkheid van een emissie kan echter ook een beperking gemaakt worden tot een deelgebied van het gebied waar schade op kan treden, in het voorbeeld zou bijvoorbeeld de omgeving beperkt kunnen worden tot de eerste tien kilometer van de rivier, gemeten vanaf de bron en met de stroom mee. Een dergelijke beperking kan noodzakelijk zijn omdat daarna het effect van andere bronnen overheersend wordt, of omdat het effect van de bron te klein wordt om nog gemeten te worden. Dit laatste zal zich bij luchtverontreiniging vaker voordoen dan bij waterverontreiniging.

Een formule waarin de immissie in een bepaald gebied wordt weergegeven kan als volgt luiden:

$$I_j = e_j \times n \times f,$$

waarin: I_j = immissie-intensiteit in het gebied, gedurende een tijdseenheid, voor stof of grootheid j , ten gevolge van de processen in de levensloop van het produkt.
 e_j = emissiecoëfficiënt van stof of grootheid j .
 n_j = aantal geproduceerde produkten per tijdseenheid.
 f = transmissiefaktor (= faktor die aangeeft welke fraktie van de emissie als immissie in het gebied terecht komt).

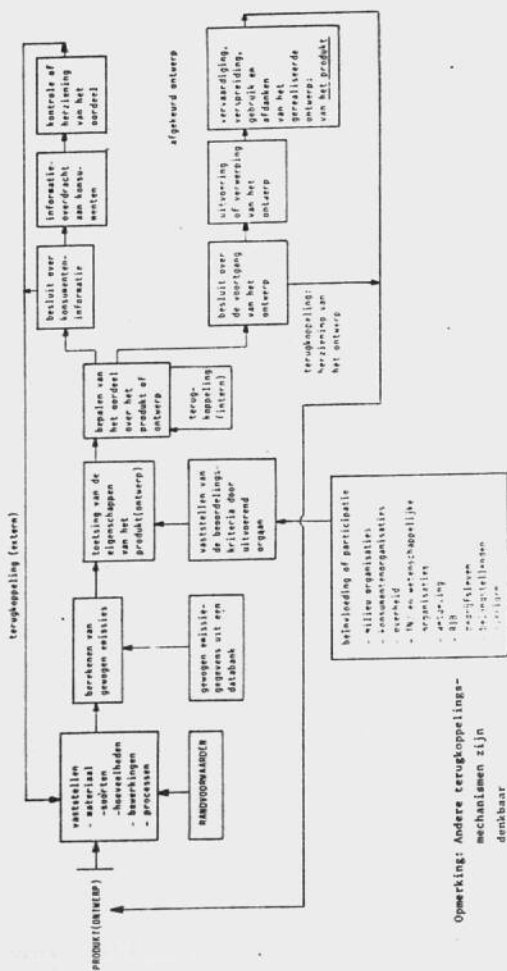
In de formule wordt de relatie tussen het aantal geproduceerde eenheden produkt en de emissie benaderd door een lineair verband. Hierin wordt afgezien van het gedrag van de emissie tijdens de verspreiding. Door reacties in de lucht kunnen de karakteristieken van emissie en immissie sterk verschillen. Uitspraken hierover vallen echter buiten dit onderzoek.

De transmissiefaktor kan onder meer worden beïnvloed door de meteorologische en geografische omstandigheden en het aantal bronnen per vierkante kilometer. De transmissiefaktor is afhankelijk van het proces en heeft geen algemene geldigheid.

Naast de formule waarin de immissie weergegeven is als functie van de emissie, is de schadelijkheid als functie van de immissie op te vatten. Voor de beoordeling van emissies is dit van belang omdat het oordeel op de milieuschade betrekking heeft. In formulevorm wordt dit:

$$S_j = g(I_j)$$

waarin: S_j = schade optredend ten gevolge van de immissie van stof of grootheid j in de omgeving.
 g = functie waarmee de relatie tussen de immissie en de schade wordt weergegeven.
 I_j = totale immissie van de stof of grootheid die in het ontvangen gebied aankomt.



Figuur 2.11 De beoordelingsprocedure

In de schadelijksfunctie van een emissie wordt uitgedrukt of sprake is van synergetische of cumulatieve effecten. Tevens komt het zelfreinigend vermogen van de natuur hierin tot uitdrukking. Wanneer een immissie door het zelfreinigend vermogen van de natuur opgevangen wordt, heeft de schadefunctie "nul" (geen schade) als uitkomst.

De criteria voor het bepalen van de waardering die produkten krijgen volgens de evaluatiemethode, zijn voornamelijk gebaseerd op de factoren e_i en n . De factor f en de functie $g(I_i)$ worden gebruikt om te bepalen of een emissie meetelt in de waardering en welk gewicht aan de emissie wordt gegeven. De directe rol van deze factoren bij de bepaling van de waardering van een produkt is minder groot.

2.5.2 De beoordeling van de produkten en produktontwerpen

2.5.2.1 Procedurebeschrijving

Aan de hand van figuur 2.11 wordt de procedure bij het beoordelen van een produkt of produktontwerp beschreven.

Wanneer de toerekening van de emissies is uitgevoerd, kan met de hulp van weegfactoren een totaalbeeld van de druk die een produkt op het milieu legt verkregen worden. Het toekennen van een oordeel aan het produkt of een ontwerp, dient plaats te vinden aan de hand van beoordelingscriteria. Deze beoordelingscriteria kunnen, evenals de weegfactoren voor de emissies, onafhankelijk van het produkt worden vastgesteld. Het vastleggen van de weegfactoren wordt in 2.5.2.2 besproken, het bepalen van de criteria voor de beoordeling in 2.5.2.3 en 2.5.2.4. Nadat de emissies aan de beoordelingscriteria zijn getoetst, wordt het oordeel over het produkt of het ontwerp bepaald en dit resulteert in het al dan niet toekennen van een vignet of het al dan niet uitvoeren of wijzigen van een ontwerp. Bij het toekennen van een vignet kan aan de producent of distributeur van een produkt de gelegenheid gegeven worden op de uitslag van de beoordeling te reageren, waardoor een terugkoppeling in de procedure wordt ingebouwd. Als een ontwerp beoordeeld wordt, door ontwerpstaf of bedrijfsleiding, ontbreekt de mogelijkheid van een terugkoppeling door derden meestal. Een uitzondering op dit gebied vormen stoffen die onder de aanmeldingsplicht van de Wet Milieugevaarlijke Stoffen vallen. De laatste stap in de procedure is de toekennung van een vignet aan het produkt of het uitvoeren van het ontwerp. Op deze laatste stap is ook een terugkoppeling mogelijk, een toegekend milieuvignet kan ingetrokken worden na verloop van tijd, of een produkt dat in eerste instantie geen vignet kreeg kan na wijziging van het produkt alsnog daarvoor in aanmerking komen. Ook voor een ontwerp zijn dergelijke mogelijkheden aanwezig, het ontwerp kan nog enige tijd in de kast worden gelegd of de produktie van het produkt kan na verloop van tijd gestaakt worden. Met deze terugkoppelingen na de uitvoering van het oorspronkelijke besluit is echter veel tijd gemoeid, zodat deze niet voor alle doeleinden geschikt is.

In dit project is ten behoeve van de voorbeeldfunctie op een aantal punten een keuze gemaakt die door praktische overwegingen is ingegeven. De gekozen oplossingen in de beoordelingsprocedure zijn gebruikt in de voorbeelden van de overdracht van informatie aan consumenten. Bij invoering in de praktijk kunnen aan de beoordelingsprocedure andere criteria toegevoegd worden. Een van de meest belangrijke keuzes in het beoordelingssysteem, namelijk de keuze van de weegfactoren wordt in de volgende paragraaf toegelicht.

2.5.2.2 Weegfactoren voor emissies

Een belangrijke verfijning die aangebracht kan worden in de methode om een "milieuprofiel" van een produkt te bepalen is het invoeren van weegfactoren voor de schadelijkheid van soorten emissies. Hoewel door het vaststellen van deze weegfactoren een arbitrair element ingebracht wordt in de beoordeling, kan de beoordeling met het gebruik van weegfactoren op een meer korrekte basis uitgevoerd worden. Weliswaar zal in de weegfactoren altijd terug te vinden zijn wat in de ogen van degene(n) die de faktor bepaald heeft of hebben belangrijk is, maar het oordeel over een soort emissie dat in de faktor verwerkt is kan worden gekontrolleerd en vergeleken met andere emissies. Daardoor krijgt het oordeel een grotere waarde dan wanneer alle emissies als even ernstig worden beschouwd.

Het arbitraire element dat bij het vaststellen van de criteria aanwezig is, zal zonder twiifel aan kritiek onderhevig zijn, hoe zorgvuldig de beslissingen op dit gebied ook genomen worden. Om de gevoeligheid voor kritiek te verminderen, is het nodig de besluitvorming op een geformaliseerde wijze te laten plaatsvinden, rekeninghoudend met de invalshoeken van waaruit het probleem benaderd kan worden. Daarbij kan gebruik gemaakt worden, evenals bij het beoordelen van produkten voor het milieuvignet, van de kennis die aanwezig is bij instellingen voor wetenschappelijk onderzoek, het bedrijfsleven en aktiegroepen, maar ook van kennis uit verschillende disciplines, zoals toxicologie, biologie en proceschemie. Een van de belangrijkste hulpmiddelen hierbij is het vaststellen van de weegfactoren in een groepsproces en niet door één individu of instelling. Per weegfaktor zal het vaststellen een eenmalige aktiviteit kunnen zijn, tenzij nieuwe kennis over een stof de mening over de schadelijkheid ervan verandert.

De keuze voor weegfactoren voor de emissies is in dit projekt op grond van praktische overwegingen gemaakt. Een stelsel van emissienormen, wanneer dit voor de Nederlandse omstandigheden beschikbaar was geweest, had in dit projekt voor weegfactoren kunnen zorgen. Nederlandse emissienormen zijn echter slechts voor een beperkt aantal stoffen beschikbaar, zodat dit niet mogelijk is. Normen die wel voor een groot aantal stoffen beschikbaar zijn, zijn de veiligheidsnormen die voor inname van de stoffen gelden. De normen hangen vaak samen met LD50-waarden en andere, uit experimenteel onderzoek afgeleide waarden, voor de stof. De meest uitgebreide van deze stof-lijsten hebben betrekking op effecten bij de mens. De normstelsels waarmee in dit projekt gewerkt wordt zijn de MAC-waarden (Maximaal Aanvaarde Concentratie) en de EEC-drinkwaternormen. In deze normen wordt (naar de stand van de kennis) rekening gehouden met zowel acute als cumulatieve effecten in de mens. Bij de keuze is van belang geweest dat in deze stelsels veel stoffen voorkomen die in fabrikage- en gebruiksprocessen vrij kunnen komen en dat in deze stelsels de waarden als concentraties worden opgegeven. Van deze laatste eigenschap is in de wegingsmethode gebruik gemaakt.

Het bezwaar van deze keuze is dat de normen betrekking hebben op schade bij de mens en dat de relatie tussen emissie en milieuschade hieraan niet noodzakelijkerwijs gelijk is. Het vastleggen van de juiste relatie tussen emissie en milieuschade vraagt echter, zo dit al op eenduidige wijze mogelijk is, zeer veel aanvullend onderzoek. Aangezien in dit projekt met de beschikbare kennis gewerkt moest worden, is de keuze uit praktische over-

wegingen op MAC-waarden en EEG-drinkwaternormen gevallen. Andere normen op dit gebied zijn via verschillende weeg- of omrekeningsfactoren aan dezelfde bronnen gebonden, namelijk de LD50 en andere in empirisch onderzoek gevonden waarden. Op grond van nader onderzoek zullen in de weegfactoren vanzelfsprekend verbeteringen aangebracht kunnen worden.

2.5.2.3 Het vaststellen van de beoordelingskriteria

De criteria voor de beoordeling van een produkt kunnen op dezelfde wijze vastgesteld worden als de weegfactoren voor de emissies. Een verschil is echter dat de beoordelingskriteria zowel van het produkt als de schadelijkheid van de stof en het tijdstip waarop de beoordeling plaatsvindt, afhankelijk zijn. De criteria voor de beoordeling zullen daardoor meer aan wijzigingen onderhevig zijn dan de weegfactoren.

De beoordelingskriteria voor beslissingen in het ontwerpstadium zijn niet altijd met dezelfde objektiverende maatregelen te onderbouwen als de criteria voor de toekenning van een milieuetiket. De oorzaak hiervan ligt in het kleinere aantal direkt betrokkenen, de geringere neiging tot het geven van opening van zaken in het ontwerpstadium en de noodzaak een beslissing te nemen in een keuzevraagstuk.

De toetsing van een ontwerp vindt meestal plaats door de ontwerper of de opdrachtgever, waarbij naast milieu-effecten ook andere aspecten, zoals de kostprijs, een rol spelen. De toetsing van de emissies aan de criteria met het oog op het toekennen van een vignet kan door een keuringsinstituut uitgevoerd worden. Daarna kan het oordeel over een produkt eenvoudig vastgesteld worden door een daartoe aangewezen instelling.

2.5.2.4 Gebieden voor beoordelingskriteria

In figuur 2.12 is een check-list weergegeven, zoals deze in het blad Absatzwirtschaft verscheen in een artikel over het Westduitse produktinformatiesysteem (12). Een aantal gebieden waarop criteria mogelijk zijn, naast de gewogen emissies waarvoor het produkt verantwoordelijk is, worden hieronder genoemd. In deze gebieden zijn ook overlappingsen te vinden met de gebieden waarop weegfactoren voor de emissies vastgesteld kunnen worden.

In aanmerking voor absoluut meetbare criteria komen de volgende gebieden:

- de (biologische) afbreekbaarheid van de stof, gekenmerkt door de halfwaarde-tijd
- het gebruik van milieugevaarlijke stoffen in een produkt
- geluidemissies tijdens vervaardiging of gebruik
- de totale hoeveelheid geëmitteerde stof per jaar
- het energieverbruik van een produkt en de daarin verwerkte materialen
- het al dan niet verwerken van recyclingmateriaal in het produkt.

Checkliste: Ist Ihr Produkt umweltfreundlich?

Prüfen Sie es unter folgenden Gesichtspunkten:

1. *Materialeinsatz*: Werden zur Herstellung nicht regenerierbare Rohstoffe eingesetzt, an denen evtl. Raubbau getrieben wird?

2. *Energieeinsatz*: Werden zur Herstellung große Mengen Energie verbraucht, vielleicht sogar in Arten, die besonders schwer zu beschaffen sind?

3. *Verwendungsfolgen*: Sind Verbrauch, Gebrauch oder Pflege beim Verwender

- mit hohem Energieverbrauch verbunden?

- mit Lärm-, Geruchs-, Gesundheitsbelastung verbunden?

- mit Luft-, Wasser-, Bodenbelastung verbunden?

- mit Belastung der öffentlichen Entsorgungssysteme (Müllabfuhr, Abwasserkanal) verbunden?

- gilt etwas davon auch für die erforderlichen Betriebsmittel?

4. *Vernichtung beim Abnehmer*:

- Ist das Produkt leicht in den biologischen Naturkreislauf zurückzuführen?

- Ist das Produkt leicht in den technischen Rohstoffkreislauf (Recycling) oder Energiekreislauf (Wärme aus Müll) zu integrieren?

- Lassen sich Materialien und/oder Komponenten leicht der Wiederverwendung zuführen?

- Ist das Produkt so langlebig, daß es die Abfallwirtschaft nur minimal belastet?

Denken Sie beim Umweltcheck nicht nur an das Produkt als solches, sondern auch an Vormaterial, Teile, Komponenten und Verpackungen, die von Ihnen zugekauft werden.

Vorsicht: Oft sind es nur für die Funktion des Produktes geringfügige Beimischungen, die den Umweltschutz provozieren!

Gibt es auf dem Markt alternative Produkte oder Problemlösungen, die Umweltvorteile haben?

Berücksichtigen Sie, daß Umwelteinwände gegen Ihr Produkt nicht nur von Kunden (Absatzmittlern, Verwendern), sondern von privaten Umweltorganisationen (Verbandsklage!) oder staatlichen Instanzen kommen.

Figur 2.12 Check-list voor produkten uit Absatzwirtschaft (12)

Op de volgende gebieden zijn relatief meetbare criteria te formuleren:

- het aandeel van de emissie (in kg/jaar) van een stof ten gevolge van een produkt, in de totale emissie van die stof in een jaar (in Nederland, bijvoorbeeld)
- de relatieve schadelijkheid van de emissie die een produkt veroorzaakt door persistentie, zelfreinigend vermogen van de natuur en andere eigenschappen die niet in MAC-waarden zijn opgenomen
- de schadelijkheid van de toename van een emissie door overschrijding van drempelwaarden, het zelfreinigend vermogen van de natuur, enz. (marginale effecten van een emissietoename)
- het oordeel over een produkt sterk laten beïnvloeden door "het meest schadelijke aspect" van een produkt
- de schaarste van de gebruikte materialen
- aantoonbare resultaten (boven een minimaal niveau) van druk die op toeleveranciers wordt uitgeoefend in de vorm van veranderde produkten (in de vorm van een lager gehalte aan schadelijke stoffen e.d.)
- de inrichting van het produktieproces, binnen het bedrijf van de producent van het eindprodukt
- de transmissiefactor van de emissie.

2.5.2.5 Terugkoppeling op toerekeningen en beoordelingen

Het inschatten van waarden voor emissies, zowel in een ontwerpituatie als bij de beoordeling van een concreet produkt, zal wanneer onvoldoende informatie aanwezig is over de processen, een oplossing moeten leveren. In deze situatie kan gebruik gemaakt worden van referentieprocessen en de veroorzaakte emissies daarbij. Dat het mogelijk is dat hierbij fouten worden gemaakt en dat de randvoorwaarden voor de beslissingen zich in de loop van de tijd wijzigen, zal duidelijk zijn. Een mogelijkheid om dit bij de beoordeling van produkten gedeeltelijk op te vangen, is het verschaffen van een beroepsmogelijkheid voor de producent tegen de (te) nadelige beslissingen. Op deze wijze is een terugkoppeling op de toerekening in het informatiesysteem in te bouwen.

Vanwege de onvermijdelijke veranderingen in de stand der techniek en de kennis over de milieu-effecten van een produkt is het van belang in de toekenningsprocedure voor milieu-etikettering een terugkoppeling in te bouwen, die naast de interne controles op fouten functioneert. Een goede mogelijkheid biedt een hernieuwde beoordeling na verloop van een periode. Het etiket wordt dan voor een beperkte tijd afgegeven en na verloop van tijd valt relatief eenvoudig te bepalen of het etiket gewijzigd moet worden ten gevolge van veranderde normen. Het inbouwen van deze dynamiek in het beoordelingssysteem is tevens noodzakelijk om met het informatiesysteem een reële bijdrage te kunnen leveren aan de verbetering van het milieu. Wanneer deze dynamiek zou ontbreken, bevat het systeem geen prikkel tot verbetering van bestaande produkten en mist het zijn doel.

Voor een ontwerper is een dergelijke terugkoppelingsmogelijkheid in het algemeen niet aanwezig: op grond van de beschikbare gegevens en binnen de beschikbare tijd dient een beslissing genomen te worden. Als deze beslissing zo uitvalt, eventueel na een aantal tussenstappen, dat tot productie wordt overgegaan, dan worden de matrijzen vervaardigd, het machinepark aangepast, enz. Daarna zijn de veranderingen aan het produkt in fysieke zin alleen nog mogelijk door de bewerkingen of machines te veranderen.

Een dergelijke stap is vaak kostbaar, vergt veel inspanning en stuit derhalve op weerstanden. Hier geldt dan ook, zoals altijd, dat voorkomen beter is dan genezen.

Het kan echter ook na de beoordeling van een ontwerp en de uitvoering van het ontwerp voorkomen dat de normen waaraan het produkt of het productieproces moeten voldoen veranderd worden. Wanneer het produkt niet aan de nieuwe eisen blijkt te voldoen, zijn wijzigingen noodzakelijk om de positie ten opzichte van concurrerende produkten te handhaven. Dit kan door het ontwerp op milieu-effecten te beoordelen niet vermeden worden, maar wel eenvoudiger en minder waarschijnlijk gemaakt worden.

De terugkoppeling op de beoordeling van de milieu-effecten van een produkt zal voor een produkt gedeeltelijk en voor een ontwerp vrijwel geheel bestaan uit controles op uitgevoerde berekeningen en toetsingen. Voor een produktbeoordeling kan daarnaast nog een deel van de terugkoppeling geïnstitutionaliseerd worden door producent of distributeur en eventueel anderen gelegenheid te bieden op de beoordeling te reageren. In een aantal gevallen zal dit zelfs tot voor het milieu gunstige veranderingen in het produkt kunnen leiden. Als terugkoppeling op veranderende normen en criteria bij het toekennen van etikettering voor milieu-effecten is een hernieuwde beoordeling na verloop van tijd geschikt.

2.6
Het onder-
zoek

2.6.1 Beschrijving zwaartepunten van het onderzoek

Voor een afbakening van de onderwerpen van het project wordt aangegeven op welke delen van deze relaties het onderzoek zich zal richten. De tweedeling naar konsument en ontwerper komt daarbij weer naar voren.

2.6.1.1 Konsumenten

Informatie, gericht op konsumenten, zal invloed kunnen uitoefenen op het aantal verkochte produkten van een produktsoort. Door het aantal produkten van een produktsoort dat met een bepaald proces door een fabrikant vervaardigd wordt te verminderen, zal automatisch ook de totale hoeveelheid die van een stof geëmitteerd wordt verminderen, uitgaande van gelijkblijvende emissiecoëfficiënten voor het produkt van fabriek X. In de formule voor de emissie blijkt dit door een afname van e , x n, doordat n afneemt. Deze vermindering kan veroorzaakt worden door een afnemende vraag naar de produktsoort of door aankoopverschuivingen naar produkten met lagere emissiecoëfficiënten. Het effect op immissies en op de uiteindelijke milieuschade komt tot stand door deze afname van de emissie, zoals blijkt bij de invulling van de formules.

2.6.1.2 Ontwerpers

Bij het ontwikkelen van minder vervuilende produkten kan de ontwerper invloed uitoefenen op de emissiecoëfficiënt e , de faktor f en in geringere mate op het aantal verkochte produkten n . De emissiecoëfficiënt kan door materiaal- en bewerkingskeuzen beïnvloed worden, maar ook door konstruktiewijzen (b.v. snapverbindingen in plaats van lasverbindingen). De faktor f kan beïnvloed worden door technologische maatregelen als zuiveringen van emissies, door proces- en materiaalkeuzen. Andere produktgebonden factoren die van belang zijn, zoals de ruimtelijke vormgeving van het produkt, de werking ervan en het inbouwen van mogelijkheden

voor reparatie en recycling, kunnen het milieu-effect van het produkt medebepalen. Dit zijn instrumenten die de ontwerper ter beschikking staan bij het ontwikkelen van een nieuw produkt. In een praktijksituatie zal echter een aantal keuzen door externe omstandigheden bepaald worden, zodat een ontwerp nooit in alle opzichten volmaakt is.

Het aantal verkochte produkten is een faktor die slechts ten dele door de ontwerper te beïnvloeden is, voornamelijk door de levensduur van een produkt te verlengen of te verkorten. De belangrijkste beïnvloedingsmogelijkheid is daarbij de konstruktiewijze. Het gedrag van konsumenten is echter doorslaggevend. De ontwerper kan alleen zijn produkt aan de konsument aanbevelen (of dit door anderen laten doen) en door het ontwerp invloed uitoefenen. De aankoopbeslissing van de konsument en het gedrag van de konsument in de gebruiksfase kan de ontwerper alleen voorschrijven, maar niet vastleggen.

Op de verspreidingsgraad kan door marketingactiviteiten invloed uitgeoefend worden, maar de konsument is min of meer vrij in de aanschaf van goederen. Uit het aanbod van produkten op de markt kan, voor zover het budget dat toelaat, een keuze gemaakt worden. Milieurelevante produktinformatie kan op dit gebied een bijdrage leveren, als ondersteuning van het marketingbeleid van een onderneming, of als hulpmiddel bij de keuzebepaling van de konsument. Produktinformatie kan daarnaast een rol spelen bij het ontwikkelen en verscherpen van normen en wettelijke regelingen, waaraan produkten moeten gaan voldoen. In die situatie kan er een taakstellende werking uitgaan van de eisen die gesteld worden om een bepaalde kwalifikatie te krijgen.

2.7 2.7.1
 Samenvatting
 en programma
 van eisen

Samenvatting

In dit hoofdstuk is een aantal randvoorwaarden aangegeven die het kader bepalen waarbinnen de beoordelingsmethode uitgewerkt moet worden. De voornaamste beperkingen zijn vastgelegd in een globaal programma van eisen. Dit diende niet in de eerste plaats voor expliciete toetsing van (deel)oplossingen, maar om de richting waarin de methode uitgewerkt werd vast te leggen. Een impliciete toetsing van de methode zoals die in het volgende hoofdstuk is beschreven, heeft wel plaatsgevonden.

Belangrijke voorwaarden waaraan de methode moet voldoen, zijn toerekening van emissies op proportionele basis naar het aandeel van een produkt in het produktieproces, het aansluiten op het Westduitse Umweltzeichen-informatiesysteem (zie ook Bijlage 2) en bruikbaarheid van de methode in het ontwerp stadium. Daarnaast worden aan de beoordelingsmethode nog een aantal eisen gesteld op het punt van de uitwerking zoals het geven van het zwaarste gewicht aan de emissies die de zwaarste druk op het milieu legt.

De uitwerking van de methode heeft ook een aantal konsekventies voor de wijze waarop de processen beschreven dienen te worden. Gesteld kan worden dat processen die specifiek zijn voor een produkt, zoals de vervaardiging en het gebruik, door een gedetailleerde voorstelling beschreven moeten worden. Processen die aan het produkt gebonden zijn, maar geen speciale kenmerken voor het te beoordelen produkt hebben, zoals het gieten van een produkt waarvan alleen de vorm nieuw is, kunnen met een gecompri-meerde voorstelling weergegeven worden. Een voorstelling die gebaseerd is op gemiddelden komt in aanmerking bij processen als transport en afvalverwijdering, omdat hier de specifieke processen vaak niet te achterhalen zijn.

Het laatste belangrijke punt waarop in dit hoofdstuk wordt ingegaan is de procedure bij het vaststellen van het proces waarvan gegevens gebruikt worden. Dit is van belang wanneer niet eenduidig vastgesteld kan worden met welke processen een produkt gemaakt is. De hierbij beschreven procedure is bedoeld als richtlijn en is in dit projekt toegepast voor zover dit nodig was. In een uitwerking van het systeem voor de praktijk moeten nog een aantal verfijningen aangebracht worden in deze procedure, maar ook in de overige beoordelingsprocedures.

2.7.2 Eisen die aan het systeem worden gesteld

In deze paragraaf wordt een opsomming gegeven van een aantal eisen waaraan het systeem voor de beoordeling van de milieu-effecten van produkten moet voldoen. Deze eisen hebben betrekking op:

- de opbouw en de invulling van het informatie- en beoordelings-systeem
- de invoering van het systeem voor milieurelevante produktinformatie voor konsument en ontwerper
- de toepassing van de toerekeningsmethodiek en de beoordelingswijze
- de mogelijkheid het systeem in elders toegepaste methodieken bij de beoordeling van milieu-effecten van produkten op te nemen.

De eisen worden gehanteerd als richtlijnen bij de uitwerking van het systeem, zonder dat bij iedere keuze een uitgebreide toetsing plaatsvindt.

- I. Eisen aan de opbouw en de invulling van het informatie- en beoordelingssysteem.
 1. Het systeem moet stapsgewijs opgebouwd en ingevuld kunnen worden.
 2. De beoordelingsmethode voor de informatie moet door aanvullingen voor alle produktgroepen bruikbaar te maken zijn.
 3. Het beoordelingssysteem moet bruikbaar zijn voor de beoordeling van produkten voor etikettering enerzijds en voor ontwerpers bij de keuze uit alternatieven anderzijds.
 4. In de beoordeling van produkten moeten de emissies die de zwaarste druk op het milieu leggen het meest tellen.
 5. De nauwkeurigheid van de toerekening van emissies dient af te hangen van:
 - de schadelijkheid van de emissie
 - de mogelijkheid de emissies te beïnvloeden
 - in ontwerpsituaties: het stadium waarin het ontwerp is uitgewerkt
 - de betrouwbaarheid en de nauwkeurigheid van de beschikbare gegevens.
- II. Eisen met betrekking tot de invoering van het systeem van milieurelevante produktinformatie.
 1. Het systeem moet produkt(groep) voor produkt(groep) ingevoerd kunnen worden.
 2. Het informatiesysteem moet aansluiting geven in de wijze van informatieverschaffing op in de ontwerppraktijk bekende activiteiten.

- III. Eisen met betrekking tot het toepassen van de toerekeningsmethodiek en de beoordelingswijze.
1. (Delen van) de methode moeten in een computer verwerkbaar zijn (met name berekeningen van emissiewaarden en de toetsing aan absolute criteria).
 2. Uit de beoordeling van een produkt moeten aanknopingspunten voor verbeteringen naar voren kunnen komen.
 3. Met behulp van de beoordelingsmethode moeten de meest schadelijke onderdelen van een produkt gelokaliseerd kunnen worden.
 4. In een ontwerpsituatie moet met het informatiesysteem in een beperkte tijd (b.v. 2 uur) een schatting van de milieu-effecten van een ontwerp gemaakt kunnen worden, zodat een keuze uit een aantal alternatieven mogelijk wordt.
 5. Het beoordelen van de verwachte milieu-effecten van een produktontwerp moet te zamen met het overige ontwerpwerk (schetsen, modelmaken, kostprijs berekenen, ...) uitgevoerd kunnen worden.
- IV. Eisen met betrekking tot de mogelijkheid de systematiek in elders toegepaste beoordelingsmethoden op te nemen.
1. Bij het overgaan van het Nederlandse konsumenteninformatiesysteem in een Europees informatiesysteem moet de opgeslagen informatie bruikbaar blijven.
 2. Het resultaat van de beoordeling van een produkt moet op soortgelijke wijze overgedragen kunnen worden als in het Westduitse systeem gebeurt.
 3. Het Nederlandse systeem dient aansluiting te geven op in andere landen toegepaste methodieken, met name op de Resource and Environmental Profile Analysis in de V.S. en het Oeko-profil in Zwitserland.

3.1 3.1.1
Informatie-
verwerking

Inleiding

De informatie die in Hoofdstuk 5 is gepresenteerd over productieprocessen, gebruiksprocessen en produktsystemen is alleen al op grond van de hoeveelheid gegevens moeilijk te beoordelen. Daarbij komt nog het probleem dat de gegevens voor verschillende emissiesoorten niet te vergelijken zijn. Een emissie naar water bijvoorbeeld is een wezenlijk andere zaak dan een emissie naar lucht door de verschillende eigenschappen van deze media. Om een zinvolle vergelijking mogelijk te maken en deze vergelijking eenvoudig te houden, is een aggregatiemethode voor de vergelijking van de emissies ontwikkeld. Deze methode wordt in de volgende paragraaf beschreven.

3.2 3.2.1
Uitwerking
van de aggregatiemethode

De aggregatie met MAC-waarden en drinkwaternormen

Het aggrereren van gegevens over emissies kan alleen zinvolle informatie opleveren als een weging naar de schadelijkheid van de emissie wordt uitgevoerd. Deze weging is noodzakelijk om de verschillen in schadelijkheid van de emissies aan te geven. Het grootste probleem bij deze weging is dat er geen bestaand stelsel weegfactoren is dat voor de emissies gebruikt kan worden. Voor bepaalde aspecten bestaan wel beoordelingsmogelijkheden, maar dit geldt niet voor alle aspecten. Voor de verspreiding van emissies door de atmosfeer bestaan weliswaar (computer-)modellen, maar deze zijn er niet voor iedere stof en hebben ook te kampen met kennislacunes op meteorologisch gebied. Daarnaast zijn deze modellen voornamelijk geschikt voor het bepalen van de verspreiding en laten zij het uiteindelijke effect van de emissie buiten beschouwing. Het effect van de stof als immissie is voor een groot aantal stoffen wel onderzocht, vooral voor toxische stoffen, en hierover valt dus in de meeste gevallen wel iets te zeggen.

Een belangrijk probleem is echter dat de combinatie van verspreidingsmodel en een bekend schadelijkheidsniveau van de stof nog niet aangeeft wat het effect van de stof op een ecosysteem is. Zelfs wanneer bekend is hoeveel van een stof op een bepaalde plaats terecht komt en welke schade de stof kan aanrichten, blijft het onbekend of de stof ook werkelijk terechtkomt in levende organismen en daar schade aanricht. Gezien de beperkingen die voor de beoordeling van de zuivere fysieke beoordeling van een emissie gelden, was het noodzakelijk een andere beoordelingswijze te ontwikkelen.

Als uitgangspunt voor de weging in de ontwikkelde methode zijn de MAC-waarden gekozen. Deze waarden, die de maximaal aanvaarde concentratie van de stof in de ademhalingslucht onder arbeidsomstandigheden weergeven, dienen als basis voor de schadelijkheidsbeoordeling van een emissie. De verspreiding van de stof na de emissie blijft hierdoor in de beoordeling buiten beschouwing, evenals het effect van de immissie. Deze beperking wordt hier met nadruk signaleerd, omdat het gevolg is dat uitsluitend wordt beoordeeld op de potentiële schadelijkheid van een emissie en niet het werkelijke effect als maatstaf dient. Door deze beper-

king worden effecten als verdunning en chemische reacties tijdens de verspreiding buiten beschouwing gelaten. Deze effecten zullen in veel gevallen tot een vermindering van de schadelijkheid leiden en dan wordt de emissie een grotere schadelijkheid toegekend dan op grond van de effecten gebeurd zou zijn. In andere gevallen echter zullen de effecten ernstiger zijn dan op grond van de emissie zelf verwacht mag worden, bijvoorbeeld bij fotochemische smogvorming. In dit geval wordt aan de emissie een te geringe schadelijkheid toegekend.

Deze tekortkomingen van de beoordeling met MAC-waarden worden hier gesignaleerd, maar kunnen zonder een volledig stelsel van emissienormen dat universeel gebruikt kan worden, niet vermeden worden. In een dergelijk stelsel zou niet alleen met de uiteindelijke schadelijkheid, maar ook met de verspreidingscoëfficiënten en dergelijke rekening gehouden moeten worden. Dit valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

Een andere beperking van de MAC-waarden is dat deze betrekking hebben op de schadelijkheid van de stof voor de mens. De schadelijkheid van een stof voor fauna en zeker voor de flora kan op een volledig andere wijze veroorzaakt worden. In dat geval zouden ook de toelaatbare concentraties aangepast dienen te worden. Op deze plaats wordt daarvan echter afgezien.

Hoewel de beoordeling van emissies met MAC-waarden de bovengenoemde beperkingen heeft, is het niet per definitie zinloos omdat de MAC-waarde wel een beeld van de schadelijkheid van de gemiddelde stof geeft. Met behulp van MAC-waarden is het dus mogelijk een oordeel over de schadelijkheid van de gehele emissie te geven.

Het laatste grote gebrek van de beoordeling van emissies met MAC-waarden is dat de waarden betrekking hebben op concentraties in de omgevingslucht en dus niet gelden voor emissies naar water. Als bronnen voor deze waarden zijn EEG-normen voor de drinkwatervoorziening gehanteerd. Deze normen geven, evenals de MAC-waarden, aan welke concentraties van een stof aanvaardbaar geacht worden voor de mens. In het volgende wordt de aggregatiemethode voor emissies naar lucht beschreven. De methode voor de aggregatie van emissies naar water wordt niet apart beschreven, deze verloopt echter volledig analoog aan de methode voor emissies naar lucht.

Naast de afzonderlijke beoordeling van de schadelijkheid van emissies in lucht en van emissies naar water kunnen deze nog geaggregeerd worden tot een enkel getal. Dit is mogelijk doordat tussen de drinkwaternormen en de MAC-waarden een vaste verhouding bestaat. De bezwaren die aan een dergelijke omrekening kleven en de voordelen die ermee samenhangen komen in een later stadium in deze paragraaf aan de orde.

Bij het beoordelen van emissies met de MAC-waarden zijn als basisgegevens een massastroom en een concentratiewaarde aanwezig. De massastroom geeft de hoeveelheid gemiddelde stof per eenheid prestatie van het beoordeelde proces aan, terwijl de MAC-waarde als concentratie gegeven is. De emissie wordt in het vervolg van de beschrijving van de beoordelingsmethode voor de eenvoud uitgedrukt als de emissie van een productieproces waarvan de prestatie wordt uitgedrukt in tonnen eindproduct. Voor andere processen, zoals vervoer of het distribueren van dranken, kan ook met een eenheid prestatie worden gewerkt, bijvoorbeeld ton kilometers of 1000 l afgeleverde drank. In principe maakt dit geen verschil,

maar voor de eenvoud worden hier de emissies per ton eindprodukt uitgedrukt.

Aan de hand van een voorbeeld zal hier de werking van de beoordelingsmethode toegelicht worden. De emissie bij een productieproces wordt uitgedrukt in hoeveelheden (gemeten in kg) per ton eindprodukt. De MAC-waarde wordt echter uitgedrukt als concentratie, als hoeveelheid (gemeten in mg) per kubieke meter. Het delen van deze twee waarden is niet mogelijk vanwege de dimensieverschillen. Om dit bezwaar op te heffen wordt de emissie geschreven als een produkt van twee factoren, waarvan de een dezelfde dimensie heeft als de MAC-waarde. Om deze dimensie te bereiken wordt de massa gedeeld door de hoeveelheid gas die per ton produkt geproduceerd wordt. De tweede faktor van het produkt is gelijk aan de stroom gas per ton produkt. De deling van de concentratie van de geëmitteerde stof door de MAC-waarde levert een dimensieloos getal op, dat aangeeft hoe schadelijk de emissie is in vergelijking tot de MAC-waarde. Het een en ander is in de onderstaande vergelijkingen geïllustreerd.

$$\begin{aligned} \text{Emissie/t} &: x \text{ kg} (= x \cdot 10^6 \text{ mg}) \\ \text{Gasstroom/t} &: z \text{ m}^3 \\ \text{MAC} &: y \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Emissie: } E = x \text{ kg/t} = \frac{x}{z} \text{ kg/m}^3 \cdot z \text{ m}^3/\text{t} \quad (1)$$

$$\text{Gewogen Emissie: } E_w = \frac{x/z \text{ kg/m}^3}{y \text{ mg/m}^3} \cdot z \text{ m}^3/\text{t} = \frac{x/z \cdot 10^6}{y} \cdot z \text{ m}^3/\text{t} \quad (2)$$

De gewogen emissie wordt dus uitgedrukt als gasstroom, met als grootte het aantal vervuilde kubieke meters lucht dat ontstaat bij verdunning van de emissie tot de schadelijkheidsgrens, uitgedrukt als MAC-waarde. De beide factoren hebben ook afzonderlijk een betekenis die voor de beoordeling van een proces van belang is. De eerste faktor, de verhouding tussen de concentratie van de schadelijke stof en de MAC-waarde, geeft aan in welke mate de stroom vervuuld is. Naarmate dit getal groter wordt, is de stroom sterker vervuuld. Wanneer de verhouding gelijk is aan 1 kan het gas nog juist zonder schadelijke gevolgen ingeademd worden. De tweede faktor geeft aan hoe groot de geëmitteerde stroom is en vertelt daardoor iets over de procesinrichting. Naarmate de geëmitteerde stroom kleiner is, bij gelijkblijvende concentratieverhoudingen, is het proces schoner. Een proces wordt natuurlijk niet schoner wanneer de stroom verminderd wordt ten koste van een hogere concentratie. In vergelijking (2) blijft in dat geval het produkt gelijk, doordat de hoeveelheid gas (z) boven en onder de deelstreep voorkomt en weggedeeld kan worden.

Tot dusver is alleen de emissie van één enkele stof besproken, maar het grote probleem bij het beoordelen van productieprocessen is dat vrijwel altijd meerdere, verschillende emissies ontstaan. Het optellen van deze emissies, al dan niet met weefactoren blijft altijd een hachelijke zaak, omdat het in wezen gelijk is aan het optellen van appels en peren, waarbij eventueel gesteld wordt dat x appels gelijk is aan y peren.

De uitdrukking in vergelijking (2) omzeilt dit probleem doordat hier bij somming geen sprake is van het optellen van verschillende stoffen, maar van gasstromen die zo vervuuld zijn dat zij nog juist geen schade aan de mens aanrichten.

De uitdrukking laat buiten beschouwing welk effect de stof heeft, of dit huidandoeningen, ademhalingsmoeilijkheden of wat dan ook zijn. Aangezien het om drempelwaarden gaat en de effecten nog niet optreden, is dit echter onbelangrijk. Het nog juist niet optreden van de effecten is voor alle verontreinigende stoffen gelijk in deze benadering. Het verschil in de schadelijkheid van de verschillende stoffen wordt daarbij tot uitdrukking gebracht door de hoogte van de drempelwaarde (MAC-waarde). De uitdrukking van een gesommeerde, gewogen emissie is gegeven in vergelijking (3).

$$\begin{aligned} \text{Gesommeerde, gewogen emissie: } E_{sw} &= \sum_{i=1}^n \frac{x_i/z}{y_i} \cdot z \text{ m}^3/\text{t} = \\ &= \left(\frac{x_1/z}{y_1} + \frac{x_2/z}{y_2} + \dots + \frac{x_n/z}{y_n} \right) \cdot z \text{ m}^3/\text{t} \end{aligned} \quad (3)$$

waarin x_i = emissiewaarde voor stof i (in kg/t)

y_i = MAC-waarde voor stof i (in mg/m³)

z = gasstroom (in m³/t)

$i = 1, 2, 3, \dots, n$: correspondeert met de stoffen die beoordeeld worden.

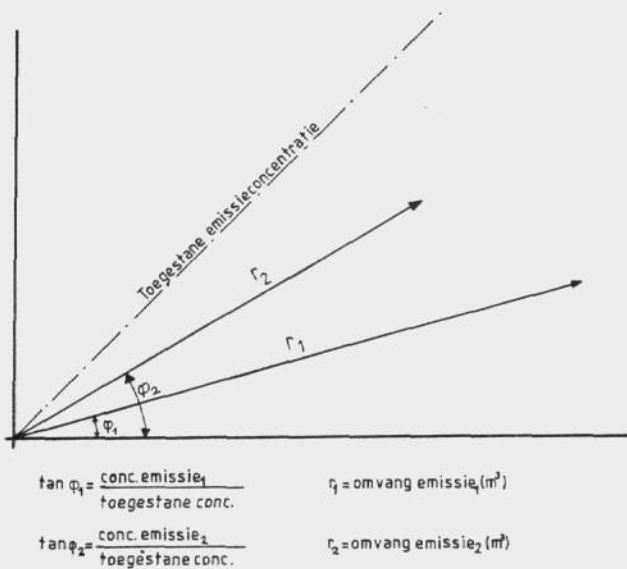
Met een andere schrijfwijze van uitdrukking (3) is het mogelijk de gemiddelde schadelijkheid van een groep emissies in de vergelijking te brengen, zie vergelijking (4).

$$E = \sum_{i=1}^n \frac{x_i/z}{y_i} \cdot z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i/z}{y_i} \cdot nz}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i/z}{y_i}}{n} = n E_{sw} \quad (\text{gem.}) \quad (4)$$

Dit laatste is ook te schrijven als:

$$E_{sw} = zn \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i/z}{y_i}}{n} \quad (5)$$

Uitdrukking (5) is te beschouwen als het produkt van een verhoudingsgetal $\sum_{i=1}^n \frac{x_i/z}{y_i/n}$ en een stroomgroottheid (de gasstroom nz). De gasstroom geeft hierin een beeld van de schaal waarop vervuiling veroorzaakt wordt. Het verhoudingsgetal geeft aan in welke mate de gasstroom vervuild is als gemiddelde van alle individuele verhoudingen. Naar gelang dit getal kleiner wordt zijn ook de individuele emissies meer verdund. Bij het beoordelen van twee processen waarvan de gewogen en gesommeerde emissies gelijk of nagenoeg gelijk zijn, kan dit van belang zijn. De mate van verdunding van de emissies, en dus de kans op acute schade in de directe omgeving van de bron wordt weergegeven door dit verhoudingsgetal en kan als aanvullend beoordelingskriterium gebruikt worden. Bij extreem hoge concentraties, waarbij zich acute vergiftigingsverschijnselen kunnen voordoen, is vanzelfsprekend een ingreep door de overheid nodig. Dit valt buiten het produktinformatiesysteem.



Figuur 3.1 Voorstelling van emissies bij weging met emissienormen

Door de verhouding tussen de factoren waaruit de vergelijking is opgebouwd, levert het berekenen van de gewogen emissies in veel gevallen onhandelbaar grote getallen op. Aangezien ook de eenheid "m³" tot verwarring kan leiden, omdat deze gelijk is aan een conventionele eenheid wordt hier een nieuwe rekeneenheid geïntroduceerd. De dimensie van deze eenheid is "kubieke meter maximaal (volgens MAC-waarde) vervuilde lucht". Voor water wordt een soortgelijke eenheid gedefinieerd.

- Voor gasvormige emissies wordt de "Eenheid Vervuilde Lucht" (EVL) gedefinieerd als 1.000 m³ "maximaal vervuilde lucht volgens MAC-waarde", berekend volgens de hiervoor beschreven berekeningsmethode.
- Voor emissies naar water wordt de "Eenheid Vervuilde Water" gedefinieerd als 1 m³ "maximaal vervuilde water volgens de EEG-drinkwaternorm", berekend volgens de hiervoor beschreven berekeningsmethode.

Het verschil in het aantal kubieke meters dat overeenkomt met de EVL respectievelijk de EVW vindt zijn oorzaak in de MAC- en normwaarden. Hierin wordt tot uitdrukking gebracht dat de mens per dag slechts enkele liters water (of andere vloeistof) drinkt, maar vele kubieke meters lucht inademt. De drinkwaternormen zijn dan ook uitgedrukt in mg/l, terwijl de MAC-waarden mg/m³ worden opgegeven. Voor de individuele stoffen kunnen daarnaast nog verschillen in schadelijkheid optreden wanneer zij in water of door de lucht het lichaam binnendringen. In de getalwaarden voor de normen wordt met deze verschillen rekening gehouden.

3.2.2 Emissienormen als uitgangspunt voor de aggregatie

In het begin van de vorige paragraaf werd gesteld dat voor het wegen van de emissies uitgegaan wordt van immissienormen, namelijk de MAC-waarden en de EEG-normen. De reden hiervoor werd al aangeduid, namelijk dat onvoldoende universele emissienormen beschikbaar zijn. Omdat het systeem van produktbeoordeling uitgaat van emissiewaarden volgen hier nog enige overwegingen die wellicht in een later stadium aanleiding kunnen zijn een stelsel van emissienormen met voldoende onderscheidend vermogen te ontwikkelen. Bij het gebruik van emissienormen (gegeven in maximale concentraties voor de emissie) blijft de voorgaande uiteenzetting voor de werking van de methode gelden.

Bij gebruik van emissienormen kunnen de verhoudingsgetallen opgevat worden als een uitdrukking van de mate waarin de maximaal toelaatbare waarde voor een emissie benaderd wordt. Dit houdt in dat als de verhouding groter is dan 1, de norm wordt overschreden. In een figuur is dit weer te geven als een vector (de gasstroom) die onder een hoek met de x-as staat, zie figuur 3.1). De tangens van deze hoek wordt gegeven door de verhouding tussen de werkelijke en de maximaal toelaatbare concentratie van de emissie. De lengte van de vector geeft aan hoe groot de emissie is. Als variabelen op de x-as en de y-as zijn aan te geven de toelaatbare emissie respectievelijk de werkelijke emissie. Wanneer de hoek tussen x-as en vector groter wordt dan 45° wordt de tangens en dus de verhouding tussen de werkelijke en de toegestane emissie groter dan 1. Daarmee wordt de normwaarde dus overschreden. Dit kan een hulpmiddel van betekenis zijn bij het saneren van te sterk vervuilende processen. Wanneer van een groot

aantal processen de gegevens bekend zijn kan bepaald worden welke bij het verscherpen van een norm boven die norm komen te liggen.

De volledige interpretatie van figuur 3.1 levert op: hoe langer de vector, des te groter is de gastroom en hoe groter de hoek met de x-as, des te vervuilerder is het proces.

Hoewel deze benadering door de presentatiemogelijkheid aantrekkelijke kanten heeft, is het ontbreken van universele normen voor emissies met daarin een vérgaande verfijning naar de schadelijkheid belangrijker. Normen die een algemene geldigheid hebben zijn vastgelegd in het kader van de Westduitse wet op de luchtverontreiniging, de TAluft, maar deze bieden (vooralsnog) geen duidelijke nuancering naar de schadelijkheid van verschillende stoffen. In de wet worden drie schadelijkheidsklassen onderscheiden (13), met voor elk een maximum concentratie, geldend boven een bepaalde materiaaluitstroom per uur. Dit levert slechts weinig onderscheid op tussen verschillende stoffen, veel minder in ieder geval dan de hier verkozen MAC-waarden. Een volledig stelsel van dergelijke waarden voor emissies zou zeker een belangrijke rol kunnen spelen bij het beoordelen van processen op het verorzaken van milieuschade. Op deze wijze kan het gedrag van de stoffen tijdens de verspreiding in beschouwing worden genomen. Het genoemde voordeel van de grafische voorstelling kan daarnaast de interpretatie van resultaten van een beoordeling aanzienlijk vereenvoudigen. Een dergelijke voorstelling is bij het gebruik van MAC-waarden voor de weging minder zinvol, omdat de verhouding tussen de emissieconcentratie en de MAC-waarde vaak groter zal zijn dan 1. Het is dan ook niet mogelijk om te stellen dat emissies die onder een grotere hoek dan 45° getekend worden, een norm overschrijden. In speciale omstandigheden kan deze voorstellingswijze echter wel zinvol zijn.

3.2.3 Het samenvoegen van emissies naar lucht en naar water

Het beoordelen van verscheidene processen kan de noodzaak met zich meebrengen de totale emissie van die processen, zowel naar lucht als naar water, in het oordeel te betrekken. In het algemeen zullen de waarden voor de emissies naar lucht en water niet tot een gelijke rangorde voor de processen leiden. Om toch een oordeel te krijgen over de verschillen in schadelijkheid is het vergelijkken van de emissies in niet-geaggregeerde toestand het beste, omdat dan beoordeeld kan worden bij welk proces een stof in de kleinste of de grootste hoeveelheid vrijkomt, ongeacht het medium waarin geloosd wordt. In veel gevallen zal dit echter niet mogelijk zijn, omdat de informatie uitsluitend in geaggregeerde toestand beschikbaar is. In dat geval moet een keuze gemaakt worden uit drie mogelijkheden. De eerste mogelijkheid is het geven van een waardeoordeel over de combinatie van de twee waarden voor de gewogen emissies in verhouding tot andere produkten. De tweede mogelijkheid is het geven van de gewogen emissiewaarden zonder meer en het oordeel overlaten aan de gebruiker van de informatie. Als laatste mogelijkheid kan met een omrekeningsfactor een indicatie gegeven worden van de verhouding tussen de schadelijkheid van een emissie in lucht en de schadelijkheid van diezelfde emissie in water.

In de eerstgenoemde mogelijkheid is sprake van een duidelijk subjectieve, afweging van de factoren. De tweede laat deze afweging over aan de gebruiker van de informatie. In laatstgenoemde

mogelijkheid worden de gegevens echter gemanipuleerd op een wijze die in methodologisch opzicht niet te verdedigen is. In de verwerking is een aantal subjectieve factoren verscholen waarvan niet te controleren is in hoeverre deze juist zijn. Bij een subjectieve afweging, zoals in de eerstgenoemde mogelijkheid, is deze controlemogelijkheid evenmin aanwezig, maar is wel duidelijk waar de subjectiviteit in de beoordeling zich bevindt.

Het is echter denkbaar dat in een bepaalde situatie een omrekening van emissies in water tot emissies in lucht nodig is om een beeld te krijgen van de verhouding tussen beide emissies van hun schadelijkheid. Dit zal echter met grote terughoudendheid moeten gebeuren en het is onjuist de omgerekende waarden te sommeren en dit getal als totaalwaarde voor de milieuverontreiniging te beschouwen.

Ondanks deze bezwaren is een omrekeningsmethode uitgewerkt, als voorbeeld voor de manier waarop de omrekening zou kunnen worden uitgevoerd.

Hier wordt voorgesteld dit op de volgende wijze te doen:

Verhouding water : lucht =

$$\frac{\sum_{j=1}^k EEG_j : MAC_j}{k}$$

waarin: EEG_j = EEG-normwaarde voor stof j (in mg/m^3)
 MAC_j = MAC-waarde voor stof j (in mg/m^3)
 k = aantal stoffen waarvoor zowel een MAC-waarde als een EEG-normwaarde geldt
 j = 1,, k. : corresponderen met de stoffen waarvoor zowel in lucht als in water een norm bestaat.

Deze uitdrukking geeft het gemiddelde aan van de verhouding tussen de toelaatbare concentraties van de stoffen in water en in lucht. Dit is per stof op te vatten als het omrekenen van de maximale concentratie van een stof in water, in de hoeveelheid lucht met een maximale concentratie, die dezelfde hoeveelheid stof kan afvoeren. Als dit per individuele stof plaatsvindt is dit zeker een zinvolle bewerking. Het komt neer op het bepalen van de massa die van een stof in water geloosd mag worden per kubieke meter en vervolgens het bepalen van de hoeveelheid lucht die nodig is om deze massa, bij maximale concentratie volgens de MAC-waarde, af te voeren. Bij omgekeerde verhouding (MAC:EEG) wordt de emissie als emissie naar water berekend. Hier wordt echter voorgesteld het gemiddelde van deze omrekeningsfactoren over alle stoffen met emissiewaarden in water zowel als lucht, als omrekeningsfaktor te nemen voor de totale gecumuleerde emissie naar water. De redenering is daarbij dat deze gemiddelde verhouding een redelijk beeld geeft van de verhouding tussen schade die via water kan ontstaan en schade die via de lucht kan

ontstaan. Een aantal evidente tekortkomingen wordt daarbij als onvermijdelijk geaccepteerd, omdat het samenvoegen van de gecumuleerde emissies naar water en lucht nu eenmaal in bepaalde gevallen een noodzakelijk kwaad is. Het wordt daarbij beter geacht de verwerking van de emissies op eenduidige en gelijke wijze uit te voeren voor alle processen, dan de berekening van de omstandigheden van het moment af te laten hangen en daardoor onduidelijkheden te veroorzaken.

Als tekortkomingen worden hier de volgende punten gesignaleerd:

- Niet iedere emissie naar water is om te rekenen in een emissie naar lucht, bijvoorbeeld emissies met een waarde voor Biochemisch Zuurstof Verbruik (BZV of BOD) komen niet voor in lucht. (Het omgekeerde, stoffen die wel in lucht, maar niet in water gevaarlijk zijn komt ook voor, bijvoorbeeld onoplosbare verbindingen en ozon. Omrekenen van alle emissies naar emissies in water biedt dus geen oplossing.)
- Bij het omrekenen wordt geen rekening gehouden met de mate waarin de verschillende stoffen aan de vervuilingen van het afvalwater bijdragen. Voor een deel wordt dit gecompenseerd doordat de hoeveelheid en de schadelijkheid bij het bepalen van de gecumuleerde emissie wel een rol speelt. Er zijn echter sterk wisselende verhoudingen tussen de schadelijkheid van stoffen in water en de schadelijkheid in lucht en dit blijkt alleen uit de bijdrage van een stof in de gemiddelde omrekeningsfaktor.
- De omrekeningsfaktor houdt geen rekening met de vraag of een bepaalde stof wel of niet in het afvalwater voorkomt.
- De omrekening houdt een manipulatie van de gegevens in die niet methodologisch te verantwoorden is.

Ondanks deze gebreken is de omrekening op de genoemde wijze uitgewerkt omdat op het moment dat omgerekend moet worden vaak alleen de gecumuleerde emissies beschikbaar zijn (bij een keuzemoment in het ontwerpproces bijvoorbeeld) en omdat een indruk wordt gegeven van de algehele schadelijkheid van de emissies bij een proces. Het verdient echter aanbeveling de omrekening zoveel mogelijk te vermijden en de oordeelvorming te baseren op de afzonderlijke emissies naar lucht en naar water.

3.2.4 De beoordeelde emissies

Bij het vastleggen van de emissies die beoordeeld worden is voor dit project uitgegaan van de praktische begrenzingen van het onderzoek. Als uitgangspunt voor de keuze van de emissiesoorten diende de vermelding in de geraadpleegde literatuur. Bij een produktgroep (drankverpakkingen) houdt dit in dat de lijst van emissies uit de meest uitgebreide publikatie gebruikt is. Voor de andere produktgroep is gebruik gemaakt van de toerekening op basis van sektorgemiddelden. Van de emissies naar water gaven deze bronnen een beter beeld, maar de emissies naar lucht waren minder volledig vastgelegd.

Of ook voor een meer universele toepassing van de beoordelingsmethode de hier gebruikte verzameling toereikend zijn mag betwijfeld worden. Met name in de chemische en kunststofverwerkende industrie zijn processen denkbaar waarbij schadelijke emissies kunnen vrijkomen die niet op deze lijst voorkomen. Aanpassing van de lijst is derhalve in een aantal gevallen nood-

zakelijk. Hierbij kan gedacht worden aan lijsten met emissies voor verschillende groepen industrieën, voor de metaalverwerkende industrie en de kunststofverwerkende industrie bijvoorbeeld, maar ook voor industrieën als de tuinbouw, de intensieve veeteelt en dergelijke. Bij het vergelijken van produkten die uit verschillende industrietakken afkomstig zijn met behulp van geaggregeerde emissies vallen de verschillen tussen de emissielijsten weg doordat het aantal vervuilde kubieke meters wordt opgeteld en niet de individuele emissies. Het hanteren van lijsten met een beperkt aantal emissies voor groepen processen is in de eerste plaats een hulpmiddel om de bewerkelijkheid van de aggregatie te verminderen en het overzicht over de aggregatie te verbeteren. In principe gaat geen informatie verloren, omdat de emissies alleen weggelaten worden als zij (nagenoeg) gelijk aan nul zijn. In alle gevallen moet wel een zo volledig mogelijk overzicht van de relevante emissies gebruikt worden.

Een overzicht van de emissies die hier beoordeeld worden is in de tabel te zien. De opsomming is overgenomen uit de tabellen van de MRI-studie (14). Op de volgende pagina is een lijst opgenomen van de stoffen die als uitgangspunt gediend hebben bij het omrekenen van emissies in water naar emissies in lucht. Ten opzichte van de MRI-lijst zijn de belangrijkste toevoegingen enkele zware metalen en een aantal organische gifstoffen zoals Dieldrin en DDT. Een uitbreiding van deze lijst met andere stoffen is wenselijk wanneer een dergelijke omrekening uitgevoerd moet worden in een reële situatie. Omdat de voorbeelden in deze studie in de eerste plaats rekenvoorbeelden zijn, wordt hier volstaan met deze lijst en de vermelde getallen.

Voor beide lijsten geldt dat voor specifieke toepassingen een aanpassing van de lijst noodzakelijk kan zijn door de stoffen die in een proces vrijkomen. Hierbij zijn twee wegen mogelijk. In de eerste plaats kan de lengte van de lijst bij benadering gehandhaafd blijven en kunnen per proces een aantal stoffen of stofgroepen uitgewisseld worden. In de tweede plaats kan de lijst zo volledig mogelijk gemaakt worden, waarna bij toepassing blijkt welke emissies voor een proces relevant zijn. Nader onderzoek naar de behoefte aan de lijsten zal moeten uitwijzen welke weg het meest praktisch en zinvol is.

Emissies naar lucht

Stof
 Stikstofoxyden
 Koolwaterstoffen
 Zwaveloxyden
 Koolmonoxyde
 Aldehyden
 Overige organische verbindingen
 Zwavel (stank)
 Ammoniak
 Fluorwaterstof
 Lood
 Kwik
 Chloor

Emissies naar water:

Opgeloste fluoriden
 Opgeloste deeltjes
 BOD (of BOD 5)
 Fenolen
 Sulfiden
 Olie
 COD
 Zevende deeltjes
 Zuur
 Metaalionen
 Chemicaliën
 Cyaniden
 Alkaliteit (opgeloste alkali-
 metalen)
 Chroom
 IJzer
 Aluminium
 Nikkel
 Chroom
 Lood

Bron: tabellen MRI (14)

Opmerking: Deze emissielijst is te hanteren voor produkten die direkt met voedsel in aanmerking komen, voor energieopwekking en voor transport. Voor metaalbewerkingen en met name oppervlaktebehandelingen zoals het aanbrengen van metallische deklagen (bijvoorbeeld cadmium) is deze lijst ontoereikend. Metalen als cadmium worden in de produkten die het MRI onderzocht niet gebruikt vanwege het vergiftigingsgevaar en komen op deze lijst dan ook niet voor.

Tabel 3.1 Overzicht van de beoordeelde emissies

Stof	EEG-norm mg/l *	MAC-waarde mg/m ³	EEGi MACi	MACi EEGi	
Co	3	0,5	6000	0,000167	
Cd	0,005	0,05	100	0,01	
Hg	0,001	0,1	10	0,1	
Chroom VI	0,05	0,1	500	0,002	
IJzer	0,3	8	37,5	0,02667	
Aluminium	0,05	8	6,25	0,16	
Lood	0,05	0,1	500	0,002	
Opgeloste deel- tjes/stof	5	8	625	0,0016	
Fluor	0,1	0,2	500	0,002	
Sulfiden	0,05 **	15	3,73	0,3	
Sulfaten	5	25 ***	200	0,005	
Chloor	0,2	1,5	133,3	0,0075	
HCl	5	7	714,3	0,0014	
Cyanide	0,05	5	10	0,1	
Fenol	0,0005	0,5 ****	1	1	
Dieldrin v	0,001	0,25	4	0,25	
Chloordaan v	0,003	0,5	6	0,1667	
DDT v	0,05	1	50	0,02	
Hepplachloor v	0,0001	0,5	0,2	5	
Lindaan v	0,004	0,5	8	0,125	
Endrine v	0,0002	0,1	2	0,5	
Omrekeningsfaktor (gemiddelde)			448	450	0,370

* Bij het berekenen van de verhouding tussen de EEG-norm en de MAC-waarde wordt uitgegaan van mg/m³. Dit scheelt een faktor 1000 met de waarden in de tweede kolom.

** Canadese norm

*** Als zwaveldioxyde

**** Waarde voor pentachloorfenol

v Pesticiden en dergelijke, drinkwaternormen van US-EPA.

Tabel 3.2 Omrekeningsfaktor van de gewogen emissies in water naar emissies in lucht vice versa.

3.3 3.3.1 De beoordeling van produkten en processen
 Uitwerking
 van de
 beoordelings
 methode

De methode ter beoordeling van emissies, zoals in dit rapport is voorgesteld heeft in hoofdzaak twee toepassingswijzen. Aan de ene kant is daar het vaststellen van de emissies die tijdens fabricage, verspreiding, gebruik en afhandelen door complete produkten worden veroorzaakt. Aan de andere kant is de methode toepasbaar bij het vaststellen en beoordelen van de emissies bij processen ten behoeve van de keuze uit een aantal alternatieven.

De eerste toepassing richt zich vooral op het verschaffen van informatie aan de produktgebruiker, de konsument dus. De informatie kan aan de particuliere konsument verschaft worden, maar ook aan het RIB of konsumentenorganisaties. Overal waar konsumptie van industrieel vervaardigde gebruiksgoederen plaatsvindt kan deze informatie een rol spelen bij de keuze tussen een aantal produkten.

Bij de keuze uit een aantal processen richt de informatie zich op de produktontwerper. Deze kan de informatie gebruiken bij de keuze van materialen, werkingsprincipes, bewerkingsmethoden en dergelijke. Van deze twee toepassingsmethoden van de informatie wordt in de volgende paragrafen een beschrijving gegeven.

3.3.2 Beoordeling van produkten

In deze paragraaf wordt de beoordeling van produkten met als doel de informatie-overdracht aan konsumenten behandeld. Een ander belangrijk punt, de verwerking van de informatie door de konsument, hangt samen met de presentatie aan de konsument. Een (korte) beschrijving van enkele factoren die hierop van invloed zijn is hier opgenomen. Op dit punt zal een verdere uitwerking volgen in het definitieve verslag.

3.3.2.1 De beoordeling

De beoordeling van de mate waarin een produkt milieuvriendelijk is, kan met de hier voorgestelde aggregatiemethode in beide gevallen met een eenvoudige procedure uitgevoerd worden. In principe zijn daarbij twee hoofdmethoden te onderscheiden, namelijk het gebruiken van de gewogen emissiewaarden zonder meer en het indelen van de produkten in schadelijkheidsklassen binnen een produktgroep.

Wanneer de gewogen emissies zonder meer als indikator dienen, worden zij gebruikt als een absolute maat voor de milieuschade die een produkt aanricht. Hiermee is het mogelijk een vergelijking te maken tussen produkten met verschillende produktgroepen. Ook de functies die de produkten vervullen hoeven niet volledig overeen te stemmen, zoals bij het afleggen van een bepaald traject met de auto of met de fiets. Het nadeel van deze methode is echter dat de konsument vertrouwd moet raken met een abstracte eenheid, zonder direkt voorstelbare betekenis.

Dit nadeel is niet zonder betekenis, omdat het vergelijken binnen een produktgroep in veel gevallen overeenstemt met de keuzesituatie van de konsument. Daarbij zal deze de meeste aandacht hebben voor de produkteigenschappen die hem direkt aanspreken, dus de al bekende eigenschappen van de produkten.

Bij de beoordeling van produkten binnen een produktgroep kan de indeling in schadelijkheidskategorieën eenvoudig uitgevoerd worden. Nadat de gewogen emissies zijn berekend kunnen grenswaarden voor de categorieën vastgesteld worden. De beoordeling zelf is dan zeer eenvoudig: is de gecumuleerde emissie groter dan de grenswaarde, dan valt het produkt buiten de categorie. Wanneer de gecumuleerde emissie kleiner dan of gelijk is aan de grenswaarde, dan valt het produkt binnen de categorie. Het vaststellen van de grenswaarden is daarbij een subjektieve stap, die echter wel op een controleerbare wijze kan worden uitgevoerd. Dit komt in een volgend deel van deze paragraaf aan de orde.

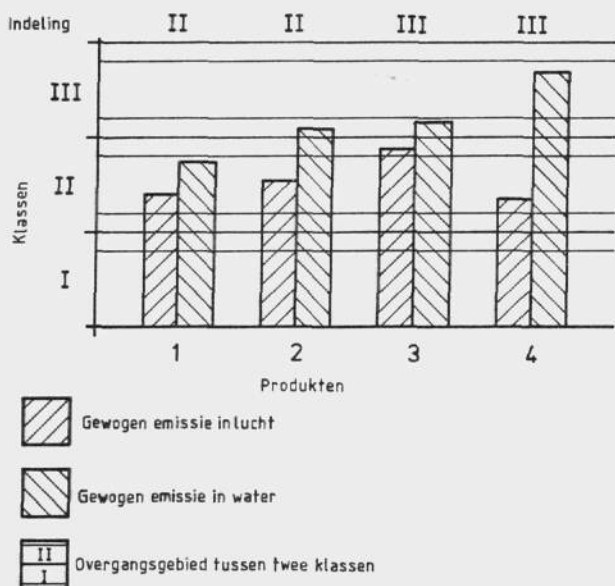
Bij de beoordeling van produkten binnen een produktgroep kunnen op een aantal punten problemen ontstaan, waarvan de belangrijkste zijn: gebrek aan gegevens over de processen, een te klein aantal verschillende produkten in een produktgroep om daarin een verdeling naar milieuvriendelijkheid te maken en de beoordeling van produkten die voldoen aan de norm voor water of lucht, maar niet voor het andere medium.

De problemen bij het gebrek aan gegevens over de processen zijn elders in het verslag al uitvoerig behandeld en blijven hier verder buiten beschouwing. Wanneer het aantal verschillende produkten binnen een produktgroep erg klein is, kan het onderscheid tussen de alternatieven te klein worden om categorieën van milieuvriendelijkheid te onderscheiden. Dit probleem houdt onder andere verband met de definitie van de produktgroep. Wordt de produktgroep te smal gedefinieerd, dan kan geen onderscheid gemaakt worden tussen de alternatieven omdat de verschillen te klein zijn. Als de produktgroep echter te breed wordt gedefinieerd wordt de hoeveelheid werk die aan de beoordeling (met name de aggregatiestap) verbonden is te groot. Bovendien bestaat het gevaar dat essentieel verschillende produktsystemen onder dezelfde noemer worden gebracht.

Ter illustratie kan gedacht worden aan de drankverpakkingen zoals die in deze studie aan de orde zijn gekomen. Wanneer de groep drankverpakkingen die onderzocht is, beperkt zou zijn gebleven tot aluminiumverpakkingen (folieverpakkingen uitgezonderd) dan zou tussen de alternatieven vrijwel geen onderscheid bestaan. Het is zeer waarschijnlijk dat de verschillen zo klein zijn dat deze binnen het tolerantiegebied van de berekeningen blijven. Een bredere definitie van de produktgroep is dan ook noodzakelijk om een onderscheid te maken tussen de alternatieven.

De definitie van de produktgroep moet ook weer niet te breed gekozen worden, want dan kan het probleem ontstaan dat binnen de produktgroep tegenstrijdige uitspraken gedaan worden. Wanneer een vergelijking gemaakt wordt voor drankverpakkingen in het algemeen is het door het aantal mogelijkheden vrijwel ondoenlijk om tot een eendoordeel te komen. Daarnaast heeft een verpakkingssysteem met meermalig bruikbare glazen verpakkingen andere gevolgen voor het milieu wanneer het gebruikt wordt voor karnemelk dan wanneer het gebruikt wordt voor bronwater. In het ene geval blijven moeilijk te verwijderen resten in de verpakking achter en is het noodzakelijk dat de verpakking grondig schoongemaakt wordt. In het andere geval is de verpakking vrijwel schoon als deze bij het vulbedrijf terugkomt en is de schoonmaakbehandeling vrij simpel.

Met het oog op de verwarring die mogelijkerwijs kan ontstaan is het noodzakelijk de produktsystemen nauwkeurig te definiëren en ook aan de konsument over te brengen welke vergelijking ge-



Figuur 3.2 Compensatie bij overschrijding van klassegrenzen

maakt wordt. Een definitie die voor de afbakening van een produktgroep voldoende nauwkeurig is, zou bijvoorbeeld kunnen luiden: verpakkingssystemen voor koolzuurhoudende frisdranken met een inhoud van $\pm 0,3$ liter. In dit geval is ook de inhoud van de verpakking van belang omdat deze medebepalend is voor het gebruiksdoel en dat ligt voor kleinverpakkingen iets anders dan voor grootverpakkingen. De noodzaak het gebruiksdoel in de beoordeling te betrekken hangt overigens af van de vorm waarin de beoordeling plaatsvindt. Worden produkten binnen een produktgroep vergeleken voor een relatieve beoordeling dan is het gebruiksdoel van belang. Blijft de beoordeling beperkt tot objectieve criteria, zoals gewogen emissiewaarden, gewicht, materiaalverbruik en dergelijke, dan is het gebruiksdoel niet van belang.

De kans op misverstanden over de vergeleken produkten dient zo klein mogelijk gehouden te worden. Daardoor is het noodzakelijk bij de presentatie van informatie over milieueffecten van produkten nadrukkelijk aan te geven in welke produktgroep vergeleken wordt. Dit wordt niet vereenvoudigd door het feit dat "produktgroep" een vaag begrip is en door de konsument gemakkelijk een fout gemaakt kan worden bij de interpretatie ervan. Het is dan ook noodzakelijk dat ondersteunende informatie verschaft wordt aan konsumenten naast het resultaat van de beoordeling. Dit zal in aparte informatie moeten gebeuren, omdat de ruimte op het produkt zelf zich daartoe in het algemeen niet zal lenen.

Een technisch probleem dat zich kan voordoen bij de beoordeling van produkten met behulp van categorieën, vormt de mogelijkheid dat een produkt wel voldoet aan de norm voor emissies naar water of lucht, maar niet aan beide. Dit probleem kan worden opgevangen door een grensgebied vast te stellen waarin door compensatie een kleine overschrijding van de norm goedgeemaakt kan worden. Het een en ander is geïllustreerd in figuur 3.2.

3.3.2.2 Toleranties bij de emissies

Een probleem dat bij het waarderen van emissies een belangrijke rol speelt, is de nauwkeurigheid waarmee de gegevens verzameld en gepresenteerd worden. De presentatie van de gegevens zal altijd plaats vinden op basis van gemiddelde emissies over een bepaalde periode, zodat het noodzakelijk is aan te geven hoe nauwkeurig de cijfers zijn. Deze toleranties kunnen voor sommige processen vrij breed zijn, zonder dat daaraan veel te verliezen valt met technische middelen. Het stoken van kolen veroorzaakt bij gebruik van kolen met een zwavelgehalte van 2% een hogere zwavelemissie dan wanneer kolen met een zwavelgehalte van 0,5% gebruikt worden. De soort kolen die gebruikt wordt hangt af van de marktsituatie en de leverancier, maar kan ook binnen dezelfde mijn enige verschillen vertonen. Het is dus niet mogelijk een vaste waarde te geven voor een proces of produkt, omdat alleen een gebied bekend is waarbinnen de emissies zich met grote waarschijnlijkheid bewegen.

De toleranties die bij de gersaadpleegde literatuur in acht genomen moeten worden, zijn op een enkele uitzondering na niet gegeven. De enige studie waarin de toleranties wel opgegeven worden is de studie van Boustead en Hancock naar het energieverbruik bij verpakkingen (15). Aangezien deze studie uitsluitend waarden opgeeft voor het energieverbruik en de materiaalbehoefte bij drankverpakkingen is het niet mogelijk hieruit konklusies te

trekken voor het verloop van emissies bij verschillende processen. Aanvullend onderzoek naar emissies met daarin ruimte voor de tolerantie waarbinnen de opgegeven waarde geldt, is noodzakelijk om een informatiesysteem met voldoende inhoudelijke onderbouwing te ontwikkelen.

3.3.3

De beoordelingsprocedure

Indien de gegevens over een proces bekend zijn, is de beoordelingsprocedure simpel. Bij een vrijwillig informatiesysteem kan de producent zich aanmelden bij een beoordelingscommissie. Deze commissie kan dan aan de hand van een normstelsel bepalen in welke mate het produkt milieuvriendelijk is en welke beoordeling het produkt krijgt. Enkele mogelijkheden voor de beoordelingsprocedure worden hierna beschreven.

Een informatiesysteem over de milieueffecten van produkten zou ook voor een aantal produkten verplicht gesteld kunnen worden, op de wijze waarop dit voor de geluidproductie van stofzuigers en dergelijke voorzien is.

In een dergelijk verplicht informatiesysteem kan gebruik gemaakt worden van de gecumuleerde en gewogen emissie naar water of naar lucht, uitgedrukt in kubieke meters vervuild water of vervuilde lucht. Als het begrip voor de konsument voldoende inhoud krijgt, kan deze aanduiding voldoende zijn om de schadelijkheid van het produkt aan te geven. Voordat de konsument in staat is deze gegevens te beoordelen, kan een indeling in schadelijkheidsklassen een goed hulpmiddel zijn bij de beoordeling en de overdracht van informatie.

De beoordeling vindt plaats op basis van de gewogen en gecumuleerde emissies bij produktie, transport, gebruik en afdanken. De emissies kunnen per deelproces berekend worden, naar rato van de bijdrage van dat deelproces aan de prestatie die beoordeeld wordt. De berekening van de totale emissie vindt plaats op dezelfde wijze als een gewone kostprijsberekening en vertoont ook in betekenis grote overeenkomsten met de kostprijs van een produkt. Het "kost" het berekende aantal EVL of EVW om het produkt te vervaardigen.

De procedure kan heel eenvoudig zijn en bestaan uit het aangeven van de waarden voor vervuilde lucht en vervuild water, maar kan ook verder gaan en een klassifikatie per produktgroep inhouden. In deze klassifikatie kan tot uitdrukking gebracht worden hoe de gewogen en gecumuleerde emissies zich verhouden tot het gemiddelde voor de produktgroep. Eventueel kan in de beoordeling ook rekening gehouden worden met fasen in het bestaan van het produkt waarin emissies worden veroorzaakt die aanzienlijk lager zijn dan de emissies die andere produkten uit de produktgroep in die fase veroorzaken. Dit heeft uitsluitend zin en betekenis als die fase een belangrijke bijdrage heeft in de totale emissie. Het is bijvoorbeeld niet zinvol op een drankverpakkingen te vermelden dat de emissie van koolwaterstoffen tijdens het grondstoffen-transport met 15% gereduceerd is. Het is wel zinvol te vermelden dat de emissie van fluoriden tijdens de aluminiumfabrikage met 15% verminderd is. In het eerste geval is de bijdrage aan de totale vervuiling in het produktieproces zo klein dat het verschil te verwaarlozen valt, maar in het tweede geval is sprake van een aanzienlijke reductie van het totaal.

Een punt dat van belang kan zijn is de omvang van de totale emissie bij een bedrijf, in een periode van een jaar bijvoorbeeld. Het mag worden aangenomen dat naast de intensiteit van de emissie per produkt ook de totale omvang invloed heeft op de schade die veroorzaakt wordt. Hieronder is aangegeven hoe vanuit de emissie in gewogen en gecumuleerde vorm de vervuiling per 1.000 produkten en de totale emissie per jaar berekend kan worden uit vergelijking (3) in paragraaf 3.2.1

Stel:

Afgas : $y \text{ m}^3/\text{t}$
 Materiaalhoeveelheid : $x \text{ t}/1.000 \text{ produkten}$
 Aantal produkten per jaar: $z \cdot 1.000 \text{ prod./j.}$

$$\frac{\text{conc. } i \text{ werkelijk}}{\text{conc. MAC } i} = \frac{p_i}{q_i}$$

Emissie per 1.000 produkten:

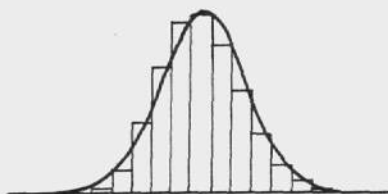
$$\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{q_i} \cdot y \text{ m}^3/\text{t} \cdot x \text{ t}/1000 \text{ prod.} = \sum_{i=1}^n \frac{p_i}{q_i} \cdot y \cdot x \text{ m}^3/\text{t}$$

Emissie per jaar:

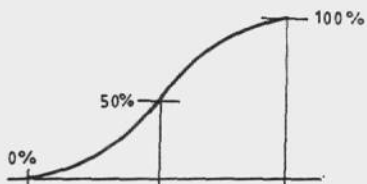
$$\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{q_i} \cdot y \cdot x \text{ m}^3/\text{t}$$

In de beoordeling van een produkt kan rekening gehouden worden met deze vier factoren omdat alle vier iets over het produkt en het produktieproces vertellen. De factoren p_i/q_i en y zijn in paragraaf 3.2 in de beschrijving van de weegmethode al aan de orde geweest. Zij zijn een weergave van achtereenvolgens de mate waarin de afgassen vervuild zijn (de schadelijkheid van de emissie) en de omvang van de emissie, die meer samenhangen met de procesinrichting. De derde faktor, de materiaalhoeveelheid x , legt vast hoeveel van het eindprodukt van het deelproces in de produkten gebruikt wordt. Dit is dus een ontwerpparameter: bij het ontwikkelen van een produkt is het vastleggen van de hoeveelheid materiaal die in een produkt verwerkt wordt, naast de wijze waarop de hoofdfunctie van het produkt vervuld wordt, een van de belangrijkste ontwerpactiviteiten. Uit de vergelijking blijkt ook dat een produkt dat een kleinere hoeveelheid van het eindprodukt van een proces gebruikt dan een ander, als milieuvriendelijker gekwalificeerd wordt. Dit komt overeen met wat hierover verwacht mag worden.

De laatste faktor in de uitdrukking staat voor het aantal produkten dat per jaar geproduceerd wordt. De totale emissie per jaar kan zo in de beoordeling betrokken worden, met als resultaat dat een volgend belangrijk kenmerk van de bron, namelijk de jaarlijkse intensiteit, een rol kan spelen. Deze faktor voegt een schadelijkheidsaspect toe dat niet direkt uit de gewogen emissies af te lezen is. Dit aspect is wel relevant voor de aantasting van het milieu op een bepaald punt, zodat opname in de beoordeling een verbetering in de methode kan opleveren. In de methode die hier verder uitgewerkt is, is dit overigens niet gebeurd.



Figuur 3.3 Normaalverdeelde frequentieverdeling voor emissiewaarden



Figuur 3.4 Normaalverdeelde cumulatieve frequentie

Op dit punt komen ook enige onderling tegenstrijdige punten naar voren. In de eerste plaats leidt de relatie tussen emissies en milieuschade tot de konklusie dat een vermindering van de emissies gunstig is voor het milieu op die plaats. In tegenspraak hiermee kan zijn dat het verkopen (en dus ook het produceren) van meer produkten met lagere emissiewaarden dan andere produkten eveneens gunstig is voor het milieu. Wanneer meer produkten met lage emissiewaarden bij de produktie gemaakt worden, leidt dit ter plaatse van de produktie tot een hogere uitstoot van schadelijke stoffen. Voor het milieu op die plaats is een toename van de produktie van relatief schone produkten dus in lang niet alle gevallen gunstig. De enige oplossing die dit probleem in de kern aanpakt, is het verminderen van de konsumptie. Of deze oplossing haalbaar, of zelfs maar wenselijk is, mag betwijfeld worden. De sociaal-ekonomische problemen die een dergelijke oplossing veroorzaakt, zouden wel eens ernstiger kunnen zijn dan het oorspronkelijke probleem. In deze studie blijft dit aspekt dan ook verder buiten beschouwing.

Het geheel van factoren geeft een redelijk goed beeld van alle eigenschappen van het produktieproces van een produkt. Als de factoren gesommeerd en uitvermenigvuldigd worden, loopt de overzichtelijkheid en de zeggingskracht van het geheel natuurlijk sterk terug. Voor de beoordeling van een produkt moeten de factoren dan ook afzonderlijk gepresenteerd worden.

De beoordelingsprocedure zou als volgt kunnen plaatsvinden. De eerste stap in de beoordeling is het vaststellen van de produktgroep die beoordeeld wordt. Binnen de produktgroep worden enkele alternatieven voor het onderzoek uitgezocht, waarna van deze alternatieven de emissiewaarden berekend worden. Met MAC-waarden en EEG-normen worden de gewogen emissies berekend en gesommeerd. Tot zover kunnen de berekeningen zonder bezwaar door de bedrijven zelf uitgevoerd worden, mits de nauwkeurigheid voldoende gewaarborgd is (bijvoorbeeld door controle van de opgegeven waarden met periodieke metingen). Wanneer van een aantal representatieve produkten uit de produktgroep de gewogen emissies bekend zijn, kunnen de gemiddelde waarde en de standaardafwijking volgens de gebruikelijke statistische methoden bepaald worden. Per produkt kan dan aangegeven worden hoe groot het verschil met de gemiddelde emissiewaarde is. Met behulp van de standaardafwijking kan een verdeling in klassen voor de milieuschade gemaakt worden. In figuur 3.3 is een verdeling weergegeven die overeenkomt met een normaalverdeling. In het algemeen zal de verdeling van de waarden voor de gecumuleerde emissies minder regelmatig zijn. De figuur geeft een globale indruk van de verdeling die te verwachten is. Naarmate er meer verschillende produkten beoordeeld worden zal de kromme dichter benaderd worden. De verdeling in schadelijkheidsklassen met de standaardafwijking zou op de onderstaande wijze kunnen worden ingericht:

Gecumuleerde, gewogen emissie $< M - 2\sigma$	: Klasse I
$M - 2\sigma \leq$ gecumuleerde, gewogen emissie $< M - \sigma$	: Klasse II
$M - \sigma \leq$ gecumuleerde, gewogen emissie $< M + \sigma$	: Klasse III
$M + \sigma \leq$ gecumuleerde, gewogen emissie	: Klasse IV,

waarin M = gemiddelde waarde voor de gecumuleerde, gewogen emissie
= standaardafwijking

Klasse I, II, III, IV: kwaliteitsklassen voor schadelijkheid voor het milieu, met oplopende vervuiling

Deze indeling kan voor alle produktgroepen aangehouden worden, zodat dit een universeel bruikbare verdeling kan zijn. Voorwaarde bij deze indeling is dat de hoeveelheid onderzochte produkten voldoende groot is binnen de produktgroep. Het gemiddelde en de standaardafwijking worden te veel beïnvloed door het toevoegen van een of meer nieuwe produkten aan de produktgroep als het aantal te klein is. Wanneer enkele nieuwe produkten aan de groep worden toegevoegd kan een produkt van een klasse naar een andere opschuiven. Ook bij grote aantallen produkten binnen de beoordeelde groep kunnen dergelijke verschuivingen optreden, vandaar dat de beoordeling van een produkt niet permanent kan zijn, maar altijd aan een periode gehouden. Bij grote aantallen beoordeelde produkten is de kans klein dat de verschuivingen van het gemiddelde en veranderingen van de standaardafwijking door een nieuw produkt van grote invloed zijn op de indeling van produkten.

De indeling van produkten in kategoriën kan natuurlijk ook op een andere wijze opgezet worden, bijvoorbeeld door uit te gaan van een cumulatieve frequentieverdeling zoals weergegeven is in figuur 3.4. In deze verdeling kan ook weer een indeling gemaakt worden in klassen die de schadelijkheid aangeven van de produkten. Ten opzichte van de indeling met behulp van de standaardverdeling heeft dit als nadeel dat de klasse met de hoogste waardering minder duidelijk uiting geeft aan een uitzonderlijke prestatie van het produkt. Aan dit bezwaar kan tegemoet gekomen worden door een kwartielverdeling gebruik te maken, of door de klassegrenzen te leggen bij andere vaste percentages.

Naast deze twee verdelingen van beoordeelde produkten in kwaliteitsklassen zijn natuurlijk nog vele andere indelingen mogelijk. De gemiddelde waarde voor de vervuiling in een produktgroep, uitgedrukt in kubieke meters kan gelijk gesteld worden aan 100%, waarna de indeling kan worden uitgevoerd met het procentuele verschil met deze waarde bij een produkt. Ook kan gebruik gemaakt worden van extreem goede of extreem slechte prestaties voor emissies naar lucht of naar water.

Bij deze methoden is echter minder goed rekening te houden met de spreiding in de uitkomsten van de beoordeling van de produkten dan bij de methode waarin gebruik gemaakt wordt van de standaardafwijking. Deze indeling is daardoor niet afhankelijk van de produktsoort en maakt altijd een onderscheid tussen de produkten mogelijk. Deze indeling kan universeel toegepast worden en dit heeft als voordeel dat de konsument niet in verwarring gebracht wordt. Het belangrijkste nadeel van de methode is de noodzaak een tamelijk groot aantal verschillende produkten te beoordelen. De meeste produkten zijn echter onder de huidige omstandigheden in voldoende verschillende variaties te verkrijgen om aan dit bezwaar tegemoet te komen. Het is echter wel essentieel voor een vrijwillig systeem van produktinformatie dat van de zijde van producenten en distributeurs voldoende medewerking wordt verleend. Als dit niet het geval is leveren onderlinge vergelijkingen van produkten te weinig materiaal op voor een beoordeling. Dit kan enigszins worden opgevangen door bedrijfstakgemiddelden vast te stellen en deze te gebruiken bij de beoordeling. Gezien de onnauwkeurigheid van gegevens over een bedrijfstak ten opzichte van de gegevens over de werkelijk toegepaste processen, is dit echter niet wenselijk.

Het is denkbaar dat voor sommige produkten de emissie naar water in een andere kwaliteitsklasse thuishoort dan de emissie

naar lucht. Het volgende werd bij de oplossing overwogen. De indeling van een produkt dient in de eerste plaats de schadelijkheid van de emissies door dit produkt weer te geven. De schadelijkheid van de emissies wordt weergegeven door de gewogen emissies in lucht en water gezamenlijk. Als nu één van beide gewogen en gecumuleerde emissies schadelijker is dan de andere, houdt dit in dat het produkt een emissie veroorzaakt die schade kan aanrichten op een niveau dat door de hoogste schadelijkheidsklasse vertegenwoordigd wordt. Doordat de emissies die het produkt veroorzaakt dat schadelijkheidsniveau bereiken, moet ook het produkt dit schadelijkheidsniveau toegekend worden. Het produkt moet dus in de hoogste schadelijkheidsklasse die het bereikt ingedeeld worden.

Als de twee emissies in verschillende schadelijkheidsklassen vallen maar de grens van de twee klassen binnen het tolerantiegebied van de klasse-indeling ligt, ontstaat een nieuwe situatie. In dit geval zou volgens de voorgaande redenering het produkt in de hoogste klasse ingedeeld moeten worden, maar vanwege de vrij grote onnauwkeurigheid bij de berekeningen van de emissies is een zo scherpe grens niet korrekt. Wanneer de emissie binnen dit gebied ligt, kan de indelingsprocedure als volgt aangepast worden. De indeling in de hoge schadelijkheidsklasse kan vervangen worden door een indeling in de lagere klasse als aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- de "hoge" emissie moet minder dan het tolerantiegebied (ongeveer 5-10%) van de grens afliggen
- de "lage" emissie moet minstens $0,5 \sigma$ (een halfmaal de standaardafwijking) van de grens van de emissieklasse verwijderd zijn.

Op deze wijze kan een kleine overschrijding van de grenswaarde voor de emissieklasse gecompenseerd worden door in het andere medium meer dan de helft van de standaardafwijking onder de klassegrens te blijven. Deze limiet komt neer op de helft tot een vierde van de gehele klassebreedte.

De seriegrootte en de jaarlijkse omzet van een produkt zijn van invloed op de milieuschade die op de plaats van de emissies kan ontstaan. Deze dienen dus een rol te spelen bij de beoordeling van een produkt. Daarbij moet voorkomen worden dat een produkt dat duidelijk minder emissies veroorzaakt dan een ander, een ongunstigere beoordeling krijgt met hogere verkoopprijzen als enige oorzaak. Op dit punt speelt de niet-lineaire relatie tussen emissie en milieuschade een rol. Het is mogelijk hiervoor met weegfactoren en toeslagen op de jaartotalen van de gewogen emissies correcties aan te brengen. In dit verslag wordt op dit punt echter volstaan met de mededeling dat hier nader onderzoek noodzakelijk is. In dat onderzoek kan rekening gehouden worden met de omstandigheden ter plaatse van de emissiebron.

De jaarlijkse omzet van een produkt (uitgedrukt in gulden) zou ook in de beoordeling betrokken kunnen worden door de jaarlijkse hoeveelheid verkochte produkten om te rekenen in de jaarlijkse omzet. Op deze wijze kan de emissiecoëfficiënt* voor een produkt bepaald worden. Met behulp van de emissiecoëfficiënten kan een onderscheid tussen de produkten gemaakt worden. Dit stuit

* Door het CBS wordt de emissiecoëfficiënt gedefinieerd als de hoeveelheid (van een stof) die vrijkomt per gulden toegevoegde waarde.

echter op twee bezwaren. In de eerste plaats wordt de schadelijkheid van een produkt op deze wijze beïnvloed door de prijs, wat niet geheel in overeenstemming is met de werkelijkheid. Van een duurder produkt zullen minder exemplaren verkocht worden vanwege de beperkte middelen die de konsument tot zijn beschikking heeft dan van een goedkoop produkt. De verkoopprijzen van produkten met een lage prijselasticiteit reageren echter anders op prijswijzigingen dan van produkten met een hoge prijselasticiteit. In de tweede plaats kan voor verschillende produktieprocessen de emissiecoëfficiënt uiteenlopen, ook al wordt hetzelfde produkt met dezelfde milieubelasting vervaardigd. De kostprijsofbouw voor de twee produkten kan verschillend zijn, zodat ook de emissiecoëfficiënten dan verschillen.

Aangezien in dit onderzoek de milieuschade centraal staat en niet de economische relaties die daarmee samenhangen, is deze methode minder geschikt in dit verband dan de methode waarin uitsluitend de emissies beoordeeld worden.

3.4 Samenvatting

In dit hoofdstuk wordt de aggregatiemethode beschreven die ontwikkeld is voor het beoordelen van de milieuschade die door processen in de loop van het bestaan van het produkt veroorzaakt wordt. De maat voor de milieuschade wordt in de methode gegeven door de emissies die een proces veroorzaakt. Het uitgangspunt van de methode is dat een emissie niet alleen op te vatten is als een hoeveelheid van een stof die bij een proces per eenheid prestatie vrijkomt. De emissie is in de eerste plaats op te vatten als een stroomgrootte van het proces. Deze stroomgrootte wordt uitgedrukt als de hoeveelheid (opgegeven als massa) die per eenheid prestatie vrijkomt. Dit is echter ook op te vatten als het produkt van een concentratie en een stroom (gas of water). Als stroom wordt de hoeveelheid gas of water die in een proces per eenheid prestatie wordt afgevoerd gekozen. De concentratie is dan gelijk aan de concentratie van de stof in de afgevoerde stroom. Met behulp van MAC-waarden en EEG-normen wordt bepaald hoe hoog de concentratie in de stroom is in verhouding met de maximale concentratie waarbij mensen nog geen risico lopen. Hiertoe wordt de concentratie in de stroom gedeeld door de MAC-waarde of de EEG-norm. Als resultaat van deze bewerking blijven in de uitdrukking een (dimensieloos) verhoudingsgetal en de stroom staan. Het verhoudingsgetal geeft aan hoe hoog de concentratie is en het produkt geeft aan hoeveel kubieke meter vervuilde lucht of water ontstaan als de emissieconcentratie tot het niveau van de drempelwaarde in de MAC-waarde of EEG-norm verdund wordt.

Bij het bepalen van de gecumuleerde emissie worden de vervuilde stromen (voor lucht en water afzonderlijk) ten gevolge van de individuele emissies bij elkaar opgeteld. Dit is mogelijk doordat de dimensie voor alle emissies gelijk is (kubieke meters lucht of water) en doordat zij als eigenschap met elkaar gemeen hebben dat nog juist geen schade ontstaat bij inname door de mens onder gegeven omstandigheden. Tevens bevat de uitdrukking geen faktor waarin de stoffen die geëmitteerd worden voorkomen, zodat het voornaamste bezwaar bij de optelling van afzonderlijke emissies, het optellen van ongelijksoortige factoren, vermeden wordt. In zekere zin is dit niet korrekt, doordat de effecten bij overschrijding van de drempelwaarde voor verschillende stoffen niet gelijk zijn. Aangezien echter de effecten nog juist niet optreden en het effect dat uiteindelijk zou kunnen ontstaan niet in beschouwing wordt genomen, heeft de optelling toch betekenis.

Naast het optellen van emissies binnen hetzelfde medium kan het ook noodzakelijk zijn voor de oordeelvorming emissies naar water en lucht samen te voegen tot één totaal. Dit stuit op dieper liggende bezwaren dan het optellen van emissies in een van de twee media. De oplossing die hier voor dit probleem wordt voorgesteld houdt in dat uit de groep emissies die in de beoordeling betrokken zijn en zowel voor water als voor lucht een drempelwaarde (MAC-waarde en EEG-drinkwaternormen) hebben, de basis vormen. De gemiddelde verhouding tussen de toelaatbaarheid van de stof in water en in lucht wordt gebruikt als vermenigvuldigingsfactor voor de (gecumuleerde) waterstroom om te berekenen hoeveel kubieke meter lucht nodig zijn om dezelfde belasting met schadelijke stoffen voldoende te verdunnen. Een aantal bezwaren die aan deze bewerking vastzitten worden in de tekst behandeld.

Als laatste onderwerp in paragraaf 3.2 wordt de verzameling emissies die beoordeeld worden behandeld. De verzameling die in deze studie voornamelijk gebruikt wordt berust op de verzameling die gebruikt wordt in de meest complete bron uit de geraadpleegde literatuur over drankverpakkingen, namelijk de MRI-studie. Voor producten uit andere productgroepen zijn echter andere emissielijsten, of een uitbreiding van de lijst met andere emissiesoorten noodzakelijk, zoals is aangegeven bij de omrekening van emissies van water naar lucht.

Na de beschrijving van de methode voor de aggregatie van afzonderlijke emissies wordt in paragraaf 3.3 aandacht besteed aan mogelijkheden voor de beoordeling van producten. Daarbij wordt ingegaan op methoden om de producten op grond van de gewogen emissiewaarden in te delen in kwaliteitsklassen. Het gaat daarbij om producten die dezelfde functie vervullen. Voor producten met verschillende functies, komen de gewogen emissiewaarden als keuzekriterium gebruikt worden.

De uitgewerkte methoden maken gebruik van de spreiding die in het algemeen in de emissiewaarden zal bestaan. Met deze spreiding bestaan vele mogelijkheden voor de indeling van de producten, waarvan enkele zijn uitgewerkt. De indeling van producten die voor water en lucht in verschillende kwaliteitsklassen die hier is uitgewerkt heeft overigens slechts betrekking op de gewogen emissiewaarden. Bij de overdracht van informatie aan consumenten kunnen ook andere milieuaspekten een rol spelen. Dit komt in de hoofdstukken VI en VII uitgebreid aan de orde.

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat de keuze van de produktgroepen voor het onderzoek. Aan de hand van een aantal criteria wordt een keuze gemaakt uit enige produktgroepen voor de voorbeeldprodukten voor deze studie. De produktgroepen waaruit is geselecteerd, zijn gezocht in de konsumptieve sfeer, in en rond het huishouden. Van belang bij de keuze is geweest dat met de groepen een beeld gegeven kon worden van de mogelijkheden tot beïnvloeding van de milieuschade en dat de mogelijkheid werd geboden de evaluatiemethode uit te werken. Daarbij is zowel aan de mogelijkheden van de konsumenten als die van de ontwerper aandacht geschonken. Vanwege de verschillen tussen deze twee gebruikers van informatie over milieu-effecten, zijn twee produktgroepen gekozen. In een later stadium kunnen nog andere produktgroepen geëvalueerd worden.

Met nadruk wordt hier gewezen op het feit dat de keuze en keuzekriteria betrekking hebben op dit projekt. Vele produktgroepen die hier zijn afgevallen komen voor een functionerend systeem voor milieurelevante produktinformatie wel in aanmerking. Voor dit projekt, dat het uitwerken van een dergelijk systeem tot doel had, is een aantal produktgroepen echter niet geschikt bevonden.

De produktgroep voor het onderzoek van konsumentenaspecten is met een literatuurstudie onderzocht. Doordat de literatuur over emissies bij (produktie)processen zeer snel verouderd en niet uitsluitend van literatuur die in 1983 relevant was gebruik gemaakt kon worden, zijn de gegevens uit de literatuurstudie niet geschikt om konklusies over de produkten mogelijk te maken. Het belang van het onderzoek naar de produkten ligt in de kennis die verzameld is voor de uitwerking van de beoordelingsmethode. Deze beperking aan de toepasbaarheid van de resultaten van het produktonderzoek geldt eveneens voor het ontwerpvoorbeeld.

In het voorbeeld voor konsumenten is uitsluitend bij het eindresultaat gebruik gemaakt van de aggregatiemethode uit het eerste deel van het rapport. Het ontwerpvoorbeeld is daarentegen in de milieuaspekten grotendeels met de aggregatiemethode uitgewerkt. De globale gevolganalyse in het volgende deel van het rapport bevat een aantal voorbeelden van de informatieoverdracht aan konsumenten. In deze voorbeelden zijn de resultaten uit dit deel van het rapport gebruikt.

4.2 Keuze criteria

Aan de te onderzoeken produktgroepen worden op verschillende terreinen eisen gesteld. De belangrijkste van deze gebieden worden hier genoemd, gevolgd door enkele eisen met een toelichting.

Eisen worden gesteld aan de produktgroep door:

- het onderwerp van de studie (het opzetten van een systeem voor het geven van milieurelevante produktinformatie, met daarbij informatieoverdracht naar:)
- konsumenten enerzijds, en
- ontwerpers anderzijds
- de tijdsduur van het projekt.

In de geformuleerde eisen zijn soms elementen van één, soms van meerdere van deze gebieden te vinden.

1. De produkten moeten voor het vervullen van de functie uitwisselbaar zijn (in functioneel opzicht vergelijkbaar)

Deze eis houdt in dat de produkten binnen zekere toleranties, een zelfde prestatie moeten kunnen leveren. Uitwisselbaarheid is in dit projekt belangrijk om te voorkomen dat functionele eisen bij het vervullen van de functie doorslaggevend zijn bij de keuze die een konsument maakt.

In deze eis is verwerkt dat in het systeem niet uitsluitend met absolute criteria beoordeeld wordt. Per produktgroep, of juist: per groep artikelen die een functie (kunnen) vervullen, worden criteria opgesteld. Deze criteria kunnen bestaan uit een algemeen geldend deel, met daaraan toegevoegd een (relatief eenvoudig) deel dat aan de te vervullen functie aangepast is. Een voorbeeld van criteria die een algemeen geldend en een specifiek deel bevatten, is de beoordeling van grasmaaimachines in het algemeen met gewogen emissies en dergelijke. Aanvullend kan nog een aantal criteria op de gebruiksmogelijkheden van verschillende typen maaimachines afgestemd worden. Daarbij kan gedacht worden aan een afweging van energiegebruik en geluidhinder voor maaimachines voor huishoudelijk gebruik en dergelijke.

2. De produkten uit de te onderzoeken produktgroep moeten in onderling verschillende mate verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor een vorm van milieuschade. De verschillen tussen de produkten moeten met verschillen in emissies meetbaar te maken zijn.

In het onderzoek wordt, in verband met de meetbaarheid van de milieuschade, door emissies een maat gegeven voor de milieuschade die een produkt veroorzaakt. De emissie-intensiteit is gekozen als graadmeter voor de schadelijkheid van een produkt, omdat deze meetbaar is en direkt aan een proces toe te rekenen is. De immissie-intensiteit of de schadelijkheid van de immissies zijn niet gekozen, omdat deze minder goed toe te rekenen zijn. Wel worden de immissie-intensiteit en de schadelijkheid gebruikt bij de beoordeling van produkten en de aggregatie voor de informatieoverdracht.

3. De produkten moeten onderling duidelijk verschillende karakteristieken hebben op het gebied van milieu-effecten. Dit geldt voor de processen waarmee de produkten tot stand komen, afgebroken worden, etc.

Voor het ontwikkelen van de evaluatiemethode is het noodzakelijk dat de onderzochte produkten verschillen in gevolgen voor het milieu, anders levert het onderzoek onvoldoende informatie op over de werking van de methode. Tevens dient de produktgroep geen wijze van funktievervulling te bevatten die op alle punten beter is dan de andere, tenzij voor de waardering van de overige produkten nog wel een duidelijk afwegingsprobleem bestaat. Produktgroepen waarin een oplossing met het oog op het milieu ontwikkeld is, zijn daarom niet gekozen voor het opbouwen van het informatiesysteem. Het kan echter interessant zijn dergelijke produkten ter controle van de methode te evalueren en te onderzoeken of niet te veel naar een aspekt geoptimaliseerd is.

4. Bij het toetsen van de produkten moeten verschillen in gedrag van gebruikers niet de voornaamste faktor zijn bij het bepalen van het oordeel over het produkt.

De afweging vindt voor deze studie plaats op basis van de eigenschappen van het produkt, niet op die van de gebruiker. De invloed van de mens kan bij toepassing van de methode, bij voor de hand liggend oneigenlijk gebruik bijvoorbeeld, echter wel een rol spelen bij de beoordeling van een produkt. Bij voor de hand liggend oneigenlijk gebruik kan gedacht worden aan zaken als een te groot verbruik van een produkt, doordat het in te grote eenheden wordt geleverd.

5. De produktgroep moet merkbare milieuschade veroorzaken in het deel van de levensloop dat door de konsument beïnvloed wordt.

Dit argument is vooral van belang om het systeem voor milieurelevante produktinformatie voor konsumenten aanschouwelijk te maken.

6. Konsumenten moeten bij de aanschaf van een produkt uit de produktgroep beïnvloed kunnen worden door informatie over milieu-effecten.

De eerste aanzet tot introductie van het systeem voor produktinformatie kan het best gegeven worden met produkten waarbij konsumenten behoefte hebben aan informatie. Dit is vooral het geval bij produkten waar onbekendheid met de werking van en de alternatieven voor het produkt een rol speelt. Bij produkten waarvan de werking wel bekend is, speelt informatie een kleinere rol bij de aanschafbeslissing. Nog kleiner is de behoefte aan informatie bij de aanschaf van produkten die zeer frekwent gekocht worden en waarvan de werking en de alternatieven bekend zijn.

Bij de aanschaf van een produkt waarmee de konsument onbekend is, zal eerder actief naar informatie gezocht worden dan wanneer het produkt goed bekend is. Dit brengt met zich mee dat de kans dat het verschaffen van produktinformatie effectief is bij de aanschafbeslissing groter wordt naarmate de bekendheid met het produkt kleiner is.

Of milieubeschouwingen bij aanschafbeslissingen effectief kunnen zijn voor het terugdringen van milieuschade, hangt echter voornamelijk af van de produktsoort en de functie die vervuld wordt. Met name is van belang de vraag of de produkten milieuschade veroorzaken en in hoeverre de konsument zich dat aantrekt, in samenhang met de overige produktkenmerken. Deze faktoren bepalen of het verschaffen van produktinformatie, gevolgd door veranderingen in de aankoopbeslissingen van konsumenten, op het milieu van invloed kan zijn.

7. Naast economische aspecten moeten ook milieu-aspecten een rol kunnen spelen bij de aanschaf van de produkten.

Dit is een eis die van belang is voor het kiezen van aanschouwelijke voorbeeldprodukten. Daarbij heeft de eis vooral betrekking op de mogelijkheden voor gedragsbeïnvloeding van konsumenten. Ontwerpers kunnen, door tijdig naar milieu-

ekonomische en functionele aspecten te optimaliseren, de eindresultaten mede bepalen. Voor de konsument kan de keuze, waar het prijsverschil tussen het "gewone" produkt en het milieuvriendelijke alternatief te groot is, zodanig door ekonomische argumenten beïnvloed worden dat milieu-argumenten geen rol van betekenis kunnen spelen. In die situatie, of wanneer andere aspecten, zoals status, van overheersend belang zijn, heeft milieurelevante produktinformatie weinig kans zich een plaats te verwerven in de belangenafweging van de konsument.

8. De materialen en processen die voor de konstruktie en de werking van het produkt bepalend zijn, moeten in Nederland frekwent voorkomen in produkten en een aanzienlijke bijdrage leveren aan de door Nederlandse konsumptie veroorzaakte milieuschade.

Het onderzoek is gericht op de Nederlandse situatie en dient dus voor Nederlandse konsumenten en ontwerpers relevante informatie op te leveren. Door produkten te kiezen met representatieve eigenschappen voor de Nederlandse situatie kan meer algemeen geldige informatie vergaard worden dan bij produkten waarvan de eigenschappen zeer sterk aan de funktie die het vervult gebonden zijn. Het belang van deze eis is groter voor de produktgroep die in verband met ontwerpgericht onderzoek gekozen wordt, dan voor de konsumentgerichte produktgroep. Bij deze produktgroep is een reëel aandeel in de milieuschade zelf van meer belang dan representativiteit van de processen.

9. Verschillen in energieverbruik tijdens de produktie, het gebruik of een van de andere fasen mogen niet alleen-bepalend zijn voor de milieuschade waarvoor het produkt verantwoordelijk is.

Het energiebeslag van produkten is medebepalend voor de milieuschade die een produkt veroorzaakt, elektriciteitscentrales zijn bijvoorbeeld zeer grote puntbronnen van zwaveloxyden. Wordt het energieverbruik echter het voornaamste criterium bij de beoordeling, dan is een energie-analyse beter geschikt als middel voor de toetsing. In dit onderzoek is beoordeling van de produkten op hun milieu-effecten echter het onderwerp. De belasting die het energieverbruik op het milieu legt zal daarbij wel een rol spelen in het eindoordeel over een produkt.

10. De produkten uit de produktgroep moeten uit een klein aantal samenstellende delen opgebouwd zijn.

In verband met de tijdsduur van dit projekt is een klein aantal delen in de opbouw van het produkt een noodzaak. Het is daarbij mogelijk dat een deel van het produkt uit een aantal subsamenstellingen bestaat, een koelkast is bijvoorbeeld opgebouwd te denken uit een motor met koelsysteem, de deur en het huis.

In eerste instantie gaat, bij de opbouw van de systematiek voor de toerekening, de voorkeur uit naar produkten met een klein aantal onderdelen, opdat een zo volledig mogelijk overzicht van de levensloop van ieder deel verkregen kan worden. Hoewel zo een overzicht van het hele produkt opgebouwd wordt,

kan het een te vergaande simplificatie in de hand werken van de problemen die bij meer complexe producten kunnen optreden. Een controle daarop kan in een terugkoppelingsfase plaatsvinden in een later stadium.

4.3 De mogelijke produktgroepen

De onderstaande produktgroepen zijn, vrij willekeurig, gekozen uit de producten die in en om het huishouden in het dagelijkse leven gebruikt worden. Aangezien dit projekt ten doel heeft een methode te ontwikkelen, is het absolute aandeel van de produktgroepen in de milieuschade door gebruik niet doorslaggevend geweest bij het selekteren van de produktgroepen. Was dit wel het geval, dan zouden vervoermiddelen, en zeker de auto, niet in de lijst mogen ontbreken. De auto is immers van alle produkten in de konsumptieve sfeer de grootste veroorzaker van emissies van verzadigde koolwaterstoffen, lood, NO_x, enz. Vanwege de komplikaties die zich bij een onderzoek naar een dergelijke produktgroep voordoen, zou het een onderzoek naar een produktgroep worden in plaats van een onderzoek naar een methode.

De toetsing van de produktgroepen aan de eisen heeft als eerste selectie vrij globaal plaatsgevonden. Daarbij zijn een aantal produktgroepen uitgefilterd, de overgebleven produktgroepen zijn vervolgens scherper getoetst. In deze procedure is geen gebruik gemaakt van uitgebreide analyses van de produktgroepen en zijn slechts enkele alternatieven vergeleken. In een aantal gevallen is bij de toetsing naar variaties in schadelijkheid binnen de produktgroep gekeken, bij de overige produktgroepen zijn een aantal verschillende principe-oplossingen voor het vervullen van de funktie vergeleken. Bij vergelijkingen binnen de produktgroep is uitgegaan van variaties in levensduur, energieverbruik, geluidproduktie en dergelijke. Bij produktgroepen waarbij verschillende principe-oplossingen vergeleken zijn, worden de oplossingen tussen haakjes achter de produktgroep vermeld.

De getoetste produktgroepen zijn:

- diepvriezers
 - keukenhulpen
 - koelkasten
 - meubelen
 - wasmachines
 - autobanden
 - batterijen
 - beeldschermen
 - drankverpakkingen
 - éénmalig
 - statiegeld
 - grasmaaimachines
 - mixers
 - sapcentrifuges
 - vruchtenpersen
 - bedden
 - stoelen
 - tafels
 - verlichtingsarmaturen
 - (nieuw of loopvlakvernieuwing)
 - (bruinsteen, minicel of alkaline)
 - (CRT, LCD, LED)
 - (glas, kunststof, blik, karton, papier, folie)
 - (glas of kunststof)
 - (hand, verbrandingsmotor of elektrisch)
- of: (conventioneel, luchtkussen of strimmer)

- kookapparatuur (gasbranders, elektrische kookplaten)
of: (gas of elektrische ovens, magnetron-ovens)
- kookgerei (aluminium, RVS, gietijzer, koper)
 - pannen (glas, keramiek)
 - vuurvaste schalen (oplosmiddelen, zware metalen)
- verfstoffen (gloeilamp, TL of Philips SL of Thorn 2D, halogeenlamp)
- verlichting (wel of geen fosfaten).
- wasmiddelen

4.4 De keuze

4.4.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de keuze uit de verschillende produktgroepen toegelicht. Als eerste worden de produktgroepen die in de globale toetsing afvielen genoemd met de voornaamste reden waarom zij in dit projekt niet onderzocht worden. De overgebleven produktgroepen worden vervolgens uitgebreider getoetst. De twee produktgroepen die verder onderzocht werden om de evaluatiemethode op te zetten zijn daaruit naar voren gekomen.

4.4.2.1 Produkten niet vergelijkbaar in het vervullen van de functie

Bij een aantal produktgroepen zijn de alternatieven niet goed uitwisselbaar en daardoor voor het vervullen van de functie niet vergelijkbaar. Dit werkt in de hand dat functionele eisen de doorslag geven bij de keuze van de konsument. De produktgroepen waarvoor dit geldt, worden hier genoemd met de belemmering voor de uitwisselbaarheid.

Batterijen

Doordat batterijen met verschillende chemische reacties voor het opwekken van een spanningsverschil ook verschillende gebruiksdoelen hebben, zijn de plaatsing van de elektroden, het afgegeven spanningsverschil en de afmetingen aan het gebruik aangepast. Dit bezwaar geldt niet voor bruinsteen en alkaline batterijen, maar doordat het in het algemeen wel uitwisselbaarheid van de andere soorten uitsluit, blijft er slechts een afwegingsprobleem tussen twee alternatieven over. Omdat ook de verschillen tussen fabrikanten onderling niet zeer groot zijn, levert een dergelijke afweging te weinig informatie op voor dit onderzoek.

Beeldschermen

In het geval van beeldschermen is van uitwisselbaarheid (nog) geen sprake, omdat het LCD-beeldscherm pas in 1983 op commerciële schaal in productie wordt genomen. Tevens is het vooralsnog niet mogelijk het formaat van het LCD-beeldscherm even groot te maken als dat van een kathodestraalbuis.

Keukenhulpen

Het alternatief voor keukenhulpen als sapcentrifuges, elektrische vruchtenpersen en dergelijke is vaak het niet hebben van een dergelijk apparaat. Binnen de produktgroepen zelf zijn slechts weinig verschillen in milieu-effecten, uitgezonderd het energieverbruik. Wat betreft energieverbruik zijn met de hand aangedreven apparaten echter het gunstigste en dit zijn produkten die buiten de produktgroep vallen. Met de hand aangedreven produkten zijn in het algemeen, zeker voor een deel van de gebruikersgroep, niet in staat dezelfde prestatie te leveren als elektrisch aangedreven apparaten. Daardoor vormen zij een aparte produktgroep, zij het dat de functies elkaar voor een deel overlappen.

Een andere reden om niet deze produktgroepen te onderzoeken, is dat de verschillen voor een groot deel gebaseerd zijn op verschillen in energieverbruik. Voor dit onderzoek wordt echter gezocht naar produktgroepen met verschillen die direct op het milieu betrekking hebben.

Diepvriezers

Voor diepvriezers geldt in grote lijnen hetzelfde als voor keukenhulpen, namelijk dat het meest milieuvriendelijke alternatief het niet in gebruik hebben van een dergelijk produkt is. Bij diepvriezers geldt nog sterker dan bij de keukenhulpen dat de onderlinge verschillen op het energieverbruik gebaseerd zijn, zodat ook wat dat betreft de diepvriezers geen geschikte produktgroep zijn voor dit onderzoek.

4.4.2.2 Andere dan milieu-argumenten doorslaggevend bij de aankoop

De beslissingen over de aankoop van produkten uit enkele van de genoemde produktgroepen worden zodanig overheerst door argumenten die geen betrekking hebben op het milieu, dat deze groepen niet gekozen zijn voor de opbouw van de evaluatiemethode.

Meubelen

Esthetische waarden, zoals uiterlijk, en andere subjectief bepaalde waarden zoals comfort, hebben bij de aanschaf van meubelen veel meer invloed op de keuze dan milieu-overwegingen. Ook de uitwisselbaarheid van de produkten onderling wordt door deze argumenten bepaald. Wanneer de aanwezigheid van bepaalde stoffen in het meubel, zoals spaanplaat (i.v.m. formaldehyde) of PVC, wel een rol speelt bij de aanschaf, heeft dit meer betrekking op de directe produktveiligheid dan op het milieu. De rol van het milieu zal bij de keuze dan ook beperkt zijn.

Kookapparatuur

Voor kookapparatuur geldt dat bij branders en kookplaten en brandersvoorschriften van Bouw- en Woningtoezicht en de infrastrukturele beschikbaarheid zwaarder tellen bij de keuze dan het milieu. Dit geldt ook voor de uitwisselbaarheid tussen elektrische en gasovens. Bij magnetronovens is het resultaat

van het gebruiksproces niet vergelijkbaar met dat van een gewone oven. Wanneer het resultaat van het bakproces wordt beoordeeld bij de aanschaf is de rol van het milieu niet groot genoeg om de doorslag te geven.

4.4.2.3 Dominant alternatief op milieugebied binnen de produktgroep

Een aantal produktgroepen werd niet geschikt beoordeeld om het systeem op te zetten, omdat voor het opstellen van een rangorde voor de milieu-effecten geen afweging nodig is. Waar een alternatief speciaal met het oog op milieu-effecten ontwikkeld is, kan een controle of een fabrikant er in geslaagd is zijn opzet uit te voeren interessant zijn. Algemeen geldt echter dat bij evaluatie van dergelijke produktgroepen het systeem wellicht minder eenvoudig ontwikkeld kan worden, doordat er te weinig sprake is van een afweging van effecten. Toepassing in een systeem dat op grote schaal in gebruik genomen wordt, ligt wel voor de hand.

Autobanden

In het geval van autobanden, bij de keuze tussen nieuwe banden en banden met vernieuwde loopvlakken, is duidelijk dat de milieubelasting en het energieverbruik door grondstoffenbereiding kleiner is bij de keuze voor vernieuwde loopvlakken. Het aantal afgedankte produkten is eveneens kleiner, wat met zich meebrengt dat minder afval ontstaat. Hoewel het principe van loopvlakvernieuwing uit economische overwegingen is ontwikkeld, is dit op milieugebied een dominante oplossing en is deze produktgroep niet gekozen voor verder onderzoek in dit projekt.

Spuitbussen

Voor spuitbussen is ten opzichte van het niet-milieuvriendelijke produkt, de spuitbussen met chloor-fluor-koolwaterstofhoudende drijfgassen, een aantal alternatieven beschikbaar dat milieuvriendelijker is. Een vergelijking van een overigens identieke spuitbus met CFK-drijfgas met een spuitbus met CO₂ als drijfgas, of met een verstuiver, biedt derhalve weinig aanknopingspunten voor het uitwerken van het systeem. De verschillen tussen de spuitbus met CO₂ en de verstuiver zijn, in verhouding tot het van CFK-drijfgas verwachte effect, van vrij geringe betekenis voor het milieu. Een vergelijking tussen deze produkten zou de indruk kunnen geven dat het effect op het milieu van het grondstoffenverbruik van deze oplossingen belangrijker wordt geacht dan het effect van de CFK-gassen. Deze produktgroep is daarom niet gekozen als voorbeeldgroep voor dit projekt.

Wasmachines

Binnen de produktgroep wasmachines zijn produkten ontwikkeld met de bedoeling op economisch rendabele wijze het beslag op het milieu door wasmachines te verminderen. Dit wordt verwezenlijkt door het energieverbruik te reduceren (met een energiespaarknop voor kleine wassen) of door de konstruktie in te richten op reparatiemogelijkheden voor kwetsbare onderdelen en daardoor

de levensduur van het apparaat te verlengen. Produkten waarin deze eigenschappen aanwezig zijn, zullen betere beoordelingen krijgen dan produkten waarbij dit niet het geval is, ook zonder uitgebreide toetsing. Gevolgen voor het milieu bij wasmachines hebben vooral het energieverbruik en de dispositie van defekte en afgedankte apparaten. Omdat wasmachines daarnaast nog uit veel onderdelen opgebouwd zijn is de keuze voor de voorbeeldprodukten niet op wasmachines gevallen.

Wasmiddelen

Bij de beoordeling van wasmiddelen op milieu-effecten, wordt in het algemeen het fosfaatgehalte als belangrijkste criterium genomen. In dat geval vormen fosfaatvrije wasmiddelen een dominante oplossing. Of de toespitsing van de beoordeling op uitsluitend het fosfaatgehalte in het eindproduct terecht is en of niet eveneens andere verontreinigingen, die bijvoorbeeld tijdens de productie veroorzaakt zijn, bij de beoordeling betrokken moeten worden, kan bij de toekenning van een waardering in een functionerend systeem voor milieurelevante produktinformatie aan de orde komen. In dat geval wordt echter een onderzoek naar een produktgroep verricht, terwijl in dit project juist het opzetten van een methode centraal staat. Wasmiddelen zijn derhalve niet gekozen als voorbeeldproduktgroep voor deze studie.

4.4.3.1 De uitgebreider getoetste produktgroepen

Nadat de bovengenoemde produktgroepen bij de eerste toetsing waren afgevalen, zijn de overige produktgroepen scherper getoetst aan de eisen. Deze overige produktgroepen zijn in twee categorieën ingedeeld, namelijk die groepen waarvoor in het Westduitse informatiesysteem criteria zijn ontwikkeld en die produktgroepen waarvoor dat niet het geval is. De Westduitse beoordelingscriteria zijn in een aantal gevallen ook in Nederland toepasbaar, in de hier behandelde produktgroepen is er één geval waarin dat niet zonder meer mogelijk is.

4.4.3.2 Produktgroepen komen voor in het Westduitse systeem

Voor enkele van de produktgroepen, in de eerste plaats voor stofzuigers, grasmaaiers en verfstoffen, zijn in West-Duitsland voor het aldaar gehanteerde milieuvignet criteria ontwikkeld. Deze criteria zullen ook in dit project ter sprake kunnen komen, omdat zij ook in Nederland toegepast kunnen worden. Voor dit onderzoek worden echter bij voorkeur produktgroepen gekozen waarvoor de criteria voor de Nederlandse situatie afgeleid of aan de Nederlandse situatie aangepast moeten worden, omdat anders een deel van het project neer zou komen op het doubleren van in West-Duitsland verricht onderzoek.

Naast deze drie produktgroepen is in het Westduitse systeem nog een aantal andere opgenomen, met de bijbehorende beoordelingscriteria. De achtergronden van deze criteria zijn echter niet altijd in Nederland aanwezig, waardoor ook de criteria hun toepasbaarheid verliezen. Dit geldt voor dit onderzoek met name voor een groep drankverpakkingen, de retourverpakkingen. Deze

komen, mits aan enkele criteria wordt voldaan, ook in aanmerking voor het vignet. Aangezien de samenstelling van het huishoudelijk afval in West-Duitsland enigszins verschilt van die in Nederland en aangezien het percentage eenmalig bruikbaar glas dat in de glasbak terecht komt hier hoger ligt dan in West-Duitsland, zijn de criteria voor toekenning van het milieuvignet in West-Duitsland niet zonder meer toepasbaar op in Nederland verkrijgbare produkten. Voor andere verpakkingsmiddelen dan meermalig bruikbaar glas, zowel voor dranken als voor andere produkten zijn geen criteria opgesteld in het Duitse systeem.

4.4.3.3 Overige produktgroepen

De overige produktgroepen, te weten koelkasten, kookgerei en verlichting, hebben als overeenstemming dat hun eigenschappen op milieugebied voor een groot deel samenhangen met het energieverbruik tijdens de vervaardiging of de gebruiksduur van het produkt. In de eisen is vermeld dat het energieverbruik niet alleen bepalend mag zijn voor het oordeel over een produkt, zie eis 9, maar voor deze produkten zijn ook andere eigenschappen bepalend voor het oordeel. Bij koelkasten is de levensduur van belang in verband met het ontstaan van afval, bij kookgerei kan bij de materiaalvervaardiging en de vormgeving van het basismateriaal een veelheid aan soorten vervuiling ontstaan door toepassing van verschillende materialen. Bij verlichting worden eveneens een groot aantal materialen toegepast, met als speciaal kenmerk voor deze produktgroep dat de kwetsbare en vaak complexe samenstelling van verlichtingselementen de herwinning van materialen bemoeilijkt. De laatste twee produktgroepen zijn vooral interessant voor het ontwerpgerichte deel van het onderzoek.

4.4.4 De toetsing

Bij de toetsing worden de alternatieven vergeleken die in de opsomming van de produktgroepen vermeld zijn, met een nadere beperking van de alternatieven voor de produktgroep drankverpakkingen. Van de mogelijke alternatieven uit deze groep worden alleen de verpakkingen van glas, zowel eenmalig als retour, en blik vergeleken. In de uitwerking van de categorie blik wordt een nadere precisering van de onderzochte verpakkingen gegeven. In een later stadium kunnen eventueel nog drankverpakkingen van karton of kunststof in beschouwing worden genomen. De inperking tot glas en blik is gemaakt om de breedte van de vergelijking werkbaar te houden.

In tabel 4.1 is weergegeven in welke mate de produktgroepen aan de eisen voldoen. De waardering heeft plaatsgevonden op een driepuntsschaal, met als indeling: wel, enigszins of niet aan de eis voldaan. De gehanteerde symbolen zijn respectievelijk: +, □, -. Een verdere differentiëring van de schaal werd niet zinvol geacht, omdat de criteria onvoldoende meetbaar gemaakt zijn en vanwege het betrekkelijke belang van de keuze. In enkele gevallen bleef echter twijfel bestaan over de juiste waardering en werd een waardering tussen twee waarden in gegeven. Het doel van de keuze is het vinden van twee produktgroepen die geschikt zijn als voorbeelden bij het opzetten van de systematiek, zodat de onvolledige uitwerking van het oordeel niet als een groot bezwaar werd gezien.

Eis	Produktgroep						
	Drankverpakkingen	Grassenselmachines	Koelkasten	Koelgeri	Stofzuigers	Verfstoffen	Verlichting
1. Uitwisselbaar voor de functie	+	□	+	+	+	-	□
2. Verschillen in milieuschade door emissie niet te geven	+	+	□	+	□/+	+	□
3. Verschillen in milieu-karakteristiek	+	+	-	+	□	+	-
4. Gebruikersgedrag niet de voornaemste oorzaak van milieuschade	+	+	+	+	+	□/+	+
5. Merkbaar milieuschade in invloedssfeer: konsument	+	+	+	□	+	+	□
6. Invloed van informatie aanwezig	□	+	+	□/+	+	+	□/+
7. Naar economische ook milieu aspecten van belang bij aanschaf	+	□/+	□	+	□/+	+	□
8. Materialen en processen in Nederland frequent gebruikt	□	-	□	+	□	□	□
9. Verschillen in energieverbruik niet alleenbepaald voor het oordeel over een produkt	+	+	-/□	□/+	□	+	-
10. Klein aantal samenstellende delen	+	-	□	+	-	□/+	+
Totaal	+1: 6 □: 2 -1: 0	+1: 6 □: 12 -1: 2	+1: 4 □: 4 -1: 12	+1: 6 □: 2 -1: 0	+1: 5 □: 4 -1: 1	+1: 7 □: 2 -1: 1	+1: 3 □: 4 -1: 1

Waardering: + voldoet aan de eis
 □ voldoet enigszins aan de eis
 - voldoet niet aan de eis

Tabel 4.1 Keuzetabel produktgroepen

4.4.5 Resultaten van de toetsing

Uit de toetsing komen de verpakkingen als meest gunstige produktgroep naar voren, gevolgd door kookgerei en verfstoffen. Grasmaaimachines komen daar weer iets achter. De overige produktgroepen, koelkasten, stofzuigers en verlichting komen als minst gunstige produktgroepen uit de toetsing.

Met deze toetsing wordt een tweetal produktgroepen gezocht voor het verdere onderzoek, waarvan de één voor het konsumentgerichte onderzoek en de ander voor het ontwerpgerichte gedeelte dient.

Gezien de uitslag van de toetsing ligt het voor de hand de drankverpakkingen als eerste groep te kiezen, waarbij de aard van deze groep met zich meebrengt dat zij voor het op konsumenten gerichte gedeelte van het onderzoek geschikt is.

De tweede produktgroep zal dan op ontwerpers gerichte resultaten moeten opleveren. De eis die in dit opzicht de produktgroepen het zwaarst toetst, is eis 8. Op deze eis scoort de groep kookgerei het best, zodat deze het meest geschikt lijkt voor het ontwerpgerichte onderzoeksdeel. Bij controle van de produktgroep op deze eis, blijkt dat bij kookgerei inderdaad vele verschillende soorten materialen en bewerkingen voorkomen die in Nederland vaak gebruikt worden en in gevolgen voor het milieu verschillen vertonen.

De twee andere produktgroepen die gunstig uit de toetsing komen, de grasmaaiers en de verfstoffen, bieden voor het ontwerpgerichte deel van het onderzoek minder mogelijkheden, deze twee produktgroepen zouden dus voor het konsumentgerichte deel van het onderzoek in aanmerking komen. De grasmaaiers worden echter op het punt van de complexiteit slecht beoordeeld en zijn op geen punt beter dan de drankverpakkingen. Hierdoor vallen de grasmaaimachines af. De verfstoffen zijn op het gebied van de uitwisselbaarheid van alternatieven minder gunstig beoordeeld dan de drankverpakkingen. Dit verschil kan ertoe aanleiding geven dat bij het onderzoek naar deze produktgroep de nadruk te veel op de functionele aspecten komt te liggen. Dit kan een verschuiving van het zwaartepunt van het onderzoek veroorzaken, van het opzetten van een beoordelingssysteem voor algemene toepassing naar het beoordelen van een aantal produkten en hun toepassingsmogelijkheden. Dit risico is bij de verschillende drankverpakkingen veel kleiner, omdat deze op gelijke wijze worden gebruikt. Omdat de verpakkingen op geen punt veel slechter beoordeeld worden dan de verfstoffen, vallen dus ook de verfstoffen af voor de eerste fase van dit onderzoek.

4.5 Samenvatting

Als resultaat van de toetsing van een aantal produktgroepen aan een programma van eisen worden in dit hoofdstuk de produktgroep drankverpakkingen voor konsumentgericht onderzoek en de produktgroep kookgerei voor ontwerpgericht onderzoek gekozen. Andere produktgroepen die in aanmerking kwamen om voor verder onderzoek gekozen te worden, met name verfstoffen en grasmaaimachines, waren vooral geschikt voor konsumentgericht onderzoek. Beide groepen scoorden in de beoordeling echter op een punt duidelijk lager dan drankverpakkingen (verfstoffen op het

punt van uitwisselbaarheid bij het vervullen van de functie; grasmaaimachines op het punt van complexiteit). Aangezien geen van beide produktgroepen dit door op andere eisen een duidelijk betere beoordeling te halen wist op te vangen, is de keuze voor drankverpakkingen voor het konsumentgerichte deel van het onderzoek gehandhaafd.

Met de keuze voor de twee produktgroepen, drankverpakkingen en kookgerei, wordt niet geïmpliceerd dat andere produktgroepen niet in aanmerking zouden komen voor milieurelevante produktinformatie. Het sluit andere produktgroepen zelfs niet uit van geschiktheid voor het opzetten of introduceren van een dergelijk systeem, in dit projekt worden zij echter niet gekozen.

5.1
Algemeen5.1.1 Inleiding

Op het gebied van milieueffecten, materiaal- en energieverbruik van drankverpakkingssystemen is in de laatste jaren een aantal vergelijkende studies verricht. Van deze studies, die in verschillende landen zijn uitgevoerd, zijn de resultaten niet zonder meer onderling te vergelijken. De randvoorwaarden waarbinnen de verpakkingssystemen functioneren vertonen van land tot land verschillen. Belangrijke oorzaken hiervan zijn de gebruikte energiebronnen voor de opwekking van elektriciteit, de transportafstanden en -middelen, de wettelijke eisen die aan installaties gesteld worden en het consumptiegedrag van de plaatselijke bevolking. Daarnaast zijn de toegepaste verpakkingssystemen niet in alle landen in alle opzichten gelijk.

Een bijkomend nadeel voor dit onderzoek is dat bij een aantal van de onderzoeken het energieaspect van de vergelijkingen een grotere nadruk heeft gekregen dan de vervuilingaspecten. Hoewel een onderling verband tussen energieverbruik en emissies natuurlijk wel bestaat, varieert dit met de gebruikte energiebron. Dit is met name voor de opwekking van elektriciteit en het energieverbruik bij het transport van belang. Wanneer in het energieverbruik de benodigde energie voor het opwekken en het transport van de elektriciteit meegerekend wordt, is het rendement bij de opwekking medebepalend voor het totaal aan emissies. De rendementen van verschillende wijzen van elektriciteitsopwekking, bijvoorbeeld waterkrachtcentrale, fossiele of nucleaire centrale, zijn niet gelijk en dus ook de benodigde energie niet. Voor transportmiddelen geldt eveneens dat het rendement van het vervoermiddel afhangt. De gekozen vervoermiddelen zullen over het algemeen aangepast zijn aan de infrastructuur van het land waar het onderzoek is uitgevoerd. Dit werkt door in de vervuiling die ten gevolge van het energieverbruik ontstaat. Een ander en zwaarder wegend bezwaar tegen het leggen van een te grote nadruk op het energieverbruik bij beschouwingen over milieuverontreiniging ten gevolge van productieprocessen, is dat lang niet alle verontreiniging door energieverbruik veroorzaakt worden. Om van deze verontreinigingen een beeld te krijgen, is aanvullende informatie nodig over de genoemde processen.

Methodisch zijn er ook verschillen tussen de toerekening van energiegebruik en die van schadelijke emissies. Bij het toerekenen van het energieverbruik kan de Joule als universeel geldige en erkende rekeneenheid gebruikt worden. Voor milieuschade bestaat een dergelijke eenheid niet, zodat naast de moeilijkheden bij het bepalen van de juiste getalwaarden voor emissies, voorsnog ook het samenvoegen hiervan problemen oplevert.

De verschillen in het totale energieverbruik bij de vervaardiging van materialen en produkten voor het drankverpakkingssysteem zijn tussen de landen onderling meestal niet al te groot, mede doordat de toegepaste processen grotendeels overeenstemmen. Het energieverbruik bij de vervaardiging van het verpakkingsmateriaal en het verpakkingmiddel beslaat een groot deel (in veel gevallen zelfs het grootste deel) van het totale energieverbruik van een verpakkingssysteem. De materiaalkeuze is dan ook van groot belang

voor het energieverbruik en de emissies die daardoor ontstaan. De emissies die ten gevolge van de materiaalkeuze ontstaan, door energieverbruik of als processenemissies, zullen dan ook niet zo zeer van de plaats als wel van het verpakkingsontwerp afhangen.

5.1.2 Invloeden op de omvang van de emissies

5.1.2.1 Substitutie en recycling

De emissies die bij de productie en verwerking van het verpakkingsmateriaal in eenzelfde proces kunnen ontstaan, zullen van land tot land verschillen vertonen. De verschillen tussen emissiewaarden van processen worden toegeschreven aan de uitwisselbaarheid die (binnen bepaalde grenzen) tussen de verschillende soorten emissies bestaat (16).

Zo kan een emissie naar lucht met behulp van een gaszuiveringsinstallatie verminderd worden, maar het residu van de zuivering veroorzaakt weer nieuwe verontreiniging. Het kan bijvoorbeeld geloosd worden in water (met waterverontreiniging als gevolg), of als slib of vast afval verwerkt worden (problemen bij het storten). Een emissie van zwaveloxyden kan daarbij natuurlijk niet zonder meer vervangen worden door een emissie van bijvoorbeeld stikstofoxyden. In sommige gevallen zal plaatselijke wetgeving echter wel invloed uitoefenen op de emissies die het sterkst tegengegaan worden. De geografische en economische kenmerken van een land bepalen welke vormen van emissies tegengegaan zullen worden en derhalve welke verontreinigingen resulteren.

Naast het verminderen van emissies op een terrein ten koste van een toename van de emissies op een ander gebied, zijn mogelijkheden voor reductie van de schadelijkheid van een proces aanwezig in het hergebruik van (delen van) de materiaalstroom die het proces verlaat (voortaan aangeduid met: afvalstroom) en verlenging van de levensduur en gebruikstijd van een product in een proces. Het begrip proces dient hier ruim opgevat te worden: het gaat niet alleen om de productieprocessen, maar ook om het gebruik en hergebruik van retourverpakkingen met het transport, het reinigen, enz. inbegrepen.

De eerste van de twee mogelijkheden, het hergebruiken van een deel van de afvalstroom, is gebonden aan economische beperkingen. De samenstelling van de afvalstroom en de vereiste inspanningen om de waardevolle of schadelijke delen eruit te verwijderen of voor gebruik geschikt te maken zijn daarbij doorslaggevend. Voor beslissingen over het al dan niet zuiveren van de afvalstroom zijn niet alleen de kosten van het zuiveren van het afval van belang, maar ook de kosten die aan het ongezuiverd lozen van het afval verbonden zijn. Met name heffingen op lozingen van verontreinigd afvalwater spelen hierop in. Het niet beoogde effect van deze heffingen is dat het goedkoper wordt de afvalstroom te zuiveren en de waardevolle residuen opnieuw te gebruiken dan de lozing van het afval ongezuiverd voort te zetten. Twee voorbeelden van in Duitsland ontwikkelde zuiveringsinstallaties (in de papier- en kartonindustrie), met als doel het vermijden van hoge heffingen, zoals die in West-Duitsland ontwikkeld zijn, zijn beschreven door Jochem (17). De systemen zijn gebaseerd op het sluiten van een kringloop voor het water dat als spoelmiddel in de papier- en kartonfabrikage gebruikt wordt. De voordelen van

het sluiten van deze kringloop zijn: een laag waterverbruik, toename van de opbrengsten, sterke afname van de emissies, en geringe hoeveelheden afvalslib, omdat de grove deeltjes gerecycled kunnen worden. Stijgende heffingen voor verontreinigingen kunnen op deze wijze gebruikt worden als stimulans voor onderzoek naar mogelijkheden om de verontreinigingen tegen te gaan. Dergelijke maatregelen kunnen ook uitgewerkt worden voor andere processen waarin (materialen voor) drankverpakkingen gefabriceerd worden.

Een geval waarin geen overheidsmaatregel noodzakelijk was, is de luchtzuiveringsinstallatie in de porseleinfabriek Bing & Grøndahl in de Deense hoofdstad Kopenhagen. Met deze luchtzuiveringsinstallatie wordt het stof dat bij het beschilderen van de porseleinen modellen vrijkomt van de werkplek afgevoerd. De hoeveelheid teruggewonnen goudstof is daarbij zo groot, dat de opbrengst hiervan kostendekkend is voor de gehele luchtzuiveringsinstallatie (18). Wanneer een beloning in de vorm van een teruggewonnen waardevolle stof in de afvalstroom niet aanwezig is, zal zuivering van de afvalstroom alleen plaatsvinden bij een andere stimulans, bijvoorbeeld een hoge heffing of een betere marktpositie.

5.1.2.2 Verlenging van de levensduur en de gebruikstijd van producten

Het verlengen van de levensduur (of de gebruiksduur) van een produkt is te beschouwen als een derde mogelijkheid van vermindering van verontreinigingen die door een produkt veroorzaakt worden, naast vermindering met substitutie van de verontreiniging en vermindering door hergebruik. Bij deze vorm van emissievermindering worden de emissies van de produktie van zowel het materiaal als het eindprodukt gereduceerd. De langere gebruikstijd brengt tevens een vermindering van de afvalstroom ten gevolge van het afdanken van het produkt met zich mee. Door de levensduur van consumptiegoederen te verlengen kan ook de stroom huishoudelijk afval belangrijk beperkt worden. Het verlengen van de levensduur van duurzame consumptiegoederen en huishoudelijke apparaten kan daarbij een aanzienlijke bijdrage leveren, zoals in diverse publikaties wordt betoogd (19).

Het verlengen van de levensduur van duurzame consumptiegoederen, de gevolgen hiervan en een aantal bepalende factoren voor levensduurverlenging worden beschreven door Box (20). Daarbij blijkt dat naast technische factoren bij duurzame consumptiegoederen ook economische, sociale en psychologische factoren een rol spelen bij de gebruiksduur van een produkt. Van belang zijn onder meer de snelle waardedaling van nieuwe produkten, de (vaak) marginale verschillen tussen nieuwe produkten en de oude uitvoering ervan en de status die aan het bezit van nieuwe produkten verbonden is. Bij de onderzochte produktgroepen, wasmachines, koelkasten, televisietoestellen, auto's en meubelen, bleek de invloed van de verschillende factoren niet voor iedere produktgroep gelijk te liggen.

Een eenduidig voorschrift om de technisch-economische levensduur van produkten te verlengen, bijvoorbeeld door reparatiemogelijkheden te bieden, is niet te geven. Daarnaast is ook aandacht voor de sociaal-psychologische levensduur en de daarmee samenhangende gebruiksduur noodzakelijk. Dit vereist een afweging per produktgroep of bedrijfstak, omdat levensduurverlenging van het produkt door technische maatregelen averechts kan werken. Veran-

derd materiaalgebruik (door nieuwe materialen of constructiewijzen) kan bestaande hergebruikgewoonten bemoeilijken.

Het is ook mogelijk dat voor verlenging van de levensduur van een produkt een zwaardere constructie noodzakelijk is. Hierdoor wordt een grotere bijdrage aan de milieuverontreiniging en het energieverbruik tijdens de productie geleverd. Wanneer deze bijdrage groter is dan de besparingen die door de langere gebruiksduur bereikt worden (of wanneer het produkt door de consumptie niet langer gebruikt wordt), kan dit per saldo tot een toename van de milieuverontreiniging leiden. Zo zou een auto die met konventionele constructiematerialen zodanig gekonstrueerd wordt dat de technische levensduur met 50% verlengd wordt, geen bijdrage leveren aan de bescherming van het milieu, als de gebruiksduur niet eveneens langer wordt dan de gebruikelijke. Wordt een auto met verlengde levensduur met nieuwe materiaalsoorten en constructiewijzen vervaardigd, dan is het mogelijk dat ook bij niet-optimaal gebruik van de mogelijkheden een vermindering van de milieubelasting wordt bereikt. Het meest gunstig is natuurlijk ook dan een situatie waarin de technische levensduur en de gebruiksduur met elkaar overeenstemmen.

Wanneer niet naar duurzame goederen wordt gekeken, maar naar verbruiksgoederen, blijken zich dezelfde verschijnselen te kunnen voordoen.

In het hier onderzochte voorbeeld van de drankverpakkingen kan door nieuwe materiaalcombinaties het hergebruik bemoeilijkt worden. Ook is het mogelijk dat door onvoldoende benutting, het rendement van een ingreep ter verlenging van de technische levensduur negatief is.

Een nieuwe materiaalcombinatie in de glasverpakkingen, namelijk een glazen (eenmalig bruikbare) fles met een kunststof coating, levert een vermindering van de benodigde hoeveelheid glas op. Deze materiaalbesparing kan ongeveer 20% bedragen (21), met een zeer goede weerstand tegen schokken als bijkomend effect. De kunststof coating is echter minder gunstig tussen de scherven in de in Nederland gebruikte glasbakken. Voor verdere verwerking van de glasscherven mogelijk is, dienen immers de verontreinigingen uit het glas verwijderd te worden.

Het is ook mogelijk dat een produkt zwaarder gekonstrueerd moet worden om de levensduur te verlengen. Hierdoor wordt een toename van de milieuverontreiniging en het energieverbruik door de materiaalvervaardiging veroorzaakt. Wanneer een produkt om te beginnen in een eenmalig bruikbare glazen verpakking wordt verkocht en vervolgens in glazen retourverpakking op de markt gebracht wordt, neemt de benodigde hoeveelheid verpakkingsmateriaal per verpakking toe. Als het gebruikersgedrag zich niet aan de nieuwe verpakkingswijze aanpast en de verpakking niet of onvoldoende teruggebracht wordt, zal de milieuverontreiniging in omvang toenemen. Er is een minimum verbonden aan het aantal trips dat een retourverpakking gemiddeld moet maken om even goed of gunstiger uit de bus te komen dan een vergelijkbare eenmalig bruikbare verpakking.

Welk van de twee oplossingen bij de keuze tussen een systeem met eenmalig bruikbare verpakkingsmiddelen en een systeem met meermalig bruikbare verpakkingsmiddelen het meest gunstig is op het gebied van milieu, energetische en economische aspecten is afhankelijk van een aantal factoren. Deze factoren zijn voor een

- deel produktgebonden, voor een deel plaatsgebonden. Het gaat daarbij onder andere om:
- de benodigde materiaal- en energiehoeveelheden voor het verpakingsmateriaal,
 - de (relatieve) milieuschadelijkheid van de emissies ten gevolge van de materiaalvervaardiging,
 - de omvang van deze emissies,
 - de emissies ten gevolge van de reiniging van het verpakkingsmiddel en derhalve ook:
 - de vulstof,
 - de omzet en de prijs van het verpakte produkt,
 - het aantal malen dat het verpakkingsmiddel gebruikt wordt voor het afgedankt wordt,
 - de hoeveelheid produkt die verpakt wordt,
 - wat na het afdanken met het verpakkingsmateriaal gebeurt,
 - de emissies ten gevolge van het transport van de verpakking, zowel voor eenmalig als meermalig bruikbare verpakkingsmiddelen,
 - de gebruikte materialen voor de omverpakking * en de emissies bij de produktie daarvan,
 - de mate van bescherming die de verpakking biedt,
 - de kosten verbonden aan de distributie,
 - de gevoeligheid van de resten van de vulstof voor bederf, samenhangend met onder andere temperatuur, de vulstof en de luchttoetreding.

Uit de bovenstaande opsomming zal duidelijk zijn dat het niet voldoende is uitsluitend naar het verpakkingsmiddel te kijken om een oordeel over een verpakkingssysteem te kunnen geven. Een benadering waarin het hele verpakkingssysteem wordt beschouwd, vanaf het ontstaan van het verpakkingmateriaal tot en met het verdwijnen daarvan, is voor een gefundeerd oordeel noodzakelijk. Daarin kan ruimte zijn voor het feitelijke konsumentengedrag, en voor het effect van mogelijke veranderingen daarin. Om een oordeel over de invloed van konsumentengedrag, ongevallen enz. te kunnen geven, is het verstandig de produktalternatieven in voldoende grote eenheden te beoordelen, bijvoorbeeld per 1 miljoen liter afgeleverde drank.

Het nadeel van deze methode is de hoeveelheid werk die dit met zich meebrengt. Dit geldt voor verpakkingssystemen als speciaal geval, maar ook voor andere produkten. Bij volledig bestudering van een systeem dienen alle deelprocessen bestudeerd te worden. De belangrijkste beperkingen voor de geldigheid van een dergelijke studie zijn het betrekkelijk snelle verloop in de tijd van de toegepaste processen en de aan de regionale situatie gebonden randvoorwaarden.

In het navolgende deel van het rapport wordt een overzicht gegeven van de resultaten van een aantal vergelijkende studies naar energie- en grondstoffenverbruik en milieueffecten van drankverpakkingssystemen.

De resultaten van de studies zijn echter niet zonder meer onderling te vergelijken, door de verschillende randvoorwaarden per bestudeerd systeem. Deze randvoorwaarden, zoals de wijze van

* Omverpakking: verpakking waarin de drankhouders geplaatst worden. Voorbeeld: de omverpakking voor bierflesjes is een krat.

STUDIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
ONDERZOEKSASPEKT											
Underzochte systemen											
- eenmalig gebruik	+	+	0	+	+	0	+	+	+	0	+
- meermalig gebruik	+	+	0	+	+	0	-	-	-	0	-
Underzochte aspecten											
-grondstoffenverbruik	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
-vervuiling (emissies)	+	-	+	-	± 1)	+	-	-	-	-	-
-energieverbruik	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Verpakkingsmateriaal											
-grondstoffenwinning	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
-vervaardiging	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-
-transport	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-
-verdwijnen	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-
Afsluiter	+	±	+	+	-	-	+	-	-	-	-
Omverpakking	+	±	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Afvalverwerking											
-storten	±90%	+	+	0	+	+	-	+	0	-	0
-verbranden	±10%	+	+	0	+	+	-	+	0	-	0
-recycling	+ 2)	-	+	0	+	-	-	+	0	-	+
Underzochte materialen											
-kunststof	+(ABS)	+(PC)	+	+(PET)	-	+	-	-	-	-	-
-glas	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
-aluminium	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
-blik	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
-gemengd	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
Afgevuld product 3)											
-melk	-	+	+	-	+	0	-	0	0	0	0
-bier	+	-	+	+	+	0	-	0	0	0	0
-koolzuurhoudende frisdrank	+	-	+	+	+	0	-	0	0	0	0
-wijn/overige	-	-	+	+	-	0	+	0	0	0	0
Land(en) van studie	V.S.	N	meerdere	V.K.	S	NL	NL	CH	BRD	BRD	meerdere
Jaar van de studie	1973/74	1980	1978	1981	1980	1978	1976	1976	1976	1976	1980

+ = aanwezig

± = ten dele aanwezig

- = niet aanwezig

0 = niet van toepassing

1) Voornamelijk aandacht voor vervuiling door zwafeluit

2) Verschillende percentages zijn onderzocht op hun effecten

3) Enkele studies beschrijven alleen de productie van de verpakking

I HRI, lit.(14)

V Lidgren, lit.(28)

IX Sprenger, lit.(33)

II Chr. Michalson Inst., lit.(24)

VI TNO, lit.(29)

X Hallenslaben, lit.(34)

III OECO, lit.(16)

VII Fornerod, lit.(31)

XI Proc. 2nd Int. Tintplate Conf., lit.(35)

IV Boustead & Hancock, lit.(15)

VIII Haystra, lit.(32)

Tabel 5.1 Overzicht van de bestudeerde literatuur

elektriciteitsopwekking, werden hier al eerder genoemd. Naast deze randvoorwaarden zijn echter ook nog verschillen tussen de systemen onderling te constateren. Zo wordt bij de melkverpakkingen in landen waar eenmalig en meermalig bruikbare verpakkingen naast elkaar bestaan in het algemeen in de laatste tientallen jaren een verschuiving naar de eenmalig bruikbare verpakking waargenomen. In het Verenigd Koninkrijk (V.K.) echter wordt melk in tegenstelling tot andere landen nog steeds grotendeels huis aan huis bezorgd en worden de lege flessen ook aan huis opgehaald. Mede door dit distributiesysteem, dat in vele andere landen grotendeels of geheel verdwenen is, is de meermalig bruikbare melkfles de meest gebruikte verpakking gebleven. Het teruglopen van dit verkoopsysteem ten gunste van de supermarkt heeft in veel landen de snelle opkomst van de eenmalig bruikbare melkverpakking mogelijk gemaakt (22). Resultaten van een onderzoek naar de technische, economische en milieukundige aspecten van het retoursysteem voor glazen melkverpakkingen in het V.K., zijn dan ook niet geldig voor retoursystemen in andere landen. Dit voorbehoud geldt ook voor de eindresultaten van andere studies. Voor deelprocessen kunnen de resultaten geheel of gedeeltelijk worden vergeleken, mits rekening gehouden wordt met de randvoorwaarden die in de studie gehanteerd zijn.

5.2 5.2.1
Literatuur-
onderzoek

Inleiding

In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van een aantal studies naar de milieueffecten, het grondstoffen- en het energieverbruik van een aantal drankverpakkingssystemen. Allereerst worden de studies in het kort beschreven. De uitgangspunten van de studie, de beschouwde verpakkingssystemen en de belangrijkste systeemgrenzen en van het onderzoek komen daarbij aan de orde. In tabel 5.1 worden de belangrijke uitgangspunten van de studies naast elkaar gezet.

Van de onderzochte studies hebben een aantal betrekking op een geheel systeem van verpakking, terwijl andere betrekking hebben op slechts een deel daarvan (bijvoorbeeld de vervaardiging van het verpakkingmiddel of het materiaal). Tevens beperken enkele studies zich tot één of enkele aspecten die onder de milieueffecten van een verpakkingssysteem te rekenen zijn (bijvoorbeeld het energieverbruik van een systeem of een proces, of de waterverontreiniging in een bepaald deelproces).

Een project waarvan op dit moment nog geen resultaten bekend zijn, maar dat waarschijnlijk zeer goed bij de hier genoemde studies zal aansluiten wordt hier speciaal genoemd. Dit is het Zwitserse project waarin aan verpakkingssystemen op grond van hun "milieuprofiel" een "milieu-brevet" (Oeko-Ausweis) verstrekt wordt. Dit milieubrevet wordt beschreven (23) als een totaal prestatiebrevet, dat opgedeeld wordt in: een brevet voor:

- de beschermingseigenschappen
- de geschiktheid
- de milieuvriendelijkheid
- de kosten.

De eerste studie van de EMPA beoordeelt de producten alleen kwalitatief, niet kwantitatief. Een waarderingssysteem dat objectief de verschillende vervuilingvormen en -concentraties beoor-

deelt, kon niet gevonden worden. De belastingen zijn echter sterk afhankelijk van het energieverbruik (zowel qua omvang als wat betreft de energiedrager) en daarom wordt met behulp van een energiebalans het energieverbruik bepaald. Dit wordt gehanteerd als richtwaarde voor de milieuverontreiniging (zie ook bijlage 2: Beschrijving van enkele buitenlandse systemen voor milieurelevante produktinformatie).

Bij het opzetten van een produktinformatiesysteem in Nederland zullen de resultaten van dit systeem zeker van belang zijn. De resultaten van de onderzoeken naar deelprocessen ten behoeve van de beoordeling van producten voor het milieubrevet kunnen voor een deel voor Nederland een richtsnoer geven. Met name geldt dit voor de produktie van de verpakkingen. Voor andere processtappen, zoals het vervoer, geldt dit zeker niet.

Tot slot van deze inleiding volgt hier nog een verklaring van enkele gebruikte begrippen.

- verpakkingssysteem: de wijze waarop de verpakkingfunctie vervuld wordt, met alle daarvoor benodigde processen. De natuurlijke grenzen van het systeem zijn het uit de grond winnen van de materialen en terugstorten in de grond van het afval. Of de natuurlijke grenzen van het systeem ook de gehanteerde grenzen zijn in een onderzoek hangt onder meer af van de gewenste nauwkeurigheid en de uitgangspunten van de onderzoeker.
- verpakkingmiddel: het middel waarin het produkt (vulmiddel) verkocht en vervoerd wordt (bijvoorbeeld een fles of kartonnen pak)
- vulstof: de stof waarmee het verpakkingmiddel gevuld wordt, het eigenlijke produkt dat door de konsument gekocht wordt (hier dranken).
- afsluiter: het (te verwijderen) afsluitingsmateriaal waardoor de vulstof vrijgemaakt kan worden.
- verpakkingmateriaal: het materiaal waaruit het hoofdonderdeel van de verpakking vervaardigd is, bijvoorbeeld een glazen fles, maar niet het etiket erop.

5.2.2 Beschrijving van de belangrijkste geraadpleegde studies

5.2.2.1 Resource and Environmental Profile Analysis of Nine Beverage Container Alternatives (14) (tabel 5.1, kolom 1)

Deze studie is uitgevoerd in 1973 door het Amerikaanse Midwest Research Institute in opdracht van het U.S. Environmental Protection Agency. De studie heeft betrekking op negen verschillende verpakkingssystemen voor bier en zes (soortgelijke) verpakkingssystemen voor koolzuurhoudende frisdranken. Van de deelprocessen in het verpakkingssysteem, zoals grondstoffenwinning, fabricage van het produkt, vullen, gebruik en afdanken, wordt een volledig beeld gegeven. Voor ieder deel van het bestaan is een proces gekozen dat representatief geacht kan worden. Bij de kunststof-fabrikage is één van de mogelijke processen gekozen vanwege de vele beschikbare wijzen waarop de stof ABS gemaakt kan worden. Voor de gegevens is van de open literatuurbronnen gebruik gemaakt, niet van de gegevens van fabrikanten. Niet meegerekend is het vervoer van de producten (gevulde verpakkingen na aankoop) door de konsument. Voor een aantal van de systemen, met name verpakkingen van staal, aluminium en kunststof (ABS) zijn de resultaten van hergebruik van het materiaal bestudeerd. Voor het

overige wordt uitgegaan van verwerking van het afval door storten ($\pm 90\%$) en door verbranden ($\pm 10\%$).

Voor het berekenen van de druk op het milieu ten gevolge van een verpakkingssysteem werden de deelprocessen in het bestaan ervan in eerste instantie als aparte processen beschouwd. De resultaten hiervan werden gebruikt om naar rato van hun bijdrage aan het verpakkingssysteem de bijdrage aan de vervuiling te berekenen.

De gegevens die van de processen zijn vergaard zijn de input in de processen in een aantal categorieën, zoals grondstoffen, energie, proceswater, enz., en de output van de processen in categorieën zoals vast afval, zwaveloxyden, enz. In totaal werden 18 inputcategorieën en 36 output-categorieën onderscheiden, zodat van de belangrijkste effecten op het gebied van vervuiling en grondstoffenverbruik een goed beeld verkregen kan worden uit de gedetailleerde overzichten. Deze overzichten geven tevens een overzicht van de aandelen van de verschillende processen in de totale vervuiling.

Aangezien de gedetailleerde overzichten te veel informatie bevatten om snel een goed overzicht te krijgen van de gevolgen van de verschillende processen, zijn de resultaten van de berekeningen in zeven categorieën samengevat. Dit is in methodologisch opzicht het minst geslaagde deel van deze studie, omdat binnen de categorieën zonder meer wordt gesommeerd. Waar dit het grondstoffenverbruik betreft is dit wellicht acceptabel, en waar het om het energieverbruik gaat zeker. Naast deze twee categorieën worden echter ook onder meer zware metalen en biologisch zuurstofverbruik bij elkaar geteld als het gaat om de emissies naar water. Vanuit milieuhygiënisch standpunt zijn dit echter volledig verschillende zaken, zodat deze optelling geen betekenis heeft. Of een veranderde wijze van optelling, bijvoorbeeld met weegfactoren per emissie, een andere rangvolgorde voor de milieuvriendelijkheid zou geven, valt niet te voorspellen. De waarde van de weegfactoren is hierop immers van doorslaggevende invloed.

5.2.2.2 Alternative Milk Containers. What are the Consequences? (24) (tabel 5.1, kolom II)

Deze studie is in 1980 gepubliceerd door het Noorse Chr. Michelsen Institute in opdracht van het Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research's Committee for Solid Wastes. In deze studie zijn drie verpakkingssystemen voor vloeibare zuivelproducten vergeleken voor de Noorse situatie. De vergeleken systemen zijn:

- kartonnenverpakking, vierkant bodemvlak, met afgeschuinde bovenkant
- meermalig bruikbare glazen flessen
- meermalig bruikbare polycarbonaat (PC) flessen.

De sluitingen van de retourflessen zijn van aluminium, en ook is een etiket aangebracht met produktinformatie.

In de studie wordt aan de volgende aspecten aandacht besteed:

- de totale kosten per jaar voor verpakking, distributie, verkoop, afvalverwijdering en kosten voor de konsument
- het totale jaarlijkse grondstoffenverbruik, met nadruk op het energieverbruik

- het aantal banen
- de effecten op de afvalverwerking.

De gegevens voor de vergelijkingen zijn afgeleid van de praktijk en werden voor een groot deel verstrekt door de Noorse Zuivel Federatie en door enkele fabrikanten van verpakkingsmaterialen.

Verder worden de gevolgen van de verpakkingssystemen voor de konsument en de hygiënische (niet-milieuhygiënische) aspecten van de systemen kwalitatief beschreven, hoewel daar geen wetenschappelijk onderzoek naar is verricht voor dit rapport.

De resultaten van deze studie zijn niet zonder meer in Nederland geldig. Waar het de economische aspecten betreft komt dit door de iets verschillende economische omstandigheden in Nederland en Noorwegen.

Ook voor het energieverbruik is de geldigheid van de studie voor de Nederlandse situatie beperkt. In Noorwegen wordt $\pm 80\%$ van het afval gestort, en de rest verbrand met gebruik van de afvalwarmte (25), terwijl in Nederland $\pm 40\%$ van het afval gestort wordt, $\pm 40\%$ verbrand wordt met grotendeels gebruik van de afvalwarmte en 20% gecomposteerd of door de VAM verwerkt wordt (cijfers 1979) (26). Tenslotte zullen ook bij het energieverbruik in het vervoer afwijkingen ontstaan ten opzichte van Nederland, omdat de afstanden hier kleiner zijn.

Een volgend nadeel van de studie is dat niet de emissies ten gevolge van de systemen berekend worden, maar alleen het grondstoffenverbruik. In het algemeen zijn echter het materiaalgebruik in de verpakkingssystemen in Noorwegen en Nederland aan elkaar gelijk te stellen. De in deze studie beschreven kartonnen verpakking wordt ook in Nederland gebruikt, terwijl de vervuiling door de glazen fles voornamelijk van het gewicht en de gebruikintensiteit afhangt. Het grondstoffenverbruik en met name ook het energieverbruik bij de fabricage van een glazen fles is vooral van het gewicht van de fles afhankelijk. De cijfers van een modern fabricageproces voor glazen flessen in Noorwegen zullen dan ook, gekorrigeerd voor de hoeveelheden, in Nederland als indicatie kunnen dienen.

De polycarbonaat fles wordt in Nederland nog slechts op experimentele schaal toegepast in het tapmelk-experiment van Fricodomo. Dit houdt een andere gebruikswijze dan bij de normale retourfles in. De resultaten van deze studie hebben geen betrekking op deze speciale gebruikswijze.

5.2.2.3 Beverage Containers: Re-use or Recycling (16) (Tabel 5.1, kolom III)

Deze studie is in 1978 door de OECD uitgevoerd met als doel het ondersteunen van het beleid van de lidstaten met betrekking tot drankverpakkingen. Een belangrijk deel van de studie is dan ook gewijd aan mogelijke beleidsmaatregelen en hun gevolgen. De inhoud van deze maatregelen kan in dit project grotendeels buiten beschouwing blijven, omdat het hier gaat om de druk op het milieu die door produkten veroorzaakt wordt. Aangezien bij de maatregelen een beschrijving van de effecten wordt gegeven kunnen deze ook voor dit onderzoek van belang zijn.

Ter onderbouwing van de maatregelen en hun effecten, wordt echter eerst een overzicht gegeven van de resultaten van een

aantal studies naar het grondstoffen- en energieverbruik, de milieueffekten en de kosten van de verschillende verpakkingssystemen. Een belangrijk element in de studie vormt ook het commentaar van de delegaties van verschillende landen op de studies. Een beperking die in de studie genoemd wordt is dat niet voor alle gebruikte materialen voor elke vulstof een voor ieder land geldige vergelijking gemaakt kan worden vanwege het ontbreken van gegevens. De onderwerpen waarover de meeste gegevens voorhanden waren, de glazen fles, voor eenmalig en meermalig gebruik, en de metalen drankverpakking, hebben daardoor de meeste nadruk gekregen in de studie.

Voor dit project kan als belangrijkste konklusie uit het OECD-rapport gelden dat hoewel een trend waarneembaar is van meermalig bruikbare verpakkingen naar systemen met eenmalig gebruik, onder de gegeven omstandigheden de systemen met meermalig bruikbare verpakkingen boven een zeker aantal trips, op dit moment beter blijken te zijn dan de meeste andere systemen. Dit geldt niet alleen voor het veroorzaken van huishoudelijk afval, maar ook voor energieverbruik, zwerfvuil en lucht- en waterverontreiniging (14).

5.2.2.4 Energy and Packaging (15) (Tabel 5.1, kolom IV)

In dit boek wordt een beeld gegeven van een aantal verpakkingssystemen zoals die in 1981 in het Verenigd Koninkrijk funktioneerden voor bier, frisdrank en cider. Van deze verpakkingssystemen worden het grondstoffen- en energieverbruik berekend, evenals de effecten van enkele wijzigingen in het systeem (bijvoorbeeld een andere afsluiting). De studie richt zich in de eerste plaats op het energiebeslag van deelprocessen van het verpakkingssysteem, omdat het daarbij om een eindige, niet te hergebruiken voorraad (voornamelijk fossiele) brandstoffen gaat. De materialen die voor de konstruktie van de produkten gebruikt worden, worden geacht voor een groot deel voor hergebruik in aanmerking te komen. De vervuiling die produkten veroorzaken wordt niet apart in aanmerking genomen. Aangezien uit andere studies (zie bijvoorbeeld (14)) blijkt dat naast de processen en de hulpstoffen die toegepast worden, ook grondstoffen- en energieverbruik een belangrijke rol spelen bij het veroorzaken van milieuverontreiniging, is dit een omissie. Desondanks bevat de studie wel bruikbare informatie en is van deze gegevens gebruik gemaakt.

Van de verpakkingssystemen die onderzocht zijn, glazen, metalen en kunststofverpakkingen, variërend in inhoud van 0,10 l tot 3,86 l, wordt in het boek nagegaan welke processen van het systeem deel uit maken, welke materialen nodig zijn en wat het energieverbruik is. De gegevens zijn daarbij zo veel mogelijk van de processen die in de praktijk worden toegepast afgeleid. Van cijfers uit de open literatuur is bij voorkeur geen gebruik gemaakt, tenzij het om algemeen toegepaste processen ging, omdat deze gegevens vaak op enigszins verouderde processen betrekking hebben. Bij zeer algemeen toegepaste processen, zoals het transport per vrachtauto, werd wel gebruik gemaakt van gegevens uit de open literatuur, omdat de verschillen tussen de alternatieven hier niet groot werden geacht.

Een belangrijk aspect van deze studie is dat alle processen en de daarbij benodigde hulpmaterialen uitgebreid beschreven zijn. Omdat de toegepaste processen bij de fabricage van de verpakkingsmiddelen en de materialen, het vullen en verpakken voor een groot deel overeenstemmen met wat in Nederland gebruikelijk is, kunnen de resultaten van deze studie voor het grootste deel ook voor Nederland gelden. Voor de gegevens over de vervuiling die optreedt bij deze processen, bijvoorbeeld door het gebruik van smeermiddelen en het verwijderen daarvan van het produkt, is een aanvullend onderzoek naar het proces noodzakelijk.

5.2.2.5 Beverage Containers and Public Intervention (28)
(Tabel 5.1, kolom V)

In deze studie, verricht aan de Universiteit van Lund te Zweden, wordt beschreven welke effecten drankverpakkingen op het milieu hebben. Daarbij wordt met name aan het zwerfvuilprobleem aandacht geschonken. De problemen door vervuiling van het milieu door drankverpakkingen worden daarbij in relatie tot de totale omvang van de milieuproblemen beschouwd. Het aandeel in de vervuiling door de papier- en kartonfabricage van drankverpakkingen wordt bijvoorbeeld beschouwd in verhouding tot de totale vervuiling die deze industrietak veroorzaakt. Aangezien dit aandeel voor vrijwel alle verpakkingsmaterialen vrij gering is ten opzichte van de totale vervuiling wordt geconcludeerd dat voor ingrepen in die vervuiling gerichte maatregelen tegen die industrietakken meer gepast zijn dan tegen de verpakkingsindustrie. Het enige vervuiliingsaspect waarvoor dit niet geldt is het zwerfvuil en hieraan wordt dan ook extra aandacht geschonken.

De maatregelen die in de studie onderzocht worden hebben betrekking op heffingen, verladen, het instellen van statiegeld enz. Ook wordt aandacht besteed aan hergebruik, recycling, het scheiden van afvalstromen en de gevolgen daarvan voor de verschillende systemen.

De gegevens die in deze studie gebruikt zijn hebben betrekking op de Zweedse omstandigheden en zijn gebaseerd op de literatuur hierover. De geldigheid van de conclusies uit de studie is om deze redenen voor Nederland slechts beperkt.

5.2.2.6 Relatie Kunststoffen en Milieu (29)
(Tabel 5.1, kolom VI)

Deel A: Procesgegevens

Deel B: Grondstoffen en milieukonsequenties van het energieverbruik

In deze door TNO in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne uitgevoerde studie, wordt van een groot aantal processen die bij de vervaardiging van een aantal materialen gebruikt worden gegevens gepresenteerd over emissies en energieverbruik. In dezelfde serie studies is ook een aantal praktijkvoorbeelden onderzocht, onder andere melkverpakkingen en frisdrankverpakkingen. De praktijkvoorbeelden zijn onder verantwoordelijkheid van andere opdrachtgevers (de betreffende industrieën) onderzocht, zodat deze niet ter beschikking waren. Een ander bezwaar, van groter belang, is het tijdstip waarop de studies gepubliceerd zijn. De rapporten zijn gepubliceerd in 1978

en hebben betrekking op studies uit de periode 1974-1976. Volgens een van de auteurs, Dhr. Nusselder, houdt dit in dat de getalwaarden, doordat zij op de indertijd toegepaste processen gebaseerd waren, inmiddels sterk verouderd zijn.

Konklusies die op de in deze rapporten gepresenteerde getalwaarden gebaseerd zijn, zullen in het algemeen dan ook niet geldig zijn in 1983.

5.2.2.7 Non-Waste Technology and Production (30)

(Tabel 5.1, kolommen VII t/m X)

Dit boek is een verslag van een seminar, gehouden van 29 november tot 4 december 1976 te Parijs, onder auspiciën van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties. Aan het boek zijn bijdragen geleverd door auteurs uit alle delen van Europa en uit Noord-Amerika. Naast een aantal bijdragen over Non-Waste Technology (NWT) op het gebied van verpakkingen bevat het ook bijdragen over materiaalvervaardiging en bewerkingsprocessen en economische en methodologische aspecten van NWT. Hier worden echter alleen artikelen over verpakkingen in beschouwing genomen.

Vanuit Nederland is een bijdrage geleverd door Fornerod over alternatieven voor wijnverpakkingen (31). Daarbij is vooral aandacht besteed aan energieaspecten, het grondstoffenverbruik en het afval dat veroorzaakt wordt.

Een bijdrage over de recycling van glas in Zwitserland kwam van Maystre (32). Hierin gaat de aandacht vooral uit naar de gevolgen van recycling van glas voor energie- en materiaalgebruik. Van de benodigde processtappen voor de vervaardiging van glas en het energieverbruik daarin, bij verschillende percentages recycling, wordt (voor Zwitserland) een volledig overzicht gegeven.

De ontwikkelingen bij de fabricage van metalen verpakkingen worden door Sprenger beschreven (33). In dit artikel worden de gevolgen beschreven van technische ontwikkelingen die het mogelijk maakten het gewicht van drankverpakkingen van blik te reduceren. Hierbij speelden ontwikkelingen zoals de vermindering van de wanddikte een belangrijke rol. De sterkte van de verpakking kan daarbij voor een groot deel behouden worden door veranderingen in de vormgeving van de bodem en dergelijke. Tot slot van het artikel wordt de verwachte ontwikkeling van het aandeel van metalen verpakkingen, in het bijzonder drankverpakkingen, in het huisvuil in West-Duitsland beschreven.

Een vierde artikel over drankverpakkingen dat hier van belang is, is de beschrijving door Hallensleben van het Heye-EPB-proces voor de vervaardiging van lichtgewicht flessen (34). Door het proces bij het vormen van het glas beter te beheersen, wordt het mogelijk de wanddikteverdeling van een geblazen lichaam (bijvoorbeeld een fles) gelijkmatiger te maken. Bij het traditionele proces kan de wanddikte variëren van 100% tot 40% op de dunste plaatsen. Het EPB-proces maakt minimale wanddikten van 60% van het maximum mogelijk, zodat bij een voorgeschreven minimale wanddikte van een geringere maximumdikte uitgegaan kan worden.

De artikelen die in het boek gepubliceerd zijn, geven voor vermindering van afval van processen in grote lijnen twee hoofdrichtingen te zien. Enerzijds is er de mogelijkheid het materiaalverbruik in een proces te verminderen door een verbeterde

procesbeheersing. Aan de andere kant is een belangrijke mogelijkheid voor het verminderen van afval van processen het aanbrengen van kringlopen in de procesgang. Door bijvoorbeeld afvalglas op te halen en opnieuw te gebruiken, maar ook door proceswater in bijvoorbeeld karton- en papierindustrie te zuiveren en opnieuw te gebruiken, zijn besparingen mogelijk op het grondstoffenverbruik, met daarbij (vaak aanzienlijke) vermindering van de emissies van een proces.

Twee andere mogelijkheden om de vervuiling door processen te verminderen, namelijk het ontwikkelen van vervangende processen en het gebruiken van het afval van een industrie als grondstof voor een andere, komen in het boek minder naar voren. Redenen hiervoor kunnen zijn dat het ontwikkelen van vervangende processen meestal een grote inspanning vraagt. Het is dan ook niet altijd mogelijk bij de huidige stand der techniek een economisch concurrerend vervangend proces te ontwikkelen. Het uitwisselen van afval tussen industrieën wordt wel toegepast, maar bevindt zich nog in een beginstadium van de ontwikkeling. Wanneer organisaties en systemen hiervoor zich verder ontwikkelen en wanneer voor de afvalstoffen een economisch verantwoord gebruik gevonden kan worden levert dit ook goede mogelijkheden op voor de vermindering van de milieuverontreiniging. Het voorkomen van het ontstaan van de verontreinigingen, bijvoorbeeld door vermindering van het materiaalgebruik, blijkt echter in veel van de beschreven gevallen de best haalbare mogelijkheid te zijn.

5.2.2.8 Proceedings, Second International Tinplate Conference 1980 (35)
(Tabel 5.1, kolom XI)

Dit boek is het verslag van de tweede conferentie die het International Tin Research Institute organiseerde over de fabricage en prestaties van produkten vervaardigd van staalplaat met een dunne laag tin (blik) of van legeringen zonder tinlaag (Tin Free Steel, TFS). In het boek worden de mogelijkheden van de verschillende materialen en processen bij het vervaardigen van produkten (voornamelijk verpakkingen) besproken. De aandacht gaat daarbij uit naar mogelijkheden om de hoeveelheid materiaal (met name de tin-component) te verminderen, maar ook naar mogelijkheden om afgedankte verpakkingen opnieuw te gebruiken.

Met name het project op het VAM-terrein te Mierlo (N.-Br.) waar in samenwerking met onder andere Hoogovens te IJmuiden een ontzinningsproject van afvalblik in het huishoudelijk afval is opgezet (36). In dit project, dat als experiment is opgezet, bleek het rendabel in energetisch opzicht om het ontzinnen van het blik in Brugge te laten uitvoeren en het staalschroot vervolgens bij de Hoogovens in IJmuiden te gebruiken bij de staalproductie. Het ontzinnen van dit afval is noodzakelijk omdat een te hoog tingehalte (maximaal 0,10 - 0,30 gew.% afhankelijk van de verdere verwerking (37)) problemen veroorzaakt bij bewerkingen. Een te hoog tingehalte geeft vooral aanleiding tot scheuren bij bewerkingen waarin het materiaal onder trekspanningen komt te staan. Of het proces ook economisch rendabel uit te voeren is, viel aan de hand van de ervaringen met deze proeffabriek nog niet vast te stellen.

De overige bijdragen in het boek hebben deels betrekking op processen die op commerciële schaal in bedrijven toegepast worden, deels op onderzoeksprojecten die tot nog toe voornamelijk

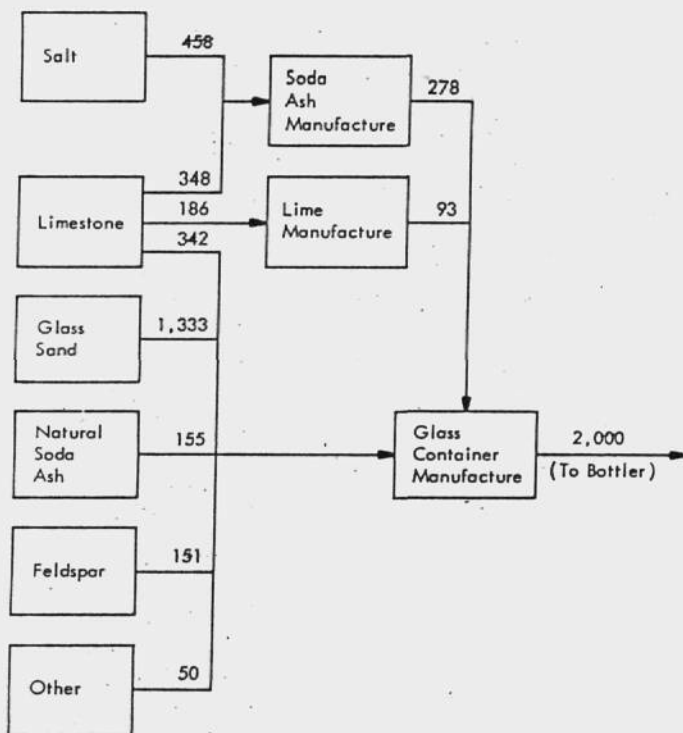
hebben bijgedragen aan het ontwikkelen van nieuwe kennis. Toekomstverwachtingen voor de richting waarin blikverpakkingen zich zullen gaan ontwikkelen zijn hier voor een deel op te baseren. Het is echter de vraag of deze ontwikkelingen ook op commerciële schaal toepassing zullen vinden. Een belangrijke tendens die wereldwijd in de ontwikkeling van de blikverpakkingen is waar te nemen, is het verminderen van het gewicht van de verpakkingen als geheel, en het procentuele aandeel van tin in het gewicht in het bijzonder. Dit laatste wordt door de hoge tinprijs extra gestimuleerd. In de produkten waarin de kosten van tin geheel vermeden worden, bij gebruik van TFS, wordt de corrosie beschermende functie van het tin overgenomen door chroom. In grote lijnen brengt dit dezelfde problemen mee als het gebruik van blik. Chroom is eveneens een duur materiaal en bij recycling in smeltovens levert het hoge chroomgehalte problemen op bij de verwerking. Het maximaal aanvaardbare chroomgehalte in staalschroot is 0,10 gew. % (37), zodat hierdoor eveneens problemen veroorzaakt kunnen worden. Het ontwikkelen van technieken om het terugwinnen van materialen uit verpakkingsafval van blik- en TFS-verpakkingen economisch haalbaar te maken krijgt echter, ook van de zijde van producenten, ruime aandacht, zodat hier nog vooruitgang te verwachten is.

Uit de verschillende studies kunnen de resultaten samengevat worden per verpakkingsmateriaal of verpakkingsstelsel. Het plaatsgebonden karakter van de studies legt daarbij de in de inleiding genoemde beperkingen op aan de vergelijkbaarheid. Voor de onderdelen waarop de bronnen overeenstemmen is de vergelijking van enkele delen van de studies (onder andere de TNO- (17) en OECD- (1) studies ten opzichte van de Midwest Research Institute-studie (9)) een triviale vergelijking. In de twee eerstgenoemde studies wordt de laatstgenoemde voor enige processen als bron gebruikt, zodat een vergelijking geen aanvullende informatie oplevert, tenzij van aanvullende gegevens gebruik gemaakt is. Waar dit het geval is zal dit in de begeleidende tekst bij de overzichten worden aangegeven.

5.3 5.3.1
Glasver-
pakkingen

Overzicht van de fabricage- en emissiegegevens

Als eerste materiaalsoort voor verpakkingsmiddelen waarvoor een vergelijking tussen de studies gemaakt zal worden wordt glas genomen. Voor vergelijking van de emissies bij de processen die voor het vervaardigen van glas noodzakelijk zijn, komen drie van de genoemde publikaties in aanmerking. Dit zijn de publikaties van het MRI, de OECD en van TNO. Als kanttkening geldt hierbij dat de publikaties van TNO en de OECD voor de numerieke gegevens gedeeltelijk gebruik maken van de MRI-studie. Daarnaast wordt nog van enkele andere studies gebruik gemaakt. Deze blijven hier echter buiten beschouwing. De derde publikatie waarin de resultaten van de MRI-studie aangehaald worden, Beverage Containers and Public Intervention, gebruikt geen aanvullende bronnen. Wel wordt hier gebruik gemaakt van een latere presentatie in de resultaten van de MRI-studie, met behulp van weegfactoren. De weegmethode levert echter afgezien van een veranderde rangorde van de alternatieven weinig informatie op. De weging is gebaseerd op de gesommeerde emissie- en verbruiksgegevens en levert slechts een globaal beeld op van de schadelijkheid van de emissies. Om deze redenen zal van de emissiegegevens uit deze studie geen gebruik gemaakt worden.



Figuur 5.1 Overzicht van de processen bij de glasfabrikage
Bron: MRI (155)

Voor de OECD-studie geldt niet het nadeel dat slechts van een enkele bron gebruik gemaakt is, wel is van samengevatte gegevens gebruik gemaakt. Dit geldt voor de gegevens die uit de MRI-studie zijn overgenomen, maar ook voor de gegevens uit een Zwitserse en een Westduitse studie (38). Doordat de opbouw van deze samengepaste gegevens ontbreekt, is niet bekend welke processen beoordeeld zijn. Dit is belangrijk omdat de resultaten van de studies niet in alle opzichten overeenstemmen. De Westduitse studie konkludeert bijvoorbeeld dat de metalen verpakking meer water- en luchtverontreiniging veroorzaakt dan de eenmalig bruikbare glazen verpakking, terwijl de Amerikaanse studie het tegengestelde resultaat oplevert (39). De Zwitserse studie levert een vergelijking op tussen een aantal geaggregeerde emissies. Hierin zijn de emissiewaarden voor een aantal stoffen gewogen en samen gevoegd tot een totaalwaarde. De informatie die hiermee verschaft wordt is beperkt, aangezien de bijbehorende processen en ook de emissiewaarden niet bekend zijn. Voor een vergelijking van de eindresultaten biedt dit wel aanknopingspunten, zij het met het nodige voorbehoud, omdat de processen niet te controleren zijn.

Alvorens tot de vergelijking van de resultaten van de studies die in de OECD-publicatie genoemd worden over te gaan, worden hier de MRI- en de TNO-studie besproken. Deze twee studies hebben met elkaar gemeen dat de emissies bij processen in de ontstaansfase van de glazen verpakkingen uitvoerig beschreven worden. Voor een deel maakt de TNO-studie daarbij gebruik van de emissiegegevens van de MRI-studie. De uitkomsten van de TNO-studie zijn echter aangepast aan de Nederlandse vervoerssituatie, terwijl ook van vergelijkbare studies is gebruik gemaakt voor aanvullende gegevens.

Bij de fabricage van glas worden de volgende stappen onderscheiden in beide studies, zie figuur 5.1 In de figuur zijn de benodigde materiaal hoeveelheden voor de fabricage van glas aangegeven. In beide studies wordt uitgegaan van het Solvay-(ammoniak-soda)-proces bij de vervaardiging van soda. Een andere mogelijkheid voor de vervaardiging van soda, het natronloog-soda-proces, wordt in de TNO-studie ook besproken. Bij het bepalen van de emissiegegevens wordt echter van het ammoniak-soda-proces gebruik gemaakt, zodat de studies dezelfde productieprocessen beschrijven. Een samenvatting van de emissies bij de bereiding van een ton van het verpakkingsmateriaal, is te vinden in tabel 5.2. De gegevens van TNO hebben betrekking op vloeibaar glas, die van MRI of flessen.

De verschillen tussen de emissiewaarden worden veroorzaakt door verschillende emissiewaarden voor het natrium-sodaproces, en door de verschillen in de opbouw van het energieverbruik. De emissies van stof, stikstofdioxide, koolwaterstoffen, zwaveloxyden en koolmonoxyde hebben te maken met het brandstofverbruik. In de TNO-studie worden deze emissies niet in de procesgegevens verwerkt.

Het grote verschil tussen de emissies naar water bij de drie laatstgenoemde stoffen in de tabel (CaCl_2 , CaO en NaCl), wordt veroorzaakt door de verwerking van de afvalstoffen van enkele processen. Het belangrijkste aandeel hierin heeft de verwerking van het afval van het ammoniak-sodaproces. In de MRI-studie wordt dit afval als vast afval van het proces gekwalificeerd (42), terwijl dit in de TNO-studie op de Nederlandse omstandigheden betrokken wordt. Bij in Nederland toegepaste processen is het

Emissies in lucht (kg/t)

	MRI	TNO
stof	9,5	5,6
stifstfoxyden	6,125	
koolwaterstoffen	6,813	
zwaveloxyde	7,688	2,4
koolmonoxyde	1,438	
aldehyden	0,031	
overig organisch	0,031	
zwavel (stank)	0	
ammoniak	0,5	0,61

Emissies naar water (kg/t)

	MRI	TNO
deeltjes (opgelost)	1,531	
olie	0,094	
deeltjes (zwevend)	0,813	0,9
zuur	0,344	
metaal ionen	0,094	
calciumchloride 1)		182
calciumoxyde 1)		5
zout (NaCl) 1)		78

1) Afkomstig van de sodaproductie; indien dit in Delfzijl plaats heeft, worden deze stoffen direkt op zee geloosd.

Bronnen: literatuur, MRI (40) en TNO (41).

Tabel 5.2 Emissies bij de vervaardiging van glas.

SiO ₂	72%
CaO	11%
Na ₂ O	14%
Al ₂ O ₃	1,7%
MgO	0,3%
K ₂ O	0,3%

Bron: Moody (47)

Tabel 5.3 Samenstelling van modern verpakkingsglas (gew. %) (±).

gebruikelijk deze stoffen in water opgelost af te voeren (43). De hoeveelheden van de stoffen die in de MRI-studie als vast afval en in de TNO-studie als emissies naar water genoemd worden, stemmen ongeveer met elkaar overeen. Hiermee wordt een duidelijk voorbeeld gegeven van de betrekkelijke uitwisselbaarheid van de verschillende vormen waarin reststoffen van een proces kunnen vrijkomen.

Een ander punt dat hier blijkt is dat de plaats waar een lozing plaatsvindt, mede van invloed is op de emissies die toelaatbaar geacht kunnen worden. Het lozen van stoffen als NaCl en CaCl₂ op zee is van weinig invloed op het milieu omdat de ionen in de afvaloplossing van nature in zee in grote hoeveelheden voorkomen. Een deel van de chloorlast van de Rijn is echter afkomstig van sodaproductie (44). Hier veroorzaken dezelfde afvalstoffen wel een milieubelasting die schadelijke gevolgen heeft.

Een punt waarop een verschil bestaat tussen de gegevens van het MRI en van TNO, is het stadium waarin de processen bestudeerd zijn. Bij het MRI-onderzoek werd het productieproces tot en met het vervaardigen van de flessen gevolgd, bij het TNO-onderzoek werd het bij het gesmolten materiaal afgebroken. Dit levert voornamelijk een verschil in het energieverbruik en de daarmee samenhangende emissies op. Bij het blazen van de flessen, worden geen stoffen meer toegevoegd, zodat dit alleen een verhoging van het energieverbruik tot gevolg heeft. Ditzelfde geldt voor het afkoelen van de produkten. Bij de productie ontstaat een zekere hoeveelheid afval, waarvoor verschillende waarden gegeven worden. In de TNO-studie wordt 8% als uitvalpercentage gehanteerd (45), de MRI-studie geeft 15% op (46). Het glasafval wordt echter opnieuw verwerkt in de fabriek, zodat dit, afgezien van het energieverbruik bij het opnieuw smelten, geen milieubelasting veroorzaakt.

5.3.2 Grondstoffenverbruik bij de fabricage van flessen

Het grondstoffenverbruik bij de productie van glazen verpakkingsmiddelen hangt grotendeels samen met de verhouding tussen gewicht en inhoud van de verpakking. Hierbij speelt ook de samenstelling van het glas een rol, in verband met de aandelen van de samenstellende stoffen in het totaal. In tabel 5.3 wordt een overzicht gegeven voor de samenstelling van kleurloos glas zoals dat in moderne verpakkingen wordt toegepast (47). Deze samenstelling ligt niet vast, zowel voor de toevoeging als voor de hoofdbestanddelen zijn verschuivingen mogelijk in de percentages, afhankelijk van de wensen van de afnemer. Met behulp van toevoegingen als natriumsulfaat in kleine hoeveelheden worden ook de eigenschappen van het glas verbeterd (het verwijderen van ingesloten gassen en slakdeeltjes uit de smelt).

Naast de hoeveelheid verpakkingsmateriaal en de samenstelling ervan, zijn ook de hulpmaterialen die aan het gereede produkt worden toegevoegd van belang. De belangrijkste materiaaltoevoegingen aan het systeem zijn te vinden in tabel 5.4. In de tabel worden eveneens de processen aangegeven tijdens de gebruiksfase van het produkt waarin de grootste kans op negatieve effecten voor het milieu bestaat. De afvalfase van het produkt wordt als aparte fase beschouwd.

Bij verpakken eindprodukt

- Reinigen
- Vullen
- Afsluiten
- Etiket opplakken
- Verpakken in omverpakking

Transport vindt plaats

Van:	Naar:
Flessenfabrikant	Vulbedrijf
Vulbedrijf	Detailhandel
Detailhandel	Konsument
Konsument	Detailhandel/Vulbedrijf (retourtransport bij meermalig bruikbare verpakkingen)
Konsument	Afvalverwerking/recycling bedrijf.

Hulpmaterialen

- Vulmiddel
- Etiket
- Sluiting
- Omverpakking: bij meermalig gebruik: krat
bij eenmalig gebruik: tray (karton) en krimpfolie.

Tabel 5.4 Overzicht nevenactiviteiten bij de produktie en hulpmiddelen.

Allereerst wordt nu het materiaalverbruik voor het hoofdmateriaal van de verpakking, zoals dat in verschillende publikaties genoemd wordt, beschreven. Voor de benodigde materiaalhoeveelheid is het in de eerste plaats van belang te weten welk produkt afgevuld wordt. Bij koolzuurhoudende dranken is de druk die van binnen op de verpakking wordt uitgeoefend een belangrijke faktor in het ontwerp van de fles. De druk die een koolzuurhoudende drank onder normale omstandigheden op de verpakking uitoefent, wordt voor de Britse omstandigheden (omgevingstemperatuur en dergelijke) geschat op 5 à 6 bar (48). Als een veiligheidsfaktor 2 wordt aangehouden betekent dat de fles minimaal een invendige druk van 10 bar moet kunnen weerstaan. Aangezien de sterkte van de verpakking door wanddikte, vormgeving, oppervlaktefouten en dergelijke wordt bepaald, is duidelijk dat de gebruikte materiaalhoeveelheid hierdoor beïnvloed wordt. Kenmerkend voor glas als (konstruktie)materiaal is dat de theoretische sterkte van het materiaal zeer hoog is, maar dat deze door het ontstaan van oppervlaktefouten (krassen en dergelijke) zeer snel terugloopt. De sterkte van het buitenoppervlak van een fles daalt daardoor normaal gesproken van 750 MN/m² tot 75 MN/m² voordat de fles in gebruik gesteld wordt (49). Het materiaalverbruik wordt daardoor in de praktijk groter dan op grond van de theoretische eigenschappen van glas te verwachten valt. Dit levert een aanknopingspunt op voor het verbeteren van de verpakkingen, bijvoorbeeld door betere procesbeheersing of door het uitvoeren van beschermende maatregelen (oppervlaktebehandelingen, deklagen, etc.).

De ontwikkelingen die zich afspelen in de vervaardiging en de toepassing van glas als verpakkingsmateriaal zijn terug te vinden in tabel 5.5. In de tabel wordt het gewicht van een aantal van de bestudeerde verpakkingen gegeven. Uit de tabel is af te lezen dat het gewicht van de verpakkingen samenhangt met de vloeistof die wordt afgevuld en met de inhoud. Van de beschreven vulstoffen vragen koolzuurhoudende frisdranken de zwaarste verpakkingen, gevolgd door bier. Niet-koolzuurhoudende dranken, zoals melk en wijn, kunnen de lichtste flessen hebben. Verder blijkt uit de tabel dat flessen met een kleine inhoud relatief meer verpakkingsmateriaal nodig hebben. Dit hangt samen met de afnemende verhouding oppervlakte/volume bij toenemende inhoud.

Een derde faktor die invloed heeft op het gewicht van een fles, is het eenmalig of meermalig bruikbaar zijn van de verpakking. Een meermalig bruikbare verpakking is meestal iets zwaarder dan een eenmalig bruikbare verpakking. Naast de hogere belastingen die de meermalig bruikbare verpakking moet weerstaan in de loop der tijd, is ook van belang dat het gebruik van standaardafmetingen voor een fles, vanwege de omverpakkingen of de uitwisselbaarheid tussen fabrieken, vernieuwingen en dus ook materiaalredukties tegenwerkt. Dat de materiaalredukties in glazen verpakkingen nog aanzienlijk kunnen zijn, blijkt uit de vier bierflessen van elk 0,33 l inhoud die door Hallensleben beschreven worden (52). De hoeveelheid materiaal voor een (eenmalige) verpakking kon in vrij korte tijd (\pm 15 jaar) met 33% gereduceerd worden (in een marktsituatie). Technisch zijn verdere reducties wel mogelijk, maar dit is nog niet op de markt verwezenlijkt.

Het gebruik van gestandaardiseerde afmetingen van de flessen is nadelig bij meermalig bruikbare verpakkingen als het om de hoeveelheid materiaal per fles gaat. Bij een voldoende hoog aantal trips van de verpakking wordt dit echter gecompenseerd

Inhoud (l)	Type (E/M)	Gewicht (kg)	Vulstof	Bron
0,25	M	0,100	Melk	1
0,25		0,210	Fris	2
0,28	E	0,200	Bier	2
0,28	M	0,300	Bier	2
0,28	M	0,355	Fris	2
0,31	E	0,186	Bier	3
0,31	M	0,277	Bier	3
0,33	E	0,150	Bier	4
0,33	E	0,185	Bier	4
0,33	E	0,205	Bier	4
0,33	E	0,225	Bier	4
0,50	M	0,180	Melk	1
0,50	E	0,330	Bier	2
0,50	E	0,350	Fris	2
0,55	M	0,470	Bier	2
1,00	M	0,400	Melk	1
1,00	E	0,600	Bier	2
1,00	E	0,630	Fris	2
1,00	M	0,705	Fris	2
1,11	M	0,675	Bier	2

Verklaring

Type: Eenmalig of Meermalig bruikbaar (E/M)

Drank: Fris: koolzuurhoudende frisdrank

Bronnen: 1. Nunn (53)
 2. Boustead en Hancock (51)
 3. MRI (50)
 4. Hallensleben (52).

Tabel 5.5 Overzicht van inhoud en gewicht van glazen drankverpakkingen.

Grondstoffen

	MRI (54) ³⁾	TNO (55) ⁴⁾	B & H (56) ⁵⁾
Zand	660	552	757,2
Kalksteen	433	372	173,2
Zout	229	286	
Soda (natuurlijk)	78		
Soda (synthetisch)		(174) ²⁾	226
Veldspaat ¹⁾	760		145
Nefelien Syeniet ¹⁾		48	11,3
Glasscherven (eigen bedrijf)		92	
Glasscherven (uit industrie)		137	
Glasscherven (van elders)			6,6

Toevoegingen

Gezamenlijk	21		
Natriumsulfaat		5,4	2,3
Natriumnitraat		3,1	0,04
Seleen		ca. 0,01	0,01
Cobaltoxyde		ca. 0,001	0,003
Ammoniak		0,61	
Natriumsulfide		0,17	
Calciumsulfaat			6,6
Al ₂ O ₃			10,8
Overige			23,7
Proceswater	20.000 l/t	8.100 l/t	2.350 l/t

Alle maten in kg/ton eindprodukt per ton eindprodukt, tenzij anders vermeld.

- 1) Veldspaat is een in de natuur voorkomend materiaal dat voornamelijk bestaat uit alumino-silicaten van natrium en kalium. Het wordt onder meer in Finland gedolven, waar het in combinatie met andere mineralen voorkomt. Een typische samenstelling van het gedolven erts is 50% veldspaat, 10% mica, 20% kwarts en 20% restmineraal. Nefelien-syeniet is een soortgelijk materiaal dat in Noorwegen wordt gewonnen (57).
- 2) Meegerekend in de grondstoffen zout en kalksteen.
- 3) Per ton verpakkingen.
- 4) Per ton vloeibaar glas.
- 5) Per ton verkoopbaar glas.

Tabel 5.6 Benodigde materialen voor de bereiding van verpakkingsglas.

	0,28 l	0,30 l	Vershil
Aantal gevulde flessen per 1 miljoen liter	3,57 milj.	3,33 milj.	0,24 milj.
Gewicht benodigde sluitingen, à 0,00214 kg	7,642 ton	7,1323 ton	0,5105 ton
Gewicht etiketten, à 0,4559 kg/1.000	1,628 ton	1,519 ton	0,109 ton

Tabel 5.7 Verschillen in gebruik van hulpmaterialen, bij 1 miljoen liter afgeleverde drank, verpakt in flessen met als inhoud 0,28 l en 0,30 l.

Labels voor bierflessen (per 1.000 flessen).

Papier	0,4559 kg
Inkt	0,031 kg
Tolueen	0,0036 kg
Methanol	0,0034 kg

Omverpakking voor 1.000 eenmalige flessen

Karton	3,49 kg
Krimpfolie	0,99 kg
Lijm per 1.000 flessem	0,15 kg

Kunststofkragen (PE), voor meermalig bruikbare flessen, 0,30 l en 24 flessen per krat.

Massa van de krat	1,82 kg
-------------------	---------

Reinigingsmiddelen voor retourflessen per 1.000 afgeleverde flessen.

Natronloog (NaOH)	1,85 kg.
-------------------	----------

Bron: Boustead en Hancock, Energy and Packaging.

Tabel 5.8 Hulpmaterialen in een glasverpakkingssysteem.

door de besparingen die hiermee bereikt worden. Het is daarbij niet zo dat de fles het enige materiaal is dat bij het opstellen van een materiaalbalans meetelt. Belangrijke andere posten in het materiaalverbruik zijn de afsluiter, de etiketten en de omverpakking. Bij meermalig bruikbare flessen hebben ook de reinigingsmiddelen die vóór het afvullen gebruikt worden van belang. De belangrijkste grondstoffen en hulpstoffen die bij de bereiding van 1 ton glas nodig zijn volgens een aantal auteurs, zijn gegeven in tabel 5.6.

De verschillen tussen de samenstellingen van de grondstoffenmengsels in de verschillende studies kunnen verklaard worden door de eigenschappen van glas zoals dat voor verpakkingsdoeleinden wordt gebruikt. In de eerste plaats is de samenstelling van glas geen vastliggend gegeven, zodat verschuivingen in het materiaal-mengsel mogelijk zijn. Dit komt tot uitdrukking in de tabel, bijvoorbeeld in de hoeveelheid zand die wordt verbruikt. Daarnaast zijn enkele grondstoffen uitwisselbaar. Zo wordt in de glasproductie van aluminiumoxyde als hulpmateriaal gebruik gemaakt. Hiervoor wordt synthetisch Al_2O_3 of $Al(OH)_3$ gebruikt, of een aluminiumhoudend mineraal, zoals veldspaat of nefelien syeniet.

Een verschil tussen de TNO-studie en de andere twee studies is de presentatie van het verbruik van kalkhoudende stoffen, zout en soda. In de TNO-studie worden de kalksteen en het zout die bij de productie van soda gebruikt zijn bij het totale materiaalverbruik meegerekend. Bij de overige twee studies wordt deze grondstof geheel (Boustead and Hancock) of gedeeltelijk (MRI) apart vermeld. In de MRI-studie wordt voor een deel gebruik gemaakt van natuurlijk voorkomende soda, zodat het zout- en kalksteenverbruik relatief iets lager kan zijn dan in de TNO-studie. In de getallen komt dit niet direct tot uitdrukking, omdat in de Nederlandse situatie een vrij hoog aandeel scherven bij de glasbereiding wordt toegevoegd. Het overige materiaalverbruik wordt hierdoor aanzienlijk gereduceerd.

Het waterverbruik bij de glasfabrikage valt, blijkens de grote spreiding van de waarden in de tabel, niet goed uit de tabel af te lezen. Voor een deel kan deze spreiding verklaard worden doordat de TNO-studie alleen het proceswater aangeeft, terwijl de MRI-studie ook het koelwater bij het waterverbruik meerekent. De aanzienlijk lagere waarde die in de studie van Boustead en Hancock wordt gegeven kan het gevolg zijn van ontwikkelingen in de productieprocessen (bijvoorbeeld door kringloopprocessen en benutting van afvalwarmte in koelwater). Een uitspraak over het watergebruik in de glasindustrie in Nederland per ton glas op dit moment is niet te doen op basis van de hier gepresenteerde gegevens. Wel mag worden aangenomen dat het waterverbruik op dit moment dichter bij de waarde van Boustead en Hancock zal liggen dan bij de andere, vooral omdat dit een recentere situatie weergeeft (V.K. in 1977). Als de grote spreiding in aanmerking wordt genomen van de waarden die tot het in de tabel geciteerde Britse gemiddelde hebben geleid, is in te zien dat in Nederland ook een grote spreiding mogelijk is. Het waterverbruik liep in 1977 in de Britse glasindustrie uiteen van 1 gallon per ton glas tot 1.133 gallon per ton (4,56 l/ton tot 5.170 l/ton), bij een gemiddeld verbruik van 516 gallon per ton (2.350 l/ton) (58).

	Energie/ton flessen (GJ)	Bron
1.	21,20	MRI (61)
2.	13,56 (vloeibaar glas) 17,93	TNO (62)
3.	22,17	Boustead en Hancock (63)
4.	13,14	Nunn (64)
5.	17,93	Fornerod (65)
6.	13,01 bij 25% recycling zie ook tabel 5.11	Maystre (66)
7.	21,00 (vlakglas)	V.d. Belt (67)
8.	22 (vlakglas)	Kemna (68)

Tabel 5.9 Energieverbruik bij de flessenproductie.

	Fossiele brandstoffen	Elektrische energie	Totaal	Bron
	7,7	1,8	9,5	Nunn (69)
	13,4	0,9	14,3	MRI (70)
	8,8	1,4	10,2	TNO (71)
Flessen	13,11 - 15,57	3,68 - 4,34	16,79 - 19,91	Boustead
Glas	20,94	4,15	12,39 - 25,07	en Hancock (72)

Tabel 5.10 Energieverbruik bij de glasproductie (GJ per ton).

Percentage recycling	Energieverbruik 1 ton glas	Energieverbruik incl. afvalverwerking voor 1000 l, eenmalige flessen, 0.600 kg/fles 1 l	1000 l, meermalig, 20 trips, 0,800 kg/fles, 1 l
0%	14,44	8,13	1,33
25%	13,01	7,24	1,27
50%	11,54	6,26	1,20
100%	6,42	4,17	1,06

Afgeleid uit gegevens van Maystre (66).

Tabel 5.11 Relatie recycling - energieverbruik bij glas (in GJ).

5.3.3 Toevoegingen in het verpakkingssysteem

Naast het hoofdmateriaal in het verpakkingssysteem spelen nog een aantal andere materialen een rol. Dit zijn de materialen die voor de etiketten, afsluiters, omverpakkingen etc. gebruikt worden. De hoeveelheden hiervan zijn afhankelijk van het verpakkingssysteem en de wijze waarop het funktioneert. Zo is bijvoorbeeld bij meermalig bruikbare flessen in Nederland een kunststofkrat als omverpakking gebruikelijk. In de MRI-studie wordt echter uitgegaan van een kartonnen omverpakking voor de flessen, die drie tot vijf keer gebruikt wordt, zodat de gegevens van de MRI-studie in dit opzicht niet geldig zijn in de Nederlandse situatie.

Aangezien de milieueffekten van deze toevoegingen aan het hoofdmateriaal vaak aanzienlijk zijn, dienen zij in de beschouwingen van een verpakkingssysteem zelfstandig opgenomen te worden. Het belang van de hulpmiddelen blijkt onder meer uit het aandeel van sluitingen en verpakking in het materiaalverbruik en in de emissies in de uitgesplitste tabellen van de MRI-studie. Van de drie uitvoerig besproken studies geeft de Britse studie van Boustead en Hancock het meest volledige beeld van de hulpmaterialen. De hoeveelheden die nodig zijn om een bepaalde hoeveelheid drank af te leveren met een verpakkingssysteem worden gedetailleerd beschreven. De gepresenteerde materialen en hoeveelheden kunnen ook in de Nederlandse situatie toegepast worden, bijvoorbeeld: kunststofkrat, etiket en kroonkurk als belangrijkste materialen voor een meermalig bruikbaar verpakkingssysteem. De hoeveelheden die van ieder materiaal gebruikt worden, zijn echter niet zonder meer voor Nederland geldig, daarvoor moet het gehele verpakkingssysteem overeenstemmen. Ook kleine verschillen kunnen hier al tot flinke veranderingen leiden.

Een voorbeeld om dit te demonstreren wordt hier met een eenvoudige berekening toegelicht. Hiertoe wordt het aantal sluitingen en etiketten dat nodig is voor het afleveren van 1 miljoen liter bier, verpakt in meermalig bruikbare flessen, genomen. Wanneer een Brits systeem met flessen met 0,28 l inhoud en een Nederlands systeem met flessen met 0,30 l inhoud wordt genomen, is het benodigde aantal etiketten en sluitingen 3,57 miljoen, respectievelijk 3,33 miljoen. Het verschil tussen de twee is ongeveer 240.000 etiketten en sluitingen. Wanneer als sluiting een kroonkurk wordt gebruikt met een gewicht van 0,00214 kg blik per 1.000 (59) en per 1.000 etiketten een papiermassa van 0,4459 kg (60), geeft dit de in tabel 5.7 genoemde verschillen in materiaalgebruik.

Vanwege de grote afhankelijkheid van de systeemgebonden factoren die uit dit voorbeeld blijkt wordt hier volstaan met het geven van een overzicht van de belangrijkste hulpmiddelen en de materiaalhoeveelheden per 1.000 verpakkingen. Dit overzicht is te vinden in tabel 5.8. De gegevens zijn ontleend aan de studie van Boustead en Hancock.

5.3.4 Energieverbruik bij glazen drankverpakkingen

In het energieverbruik van de verpakkingssystemen is in een aantal belangrijke delen in het totaalproces te onderscheiden. Dit zijn het produktierijp maken van de overige grondstoffen, met name de produktie van soda, en het smelten van de grondstoffen

	Enmalig	Meermalig	Opmerkingen
Transport fabrikant-vulbedrijf	0,33 l 154 MJ/1000 fl.	0,33 l 136 MJ/1000 fl.	Britse gegevens, Nederlandse afstanden waarschijnlijk korter
Vullen, incl. reinigen, pasteuriseren, enz.	0,33 l 1078 MJ/1000 l.	0,275 l 1314 MJ/1000 l.	
Transport Vulbedrijf-detailhandel	0,33 l 158 MJ/1000 fl.	0,275 l 147 MJ/1000 fl.	Britse gegevens
Kratten		0,275 l x 24 165 MJ/1000 fl.	Uitgaande van 5 trips/krat/jaar, gedurende 15 jaar (praktijkgegevens zijn nog niet beschikbaar)
Trays met krimpfolie	0,33 l x 24 546 MJ/1000 fl.	.	
Afvalverwerking	2242 MJ/t		Britse omstandigheden
Totaal energieverbruik bij vullen, distributie, afdanken *	4827 MJ/1000 fl.	5265 MJ/1000 fl.	Britse gegevens. Het energieverbruik door konsument (vervoer, koelen, etc.) is in deze waarden meegeteld.
Systeemverbruik totaal	9934 MJ/1000 fl.	5265 + $\frac{7390}{t}$ MJ/1000 fl.	

t = aantal trips per fles

* Niet alle activiteiten worden in de tabel genoemd.

Bron: Boustead en Hancock, Energy and Packaging

Tabel 5.12 Energieverbruik bij nevenactiviteiten in een verpakkingssysteem.

voor het materiaal. De overige grondstoffen voor het glas kunnen met betrekkelijk weinig verdere bewerkingen in het produktieproces worden opgenomen. Bij de hulpmaterialen zijn nog wel een aantal onderdelen aan te wijzen waarvan de grondstoffen en de verwerking daarvan tot een eindprodukt een tamelijk hoge energiebehoefte hebben. Met name karton voor de omverpakking van eenmalige verpakkingen, papier voor de etiketten en het materiaal voor de sluitingen vragen veel energie.

In tabel 5.9 wordt een overzicht gegeven van de energiebehoefte die door een aantal auteurs aan de glasproductie wordt toegerekend. Belangrijke factoren die van invloed zijn op het aangegeven energieverbruik zijn de hoeveelheid glas die als scherven aan de smelt worden toegevoegd, het jaar waarin de studie is uitgevoerd en het al dan niet gebruik maken van gemiddelde waarden voor een heel land. In het algemeen is dit samen te vatten als de verschillen die bestaan tussen de systemen die in de verschillende studies zijn onderzocht. De opvallend hoge waarde die de studie van Boustead en Hancock als energiebehoefte bij de produktie aan flessen geeft, wordt ten dele veroorzaakt doordat bij de energiewaarde de energie van de grondstoffen, de winning, het transport en de verwerking, is meegerekend. Vooral de sodaproductie is hierbij van invloed. De tweede oorzaak van de hoge energiewaarde ligt bij het meerekenen in de energiebehoefte van de energie die nodig is om het systeem in stand te houden. Dit houdt in dat niet alleen de energie die in het fabricageproces wordt verbruikt meegerekend wordt, maar ook de energie die voor de bouw en het in stand houden van de gebouwen, machines, enz. nodig is. In de studie wordt deze energiebehoefte niet nader gespecificeerd (alleen het gemiddelde energieverbruik van glasfabrieken wordt aangegeven), zodat het niet mogelijk is een uitspraak te doen over het aandeel van de feitelijke glasfabrikage hierin. Een benadering van dit aandeel kan wel gezien worden met de cijfers uit andere onderzoeken, maar omdat het op deze plaats in eerste instantie om de milieueffecten van produkten gaat en slechts indirect om het energieverbruik wordt hier volstaan met het noemen van de waarden die door Nunn, TNO en MRI voor de produktie van glas worden genoemd, zie tabel 5.10. De meest recente studie van de drie, die van Nunn, geeft daarbij waarschijnlijk de meest korrekte waarde voor moderne glasovens, zeker wanneer rekening wordt gehouden met de tendens tot besparing op het energieverbruik zoals die zich de laatste jaren heeft voorgedaan.

Bij het vergelijken van systemen en mogelijk veranderingen of de effecten van ingrepen in de systemen, speelt niet in de eerste plaats het gevolg van een verandering in absolute eenheden een rol. Vaak zijn in de praktijk dusdanige onzekerheden aanwezig, dat rond de waarden die uit de berekeningen naar voren komen, bij voorspellingen een ruime marge in acht genomen moet worden. Bandbreedtes van 20% zijn niet ongebruikelijk als het om onregelmatigheden in het procesverloop of niet-voorspeld konsumentengedrag gaat. Belangrijker dan de exakte uitkomst is dan ook de tendens die een verandering of een reeks veranderingen te zien geeft. Een voorbeeld wordt gegeven in tabel 5.11, gebaseerd op de gegevens uit het onderzoek van Maystre (66). Uit de gegevens valt op te maken dat bij glasrecycling een energiebesparing gerealiseerd wordt en dat de besparing toeneemt naarmate de hoeveelheid hergebruikt glas stijgt. De besparing per "gebruikseenheid", hier

1.000 liter gekonsumeerde wijn, is in absolute zin dan ook groter bij eenmalig bruikbaar glas dan bij meermalig bruikbaar glas. Het totale energieverbruik van de meermalig bruikbare fles blijkt echter in dit voorbeeld aanzienlijk kleiner dan bij de meermalig bruikbare fles. De overstap van eenmalig bruikbare verpakkingssystemen op meermalig bruikbare systemen blijkt dus nog gunstiger te zijn.

Naast de produktie van het hoofdmateriaal en de daaraan gekoppelde fabriekage van de fles, zijn in de levensloop van een drankverpakking nog enkele fasen aan te wijzen waarin een aanzienlijk energieverbruik optreedt. Dit zijn voor alle verpakkingen: het vullen en sluiten, de omverpakking, het transport en het afdanken. Verder is voor meermalig bruikbare flessen het reinigen nog van belang voor het energieverbruik. Een aantal dranken, zoals bier en melk, wordt in veel gevallen na het afvullen gepasteuriseerd om de houdbaarheid te verlengen. Aangezien dit een warmtebehandeling is, vraagt ook dit de nodige energie. De hoogte van dit energieverbruik is echter sterk afhankelijk van de gebruikte processen. In het volgende deel komen deze onderdelen van drankverpakkingssystemen aan de orde. De getalwaarden die hier worden gepresenteerd zijn, tenzij anders vermeld, afkomstig van Boustead en Hancock. Deze studie is als bron gekozen, omdat de gegevens vrij recent zijn en omdat de beschreven drankverpakkingssystemen redelijk goed overeenstemmen met in Nederland gebruikte systemen. De verschillende delen worden hier in de volgorde waarin zij in de verwerkingscyclus van een glazen fles voorkomen gepresenteerd in de tabel 5.12.

Zoals uit de tabel blijkt, zijn de benodigde hoeveelheden energie voor deze stappen niet zo groot als bij de fabriekage, maar zij maken toch een belangrijk deel uit van het energieverbruik van een systeem. Het energieverbruik van een systeem met retourverpakkingen is in de tabel vergeleken met het energieverbruik van een systeem met eenmalig gebruik. Het energieverbruik bij vullen, distributie en afdanken ligt voor het retourstelsel hoger dan voor het eenmalige systeem (zie tabel). Dit deel van het energieverbruik komt bij elke vulling van de fles terug. In het totaalverbruik van het systeem moet echter ook de produktie-energie meegerekend worden. Deze is slechts nodig bij de produktie en kan dus over het aantal trips dat de verpakking maakt verdeeld worden. Het totale energieverbruik voor het retourstelsel ligt daardoor bij twee trips voor de fles al lager dan voor het eenmalige systeem. Wanneer het aantal trips hoger wordt dan 10, daalt het energieverbruik van het retourstelsel tot minder dan 60% van het eenmalige systeem. Een verdere toename van het aantal trips heeft nog slechts weinig effect, de theoretische grens ligt bij 53%.

5.4 Blikverpakkingen

In dit deel van de studie worden drankverpakkingen van het materiaal blik behandeld. Allereerst komen daarbij de eigenschappen van blik als verpakkingsmateriaal en een globale beschrijving van het productieproces aan de orde. Vervolgens worden het vulen, de omverpakking, de distributie, het gebruik en het afhandelen beschreven. In het volgende deel van deze paragraaf worden gegevens uit een aantal publikaties over blikverpakkingen vergeleken. De gegevens hebben betrekking op achtereenvolgens emissies, materiaal- en grondstoffengebruik en energieverbruik.

5.4.1 Beschrijving van het materiaal en het productieproces

Het materiaal blik, zoals dat voor toepassingen in de moderne verpakkingsindustrie gebruikt wordt, bestaat in hoofdzaak uit twee materialen, namelijk staal en tin. Het hoofdmateriaal is staal, het heeft de functie het produkt de verlangde stijfheid en sterkte te geven en het verpakkingsmiddel van de beschermende eigenschappen te voorzien. Vanwege de gevoeligheid voor corrosie van de meeste staallegeringen wordt een tinlaag aangebracht ter bescherming. De tinlaag wordt beschermd tegen beschadigingen die tot een sterke plaatselijke corrosie kunnen leiden door het aanbrengen van een laklaag.

Aangezien de prijs van tin hoog is (8.435 pond Sterling (\pm f 36.000,-) per ton) (73), is in de laatste jaren een tendens waar te nemen naar vermindering van het verbruik van tin, zowel in gram per vierkante meter als door de hoeveelheid materiaal waaruit de verpakking wordt vervaardigd terug te brengen. In tabel 5.13 wordt een overzicht gegeven van het verloop van het gewicht per verpakking en de hoeveelheid tin gedurende de afgelopen tientallen jaren.

Uit de tabel blijkt dat twee tendensen waarneembaar zijn, namelijk een vermindering van de hoeveelheid materiaal per verpakking en een afname van de hoeveelheid tin per oppervlakte-eenheid. De eerste vertoont een kontinu dalende trend, de tinreduktie vertoont schommelingen. Deze kunnen veroorzaakt worden doordat deze gegevens op gemiddelden berusten en daarmee veranderingen in het aandeel van de productie van blik voor een bepaald doel of van een productieproces weergeven. De trend naar een verminderde hoeveelheid tin is echter duidelijk waarneembaar.

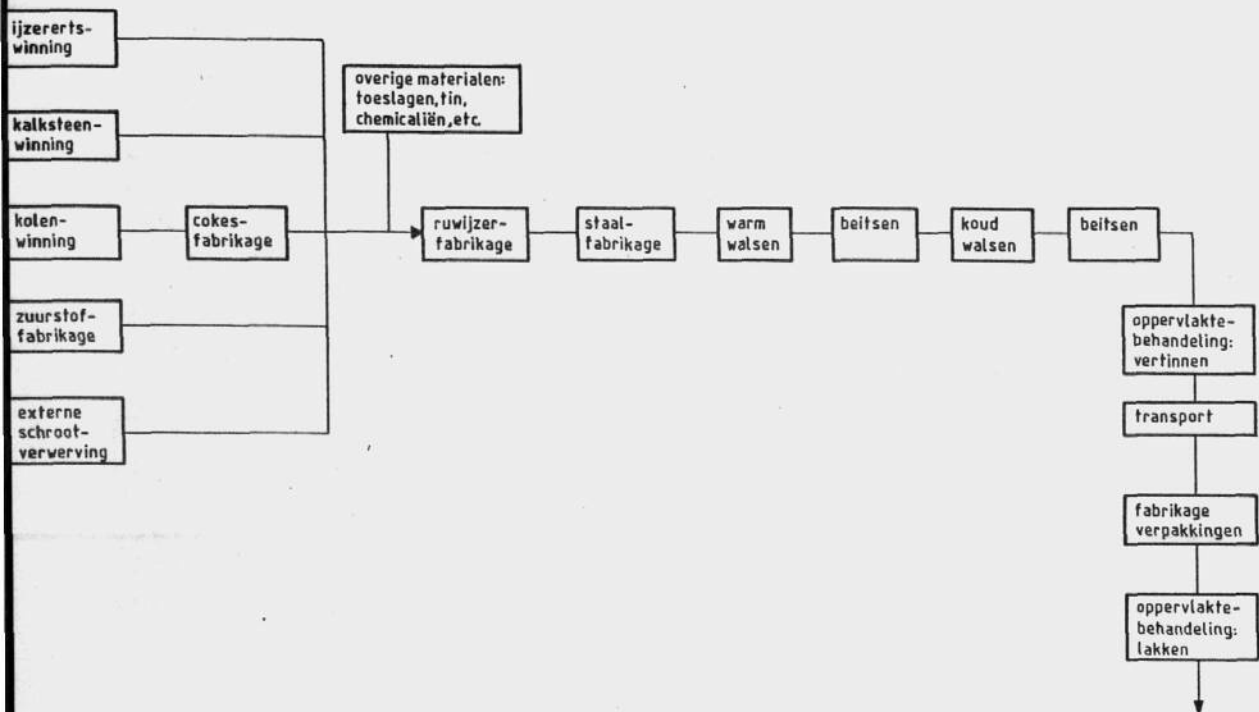
5.4.2 Milieueffekten bij grondstoffenwinning en materiaalafabrikage

Het materiaal blik is, zoals eerder gezegd, een combinatie van staalplaat met tin als deklaag. De wijze waarop blik uit de winstoffen geproduceerd wordt is te zien in figuur 5.2. De uiterst links genoemde stoffen zijn de grondstoffen die bij de blikafabrikage gebruikt worden. Voordat de stoffen in de afabrikage van staal gebruikt kunnen worden zijn meestal nog bewerkingen als het fijnmaken, het verwerken van kolen tot cokes en dergelijke nodig. Deze zijn in de figuur voor de overzichtelijkheid weggelaten. De aangegeven hoeveelheden die van de materialen verbruikt worden hebben een indicatieve waarde en afvalstromen zijn niet in de figuur aangegeven. In het kort worden nu de voornaamste processen bij de afabrikage van staal beschreven, met een aanduiding van de voornaamste milieueffekten.

Jaar	Type verpakking	Gewicht (in g.)	Percentage ¹⁾ tin (gemiddeld)
1951	3-delig, sluiting van blik	83,0	1,0
1965	3-delig, easy-open sluiting van aluminium	70,1	0,65
1969	idem	62,7	0,72
1972	3-delig, ingesnoerde bovenkant, easy-open sluiting van aluminium	48,4	0,62
1975	2-delig diepgetrokken, aluminium easy-open sluiting	38,0	0,61
1976	idem, lichtste type in de V.S.	34,5	0,60

- 1) Het percentage tin is het gemiddelde over al het blik dat geproduceerd wordt. Vanaf 1965 bestaan de verpakkinge niet meer uitsluitend uit blik. Gegevens afgeleid uit (74, 75).

Tabel 5.13 Veranderingen in het gewicht van drankverpakkingen van blik, en van het percentage tin in blik, sinds 1951.



Figuur 5.2 Overzicht van de fabrikage van blikverpakkingen

Gebaseerd op: MRI (156)

5.4.2.1 Ijzerertswinning en- verwerking

De winning van ijzererts veroorzaakt in eerste instantie een vrij geringe hoeveelheid milieuschade. De ontstane schade wordt veroorzaakt door aantasting van het landschap en stof, vooral bij het delven van ijzererts in dagbouw. Voor het delven van erts in mijnen geldt dit in mindere mate. Verder komt bij het winnen van het erts een aanzienlijke hoeveelheid mijnafval vrij, hiervoor worden getallen genoemd van 2 tot 3,5 ton afval per ton verkoopbaar erts (76, 77). Tevens wordt een aanzienlijke hoeveelheid water gebruikt bij de delving en verwerking, in de orde van grootte van 15-20 m³/t.

Waar het winnen van het erts geen aanleiding geeft tot grote hoeveelheden emissies, veroorzaakt de verwerking van het erts tot bruikbaar materiaal voor de hoogovens wel een grote hoeveelheid afval. Doordat aan het materiaal dat in de hoogovens verwerkt wordt strenge eisen gesteld worden aan de korrelgrootte, moet het ijzererts allereerst verkleind worden. Dit veroorzaakt eveneens emissies van stof.

5.4.2.2 Kalksteenwinning en kalkfabrikage

Voor de kalksteenwinning en de produktie van kalk geldt dat de voornaamste emissie wordt gevormd door stof dat in de lucht terecht komt. Het waterverbruik is laag, in de orde van grootte van een halve kubieke meter per ton.

5.4.2.3 Kolen delven

De milieu-effecten van de kolenwinning komen voor een deel overeen met die waar de meeste mijnbouw last van heeft: stof, lawaai, visuele aantasting, enz. Daarnaast heeft het delven van kolen nog een aantal specifieke problemen. De belangrijkste zijn: het branden van mijnafvalbergplaatsen, zure afwatering uit de mijnen en het verzakken van oude mijnen (78). Het in de afvalhopen aanwezige organische materiaal kan onder bepaalde omstandigheden spontaan tot ontbranding komen. De branden die hierbij ontstaan zijn zeer moeilijk te blussen door de omvang van de afvalhopen. Het kan jaren duren voor een dergelijke brand volledig is uitgedoofd. Een zorgvuldige konstruktie van de afvalhopen kan echter veel bijdragen aan het voorkomen ervan.

Nadat de uitgeputte mijnen verlaten worden, zullen, vooral bij ondiepe mijnen, aan de oppervlakte verzakkingen merkbaar worden. Dit is een probleem, door het grote gebied dat ondergraven is, in landen waar een intensieve kolenindustrie is of is geweest. Door verzakkingen kunnen ook ondergrondse waterbeddingen verstoord worden. Door verstoring van hogergelegen waterbeddingen kunnen de mijnen vollopen. Het water in de mijnen verzuurt na verloop van tijd en kan uiteindelijk in het oppervlaktewater terechtkomen. Deze verontreiniging van het oppervlaktewater kan, ook weer door de intensiteit van de kolenindustrie, ernstige vormen aannemen. Deze drie vormen van aantasting van het milieu zijn door zorgvuldig te konstrueren wel op te vangen voor nieuwe mijnen en afvalstortplaatsen, maar het tegengaan van de schade die oude, verlaten mijnen veroorzaken is een moeilijke (en kostbare) zaak. Voor moderne mijnen hoeven deze bezwaren niet te gelden, zodat zij in de meeste studies niet meegerekend worden bij de negatieve effecten van kolenwinning.

5.4.2.4 Cokesfabrikage

Voordat de kolen in het staalbereidingsproces als brandstof worden gebruikt, worden zij eerst tot cokes verwerkt. Dit brengt een aantal verontreinigingen van water en in de lucht met zich mee. De waterverontreinigingen bestaan uit stoffen als ammoniak, fenolen, zwavelverbindingen, enz. Door de huidige wetgeving worden de afvalstoffen grotendeels uit het afvalwater gefiltreerd, zodat dit probleem aanzienlijk gereduceerd is. De luchtverontreiniging bestaat voor een zeer groot deel uit stof. Ook hierbij zijn, onder druk van verscherpte wetgeving, aanzienlijke verbeteringen bereikt.

5.4.2.5 Zuurstofwinning

De volgende grondstof voor de produktie van staal is zuurstof. Het wordt in vele processen gebruikt, maar het belangrijkste proces is het oxyderen van een aantal ongewenste elementen in het vloeibare staal, zoals koolstof, silicium en fosfor. De produktie van zuurstof voor industriële doeleinden vindt plaats door destillatie uit vloeibaar lucht, bij temperaturen van bijna -200°C . De milieu-effecten van de zuurstoffabrikage hangen samen met het energieverbruik voor het bereiken van deze temperaturen.

5.4.2.6 Schrootverbruik

Het aandeel van schroot in de materiaalvoorziening bij de staalfabrikage is aanzienlijk. Voor zover dit schroot uit het eigen produktieproces betreft zijn hier geen specifieke milieu-effecten aan verbonden, aangezien deze aan het geproduceerde produkt worden toegerekend. Naast het eigen schroot wordt echter ook veel van buiten ingekocht, bijvoorbeeld afgekeurde produkten en materiaalresten van plaatmateriaal. Aan dit materiaal zijn milieu-effecten verbonden die samenhangen met het vervoer ervan. Het aandeel van schroot uit huishoudelijk afval is nog niet zeer belangrijk, maar groeit wel. Met uitzondering van de verwerking van blik is nog weinig bekend over de gevolgen van verwerking van ijzer uit het huishoudelijke afval. Dit komt bij de behandeling van de afvalfase van het verpakkingssysteem met blik aan de orde. Te verwachten is echter dat de hoeveelheid hergebruikt huishoudelijk afval zal toenemen, zodat onderzoek naar eventuele schadelijke bijeffecten gewenst kan zijn.

5.4.2.7 Staalafabrikage

Het vervaardigen van staalplaat uit de grondstoffen is de volgende stap in het produktieproces van blik. In de produktieketen zijn drie hoofdfasen te onderscheiden:

- ruwijzerfabrikage
- staalfabrikage
- walsen, met aansluitend het vertinnen van de staalplaat.

Bij het vervaardigen van staal uit de grondstoffen zijn zeer grote hoeveelheden energie nodig, vooral in de smeltfasen. De cokes, die als energiedrager gebruikt worden, veroorzaken emissies naar lucht, en vast afval. Andere bronnen van vast afval zijn waterzuiveringsinstallaties voor het proceswater, waar slib vrijkomt, en slakken die zich vormen tijdens de ijzer- en staalfabrikage.

In de processen worden grote hoeveelheden water gebruikt als koelvloeistof en als reinigingsmiddel voor de rookgassen. Daarbij wordt het water verontreinigd met zuren, zware metalen en zwendende deeltjes. Voor een groot deel wordt voor dit water van gesloten circuits met reinigingsinstallaties gebruik gemaakt. Het uitstromende water bevat daardoor dan ook vrij geringe hoeveelheden verontreinigende stoffen.

Een andere mogelijke oorzaak van milieuschade door het water dat bij de ijzer- en staalfabrikage gebruikt wordt, is de thermische verontreiniging ervan. Door de hoge temperaturen, de grootte van de bedrijven en het grote aantal processen waarbij koelwater gebruikt wordt, kan deze verontreiniging tot problemen aanleiding geven. De ligging van de staalfabriek kan daarbij van grote invloed zijn op de gevolgen. De luchtverontreiniging bij de fabriek van ijzer en staal bestaat voor een belangrijk deel uit stof. Verder ontstaan zwaveloxyden, koolmonoxyde, waterstofsulfide, ammoniak en organische verbindingen. In moderne staalfabrieken worden deze stoffen (tegen hoge kosten) grotendeels uit de gassen verwijderd. Het verwijderen van het stof uit de rookgassen moet met natte reinigingsmethoden plaatsvinden, vanwege het explosiegevaar door de aanwezigheid van brandbare stoffen in de gassen (79). Dit brengt extra kosten met zich mee door het hoge energieverbruik en de reiniging die voor het water noodzakelijk is. Door zuiveringsinstallaties en kringlopen voor water die in moderne ijzer- en staalfabrieken zijn ingebouwd, zijn de meeste emissies bij de staalfabrikage tegenwoordig tot een minimum gereduceerd. Voor oudere staalindustrieën zal dit lang niet altijd het geval zijn. In West-Europa worden onder invloed van de slechte marktsituatie flinke saneringen in de staalindustrie uitgevoerd. Daarbij zal het aandeel van de verouderde staalbedrijven teruglopen, met gunstige neveneffecten voor het milieu.

5.4.2.8 Plaatfabrikage

Voor de produktie van plaatmateriaal wordt het staal vaak in blokken gegoten, maar het kan ook in een continuproces uitgegoten worden. De volgende stap is het warmwalsen van het materiaal tot plaatmateriaal met een vrij grote dikte en in eerste instantie nog vrij ruime toleranties. De volgende stap is weer een walsproces, dat opnieuw warm kan worden uitgevoerd, maar ook (eventueel na een gloeibehandeling ter verbetering van de materiaalstructuur) kan het koud worden uitgevoerd. Het warm uitgevoerde proces heeft als voordeel dat de energie die voor de vervorming nodig is aanzienlijk gereduceerd wordt, maar als nadeel gelden de snelle oxydatie van het materiaal aan de oppervlakte, de minder hoge toleranties en de slechte oppervlaktekwaliteit. Deze laatste punten gelden niet voor de koude vervorming van het staal, maar daarbij is het niet mogelijk het materiaal even sterk te vervormen als bij het warmwalsen. Dit maakt in sommige gevallen het nagloeien van het materiaal noodzakelijk om de vervormbaarheid te verbeteren. Na het walsen ondergaat het materiaal vaak nog een oppervlaktebehandeling in zuurbaden. Het doel van deze behandeling is het verwijderen van de resten van oliën en vetten die bij het walsen als smeermiddel dienden en het verwijderen van de oxydehuid.

De vormen van watervervuiling die met de walserijen samenhangen, hebben vooral te maken met de koeling van de walsen,

zowel bij de warm- als bij de koudvervorming, de gebruikte smeeroliën en vetten en deeltjes (voornamelijk ijzeroxyden). De zuuren spoelbaden veroorzaken waterverontreiniging door opgeloste ijzerdeeltjes en zuurresten. Luchtverontreiniging wordt voornamelijk door energieverbruik bij het warmwalsen en het nagloeien veroorzaakt. Door de gebruikte brandstoffen zijn de voornaamste emissies te verwachten in de vorm van zwaveloxyden.

5.4.2.9 Blikfabrikage

De volgende stap in de blikfabrikage is het aanbrengen van de tinlaag op de staalplaat. Voor deze behandeling zijn twee mogelijke processen beschikbaar, namelijk het dompelen van de staalplaat in een tinbad en het elektrolytisch aanbrengen van een tinlaag. Met dompelen is echter de laagdikte niet nauwkeurig te regelen, zodat dit proces vanwege de hoge prijs van het tin niet meer op grote schaal wordt toegepast. Meer dan 95% van de in 1979 aanwezige produktiecapaciteit, gerekend over de meeste landen*, werkt met het elektrolytisch vertinnen (80). Dit proces kan derhalve als maatgevend voor het vertinnen worden aangenomen. De voornaamste emissies die door het vertinnen veroorzaakt worden, zijn emissies naar water van zuren, alkali-metalen en spoelwater uit de baden waarin de tinlaag gepassiveerd wordt. Emissies naar lucht worden in de laatste stap van de blikproductie veroorzaakt, namelijk door het passiveren van de tinlaag. Deze luchtverontreiniging is het gevolg van de oplosmiddelen in de lakken die gebruikt worden bij het passiveren en van het energieverbruik in de ovens die gebruikt worden om de lakken te laten drogen. Op dit gebied wordt veel onderzoek gedaan naar mogelijkheden om de gehalten aan organische oplosmiddelen terug te dringen en te vervangen door water en om de temperatuur waarop de lak uithardt te verlagen. Een van de mogelijkheden die daarbij onderzocht wordt is het gebruik van ultravioletstraling bij het uitharden. Hiermee moet zowel de temperatuur in de oven als de tijd die het produkt in de oven moet verblijven gereduceerd worden.

5.4.3 Verwerking van blik en blikverpakking

5.4.3.1 Fabrikage van de verpakking

Als het blik als materiaal vervaardigd is, wordt het verstuurd naar de verwerker. Het materiaal wordt meestal als plaatmateriaal verstuurd, maar in toenemende mate is sprake van verzending op rol. Dit kan vooral bij de produktie van bodems en bovenzijden tot aanzienlijke materiaalbesparingen leiden, getallen tot 10% reductie van het materiaalverlies worden in dit verband genoemd (81). Een andere vorm van materiaalbesparing is de konstruktie van de verpakking uit twee in plaats van drie delen. Omdat in dit proces de wand uit een vlakke plaat wordt diepgetrokken, wordt het materiaal uitgerekt en in dikte gereduceerd. Het materiaalverbruik is hierdoor geringer dan bij de conventionele driedelige verpakking, waar de wanddikte vrijwel konstant is, ook bij de overgang van wand naar bodem.

De driedelige verpakking bestaat uit een bodem, een deksel en een zijwand, alle gekonstrueerd uit vlakke plaat. De wand van

* Niet inbegrepen: Volksrepubliek China, USSR, Egypte, DDR en Roemenië.

drankverpakkingen uit blik wordt normaal gesproken rondgebogen en gelast of gesoldeerd. De bodem en de deksel (na het vullen) worden naderhand met een felsverbinding bevestigd. Bij de driedelige verpakking wordt door de verbinding in de zijwand te lassen in plaats van te solderen de noodzakelijke overlap verkleind. Ook dit brengt enige reductie in het materiaalgebruik met zich mee. De dikte van het materiaal voor met name de driedelige verpakking wordt ook zoveel mogelijk gereduceerd. Het productieproces van de tweedelige verpakking stelt hogere eisen aan het materiaal door de hogere vervormingsgraad die bereikt wordt.

Het afsluiten van de verpakking gebeurt na het vullen. Als materiaal voor de deksel wordt bij drankverpakkingen in het algemeen aluminium gebruikt, met als openingsmechanisme een ring die aan het deksel bevestigd is. Rond deze bevestiging is een breuklijn in het materiaal gestanst, waardoor de verpakking eenvoudig te openen is. Deze laatste eigenschap heeft er toe geleid dat sinds 1965 vrijwel alle blikverpakkingen voor frisdrank en bier van een aluminium sluiting voorzien zijn.

5.4.3.2 Vullen

Het vullen van blikverpakkingen volgt in grote lijnen dezelfde weg als het vullen van flessen. De verpakkingen komen in het vulbedrijf aan, worden uit de transportverpakking gehaald en gespoeld, gevuld en afgesloten. Voor een aantal dranken is na het vullen nog een behandeling nodig, namelijk het pasteuriseren. Voor enkele dranken, zoals bier, is deze behandeling gebruikelijk, maar niet noodzakelijk. Dit veroorzaakt enig energieverbruik, met de bijbehorende emissies.

5.4.3.3 Distributie

Na het vullen van de verpakkingen worden deze in een omverpakking geplaatst voor transport en verdere distributie. De omverpakking is in feite uit een aantal subsystemen opgebouwd. Het eerste is de zogenaamde Hicone-drager, de verpakking van vier of zes enkelvoudige verpakkingen in een stuk polyethenfolie waaruit gaten zijn gestampt voor de blikjes. Dit is een verpakkingssysteem waarin met zeer weinig materiaal een goede verbinding tussen de blikjes wordt gemaakt. Het materiaal dat bij de productie van de drager uit het basismateriaal gestanst wordt, wordt in de produktieketen teruggebracht en opnieuw gesmolten.

Het volgende verpakkingssysteem bestaat uit een kartonnen tray met krimpfolie, waarin (meestal) 24 blikjes geplaatst zijn. Deze trays worden op een pallet vervoerd, vaak ook met een bevestiging met krimpfolie.

Voor het milieu zijn de effecten verbonden met het gebruik van krimpfolie (energieverbruik) en de productie van karton voor de trays het belangrijkste. Ook bij het vernietigen van het krimpfolie (dit kan van PVC zijn) kunnen voor het milieu schadelijke emissies ontstaan. De gebruikte hoeveelheden (in kg) zijn echter vrij gering, mede omdat het materiaal duur is. Een ander nadeel van het krimpfolie is dat slordigheid van consumenten bij de inzameling van afval ertoe leidt dat het als zwerfvuil in het milieu terecht komt.

De distributie van drank in blikverpakkingen vindt voor het grootste deel via de levensmiddelenhandel plaats, maar ook wordt een belangrijk deel via strandtenten, kramen en dergelijke ver-

kocht. Deze laatste distributiewijze zal zeker bijdragen aan het aandeel van blikverpakkingen in zwerfvuil. Het bestrijden van het zwerfvuilprobleem staat in deze studie echter niet centraal. Aangezien zwerfvuil eerder een esthetisch dan milieuhygiënisch probleem is, wordt hier niet verder ingegaan op de gevolgen hiervan. Voor blikverpakkingen geldt daarbij nog dat zij na verloop van tijd volledig vergaan onder invloed van water en lucht. Voor meer uitgebreide beschouwingen over zwerfvuil en maatregelen daartegen, wordt hier verwezen naar literatuur over dit onderwerp (82).

De milieu-effecten van de fysieke distributie worden bepaald door de wijze waarop het vervoer plaatsvindt. In vrijwel alle gevallen zal het vervoer naar de verkooppunten toe met vrachtauto's plaatsvinden. Indien van een distributiecentrum gebruik gemaakt wordt bij de verspreiding van de goederen, kan het transport naar het distributiecentrum ook per schip of over de rail plaatsvinden. De beslissingen hierover worden vooral door economische overwegingen en de bereikbaarheid van de bestemmingen beïnvloed. Doorgaans zal bij de keuze van het vervoermiddel de doorslag gegeven worden door de hier genoemde factoren, zonder dat het daarbij van grote invloed is of de verpakking uit glas, blik, karton of een ander materiaal vervaardigd is.

Een belangrijk punt waardoor wel verschillen kunnen ontstaan tussen de materialen bij de distributie, is de hoeveelheid verpakt product die per belading vervoerd kan worden. Dit hangt samen met het gewicht en het volume van de verpakking bij drankverpakkingen. Blikverpakkingen zijn lichter per hoeveelheid verpakt product dan glazen verpakkingen met dezelfde inhoud, zodat zij in dit opzicht iets gunstiger zijn. Bij vergelijking van tweedelige en driedelige verpakkingen van blik blijken de tweedelige verpakkingen iets lichter te zijn (zie tabel 5.13) dan de driedelige. Voor het transport zijn de tweedelige verpakkingen dan ook iets gunstiger dan de driedelige verpakkingen van blik. Het verschil is echter te klein om van belang te zijn in deze studie.

5.4.3.4 Het gebruik

Het gebruik van de verpakkingen levert weinig problemen op voor het milieu. De voornaamste punten zijn het energieverbruik bij het vervoer van het verkooppunt naar de gebruiker en het energieverbruik bij het koelen van de verpakking. Wanneer wordt verondersteld dat dranken tegelijk met de overige boodschappen worden gekocht en niet speciaal voor de drank van een auto gebruik gemaakt wordt, kan worden verondersteld dat dit energieverbruik betrekkelijk gering is. De studie van Boustead en Hancock naar het energieverbruik van verpakkingssystemen (zie 15) geeft voor het energieverbruik door de konsument een vrij hoge waarde, uitgaande van een gemiddelde Britse woning-winkel-afstand en een vrij intensief autogebruik bij het boodschappen doen. Deze veronderstellingen maken de in deze studie geschatte waarden waarschijnlijk hoger dan voor Nederland korrekt is. Het is immers waarschijnlijk dat de afstanden tussen woning en winkel in Nederland kleiner zijn vanwege de hogere bevolkingsdichtheid en dat daardoor ook minder vaak van de auto gebruik gemaakt zal worden bij het doen van de boodschappen.

Het aandeel van de verpakking in het energieverbruik bij het koelen van de produkten zal zeer klein zijn in verhouding tot het totale energieverbruik bij vervaardiging en transport van de verpakkingen ten opzichte van het energieverbruik voor het koelen van de vloeistof. Een eerste schatting levert op dat de energie voor de blikverpakking hooguit 2% van het totale energieverbruik voor het koelen bedraagt (83). Dit betekent dat het aandeel van de verpakking in het gehele koelproces een zeer gering aandeel heeft. Wanneer ook nog rekening gehouden wordt met het feit dat het koelen een temperatuurverandering van enkele tientallen graden inhoudt en het smelten van ijzer een temperatuurverandering van ongeveer 1.500 graden, is duidelijk dat het koelen voor de blikverpakking bij normaal gebruik een verwaarloosbaar aandeel in het energieverbruik heeft.

5.4.3.5 De verwerking van blikverpakkingen en hulpmaterialen bij de afvalverwijdering

In deze beschouwing wordt uitgegaan van de korrekte verwijderingswijzen van het afval. Dat deel van het verpakkingsafval dat in het zwerfvuil terecht komt blijft buiten beschouwing.

Het afdanken van de verpakking, te beginnen bij de omverpakking, verloopt op een aan de laag aangepaste wijze. Beginnend bij de buitenste verpakking, een pallet met krimpfolie, zijn voor deze laag twee verschillende procedures aanwezig. De krimpfolie wordt zonder meer afgedankt en komt meestal in het stedelijk afval terecht en wordt verbrand of gestort. De pallets worden echter een aantal malen hergebruikt totdat slijtage verder gebruik onmogelijk maakt. De pallet komt daarna ook meestal in een afvalstroom terecht.

De volgende verpakkingslaag, trays met krimpfolie, zal in het geheel genomen voor een deel (de krimpfolie en een deel van het karton) in de afvalstroom terecht komen. Het resterende deel van het karton zal in een hergebruikcyclus terechtkomen en tot een nieuw produkt verwerkt worden. Voor de (Hicone-)drager geldt hetzelfde als voor de krimpfolie, namelijk dat deze in de afvalstroom terecht komt.

Het materiaal voor de blikverpakking zelf, komt in twee delen vrij, namelijk de sluiting en de eigenlijke verpakking. Door de kleine afmetingen van de sluiting is de kans groot, dat deze in het zwerfvuil belandt. Aangezien de sluiting meestal van aluminium gemaakt is zal deze slechts langzaam vergaan, echter zonder dat sterk milieuschadelijke stoffen vrijkomen.

Wanneer de verpakking zelf in de afvalstroom geraakt zijn er een aantal mogelijkheden voor het vervolg. Het materiaal kan een van de conventionele wegen volgen, en al dan niet via de vuilverbrandingsoven op een stortplaats belanden. Indien de verpakking voldoende verkleind wordt voor het storten levert geen van beide processen problemen op door emissies naar het milieu. Een betere methode om het afgedankte blik te verwerken, is het afscheiden ervan uit het overige afval en het hergebruik ervan. Het meest in aanmerking komt daarbij het verwijderen uit het afval van het metaal met magneten. Vervolgens dient de tinlaag van het materiaal verwijderd te worden en kunnen staalplaat en tin verkocht worden. De sluiting kan bij het verkleinen van het afval verwijderd worden.

Het verzamelen van het metaal uit de afvalstroom kan op verschillende wijzen plaatsvinden, bijvoorbeeld door gescheiden inzameling of door het afscheiden in verwerkingsbedrijven, voor of eventueel na verbranding van het afval in een verbrandingsinstallatie. Op grond van technische en economische factoren komen het ophalen van het huisvuil in frakties en het afscheiden voor het storten of verbranden van het huisvuil het meest in aanmerking als verwerkingswijze. Het verzamelen van verpakkingsblik in aparte containers, zoals dat voor glas in glasbakken plaatsvindt is voor blik minder gunstig omdat het blikafval een veel lager soortelijk gewicht heeft dan glasafval. Hierdoor wordt ofwel een dure persinrichting of een zeer volumineus verzamelstelsel noodzakelijk. De opbrengst van het teruggewonnen metaal zal dit meestal niet kostendekkend mogelijk maken.

Betere mogelijkheden zijn weggelegd voor gescheiden inzameling van bijvoorbeeld droog (glas, blik, droog papier, enz.) en nat (overig) huisvuil. Het blikgehalte in het afgescheiden deel is hoger dan in het gewone afval, terwijl het ook minder sterk verontreinigd is. Door de verminderde verontreiniging met organische stoffen, kunststoffolie en dergelijke, is het blik beter verwerkbaar in ontstinningsfabrieken en uiteindelijk ook in de staalfabrieken. Een andere mogelijkheid voor het afscheiden van blik uit de afvalstroom is het verwijderen ervan door scheidingsinstallaties bij de verdere verwerking. Voor de kwaliteit van het staalschroot is het van belang dat de gehalten aan bepaalde elementen in het staal gering zijn. Het gaat vooral om aluminium, zwavel en tin aan het staalschroot toegevoegd. Hoewel bij de blikvervaardiging staalsoorten met een laag zwavelgehalte worden gebruikt, komt door oxydatieprocessen temidden van het overige huisvuil een vaak ontoelaatbaar hoog percentage zwavel in de oxydelaag op het metaal terecht. Voor metaal dat gewonnen wordt uit de slakken die na verbranding van het huisvuil ontstaan, zijn de percentages van de ongewenste elementen nog hoger dan bij het tevoren afgescheiden materiaal. Dit wordt veroorzaakt door het snellere verloop van de chemische reacties bij de hoge temperaturen tijdens de vuilverbranding. Voor oude hoogovens voor de ijzerbereiding levert dit geen onoverkomelijke problemen op, maar gezien de lage rendementen van deze ovens zullen zij binnen afzienbare tijd in West-Europa volledig verdwenen zijn (84, 85). Het schroot zal daarna uitsluitend in de staalbereidingsovens gebruikt kunnen worden, met de daaraan verbonden hoge eisen aan de zuiverheid van het schroot. Het is daarbij afhankelijk van de uiteindelijke toepassing van het staal welke percentages van de stoffen toelaatbaar zijn, maar voor elementen als zwavel, aluminium, koper en tin ligt die in de grootte-orde van enkele tienden van procenten (zie 36).

Om aan de eisen voor verdere verwerking te kunnen voldoen, moet ook het blik dat voor verbranding van het huisvuil wordt afgescheiden bewerkt worden voor het in de staalbereiding toegepast kan worden. Daarbij moet het ontdaan worden van voedselresten en andere aanklevende stoffen, vocht, aluminium sluitingen en de tinlaag. Het vocht dient (grotendeels) verwijderd te worden in verband met explosiegevaar als het in de smeltovens terecht komt, de overige stoffen vanwege de mogelijkheid tot het vormen van ongewenste bijmengsels in het metaal. Het verwijderen van ongerechtigheden kan op een aantal wijzen plaatsvinden. Door de hoge energiekosten van cryogene fragmen-

tatie en thermische reiniging bleken echter in een Engelse proef-fabriek deze twee bewerkingen te duur om op grote schaal toege-past te worden (86). Zowel in deze Engelse test als in de VAM-vestiging in Mierlo (N.-Br.) bleek een proces waarin het blik-afval op mechanische wijze verkleind en van ongerechtigheden ontdaan wordt, wel energetisch rendabel uit te voeren (87, 88). Uit deze studies blijkt dat het technisch mogelijk is de verwer-king van blik uit het huisvuil uit te voeren en de grondstoffen opnieuw te gebruiken. Of die ook economisch op grote schaal te realiseren is hangt onder andere af van het aanbod van blik en de wijze waarop het wordt aangevoerd (in een afgescheiden fraktie van het huisvuil, bijvoorbeeld). Verder dienen de processen op grotere schaal dan tot nu toe opgezet te worden.

Voor het milieu zijn de belangrijkste voordelen van het herge-bruik van materialen de vermindering van de aantasting van het landschap en het verminderen van de emissies bij de materiaal-vervaardiging. Bij hergebruik van grote delen van de afvalstroom uit huishoudens, komt hier nog bij dat de problemen bij de afval-verwijdering verminderd worden.

5.4.4 Emissies bij de produktie van blikverpakkingen

5.4.4.1 Inleiding

Bij het bepalen van waarden voor emissies, grondstoffen en energieverbruik van een verpakkingssysteem met blikverpakkingen doen zich enkele problemen voor. In de eerste plaats wordt in een aantal studies slechts een deel van het produktieproces in beschouwing genomen, bijvoorbeeld uitsluitend de materiaalvervaardiging. De meest uitgebreide studie die hier onderzocht is, de Midwest Research Institute-studie (zie onder andere 14), vermeldt weliswaar de omvang van een groot aantal emissies, maar vermeldt niet overal duidelijk welke procesgang gevolgd is. Van een aantal stappen, met name van de vervaardiging van vertinde staalplaat (blik) uit grondstoffen, worden uitsluitend samengevatte emissies gepresenteerd. De tussenliggende stappen, met name de cokesproduktie, de ruwijzerfabrikage, de staalproduktie, het walsen en de oppervlaktebehandelingen, worden niet onderscheiden, zodat ontwikkelingen in de loop der tijd niet te achterhalen zijn.

Dit is een vrij ernstige beperking, aangezien in de afgelopen jaren zowel wettelijke eisen als op zichzelfstaande technische ontwikkelingen tot aanzienlijke reducties van emissies hebben geleid. Om één indruk te geven van de emissies die bij de deelprocessen veroorzaakt worden, zijn in tabel 5.14 t/m 5.21 emissiewaarden gegeven voor de verschillende processen.

Het fabriekproces van staal bevat in de praktijk nog een tweetal stappen die in figuur 5.2 niet genoemd zijn. Deze stappen zijn het sinteren van hergebruikt metaalhoudend stof en gruis van erts, kalksteen en cokes en het beitsen van walsprodukten. Het sinteren is een methode om de materiaalverliezen door te geringe afmetingen van de deeltjes te beperken. Het proces is rond de eeuwwisseling ontwikkeld en voorziet in een wisselend aandeel van de materiaalvoorziening bij de staalproduktie. Het exakte percentage is onder meer afhankelijk van de ertsprijs en de samenstelling van het erts.

Door het sinterproces veroorzaakte emissies bestaan in hoofdzaak uit stof en zwaveloxyde, waarbij het zwavelgehalte van de gebruikte steenkool bepalend is voor de emissies van zwavel-dioxyde. Het stof wordt met behulp van rookgaszuiveringsinstallaties voor het overgrote deel (meer dan 99%) teruggewonnen (89, 90) en hergebruikt. Voor de zwaalemmissies worden geen aparte percentages vermeld, maar aangenomen mag worden dat dit percentage aanzienlijk lager zal liggen dan het opgevangen percentage stof. Het filter zal voornamelijk werkzaam zijn voor deeltjes met afmetingen in de orde van grootte van de stofdeeltjes. Bij een gewijzigde opbouw van het filter is het mogelijk ook de zwavel-emissie sterk terug te dringen, maar in de praktijk zal de voornaamste inspanning op het stof gericht zijn.

Het beitsen van de walsprodukten vindt plaats om de oppervlaktekwaliteit van het produkt te verbeteren en om te voorkomen dat zich insluitels van corrosieprodukten vormen. De zuren die gebruikt worden bij het beitsen zijn zwavelzuur en zoutzuur. Het afval dat ontstaat wordt gevormd door afgewerkt zuur en spoelwater. Naast de zuurresten bevinden zich ook aanzienlijke hoeveelheden opgeloste deeltjes in de afvaloplossingen. Door bezinken, filtreren en neutraliseren van de afvaloplossingen zijn de

<u>Emissies in lucht</u>	Proces Eenheid	IJzererts- winning	Kalksteen- winning	Kolen- winning	Zuurstof- productie
Stof	kg/t	6,103	6,51	2,008	1,379
Stofstofoxyden	kg/t	0,338	0,052	0,467	2,894
Koolwaterstoffen	kg/t	0,269	0,021	0,388	1,763
Zwaveloxyden	kg/t	0,483	0,042	1,299	6,066
Koolmonoxyde	kg/t	0,100	0,047	0,261	0,670
Aldehyden	kg/t	0,004	0,005	0,001	0,010
Overig organisch	kg/t	0,002	0,002	0,002	0,021
Zwavel (stank)	kg/t				
Ammoniak	kg/t				0,001
Waterstoffluoride	kg/t				
Lood	kg/t				0,001
Kwik	kg/t				
Chloriden	kg/t				
Gasvolume	m ³ /t	-	-	-	-
Vast afval					
Brandstofafval		0,442	0,039	0,190	6,394
Mijnafval		3501,171	0,107	190,608	17,347
<u>Emissies naar water</u>					
Fluoriden	kg/t				
Deeltjes (opgelost)	kg/t	0,069	0,01	0,015	0,324
BOD	kg/t				0,001
Fenolen	kg/t				
Sulfiden	kg/t				
Olie	kg/t				
COD	kg/t	0,001			0,002
Deeltjes (zwevend)	kg/t				
Zuur	kg/t	0,023	0,002	2,010	0,333
Metaal ionen	kg/t	0,06	0,001	0,503	0,083
Chemicaliën	kg/t				
Cyanide	kg/t				
Basen	kg/t				
Chroom	kg/t				
IJzer	kg/t				
Aluminium	kg/t				
Nikkel	kg/t				
Kwik	kg/t				
Lood	kg/t				
Waterverbruik	m ³ /t	13	0,36	0,19	21,6

Bron: MRI (91), m.u.v. kalksteen: MRI (92).

Tabel 5.14 Emissies bij de grondstoffenwinning voor de staalbe-
reiding.

oplossingen voor hergebruik of lozing geschikt te maken. Het terugwinnen van het zuur vindt alleen plaats bij het afgewerkte zuur. In het spoelwater is de zuurconcentratie te laag om terugwinning economisch rendabel te maken. De emissies die bij het beitsen ontstaan, komen vrij als zouten en slib. De hoeveelheden zijn gering ten opzichte van andere processen.

De procesemissies worden nu per proces behandeld. Als eerste processen komen de winprocessen voor de grondstoffen voor de materialen aan de orde, vervolgens de verwerking van de grondstoffen en ten slotte het produktieproces van de verpakkingen. Het laatste deel van de beschrijving geeft een beeld van het gebruik en het afdanken van de verpakkingen.

5.4.4.2 De grondstoffenwinning

Als eerste stap in het produktieproces wordt hier de winning van de voornaamste grondstoffen voor de staalproductie besproken. De gegevens over emissies, zoals deze per ton delfstof samengevat zijn in tabel 5.14, zijn ontleend aan het MRI (91, 92).

5.4.4.3 De winning van het ijzererts

Het winnen van ijzererts is, zoals af te lezen is uit tabel 5.14, een proces waarbij vast afval uit de mijn en stof de voornaamste oorzaken van vervuiling zijn. De omvang van de overige emissies is tamelijk klein in verhouding tot andere processen in de staalindustrie. De oorzaak van deze emissies is het energiegebruik tijdens het winningsproces.

Bij het bepalen van de emissiewaarden voor de ertswinning is door het MRI gebruik gemaakt van de toenmalige mijnbouw in de V.S. (93). Het aandeel van de dagbouw in de ijzerertsminning was ongeveer 90%, de rest werd in ondergrondse mijnbouw gewonnen. Of voor erts dat in Nederland gebruikt wordt, een gelijke verhouding tussen dagbouw en het winnen in mijnschachten bestaat, is niet bekend. Te verwachten is dat het energiegebruik zal stijgen naarmate een groter aandeel ondergronds gewonnen wordt.

5.4.4.4 De kalksteenwinning

Voor de winning van kalksteen wordt, evenals bij de ijzerertsminning, in de Verenigde Staten voornamelijk gebruik gemaakt van dagbouw. Het proces bestaat daarbij uit het losmaken van brokken kalksteen met behulp van explosieven, waarna de steen met mechanische hulpmiddelen verder verkleind en gesorteerd wordt. Volgens het MRI wordt in de V.S. de kalksteen in veel gevallen dichtbij de eindverbruiker, en dus in tamelijk dichtbevolkte gebieden gewonnen. Als gevolg hiervan geeft de kalksteenwinning meer aanleiding tot geluidsoverlast en visuele aantasting van het landschap dan andere mijnbouwindustriën (94). Deze aspecten worden echter niet in de beoordeling betrokken, zowel hier als bij het MRI, zodat dit niet uit de tabel blijkt. De emissie van stof is daardoor de belangrijkste emissie bij de kalksteenwinning.

	Eenheid	IJzererts	Kolen	Kalksteen	Zuurstof	Totaal
Hoeveelheid per ton staalplaat	t/t	1,370	0,95	0,250	0,100	NVT
<u>Luchtverontreiniging</u>						
Stof	kg/t	8,36	1,91	0,50	0,14	10,91
Stikstofoxyden	kg/t	0,46	0,44	0,12	0,29	1,31
Koolwaterstoffen	kg/t	0,37	0,37	0,097	0,18	1,02
Zwaveloxyden	kg/t	0,66	1,23	0,32	0,61	2,82
Koolmonoxyde	kg/t	0,14	2,15	0,01	0,07	2,37
Aldehyden	kg/t	0,00548	0,00095	0,00125	0,001	0,00768
Overig organisch	kg/t	0,00274	0,0019	0,0005	0,0021	0,0052
Ammoniak	kg/t				0,0001	0,0001
Lood	kg/t				0,0001	0,0001
Hoeveelheid gas	m ³ /t	-	-	-	-	-
<u>Waterverontreiniging</u>						
Opgeloste deeltjes	kg/t	0,095	0,01425	0,0025	0,0324	0,14
BOD	kg/t				0,0001	0,0001
COD	kg/t	0,00137			0,0002	0,0016
Zwevende deeltjes	kg/t				0,0001	0,0001
Zuur	kg/t	0,0315	1,91	0,0005	0,0333	1,98
Metaal ionen	kg/t	0,0082	0,48	0,00025	0,0083	0,50
Waterverbruik	m ³ /t	17,8	0,48	0,09	2,16	20,22
Vast afval						
Brandstofafval	kg/t	0,61	0,18	0,01	0,64	1,44
Mijnafval	kg/t	4800	181,08	0,03	1,73	4982

Bron: Tabel 5.14 en figuur 5.2.

Tabel 5.15 Emissies bij de grondstoffenwinning voor 1 ton staalplaat (gecumuleerd).

5.4.4.5 De kolenwinning

Naast de milieu-effecten van het winnen van kolen die in de procesbeschrijving zijn genoemd, zijn de milieu-effecten weergegeven door de emissies in tabel 5.14. Uit de tabel blijkt dat de milieu-effecten voornamelijk berusten op emissies van stof en verbrandingsprodukten in de lucht en opgeloste stoffen in water. Bij de emissies zijn de gevolgen van onzorgvuldige behandeling van mijnafval en van onvoldoende zorgvuldige mijnkonstruktie meegerekend, respectievelijk als emissies naar lucht en water.

5.4.4.6 De zuurstoffabrikage

De milieu-effecten van de fabrikage van vloeibare zuurstof zijn vrijwel uitsluitend toe te schrijven aan het energieverbruik bij de koeling van lucht. Als bijkomende belasting voor het milieu is ook het waterverbruik van belang, al wordt het tijdens de zuurstoffabrikage niet ernstig verontreinigd. Het waterverbruik hangt samen met het energieverbruik bij de zuurstoffabrikage.

Bij de gegevens zoals deze in tabel 5.14 gepresenteerd zijn, ontbreekt het volume van de stroom afgassen die bij de productieprocessen vrijkomt. In deze tabel heeft de gasstroom de grootheid echter geen duidelijke betekenis. Het stof dat bij het losmaken van grove ertsdelen met springstof vrijkomt, komt niet in een (meetbare) gasstroom terecht, zodat het niet mogelijk is een concentratie te berekenen voor het stof.

De emissies worden in tabel 5.14 gegeven per ton delfstof, maar in feite wordt hiermee niet weergegeven welke emissies per ton staal veroorzaakt worden. Uit tabel 5.15 zijn de emissies per ton staal af te lezen. De emissies zijn berekend door de waarden per ton te vermenigvuldigen met de hoeveelheid die in een ton staal gebruikt wordt. De tabel geeft aan dat de grondstoffen waarvan het meest wordt gebruikt, ijzererts en steenkool, de grootste effecten veroorzaken. De ijzerertswinning veroorzaakt veel stof en veel vast afval, de steenkoolwinning levert een aantal emissies van schadelijke stoffen zoals zwaveldioxyden en koolmonoxyde in lucht en zuren in water op.

5.4.4.7 De cokesproductie

De geciteerde bronnen voor de cokesproductie zijn eensluidend in de beschrijving van de cokesfabrikage als een proces waarbij tamelijk ernstige waterverontreinigingen in de vorm van onder andere BOD, fenolen, COD, ammoniak en cyaniden veroorzaakt worden. Doordat deze verontreinigingen vrij ernstig zijn, worden recirculatiesystemen en zuiveringsinstallaties gebruikt. De gegevens over de resultaten die met deze installaties bereikt kunnen worden zijn echter niet altijd duidelijk, hoewel de reducties volgens alle auteurs aanzienlijk zijn. De gegevens in tabel 5.16 zijn ontleend aan de meest volledige beschrijving van de cokesfabrikage die hier onderzocht is (95).

In tabel 5.16 wordt een aantal gegevens gepresenteerd die de emissies bij de stappen in de cokesfabrikage weergeven. De stappen waarbij de belangrijkste emissies in de cokesfabrikage optreden zijn achtereenvolgens: het hanteren van de steenkool en

Emissie	Eenheid	Ongezuiverd	Gezuiverd			
<u>Luchtverontreiniging</u>						
Stof	kg/t					
Produktie		0,9 - 10,5			0,18 - 0,21	
Hanteren		0,15				
Zwavel (als oxyde of sulfide)	kg/t				n.b.	
Rookgashoeveelheid	m ³ /t		n.b.		n.b.	
<u>Waterverontreiniging</u>						
		Rookgas- reiniging	Blussen	R	B	Totaal
BOD	kg/t	0,005	0,017	0,001	0,005	0,006
Fenolen	kg/t	0,001	0,004	0,0001	0,0004	0,0005
COD	kg/t					
Ammoniak	kg/t					
Cyaniden	kg/t	0,003		0,0003		0,0003
Olie	kg/t		0,0007	0,00007		0,00007
Zwevende deeltjes	kg/t		0,007	0,0007		0,0007
Sulfiden	kg/t					
Waterverbruik	m ³ /t	0,015	0,045			

Verklaring: n.b. = niet bekend.

Bron: Russell en Vaughan (95).

Tabel 5.16 Emissies bij de cokesproductie.

cokes (bij de overslag, het laden van ovens, etc.), het verhitten van de steenkool en het koelen van de cokes.

Bij het hanteren van de kolen en de cokes ontstaan stofemissies die, door de ontstaanswijze, niet tegen redelijke kosten gereduceerd kunnen worden. Dit deel van de stofemissies wordt dan ook als onvermijdelijk beschouwd.

De rest van het stof komt vrij bij de pyrolyse (96) van de steenkool. Bij de pyrolyse komt ook een deel van de steenkool als gas, ammoniak, teer en dergelijke vrij. Deze stoffen worden met (natte) zuiveringsinstallaties uit de gassen verwijderd en elders in het staalproductieproces gebruikt (als brandstof) of verkocht. De resterende verontreinigingen in de gassen bestaan uit stof en zwavelverbindingen die niet door de toegepaste installaties afgescheiden worden. De rookgaszuivering is een van de twee bronnen van waterverontreiniging, maar doordat de terugwinning van de stoffen in het water economisch van belang is, wordt ook daar van recirculatiesystemen gebruik gemaakt. Ook de volgende stap in de cokesfabrikage, het koelen en nathouden van de cokes om spontane ontbranding in lucht te voorkomen, veroorzaakt aanzienlijke waterverontreinigingen, die door kringloopprocessen beperkt wordt. De totale waterverontreiniging bij de cokesproductie is na alle zuiveringen die plaatsvinden niet groot.

Het verontreinigde water is het water dat bij de zuiveringsinstallatie in de kringloop vervangen wordt. Voordat dit water geloofd wordt, ondergaat het een extra zuivering die uitgaat boven de vereisten die aan het hergebruikte water in de reinigings- of koelingskringloop gesteld worden.

5.4.4.8 De ruwijzerproductie

De volgende stap in het staalproductieproces, de ruwijzerfabrikage vormt het eerste deel van de feitelijke materiaalafabrikage. Bij dit proces komen grote hoeveelheden stof in de rookgassen terecht, zie tabel 5.17. Doordat zich in dit stof ijzerhoudende bestanddelen bevinden, wordt dit stof ook uit economische overwegingen teruggewonnen en in het proces teruggevoerd. Het terugwinnen van het stof gebeurt over het algemeen met een hoog rendement (99,2%) in een getrapte reinigingsinstallatie. Het hangt echter van de ertseigenschappen af of de wettelijke eisen hiermee gehaald worden. In een aantal gevallen zal dan ook van een extra trap gebruik gemaakt worden. Voor de hier gekozen belading van de oven is de tweede stap in de reiniging noodzakelijk. Het rendement van deze stap is 90%, zodat minder dan 0,1% van het oorspronkelijke stof in het gas overblijft. De extra zuiveringsinstallatie brengt echter hoge kosten met zich mee, zodat deze niet altijd gebruikt zal worden of aanwezig zal zijn.

De waterverontreiniging in de ruwijzerfabrikage wordt door twee processen veroorzaakt, namelijk het reinigen van de rookgassen en door het koelen van de slakken. Van de emissies bij deze processen kan uit de hier geciteerde publikaties geen volledig overzicht verkregen worden. De emissie van zwevende deeltjes geldt voor het rookgasreinigingseffluent en is afkomstig van Hick en Piron (100). Voor de koeling van de slak geven deze auteurs uitsluitend een beschrijving van een fabriek in aanbouw te Ougrée (B). In deze fabriek wordt gebruik gemaakt van een gesloten circuit, terwijl de bestaande installaties nog niet aan alle

Luchtverontreiniging

	Per ton ruwijzer *	Per ton staal (0,8 t ruwijzer)
Stof	10 - 30 mg/m ³	
Gasstroom	5.000 m ³ /t	4.000 m ³ /t Stof: 0,04-0,12 kg/t
Water (wettelijke voorschriften, geen exakte gegevens) **		(kg/m ³)
		max. per ton staal:
Opgeloste deeltjes	0,05 - 0,1	0,8 x 30 x 0,1 = 2,4
Cyaniden	0,0005	0,012
Fluoriden	0,01	0,24
Zware metalen		
Opgeloste zouten		
BOD	0,03	0,72
COD ⁵	0,5	12
SO ₄ ⁻	2,0	48
ZN ⁴	0,005	0,012
Fe (opgelost)	0,002	0,048
Pb	0,001	0,024
Mr	0,001	0,024
Vast afval		
Slakken ***	7 à 800 kg/t, waarvan 10 à 20% gestort	560-640 kg/t, waar- van 50-100 kg gestort
Waterverbruik **		
Lichtzuivering	15 m ³ /t	12 m ³ /t
Koeling (v.d. slak)	10-20 m ³ /t, waarvan 20% verdampt	8-16 m ³ /t
Koeling (v.d. oven)	50 m ³ /t (niet verontreinigd)	40 m ³ /t
* Bron: Russell en Vaughan (97)		
** Bron: Hick en Piron (98), Russell en Vaughan geven op als water- verbruik: 17-35 m ³ ruwijzer		
*** Bron: Hellot (99).		

Tabel 5.17 Emissies bij de ruwijzerproductie.

Lucht (in kg/ton produkt)	1) 2)
Zwaveldioxyde	6,16
Stof	6,03
Fenolen	0,01 - 0,38

Water (in kg/ton produkt)	1) 2)
BOD ₅	1,67 - 2,93
Olie	1,48 - 1,64
Fenolen	max. 0,38
Cyaniden	0,01
Ammoniak	0 - 0,88
Zwevende deeltjes	2,53 - 2,59
Sulfide	2,73

Vast afval (in kg/ton produkt)	2)
Vast afval	210
Rookgashoeveelheid	3)
(staalproces) (m ³ /t)	1.000 - 1.500

Gemiddelde samenstelling van het stof bij de staalproductie, waarden gebaseerd op de productie van hoogwaardige staalsoorten.⁴⁾

TiO ₂	0,1%
MgO ²	3%
Pd	2%
F	sporen
Mn	4%
Zn	12%
Fe	28%
rest	

1) De variaties worden veroorzaakt door het al dan niet blussen van de cokes met afvalwater

2) Russell en Vaughan, op. cit., (101).

3) Idem (102)

4) Hellot (103)

Tabel 5.18 Samengestelde emissies per ton staal, gebaseerd op het oxystaalproces, inclusief walsen.

I Warmwalsen, dikte eindproduct 0,25 mmA. Warmwalsen, bezinken, filtreren en lozen

WATERVERBRUIK: $5,64 \cdot 1000 \cdot 3,785 \cdot 1000/907,185 = 24 \text{ m}^3/\text{t}$

Emissies

Zwevende deeltjes: 0,93 kg/t
 Olie : 0,14 kg/t
 BOD : 0,28 kg/t

B. Warmwalsen, bezinken, filtreren en recirculatie

WATERVERBRUIK: $0,158 \text{ m}^3/\text{t}$
 Per ton: $0,89 \text{ m}^3/\text{t}$

Het waterverbruik wordt hier gelijk gesteld aan de lozing van gereinigd afvalwater die bij recirculatie plaatsvindt. In werkelijkheid zal een deel van dit water verdampen.

Emissies

Zwevende deeltjes: 0,015 kg/t
 Olie : 0,003 kg/t
 BOD : 0,006 kg/t

II Koudwalsen, dikte reductie van 0,25 0,10 mmA. Koudwalsen, bezinken, stremmen, filtreren en lozen

WATERVERBRUIK = $3 \text{ m}^3/\text{t}$

Emissies

Zwevende deeltjes: 0,12 kg/t
 Olie : 0,35 kg/t
 BOD : 0,17 kg/t

B. Koudwalsen, bezinken, stremmen, filtreren en recycling

WATERVERBRUIK * = $0,3 \text{ m}^3/\text{t}$

Emissies

Zwevende deeltjes: 0,07 kg/t
 Olie : 0,023 kg/t
 BOD : 0,012 kg/t

Bron: Russell en Vaughan (104)

* Waarde geschat aan de hand van het percentage teruggewonnen en het percentage geloosde olie.

Tabel 5.19 Emissies naar water, na zuivering, bij het walsproces (staal).

wettelijke eisen voldoen. Om een indruk te geven van de toegestane grootte van de emissies, zijn de wettelijke voorschriften, zoals die in België gelden, in de tabel opgenomen.

In de ruwijzerfabrikage ontstaat nog een aanzienlijke hoeveelheid slakken, maar $\pm 90\%$ hiervan wordt hergebruikt in de ijzerbereiding of verkocht. De resterende 10% wordt gestort.

5.4.4.9 De staalfabrikage en het walsen

De laatste stap in de staalproductie, de eigenlijke staalfabrikage, kan op een aantal verschillende wijzen plaatsvinden. In het hier bestudeerde proces, het oxystaalproces, worden de materialen in een gesloten oven gesmolten, waarna de onzuiverheden, met name aluminium en koolstof, door het inblazen van zuurstof verwijderd worden. In tabel 5.18 wordt een overzicht gegeven van de emissies bij het oxystaalproces. De emissies kunnen echter aanzienlijke schommelingen vertonen bij veranderingen in de samenstelling van de smelt. De soort oven die gebruikt wordt (en dus het gebruikte proces) is op de samenstelling van de materiaalstroom van grote invloed. Ter illustratie zijn ook voor enkele andere staalbereidingsprocessen emissiewaarden gegeven.

De voornaamste emissie bij het staalbereidingsproces is het stof dat tijdens het proces vrijkomt. Voor het verwijderen hiervan uit de rookgassen zijn in de meeste gevallen installaties in gebruik met rendementen van 99% en meer. Het water dat in deze meestal natte reinigingsinstallaties gebruikt wordt, wordt gezuiverd voordat het wordt hergebruikt of geloosd. Het slib dat hierbij ontstaat wordt meestal na droging in de oven teruggevoerd. Wanneer het gehalte aan ongewenste stoffen te hoog is, kan dit echter problemen opleveren bij de staalfabrikage. Met name het zinkgehalte kan deze problemen veroorzaken. Een samenstelling van het stof voor een hoogwaardige staalkwaliteit is in tabel 5.18 weergegeven ter illustratie. Voor andere staalkwaliteiten zal deze samenstelling niet van toepassing zijn en voor ongelegerd staal zoals bij de blikfabrikage gebruikt wordt, is deze samenstelling niet juist.

Het gesmolten staal uit de staaoven kan op twee manieren gegoten worden: op conventionele (diskontinue) wijze en in een kontinu-gietproces. In het conventionele gietproces wordt het staal in dikke blokken (ingots) gegoten. Deze worden vervolgens warmgewalst tot de gewenste dikte, gebeitst en koudgewalst. Het eerste walsproces vindt plaats bij een hoge temperatuur om de vervormingsenergie te beperken en de kristalstructuur van het staal te verbeteren. Het warmwalsen wordt echter in een aantal stappen uitgevoerd. Het materiaal koelt daarbij af en moet opnieuw verhit worden. Bij het walsen en verhitten ontstaat een oxydehuid op de staalplaat, die problemen veroorzaakt bij het koudwalsen en de oppervlaktebehandelingen. Tussen het warmwalsen en het koudwalsen wordt het materiaal gebeitst om deze oxydehuid te verwijderen.

Het continu-gietproces van het staal heeft als voordeel boven het conventionele gietproces dat het materiaal minder afkoelt tussen het gieten en het walsen. Dit bespaart energie en levert daarbij een produktiviteitsverhoging op doordat minder materiaal geoxydeerd wordt en verloren gaat.

Water

Spoelwater - ontvetten (400 l/t)	Na ₂ O	95 mg/l
	PO ₄	22 mg/l
Spoelwater, beitsen (150 l/t)	H ₂ SO ₄ (vrij)	530 mg/l
	Fe	76 mg/l
Spoelwater, passiveren (80 L/t)	Cr ⁶⁺	116 mg/l

Wettelijke eisen (België) (maximumwaarden)

Koolwaterstoffen (totaal)	20 mg/l
Koolwaterstoffen (niet-polair)	15 mg/l
BOD ₅	30 mg/l
COD ₅	500 mg/l
Reinigingsmiddelen	geen limiet
PO ₄	2 mg/l
Fe	2 mg/l
pH	6,5 - 9 mg/l

Bron: Hick en Piron (105)

Tabel 5.20 Waterverontreiniging bij het vertinnen.

De emissies bij het warmwalsen houden voornamelijk verband met de oxydehuid die bij het walsen ontstaat. Het beitsen van de staalplaat en het koudwalsen van het materiaal leveren voornamelijk emissies naar water op. Het energieverbruik is laag ten opzichte van het warmwalsen doordat het materiaal niet verhit wordt, maar het energieverbruik tijdens het walsproces zelf is hoger dan bij warmwalsen. De oorzaak hiervan is dat de vervormingsenergie bij lagere temperaturen hoger is. Een andere faktor van invloed is de mate waarin de materiaaldikte gereduceerd wordt. In tabel 5.19 wordt een overzicht gegeven van de emissies voor de walsprocessen en het beitsen.

5.4.4.10 De blikfabrikage

Alvorens het plaatmateriaal voor de verpakkingsfabrikage gebruikt wordt, is een oppervlaktebehandeling nodig om het materiaal tegen corrosie te beschermen. Een voorbehandeling daarbij is het verwijderen van de oliën en vetten die bij het koudwalsen zijn gebruikt. Te zamen met het spoelwater van de oppervlaktebehandelingsbaden geeft dit aanleiding tot enige waterverontreiniging. Deze verontreiniging heeft de vorm van vetten, reinigingsmiddel (verdund natronloog) en zuurresten uit de zuurbaden. De zuurresten en de natronloog worden gebruikt om elkaar te neutraliseren met als resultaat dat het water vrijwel neutraal is bij het lozen. Het neutraliseren heeft echter als gevolg dat het afvalwater met zouten belast wordt. Omdat ook de BOD- en COD-waarden als gevolg van opgeloste koelmiddelen en dergelijke vaak hoger liggen dan de toegestane emissiewaarden, wordt gezocht naar andere toepassingen voor dit afvalwater. Een mogelijkheid biedt het blussen van cokes, maar dit wordt bemoeilijkt doordat de cokesfabrikage vaak bij de kolenmijnen zelf plaatsvindt. Het transport van het afvalwater brengt dan te hoge kosten mee om het water op deze wijze te gebruiken. Tabel 5.20 geeft een indruk van de vervuiling van het afvalwater en de eisen waaraan voldaan moet worden (in België).

5.4.4.11 De fabrikage van de drankverpakking

Bij het fabriceren van de drankverpakkingen wordt van twee verschillende processen gebruik gemaakt, namelijk het produceren van driedelige verpakkingen van vlak materiaal (vrijwel zonder wanddikteverschillen) en van tweedelige verpakkingen van diepgetrokken en nagestrekt materiaal. De afsluitingen zijn in vrijwel alle gevallen van aluminium.

Na de fabrikage worden de verpakkingen gelakt. Aan de binnenzijde van de verpakking wordt de laklaag uitsluitend ter bescherming aangebracht, aan de buitenzijde dient de laklaag ook illustratieve doeleinden. De inwerking van koolzuur en andere stoffen in de vloeistof op de tinlaag kan schadelijke stoffen in de drank brengen. Dit verschijnsel valt onder de produktveiligheid en zal hier verder buiten beschouwing blijven.

Bij het lakken zelf ontstaan emissies van oplosmiddelen die wel van belang zijn in de totale emissiestroom. De lakken die in gebruik zijn voor de bescherming van de tinlaag bevatten organische oplosmiddelen in een verhouding van 1:2 tot 1:5. In tabel 5.21 zijn de emissiewaarden die door het MRI worden gegeven voor de fabrikage van driedelige blikverpakkingen opgenomen.

Lucht (in kg/t)	Staalplaat kg/t	Verpakking (kg/t)
Stof		
Voorbehandelingen	2,5	
Cokesvervaardiging	2,5	
Hoogoven	1,0	
Staaloven	4,5	
Oxydehuid verwijderen	1,0	
Zwaveloxyden	5,5	
Zwavel sulfide	1,0	
Ammoniak en organische materialen	2,5	
Water (in kg/t)		
Zwevende deeltjes	2,5	
Zuren	2,0	
Olie	0,5	
Metaal ionen	0,5	
Fluoriden	0,02	
Overige chemicaliën	0,01	
Koolwaterstoffen		12
Waterverbruik	192 m ³ /t	1,2 m ³ /t
Vast afval (in kg/t)		
Hoogovenslak	110	
Staalovenslak	170	
Waterzuiveringsslib	70	
Vast afval		25

Bron: MRI (106)

Tabel 5.21 Samengevatte gegevens, volgens MRI, bij de productie van blik uit erts, en de emissies bij de fabricage van blikverpakkingen, drielijg, wand en bodem.

	x 1000 ton	%
Storten	1719	41
Verwerking door de VAM	771	19
Composteren	28	1
Verbranden	1646	40
Huishoudelijk afval, totaal	4164	

Opmerking: de som der percentages is meer dan 100% door afrondingsverschillen.

Bron: Meer, G.J. van der en J.C. van Weenen (10)

Tabel 5.22 Verwerking van huishoudelijk afval in Nederland in 1979.

	2-delig	3-delig	Aanvullingen
Aardolie cokes	2,516	2,516	
Bauxiet	31,73	31,73	als Al: 6 kg (beide)
Deklaag	0,091	0,161	
Hout	0,135	0,135	
Inkt	0,076	0,075	
Kalksteen	25,732	29,043	
Karton	3,414	3,414	
Lak	0,403	0,381	Totaal deklaag, lak, afdichtmiddel: 0,5 kg (beide)
Mangaan	0,831	1,032	
NaCl (zout)	1,489	1,489	
Papier	0,082	0,082	
Polyetheen	1,25	1,25	
Staalschroot	18,663	20,609	
Tin	0,483	0,966	0,1 resp. 0,2
Vernis	0,218	0,153	
Vloeispaat (fluor)	9,321	9,321	
IJzererts	104,292	129,54	als blik: 24 resp. 42
Zwavelzuur	11,74	11,74	
Soldeer		0,10	volgens MRI: 0,8 kg (driedelig)
(Kooldioxyde (in de drank))	0,88	0,88	

Aantal pallets per 1000 verpakkingen: 0,634

Bronnen: Boustead en Hancock (107)

Aanvullende gegevens:

- Driedelige verpakkingen: MRI (108)

- Tweedelige verpakkingen: Proc. Sec. Int. Tinpl. Conf. (109).

Tabel 5.23 Overzicht van het materiaalverbruik bij blikverpakkingen. Tweedelige verpakking en driedelige verpakking, beide met aluminiumsluiting. Materiaalverbruik inleg/1000 st. Energie en water niet inbegrepen. Omverpakking: kartonnen trays in krimpfolie.

Staalplaatproductie, vanaf erts in de grond, inclusief energiever-
bruik voor hulpmaterialen 38,55 - 61,60 GJ/t ¹⁾

Waarde voor MRI-studie, gecorrigeerd door
Boustead en Hancock 47,28 GJ/t ¹⁾

Productie van blik (plaatmateriaal), uitgaande van grondstoffen

Energieverbruik bij de productie van blik: 35,8 GJ/t ²⁾
45,81 - 54,70 GJ/t ¹⁾
49,70 GJ/t ³⁾

- Bronnen: 1) Boustead en Hancock (72)
2) Kemna (110)
3) Boustead en Hancock (111)

Tabel 5.24 Energieverbruik bij de productie van blik van drank-
verpakkingen

Energieverbruik van verpakkingen met een inhoud van 0,33 l (12 fl. oz.
(Brits)).

Vervaardiging van verpakkingen uit blik 5,36 - 7,56 GJ/t ¹⁾
Vervaardiging van verpakkingen uit grondstoffen 79,29 - 94,44 GJ/t ¹⁾
Idem, per 1000 verpakkingen (driedelig) 4860 GJ/1000 ²⁾
Idem, per 1000 verpakkingen (tweedelig) 5186 GJ/1000 ³⁾

- Bronnen: 1) Boustead en Hancock (72)
2) Boustead en Hancock (112)
3) Boustead en Hancock (113).

Tabel 5.25 Energieverbruik bij de productie van blikverpakkingen.

Van de tweedelige verpakkingen zijn geen aparte emissiegegevens te vinden in de geciteerde bronnen, zodat hiervan geen emissiewaarden gegeven kunnen worden in tabel 5.21.

5.4.4.12 Transport, vullen en distributie

Na de fabricage van de verpakkingen worden deze bij het vulbedrijf gebracht, gevuld en naar de distributiepunten getransporteerd. Bij het transport van de fabrikant naar het vulbedrijf worden de blikjes op pallets en met krimpfolie bevestigd. Het voornaamste gevolg hiervan is enig energieverbruik bij het opklimmen van de folie en de verontreiniging die bij het produceren van de materialen wordt veroorzaakt. Deze worden hier verder buiten beschouwing gelaten bij gebrek aan voldoende informatie.

Na het vullen en verpakken van de drank, vindt de distributie over de verkooppunten plaats. De milieuverontreiniging die zich hierbij voordoet, is geheel toe te schrijven aan de emissies bij het transport van de goederen. Voor dranken vindt dit grotendeels met vrachtwagens plaats. In de studie van Boustead en Hancock wordt gesteld dat niet alleen het gewicht, maar ook het volume van de drankverpakkingen maatgevend is voor de transportenergie. De waarden voor het energieverbruik bij het transport van de tweedelige en de driedelige verpakking zijn gelijk (76) en dit geldt dus ook voor de transportemissies.

Voor het energieverbruik bij het transport en de daarmee samenhangende emissies kunnen hier geen exacte waarden gegeven worden.

5.4.4.13 Het gebruik

Zoals in de inleidende paragraaf over blik beschreven is, zijn de emissies door het energieverbruik bij het koelen een oorzaak van milieuverontreiniging bij het gebruik van drankverpakkingen. Gezien het meestal zeer geringe aandeel hiervan op het totale gebruiksproces, wordt dit energieverbruik verwaarloosd.

De andere oorzaak van milieuverontreiniging bij het gebruik is het transport van de drank van de distributiepunten (detailhandel) naar de gebruiker (thuis of bij recreatie). Verondersteld wordt dat de dranken te zamen met andere produkten aangeschaft worden en dat geen emissies aan de drankverpakkingen toegerekend kunnen worden. Dit is feitelijk onjuist, maar zonder nader onderzoek is hierover geen definitieve uitspraak te doen. De gemiddelde transportafstand voor konsumenten die met de auto boodschappen gaan doen (en het percentage dat met de auto boodschappen doet) zouden hiervoor bekend moeten zijn of geschat moeten worden.

5.4.4.14 Het afdanken

In de inleidende paragraaf is al aandacht besteed aan de mogelijkheden om afgedankt blik te recirculeren. Op dit moment wordt echter het overgrote deel van dit afval gestort of komt het in verbrandingsovens terecht. De beschikbare verwerkingsmethoden moeten derhalve momenteel als de gebruikte verwerkingswijzen aangenomen worden. Van het blikafval dat bij composteringsinstallaties vrijkomt, wordt verondersteld dat het na ontginning hergebruikt wordt in de staalbereiding. Tabel 5.22 geeft de verdeling van de afvalstroom in Nederland weer.

	Tweedelige verpakking	Driedelige verpakking
Vullen en verpakken	962	962
Distributie (naar groothandel)	142	142
Distributie (naar detailhandel)	77	77
Verpakkingsfabrikage	5186	4859
Distributie (lege verpakkingen)	58	58
Omverpakking	143	143
Afdanken	26	31
Verkoop	912	912
Gebruik	1623	1623
Totaal	9129	8807

Opmerkingen: De cijfers hebben betrekking op de Britse omstandigheden. In Nederland zullen de waarden voor energieverbruik bij de distributie lager uitvallen. De verpakkingen zijn voorzien van een "easy-open" aluminiumsluiting.

Bron: Boustead en Hancock (114)

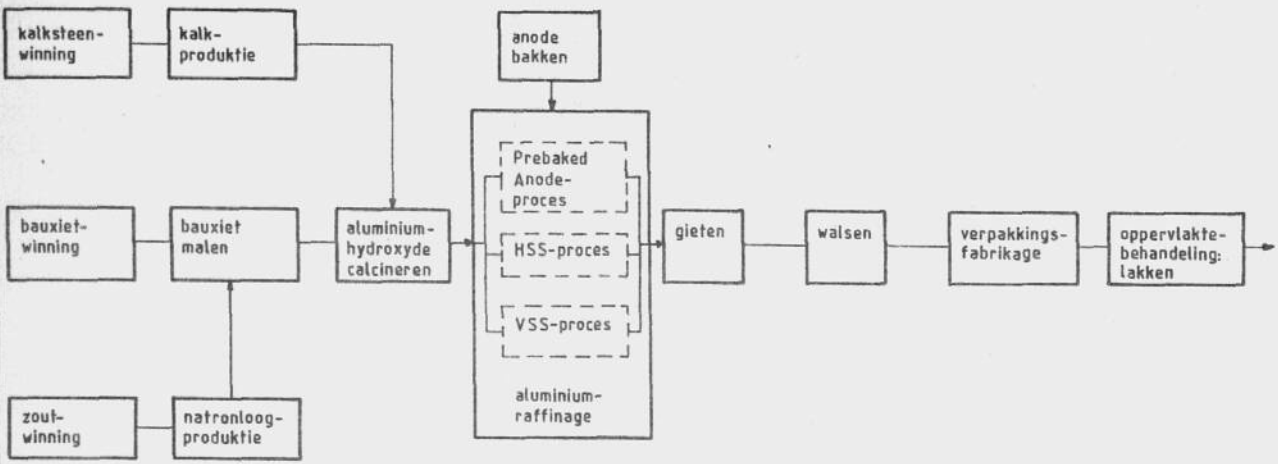
Tabel 5.26 Energieverbruik van verpakkingssystemen, met blikverpakkingen, totaalverbruik in MJ/1000 verpakkingen.

5.4.4.15 Het materiaalverbruik bij een blikverpakkingssysteem

Het materiaalverbruik van een blikverpakkingssysteem is in hoge mate gebonden aan de afmetingen en het gewicht van de verpakkingen. In tabel 5.23 is het verloop in het gewicht van verpakkingen met dezelfde inhoud in de loop der tijd toegelicht. Naast het materiaal voor de verpakking zelf worden nog materialen verbruikt voor andere doeleinden, zoals het lakken, enz. Voor dit materiaalverbruik per 1.000 verpakkingen geeft tabel 5.23 een beeld. In de tabel zijn waarden naast elkaar geplaatst voor driedelige en tweedelige verpakkingen. Opvallend is dat ongeveer 20% bespaard wordt op het staalverbruik van de verpakking. Voor de overige materialen die voor de staalproductie worden gebruikt geldt eveneens een reductie, voor een aantal andere materialen blijft het gebruik gelijk of vindt zelfs een toename plaats. In totaal blijft toch een materiaalbesparing over.

5.4.4.16 Het energieverbruik

Het energieverbruik van de verpakkingssystemen is in de eerste plaats afhankelijk van de gevolgde processen tijdens de productie. Wanneer van andere processen gebruik gemaakt wordt, bijvoorbeeld van een toenemend aandeel schroot in het staalbereidingsproces, levert dit een ander energieverbruik op. In de tabellen 5.24 tot en met 5.26 wordt van het energieverbruik in de verschillende delen van het productieproces en het gesommeerde energieverbruik van drankverpakkingssystemen een overzicht gegeven. De verschillen in energieverbruik hangen onder meer samen met de stappen die tot een proces gerekend worden, maar ook met verschillen in de samenstelling van de gebruikte materialen. Hoewel hier geen verder onderzoek verricht wordt op dit punt, kan gesteld worden dat dit ook gevolgen heeft voor de emissies, zowel door het proces als door het energieverbruik. Het gesommeerde energieverbruik geldt voor een verpakkingssysteem zoals dat in Groot-Brittannië funktioneert. In Nederland zal het energieverbruik door transport iets lager liggen dan is aangegeven. Tussen de alternatieven driedelige verpakking en tweedelige verpakking zal echter geen noemenswaardig verschil bestaan.



Figuur 5.3 Overzicht van de fabricage van aluminium verpakkingen
Gebaseerd op: MRI (157)

5.5
Aluminium-
verpakkingen

5.5.1 Beschrijving van de materiaalfabrikage

Wanneer de productie van aluminiumverpakkingen beschouwd wordt, zijn de processen in te delen in de fasen: grondstoffenwinning, bewerking van de winstoffen, de aluminiumproductie en de produktiestappen in de verwerking van het aluminium tot de drankverpakkingen. De stappen zijn weergegeven in figuur 5.3. De stappen worden hier in beknopte vorm beschreven.

De eerste stap is het winnen van het erts. In de meeste gevallen wordt bauxiet gebruikt als grondstof voor de aluminiumfabrikage. De redenen hiervoor zijn dat deze stof in ruime mate voorhanden is, een hoog percentage aluminium bevat en meestal eenvoudig (in dagbouw) te winnen is. Andere aluminiumhoudende stoffen, zoals klei, zijn ook in ruime mate voorradig, maar worden minder gebruikt voor de aluminiumvervaardiging omdat het aluminiumgehalte lager is. De emissies die de bauxietwinning veroorzaakt zijn klein, en bestaan uit stof en emissies door energieverbruik.

Voor de bereiding van aluminium is het noodzakelijk het aluminium in het bauxiet om te zetten in (vrijwel zuiver) aluminiumoxyde. Het proces dat hiervoor gebruikt wordt, het Bayer-proces, bestaat uit het malen en verfijnen van het erts in sterke oplossingen van natronloog en kalk. Voor de vervaardiging van de natronloog en de kalk worden zout en kalksteen gedolven en verwerkt. Het winnen van kalksteen is bij de staalproductie beschreven (zie par. 5.4.2.2). De zoutwinning vindt plaats door steenzout uit ondergrondse lagen op te lossen in water. Het vervaardigen van natronloog gebeurt door elektrolyse van zout dat in water is opgelost. Bij dit proces ontstaan naast natronloog ook chloor en waterstof vrij. Deze produkten worden verkocht en dragen dus niet bij aan de milieuverontreiniging door het proces. Een deel van de emissies kan zelfs aan deze produkten toegerekend worden. De belangrijkste emissies worden veroorzaakt door energieverbruik en ontsnappende gassen.

Bij de productie van kalk uit kalksteen ontstaan omvangrijke emissies van kooldioxyde, stof en vast afval. Tevens ontstaan enige emissies door energieverbruik. De totale emissies zijn, uitgezonderd stof, echter niet zeer groot.

Het raffineren van aluminium in oplossingen van soda en kalk veroorzaakt in de eerste plaats zeer grote hoeveelheden vast afval (rode aarde) dat bestaat uit de stoffen die zich naast het aluminiumoxyde in het bauxiet bevonden. Dit afval komt vrij bij de fabrikage van aluminiumhydroxyde in het soda-bad. Het wordt gestort of op een andere wijze verder verwerkt. De aluminiumhydroxyde wordt na gedeeltelijke droging gecalcineerd. Bij dit proces wordt onder toevoeging van veel warmte de aluminiumhydroxyde omgezet in aluminiumoxyde en water.

Het aluminiumoxyde wordt vervolgens gebruikt bij het smelten van het aluminium. In dit proces worden de belangrijkste milieuproblemen van de gehele aluminiumproductie veroorzaakt. De milieuproblemen bij de smeltovens worden in de eerste plaats veroorzaakt door het zeer hoge verbruik van energie in de vorm van elektriciteit bij de elektrolyse van het gesmolten aluminiumoxyde. Het aluminiumoxyde wordt gesmolten in een bad met kryoliet ($AlF_3 \cdot (NaF)_3$) en aluminiumfluoride. Door dit bad wordt de elektrische stroom geleid met behulp van koolstofelektroden. Deze

Luchtverontreiniging

Stof 3,35 kg/t.

Bron: MRI (116)

Tabel 5.27 Emissies bij het winnen van bauxiet.

Lucht		
Chloriden	0,1	kg
Kwik	0,005	kg
Water		
Lood	0,003	kg
Kwik	0,00007	kg
Opgeloste deeltjes	0,1	kg
Vast afval		
Mijnafval	140	kg
Procesafval	9	kg

Bron: MRI (117)

Tabel 5.28 Emissies bij zoutwinning en de natronloogvervaardiging (1 ton natronloog).

elektroden worden met een hoeveelheid van ongeveer 0,75 ton per ton aluminium verbruikt. De koolstof verbrandt en wordt als koolstofdioxide in het rookgas afgevoerd. In het bad ontstaat bij de reactie vloeibaar aluminium dat van tijd tot tijd wordt afgetapt. Dit materiaal is al van hoge zuiverheid (99% en meer) en kan voor sommige doeleinden zonder verdere zuivering gebruikt worden.

Naast de kooldioxyde en het aluminium komen bij het elektrolyseproces nog stof, gasvormige fluoriden en bijprodukten van het verbranden van de elektroden vrij in het rookgas. Van deze stoffen vormen de fluoriden door hun schadelijkheid in het milieu het grootste probleem bij de aluminiumproductie. In het proceswater komen ook nog grote hoeveelheden fluoriden vrij met daarbij nog kleinere hoeveelheden van andere verontreinigende stoffen. Ook hier is de hoge toxiciteit van de fluoridenemissie de voornaamste oorzaak van schade aan het milieu.

Na de elektrolyse van het aluminiumoxyde wordt het aluminium gelegeerd met enkele elementen om de materiaaleigenschappen te verbeteren. Bij de productie van materialen voor drankverpakkingen is het voornaamste legeringsmateriaal magnesium dat in een hoeveelheid van ongeveer 2% wordt toegevoegd. Het legeren van het aluminium is de eerste stap in de productie van plaatmateriaal, een proces dat analoog aan de productie van staalplaat verloopt. De grootste verschillen met de productie van staalplaat zijn dat de vervormingsenergie voor aluminiumplaat aanzienlijk lager ligt dan bij staal en dat de vorming van een oxydehuid minder problemen meebrengt. De oxydehuid vormt, anders dan bij staal, een beschermende laag op het aluminium en daardoor wordt het basismateriaal niet aangetast.

De verwerking van het plaatmateriaal tot drankverpakkingen gebeurt op dezelfde wijze als bij blikverpakkingen met dien verstande dat alle aluminiumverpakkingen tweedelig zijn. Ook de overige stappen bij verwerking en gebruik van de aluminiumverpakkingen verlopen identiek aan de handelingen bij de blikverpakkingen, met uitzondering van het afdanken en het hergebruik van aluminium.

Hoewel aluminiumverpakkingen, meer dan blik, in aanmerking komen voor hergebruik van het materiaal, is het proces om aluminium uit de afvalstroom te verwijderen minder eenvoudig. De verwerkbaarheid van afgedankt aluminium is groter dan die van blik doordat er geen zeer ongewenst legeringsmetaal in de verpakkingen verwerkt is en ook de energiebesparing per ton hergebruikt materiaal is veel groter. Aluminium is echter niet met behulp van magneten of soortgelijke hulpmiddelen uit het afval te scheiden en moet gescheiden ingezameld worden om met voldoende rendement teruggewonnen te kunnen worden. In Zweden is een dergelijk inzamelsysteem onder druk van de overheid door producenten en distributeurs opgezet (115), maar in Nederland bestaan nog weinig voorzieningen op dit gebied. De overgrote meerderheid van de afgedankte aluminiumverpakkingen komt dan ook op stortplaatsen terecht.

5.5.2 Emissies bij de fabricage van aluminiumverpakkingen

Deze paragraaf geeft aan de hand van een aantal tabellen een overzicht van de belangrijkste emissies bij de stappen in de fabricage van aluminiumverpakkingen. De belangrijkste bron voor

Lucht

Bauxiet (kg/t bauxiet)	
Stof	0,06 - 0,90
Gasstroom	700 - 1000 m ³ /t
Aluminiumhydroxide calcineren (kg/t aluminiumhydroxide)	
Stof	2,0 - 30,0
Gasstroom - wervelbedoven	1400 m ³ /t
- rotary kiln	2800 - 3700 m ³ /t
Materiaaloverslag (kg/t)	
Stof	0,1 - 1,5
Water (kg/t aluminiumoxyde)	
BOD	0,82
COD	19,9
Chemicaliën (niet gespecificeerd)	5,8
Fluoriden	0,245
Olie en smeermiddel	0,035
Fenolen	0,018
Waterverbruik	2 m ³ /t
Vast afval (kg/t aluminiumoxyde)	
Mijnafval	1861
Bronnen: Luchtverontreiniging: Hager (118)	
Overige : MRI (119).	

Tabel 5.29 Emissies bij de productie van aluminiumoxyde.

de hier gepresenteerde gegevens is de MRI-studie, zodat een aantal gegevens verouderd is of niet zonder meer in Nederland geldig is.

5.5.2.1 De grondstoffenwinning

Als eerste wordt hier de grondstoffenwinning behandeld. Bauxiet is als delfstof tamelijk weinig vervuilend. De belangrijkste emissies worden veroorzaakt door energieverbruik bij de winning en het transport en door vrijkomend stof bij het bewerken van het materiaal. De behandelingen bestaan uit losmaken, verkleinen en vervoeren van het erts. Van de emissies wordt in tabel 5.27 een overzicht gegeven.

Het steenkool voor de produktie van natronloog wordt gewonnen door in ondergrondse zoutkoepels water te spuiten en het zout als slurrie naar boven te pompen. Bij dit proces wordt een vrij kleine hoeveelheid energie verbruikt en komt verder het nodige mijnafval vrij. De volgende stap in de natronloogproduktie is de hydrolyse van het opgeloste zout. Dit vraagt een beduidend grotere hoeveelheid energie en veroorzaakt emissies naar lucht en water van zware metalen en chloor. De zware metalen zijn in omvang niet erg belangrijk, maar leveren wel een ernstige milieubelasting op. De emissiewaarden voor de produktie van zout en natronloog zijn in tabel 5.28 te vinden.

De emissies bij de produktie van kalksteen en kalk zijn weer gegeven in tabel 5.14 De voornaamste emissie bestaat uit het vrijkomen van stof. Daarnaast vraagt de produktie van kalk een zeer grote hoeveelheid kalksteen. Als geheel echter is de kalkproduktie van weinig belang voor de emissies in het gehele produktstelsel.

5.5.2.2 De aluminiumoxydefabrikage

Van groot belang bij de produktie van aluminiumoxyde zijn het ontstaan van vast afval en de emissies die met het verwijderen van het aluminiumoxyde uit het bauxiet samenhangen. Daarnaast wordt door het energieverbruik nog een emissie van enige omvang veroorzaakt, zie tabel 5.29.

De emissies komen vrij in de lucht als stof, bij de overslag en het malen van de bauxiet en het energieverbruik bij het drogen van de aluminiumoxyde. De emissies naar water worden veroorzaakt door de opgeloste kalk en natronloog en door in het bauxiet aanwezige stoffen.

5.5.2.3 De anodeproduktie

Een belangrijk deel van het materiaalverbruik bij het smelten van aluminium wordt veroorzaakt door het verbranden van de anode. Van het anodemateriaal gaat ongeveer 0,75 ton verloren per ton vloeibaar aluminium. In de MRI-studie zijn bij het berekenen van de emissies gemiddelde waarden voor de emissies van olieraffinaderijen gebruikt. Hier worden vooral luchtverontreiniging door de emissies van koolwaterstoffen en zwaveloxyden veroorzaakt. Gegevens over de anodeproduktie zijn opgenomen in tabel 5.30.

Emissies bij de anodeproductie.

Lucht (kg/t vloeibaar aluminium)

Stof 1)		
Gasvormige fluoriden 1)	0,03	- 0,57
Koolwaterstoffen	0,0186	- 0,47
Zwaveloxyden		4,77
Aldehyden		5,24
Overig organisch		0,08
Ammoniak		0,08

Water (kg/t vloeibaar aluminium)

BOD	0,08
COD	0,25
Fenolen	0,02
Sulfiden	0,03
Olie	0,05
Zwevende deeltjes	0,14

Waterverbruik 30 m³/t vloeibaar aluminium.

Opmerking: De emissies zijn opgegeven voor het verbruik van anodes bij de produktie van 1 ton vloeibaar aluminium. Per ton vloeibaar aluminium wordt ongeveer 0,75 ton anodemateriaal verbruikt (MRI, op. cit., p. 123).

Bron: MRI (120), uitgezonderd:

1): Hager (129).

Tabel 5.30 Emissies bij de anodefabrikage.

Lucht		
Prebake Reduction Cell (kg/t vloeibaar aluminium)		1)
Stof	0,81 - 8,95	
Gasvormige fluoriden	0,247 - 12,35	
Fluoriden in stof	0,204 - 2,25	
Horizontal Stud Söderberg Cell (kg/t vloeibaar aluminium)		1)
Stof	3,55 - 18,2	
Gasvormige fluoriden	0,266 - 13,3	
Fluoriden in stof	0,1715 - 2,885	
Vertical Stud Söderberg Cell (kg/t vloeibaar aluminium)		1)
Stof	0,392 - 9,8	
Gasvormige fluoriden	0,152 - 15,2	
Fluoriden in stof	0,053 - 3,18	
Hall-Heroultproces (kg/t vloeibaar aluminium)		2)
Stof	15,3	
Gasvormige fluoriden	1,3	
Zwaveloxyden	9,4	
Koolmonoxyde	37,5	
Stikstofoxyden	8,7	
Gasstroom	150 - 300 x 10 ³ m ³ /t	3)
Water (kg/t vloeibaar aluminium)		2)
Zwevende deeltjes	3,5	
Fluoriden	5,1	
BOD	1,6	
COD	2,2	
Cyaniden	0,0053	
Ammoniak	0,264	
Metaal ionen	0,351	
Oliën en vetten	0,61	
Waterverbruik (per ton vloeibaar aluminium)	145 m ³ /t	2)
Vast afval (kg/ton vloeibaar aluminium)	92	2)

Opmerking: De variatie in de hoeveelheden stof en fluoriden worden veroorzaakt door verschillende wijzen van rookgasreiniging.

Bronnen: 1) Hager (121)
 2) MRI (122)
 3) Hager (123)

Tabel 5.31 Emissies bij het smelten van aluminium.

Lucht

Stof (kg/t aluminiumplaat)	0,297 kg/t
----------------------------	------------

Water

Zwevende deeltjes	3,57 kg/t
Fosfaten	1,49 kg/t
Olie en vet	6,6 kg/t

Vast afval

Vast afval	108 kg/t
------------	----------

Bron: MRI (124).

Tabel 5.32 Emissies bij aluminium plaatwalsen.

Verpakking

Lucht

Koolwaterstoffen *	9,9 kg/t
--------------------	----------

Waterverbruik	2,3 m ³ /t
---------------	-----------------------

Vast afval **	20 kg/t
---------------	---------

Sluiting

Lucht

Koolwaterstoffen *	44 kg/t
--------------------	---------

Vast afval **	6,5 kg/t
---------------	----------

* Koolwaterstoffen uit de oplosmiddelen voor de lak.

** Vast afval, veroorzaakt door verwerking van het aluminium.

Opmerking: Het effect van luchtzuiveringsinstallaties, zoals deze de laatste jaren meer en meer toegepast worden, is buiten beschouwing gelaten. De waarden voor de luchtverontreiniging door lakken zijn daardoor te hoog.

Bron: MRI (125)

Tabel 5.33 Emissies bij de productie van aluminium drankverpakkingen.

5.5.2.4 Het smelten van het aluminium

Het leeuwendeel van de emissies bij het smelten en de elektrolyse van de aluminium wordt veroorzaakt door de emissies bij de energieopwekking. De elektriciteit die voor de elektrolyse nodig is, draagt als voornaamste faktor aan dit energieverbruik bij. Dit energieverbruik levert echter niet de enige belangrijke emissie op. Bij de produktie van het gesmolten aluminium worden ook gasvormige fluoriden veroorzaakt, voornamelijk in de vorm van het sterke zuur waterstoffluoride (HF). Dit is een zeer agressieve stof die het levende milieu en de meeste materialen aantast bij langdurige blootstelling. Ook in proceswater komen fluoriden voor, maar opgelost in water kunnen zij zich minder goed verspreiden en vormen zij eerder verbindingen met andere stoffen. Ook deze emissie is echter zeer belangrijk voor het milieu. Andere emissies naar water, zoals cyaniden, zijn ook wel schadelijk, maar komen in beduidend kleinere hoeveelheden vrij. De emissiewaarden zijn weergegeven in tabel 5.31.

5.5.2.5 De produktie van aluminiumplaatmateriaal

De produktie van aluminiumplaatmateriaal geeft aanleiding tot emissies van hetzelfde type als de produktie van staalplaat, maar de hoeveelheden zijn, gerekend per ton eindprodukt, iets kleiner. In tabel 5.32 is als emissie naar lucht een stofemissie genoemd. De emissie is van geringe betekenis in de totale emissiestroom en zal weinig problemen opleveren. De emissie naar water heeft ernstiger gevolgen door de duidelijk grotere omvang. De geëmitteerde stoffen hebben te maken met het smeren van het plaatmateriaal voor het walsen en het verwijderen van de oliën en vetten voor de verdere verwerkingen.

5.5.2.6 De fabricage van de verpakkingen van aluminium

De emissies bij de produktie van de verpakkingen hebben te maken met het energieverbruik en het lakken van de verpakkingen ter bescherming tegen aantasting door de vulstof (met name de koolzuur in de drank). Het vaste afval wordt veroorzaakt door materiaalverliezen bij de fabricage van de verpakkingen. Dit materiaal wordt in de meeste gevallen hergebruikt door aluminiumproducenten, zodat in werkelijkheid niet van een emissie gesproken kan worden.

In tabel 5.33 zijn emissiewaarden gegeven voor zowel de wand/bodem als de afsluiting. Opvallend hierbij is dat de afsluiting minder vervuילend is (en minder energie verbruikt) dan de bodem, met uitzondering van de koolwaterstoffen die bij het lakken vrijkomen. De oorzaak hiervan is de grotere vervorming van de wand/bodem ten opzichte van het uitgangsmateriaal (vlakke plaat) dan de deksel.

5.5.2.7 De emissies bij vullen, transport, gebruik en afdanken van de drankverpakkingen

De emissies die voor deze stappen in het verpakkingssysteem gelden worden verondersteld in essentie gelijk te zijn voor verpakkingen van aluminium en van blik, zowel door het MRI (126) als door Boustead en Hancock. De emissies die door deze processen

Tweedelige aluminiumverpakking met aluminiumsluiting.
Materiaalverbruik (in kg) per 1000 stuks.
Omverpakking: kartonnen trays en krimpfolie.

Aardoliecokes	11,21
Bauxiet	141,360
Deklaag	0,091
Hout	
Inkt	0,063
Kalksteen	28,209
Karton	3,414
Lak	0,202
Mangaan	0,003
NaCl (zout)	6,635
Papier	0,081
Polyetheen	1,25
Staalschroot	0,073
Vernis	0,184
Vloeispaat (fluor)	41,527
IJzererts	0,41
Zwavelzuur	52,382
(Kooldioxyde (in de drank)	0,88)

Bron: Boustead en Hancock (127).

Tabel 5.34 Overzicht van het materiaalverbruik in een aluminium-
verpakkingsstelsel.

Proces	Hoeveelheid per ton alu- minium (in ton/ ton Al)	Energie per ton (in GJ/t)	Energie per ton aluminium (in GJ/t)
Bauxietwinning	2,8	0,73	2,04
Aluminiumoxydevervaardiging	2,0	26,65	53,30
Natronloogproductie	0,20	21,34	4,27
Cokesproductie	0,65	52,72	34,29
Aluminiumsmelten	1,0	264,61	264,61
Kalksteen	0,10	5,70	0,57
Totaal voor 1 ton aluminium plaat			359,08 GJ/t Al

Afgerond: 360 GJ/t

- Opmerkingen: - Het energieverbruik van vergelijkbare processen zal anno 1983 lager liggen dan het energieverbruik ten tijde van de oorspronkelijke studie (MRI, 1973)
- In de tabel is geen rekening gehouden met recycling van aluminium. Onder normale omstandigheden wordt voor $\pm 15\%$ in de materiaalbehoefte voorzien door hergebruikt productieafval. De opgegeven waarden voor energieverbruik bij de productie van aluminium plaatmateriaal uit afval variëren van 25,42 GJ/t tot 72,77 GJ/t.

Bron: Boustead en Hancock (72)

Gebaseerd op gegevens van het MRI, de energieomzettingsfactoren aangepast door Boustead en Hancock.

Tabel 5.35 Energieverbruik bij de vervaardiging van aluminium uit bauxiet.

Vervaardiging van de verpakking

Energieverbruik per ton, vervaardiging uit plaatmateriaal	18,97 GJ/t	1)
	57,58 GJ/t	2)
	59,68 GJ/t	3)
Energieverbruik per ton, vervaardiging uit grondstoffen		
Bodem/wand	344 GJ/t	2)
Sluiting	95 GJ/t	2)
Gehele verpakking	322,8 GJ/t	1)
	328,3 GJ/t	1) 4)
	439 GJ/t	2)

- 1) Boustead en Hancock (128)
- 2) Boustead en Hancock (129)
- 3) Bewerkte gegevens MRI-studie (72)
- 4) Gebaseerd op statistische gegevens (V.S.).

Tabel 5.36 Energieverbruik bij de productie van aluminium verpakkingen.

	MJ/1000 st.
Vullen en verpakken	962
Distributie (naar groothandel)	142
Distributie (naar detailhandel)	77
Verpakkingsfabrikage	9354
Distributie (lege verpakkingen)	58
Omverpakking	143
Afdanken	14
Verkoop	912
Gebruik	1623
Totaal	13.285

Opmerkingen: De cijfers hebben betrekking op de Britse omstandigheden. In Nederland zullen de waarden voor energieverbruik bij de distributie lager uitvallen. De verpakkingen zijn voorzien van een "easy-open" aluminiumsluiting.

Bron: Boustead en Hancock (130)

Tabel 5.37 Energieverbruik van een aluminium drankverpakkings-systeem, totaal verbruik in MJ/1000 verpakkingen.

veroorzaakt worden, zijn voor aluminium dus eveneens ongeveer gelijk aan de emissies door glazen verpakkingen.

5.5.3 Het materiaalverbruik bij een systeem van aluminiumdrankverpakkingen

5.5.3.1 Het materiaalverbruik

Als bron voor het overzicht van het materiaalverbruik bij aluminium drankverpakkingssystemen is, evenals bij blikverpakkingen, gebruik gemaakt van de studie van Boustead en Hancock. Doordat in Nederland dezelfde verpakkingssystemen worden gebruikt, zijn de in tabel 5.34 geciteerde (Britse) waarden ook in Nederland geldig.

5.5.3.2 Het energieverbruik voor het aluminiumverpakkingssysteem

Het energieverbruik van het systeem van aluminium drankverpakkingen wordt in tabel 5.35 tot en met 5.37 beschreven. Allereerst wordt een aantal deelprocessen genoemd, vervolgens wordt het energieverbruik gesommeerd weergegeven. Uit de tabellen blijkt dat het hanteren van verschillende randvoorwaarden voor de toerekening van energie tot aanzienlijke verschillen in de cijfers voor een proces kan leiden.

De meest duidelijke conclusie die uit de waarden voor de fabriekage van de verpakking te trekken valt, is dat de verpakking-fabriekage en speciaal de aluminiumfabriekage, de grootste energieverbruiker uit het hele verpakkingssysteem is.

5.6

Samenvatting

In de voorgaande paragrafen zijn de bevindingen vastgelegd van het literatuuronderzoek naar drankverpakkingen en hun milieueffecten. Zoals reeds vermeld werd, is in dit onderzoek gebruik gemaakt van (verouderde) gegevens uit de open literatuur. Het is dan ook niet zinvol de resultaten van de onderzoeken die in de tabellen zijn vastgelegd, samen te vatten en hieruit conclusies te trekken over drankverpakkingen. De gegevens hebben betrekking op de situatie zoals die in de jaren '70 bestond en gelden vaak voor buitenlandse, en niet voor Nederlandse, omstandigheden. De conclusies uit het literatuuronderzoek blijven derhalve beperkt tot algemene conclusies die niet alleen op drankverpakkingen van toepassing zijn.

Een van de belangrijkste hulpmiddelen bij het tegengaan van milieuschade door emissies bij (productie)processen is het verbeteren van de procesbeheersing. Dit geldt voor de processen waarin de produkten vervaardigd worden, maar ook voor het gebruik en de levensloop van het produkt als geheel. De emissies kunnen gereduceerd worden door een betere beheersing van de productieprocessen, maar ook door produkten te gebruiken op de wijze waarvoor zij vervaardigd zijn. Daarnaast kunnen emissiereducties bereikt worden door de levensloop van het produkt in zijn geheel beter te controleren. Naarmate mogelijkheden tot reparatie, hergebruik en recycling van een produkt beter benut worden, is het mogelijk de emissies bij productie van vervangende goederen te verminderen.

Als resultaat van de verbetering van de procesbeheersing kunnen de vermindering van grondstoffen-, materiaal- en energieverbruik in proces en produkt nagestreefd worden. Het verbruik van deze hulpbronnen in een proces staat in direkt verband met de hoeveelheid emissies die veroorzaakt worden. Wanneer het verbruik afneemt, verminderen ook de emissies, mits de installaties, hulpbronnen, enz. gelijk blijven.

Vermindering van het verbruik van grondstoffen door het terugbrengen van het aandeel van primair materiaal is vaak de meest effectieve wijze om emissies te reduceren. Met uitzondering van vooral de produkten die tijdens de gebruiksfase emissies veroorzaken, is de verwerking van winstoffen het meest vervuilende proces in het bestaan van het produkt. De tweede belangrijke groep uitzonderingen op deze vuistregel wordt gevormd door de produkten die tijdens de afvalfase nog emissies kunnen veroorzaken.

Levensduurverlenging van produkten levert materiaalbesparingen op en is daardoor in veruit de meeste gevallen gunstig voor het milieu.

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de belangrijkste gevolgen van het invoeren van een systeem voor het verschaffen van milieurelevante produktinformatie. Het systeem dat in deze studie wordt voorgesteld valt uiteen in twee delen. Aan de ene kant is er een deel voor informatieoverdracht aan (in de eerste plaats particuliere) konsumenten, anderzijds is er een deel voor informatieoverdracht aan produktontwerpers. Zoals in de voorgaande hoofdstukken al werd aangeduid, bestaan duidelijke verschillen tussen de informatiebehoeften van deze gebruikersgroepen. Verder is de informatie ook relevant voor de overheid, o.a. voor het overheidsaankoopbeleid. Tenslotte worden voor een vierde groep belanghebbenden, de producenten, enkele gevolgen geschetst. De paragrafen over de informatieoverdracht aan konsumenten bevatten ook een aantal voorbeelden van presentatiewijzen. Als getalwaarden zijn hier de berekende emissies voor drankverpakkingen en pannen uit het vorige hoofdstuk gebruikt.

6.2 6.2.1 Konsumenten

Overdracht van informatie aan konsumenten

Vanwege het belang van internationale samenwerking op het gebied van overdracht van informatie over milieueffecten van produkten, wordt in dit onderzoek uitgegaan van de veronderstelling dat een produktinformatiesysteem in Nederland rekening zal houden met en aansluiting zal zoeken bij het momenteel in West-Duitsland functionerende systeem. In dit systeem wordt een vignet (het Umweltzeichen) (zie fig. 6.1). toegekend aan die produkten die voldoen aan de selectiekriteria die voor een produktgroep zijn vastgesteld. Dit systeem werkt dus als een beloningssysteem voor goede prestaties.

Als aanvulling op deze produktinformatie zouden de gecumuleerde en gewogen emissies of een indeling in schadelijkheidsklassen vermeld kunnen worden. Wanneer voor voldoende produkten gecumuleerde, gewogen emissies berekend zijn, kunnen deze zelf als maat gaan dienen. Als rekeneenheid zou dan een hoeveelheid vervuilde lucht of water gekozen kunnen worden (bijvoorbeeld 1 EVL), met een aantal voor konsumenten aansprekende voorbeelden ter illustratie van de betekenis. Gedacht kan worden aan het gelijkstellen van 1 EVL met het gewogen equivalent van het afleggen van een bepaalde afstand in een omschreven model auto of het consumeren van een hoeveelheid van een produkt, bijvoorbeeld de wekelijkse of maandelijkse hoeveelheid kranten. Voor water geldt hetzelfde, met aangepaste voorbeelden, zoals emissies bij de productie van een bepaalde hoeveelheid vlees in de intensieve veehouderij. Het is natuurlijk ook mogelijk een produkt dat op een bepaald moment in de belangstelling staat te beoordelen en aan te geven hoeveel vervuiling het produkt veroorzaakt. Dit kan als illustratie dienen voor het publiek en een idee geven van de schadelijkheid van andere produkten in verhouding tot het voorbeeldprodukt.

Wanneer de konsument voldoende vertrouwd geraakt is met de betekenis van de vervuilde kubieke meters lucht en water, heeft een informatiesysteem dat berust op een vignet of iets dergelijks nog uitsluitend een signaalfunctie te vervullen. De geïnteresseerde konsument zou echter wel aanvullende informatie over de



Figuur 6.1 Het Westduitse Umweltzeichen en het symbool van de UNEP (United Nations Environmental Program), waarvan het is afgeleid

opbouw van de schadelijke emissies in de processen moeten kunnen verkrijgen. Dit is een taak voor een overkoepelende organisatie bij de beoordeling en voor de pers en de konsumentorganisaties. Deze informatie zou in folders met vergelijkende informatie over verschillende produkten binnen een produktgroep verspreid kunnen worden. De informatie kan ook (samen) met de gegevens over andere eigenschappen van het produkt aangeboden worden. Dit is in het algemeen te prefereren. Informatie op of bij een produkt is echter aan fysieke beperkingen gebonden, waardoor integrale informatieverschaffing daar meestal niet mogelijk is. Voor veel eigenschappen, zoals vorm en kleur, is dat geen bezwaar, omdat deze direkt van het produkt af te lezen zijn. Milieueffecten zijn echter veelal niet aan het produkt te zien, zodat informatie op of bij het produkt hier van belang is.

6.2.2 Het gebruik van de informatie door de konsument

Het gebruik van produktinformatie door konsumenten wordt beïnvloed door bekendheid met de betekenis, overzichtelijkheid van de presentatie, beïnvloeding door overige informatiedragers en andere met de informatie samenhangende factoren. Op de achtergrond spelen bij de konsument ook factoren een rol die niet met de informatie samenhangen, zoals opleiding, sociale klasse, belangstelling, ervaringen, enz. Het al dan niet gebruiken door een konsument van informatie over de milieueffecten van produkten, zal hierdoor sterk beïnvloed worden. De wijze van presentatie zal niet alleen voor het begrip bij de konsument van belang zijn. Ook de perceptie van andere eigenschappen van een produkt zal door deze presentatie beïnvloed worden. Hierbij spelen de ervaringen en de belangstelling van de konsument natuurlijk ook een grote rol: bij bewoners van een gifwijk zal de belangstelling voor milieuaspekten van konsumptieartikelen andere vormen aannemen dan bij mensen die niet direkt met milieuproblemen in aanraking zijn gekomen. De mate waarin perceptieveranderingen door aankoopbeslissingen tot uitdrukking gebracht zullen worden, is echter niet te voorspellen zonder gericht onderzoek. Onderzoek door Van der Meer heeft aangetoond dat de presentatie van informatie over milieueffecten van gedrag invloed heeft op de effectiviteit ervan (131). Met name het aangeven van positieve effecten werkt effectief, het wijzen op nadelige effecten is minder sterk van invloed. Of produktinformatie, gebaseerd op de beoordelingswijzen die hier voorgesteld zijn, hiervan gebruik maakt, hangt af van de uiteindelijke presentatie. Worden alleen de hoeveelheden EVL en EVW aangegeven op produkten, dan is dit een vrij neutrale wijze van informatieoverdracht. Een vignet, informatieve etikettering, een indeling in kwaliteitsklassen en dergelijke presentatievormen, bieden meer ruimte voor subjectieve beïnvloeding dan zuiver cijfermatige informatieoverdracht. Aan zowel het een als het ander kleven voor- en nadelen. Neutrale informatie zal waarschijnlijk minder weerstanden wekken en dit is belangrijk om medewerking van producenten te kunnen verkrijgen. Subjectieve informatieoverdracht zal weliswaar meer weerstanden wekken, maar de effectiviteit kan groter zijn. De keuze van één of meerdere van deze mogelijkheden is een beleidskwestie en zal hier verder buiten beschouwing blijven. In de volgende paragraaf worden enkele presentatievormen voor de informatie aan konsumenten geschetst, waarbij de produktvoorbeelden uit het vorige

hoofdstuk als uitgangspunt dienen. Een aantal van de presentatievormen is gebaseerd op het Duitse Umweltzeichen.

Een faktor die sterk van invloed zal zijn op het al dan niet gebruiken van informatie over de milieueffekten van een produkt is de mate waarin de konsument de informatie kan verwerken. Wanneer de emissiewaarden van enkele produkten in een tabel gebracht worden en aan een konsument gepresenteerd worden, zal dit slechts op onbegrip stuiten. Als dezelfde informatie wordt geaggregeerd en uitgedrukt wordt in vervuilde kubieke meters lucht en water, is dit een stap vooruit, maar het is geen garantie dat de konsument daarmee meer kan en zal doen. Eerst zal de informatie verwerkt moeten worden. Aan de verwerking zal echter een leerproces vooraf moeten gaan, waarin de gebruiksmogelijkheden voor de informatie bekend worden. Voor produktvernieuwingen is dit leerproces uitvoerig beschreven, onder meer door Rogers (132). Hoewel een informatiesysteem op een aantal essentiële punten van industriële produkten verschilt, kan verwacht worden dat de acceptatie van het informatiesysteem op soortgelijke wijze plaats zal vinden. Goede voorlichting over het informatiesysteem bij de introductie is dan ook zeker zo belangrijk als de onderbouwing ervan. Bij de hier voorgestelde aggregatiemethode betekent dit het uitleggen van de betekenis van de eenheden EVL en EVW, met eventueel het verduidelijken van de indeling in kwaliteitsklassen en de betekenis daarvan voor het milieu.

Wanneer een dergelijk systeem geïntroduceerd is, kan het daarna gebruikt worden als een autonoom gegeven, gepresenteerd op het produkt. Het kan echter ook als een element in een vergelijkend warenonderzoek gebruikt worden, bijvoorbeeld in een onderzoek zoals dat voor konsumentenorganisaties wordt uitgevoerd. Een belemmering hiervoor vormt echter voorlopig de vrij geringe belangstelling van deze organisaties voor milieuaspekten van produkten. Gezien de samenstelling van het ledenbestand van bijvoorbeeld de Consumentenbond en Konsumenten Kontakt, kan hierin echter snel verandering komen. Desondanks is dit een belangrijke invalshoek voor de overdracht van de informatie. Een produkt wordt immers niet alleen milieuvriendelijk doordat het op een schone wijze geproduceerd is en weinig vervuiling produceert bij het gebruik. Het vervullen van de door de konsument bedoelde functie, waarvoor het gemaakt is, op adequate wijze is ook van groot belang, omdat anders verspilling van materiaal, energie en kapitaal optreedt.

6.2.3 Opzet van de informatieoverdracht

In de opzet van de informatieoverdracht kan een onderscheid gemaakt worden tussen informatieoverdracht op of bij het produkt, in produktgerichte informatie of in informatie over meerdere vergelijkbare produkten. De informatie kan bij een verdeling in deze zin trapsgewijs worden aangeboden, met een onderscheid in de complexiteit van de informatie. Het is mogelijk met een getrappt aanbod de effectiviteit van de informatie te verhogen, wanneer acht geslagen wordt op de mogelijkheden en beperkingen van de konsument. Het overzien van de informatie en het vergelijken van produkten is in de koopsituatie in een winkel moeilijker dan thuis bij het doorlezen van informatiemateriaal. In de praktijk zullen systemen als het Westduitse Umweltzeichen en variaties daarop dan ook vaak effectiever zijn in de winkel dan het aan-

bieden van nauwkeurige en volledige, maar complexe informatie. Los van het produkt is complexiteit van de informatie minder snel een storende faktor, zodat hier uitgebreidere informatie zinvol kan zijn. Een voorwaarde is echter dat de konsument bekend is met het informatiesysteem en de betekenis van de elementen daaruit.

Een goede mogelijkheid biedt hier het vergelijkend warenonderzoek, waarvan informatie over gewogen emissies deel kan uitmaken. Naast de invloed van de verwerkingsmogelijkheden thuis of in de winkel, is ook een verschil aanwezig tussen groepen konsumenten. De groep die bereikt wordt door vergelijkend warenonderzoek is bijvoorbeeld slechts een klein deel van alle konsumenten. De mate waarin de konsument bij een aanschaf geïnformeerd wil worden hangt af van een aantal demografische factoren zoals leeftijd en opleiding, maar eveneens van de interesse van de konsument en het belang van de aanschaf. Het konsumentengedrag en de rol die informatie daarin speelt zijn elders uitgebreid onderzocht en hier wordt verder naar de betreffende literatuur verwezen (133).

Een belangrijk kenmerk dat de groep konsumenten die actief naar informatie zoekt onderscheidt van de overigen, is de relatief hoge opleidingsgraad van de eerste groep. Deze groep zal dan ook beter in staat zijn uitgebreide informatie op te nemen en te verwerken. Het betreft hier echter een minderheid van de konsumenten, zodat informatie in vergelijkend warenonderzoek, informatieve etikettering en andere uitgebreide vormen van informatie lang niet iedereen zal bereiken. Gezien de omvang van de groep overige konsumenten, is het zinvol met hen rekening te houden in de gekozen presentatievorm. Dit onderzoek is gebleken dat voor deze konsumenten een presentatievorm die in een aankoop situatie geëvalueerd kan worden het meest effectief is. Presentatie in de vorm van een vignet of een etiket waarin informatie op verschillende niveaus wordt aangeboden is hier de meest geschikte vorm. Complexe informatie, zoals opsommingen van de stoffen die beoordeeld zijn, zal door de meerderheid van de konsumenten waarschijnlijk nooit gebruikt worden.

Overigens verloopt de verspreiding van informatie in een samenleving niet in één stap van verstrekker naar "eindgebruiker". Daartussen bevindt zich een aantal goed geïnformeerde personen en instellingen die als intermediair dienen en een grote invloed hebben op het eindresultaat. Met name de informatie over het systeem en de werking ervan zal op deze groepen gericht moeten zijn.

Als richtlijn voor de presentatievorm kan op grond van de bovenstaande overwegingen aangehouden worden, dat direct bij het produkt een eenvoudig afleesbare presentatievorm de voorkeur geniet. In uitgebreide produktbeschrijvingen in advertenties, folders en vergelijkend warenonderzoek is voor meer informatie ruimte. Na het rekenvoorbeeld in paragraaf 7.2 wordt in paragraaf 7.3 een aantal presentatievormen geschetst met een toelichting op de bouw, de inhoud en de toepassingsmogelijkheden.

6.3 6.3.1
Ontwerpers

Informatiebehoefte van de ontwerper bij de produktontwikkeling

In het produktontwikkelingsproces kan de ontwerper in principe volstaan met geaggregeerde informatie per eenheid materiaal of per eenheid eindresultaat van een proces. Dit houdt in dat de informatie aangeboden dient te worden als kubieke meter lucht- of waterverontreiniging per kilo materiaal. Ook kan de vervuiling

per meter lengte van een profiel of per vierkante meter plaatmateriaal met een bepaalde dikte aangegeven worden. In veel gevallen is dit laatste zelfs te prefereren omdat een dergelijke gebruikseenheid voor de ontwerper beter hanteerbaar is dan het gewicht. Het is echter niet zinvol vooraf een keuze te maken, bijvoorbeeld door een indeling van materialen in schadelijkheidsklassen. De ontwerper moet in staat gesteld worden de keuze van de minst schadelijke oplossing in een gegeven situatie te maken. Dit houdt niet altijd in dat hij het materiaal gebruikt dat per kg het minst schadelijk is.

Bij de keuze uit verschillende materiaalsoorten of processen is in het algemeen informatie in geaggregeerde vorm toereikend. Wanneer echter een keuze gemaakt moet worden uit enkele processen, eventueel gekoppeld aan een investeringsbeslissing, kan een uitsplitsing naar de relatieve schadelijkheid van specifieke emissies en de werkelijke afvalstroom (gas of water) van belang zijn. Wanneer (te verwachten veranderingen in) de wetgeving aanleiding geven tot beperkingen van de schadelijkheid of juist van de omvang van de afvalstroom, kan de keuze van het proces hierdoor beïnvloed worden. De informatiebehoefte van de ontwerper zal dus in vele gevallen gedekt kunnen worden door de gecumuleerde en gewogen emissie, maar in een aantal gevallen zal een uitsplitsing naar gespecificeerde emissies noodzakelijk zijn.

De presentatiewijze zal echter naast de behoefte van de ontwerper ook een belangrijke rol spelen bij het opzetten van een systeem voor ontwerp-informatie. Een modern informatiesysteem biedt andere mogelijkheden dan een conventioneel systeem met veel ruimte voor gedetailleerde informatie. De meest uitgebreide mogelijkheid voor informatieoverdracht biedt een databank waarin gegevens opgeslagen zijn van vele processen en materialen. Met behulp van telecommunicatie kunnen de relevante gegevens uit de databank doorgegeven worden aan de gebruiker. Deze kan de gegevens dan in het eigen systeem opslaan en gebruiken, zie ook paragraaf 6.3.3.

De keuze uit deze en het scala van tussenliggende mogelijkheden kan hier niet gemaakt worden. Een verdergaand onderzoek naar zowel de behoeften van ontwerpers en anderen (de overheid in vele vormen) aan informatie als de mogelijkheden en de kosten van de informatieoverdracht is daarvoor noodzakelijk. Uit een dergelijk onderzoek kan een enkele wijze van informatieoverdracht als de meest geschikte naar voren komen, maar ook combinaties zijn mogelijk.

In de meest uitgebreide vorm van informatie verzamelen en informatieoverdracht, met een databank, zijn ook verschillende niveaus mogelijk. De informatie kan dan zeer gecomprimeerd geleverd worden voor ruwe schattingen, maar ook gedetailleerd ten behoeve van de analyse van een proces. In dit laatste geval is aggregatie van de informatie overbodig en zelfs storend. Wanneer voorzien wordt dat hieraan behoefte bestaat kan de informatie getrapd worden aangeboden.

De behoefte aan informatie op verschillende aggregatieniveaus varieert bij verschillende soorten beslissingen. Als het gaat om de inkoop van materialen, spelen in de eerste plaats de voorafgaande vervuilmomumenten een rol: de winning van de grondstoffen en de vervaardiging van de halffabrikaten en alles wat daarbij hoort. De informatie hierover kan zonder bezwaar geaggregeerd worden aangeboden, omdat de ontwerper kan kiezen uit de verschil-

lende mogelijkheden, maar deze meestal niet kan beïnvloeden. Ook voor routinebewerking binnen het bedrijf kunnen de gewone gegevens gebruikt worden. In die gevallen echter waarin gebruik gemaakt wordt van processen waarvoor nieuwe investeringen noodzakelijk zijn, kan gedetailleerde informatie noodzakelijk zijn. Deze informatie kan een rol spelen bij de keuze uit verschillende processen en bewerkingsmethoden. Heffingen, (veranderingen in) de wetgeving, druk van actiegroepen en dergelijke kunnen van belang zijn. Het afwegen van de voor- en nadelen van de processen zal om meer gedetailleerde informatie vragen dan de toepassing van een bekend proces.* Dit alles geldt ook voor de keuze van het werkingsprincipe van een nieuw produkt. Indien het werkingsprincipe in een nieuw produkt ingrijpend gewijzigd wordt ten opzichte van de bestaande modellen, zal meer gedetailleerde informatie nodig zijn dan wanneer het om oppervlakkige veranderingen gaat.

Uit dit alles zou kunnen worden afgeleid dat ingrijpende veranderingen in produkten of processen om uitgebreidere informatie vragen dan veranderingen in details. Dit is echter schijn, want bij kleine vernieuwingen wordt gebruik gemaakt van het feit dat de informatie die over de bestaande processen bekend is, toepasbaar blijft. Deze informatie is in een eerder stadium wel in gedetailleerde vorm uitgewerkt en daarna geaggregeerd. Hiervan wordt gebruik gemaakt, evenals van het gelijkblijven van het proces, en daardoor kan de informatie in vereenvoudigde vorm gebruikt worden.

6.3.2 Het gebruik van milieurelevante informatie bij het ontwerpen

Het gebruik van de informatie door ontwerpers is van een aantal factoren afhankelijk:

- het gebruiksdoel van de informatie
- de toepasbaarheid voor het doel
- de beschikbaarheid van informatie over een groot aantal processen en materialen
- de kosten/baten van het toepassen
- de verwachte effectiviteit van het systeem
- de bekendheid bij ontwerpers (de gebruikers).

Deze factoren zijn op elkaar van invloed en kunnen niet goed geordend worden op hun belang. Duidelijk is wel dat toepasbaarheid de eerste voorwaarde is voor het gebruik. Met de hier voorgestelde aggregatiemethode lijkt hieraan voor toepassingen waarin een niet al te grote nauwkeurigheid van de informatie vereist wordt, te zijn voldaan. Het gebruiksdoel, bijvoorbeeld een ontwerpkeuze of een beslissing over de bouw van een nieuwe fabriek, dient verder beslissend te zijn in concrete situaties.

De bekendheid van de informatie (beschikbaarheid, toepassingsgebieden, etc.) bij de gebruikers is een volgende voorwaarde. Dit vraagt een verspreiding van informatie en kennis over de methode over de gebruikers. Voor ontwerpers kan dit gebeuren via verenigingen, zoals de KIO (Kring van Industriële Ontwerpers), hun tijdschriften, vakliteratuur op aangrenzende gebieden, onderwijsinstellingen en dergelijke. Voordat dit zinvol wordt, is het echter noodzakelijk in de beschikbaarheid van informatie te

* In dit geval kan de informatie (al dan niet in gewogen en gecumuleerde vorm) natuurlijk ook gepresenteerd worden met emissienormen.

materiaal	energievaarde	
	MJ/kg	MJ/dm ³
ruw ijzer (100% erts)	22,5	176
grijs gietijzer gietstuk (66% schroot)	18,5	144
GG-gietstuk (66% schroot) gegloeid	20,5	160
ruw staal (hoogoven/oxystaal; 22% schroot)	21	164
staal warmgewalste plaat 1,5-12,5 mm	30,4	237
staal koudgewalste plaat 0,5-3 mm	34,4	268
staal staf/draad (hoogoven/oxystaal)	28,8	225
staal buizen	34,5	269
staal dikke plaat 3-150 mm	35,0	273
blik 0,2-0,5 mm (elektrolytisch vertind)	35,8	280
gegalvaniseerde koudgew. plaat 1 mm (28 u)	39,5	308
ruw staal (elektrostaal; 100% schroot)	8	62
staal staf/draad (elektrostaal)	13	101
staal staf/draad (NL; 50% elektr./50% oxy)	21	164
HSLA-stalen (sterkstalen; hoogoven/oxystaal; 22% schroot):		
warmgewalste plaat 1,5 - 12,5 mm	33	257
koudgewalste plaat 0,5 - 3 mm	38	296
RVS (korrosievlaste stalen; hoogoven/oxystaal; chroom minimaal 12%; richtwaarden):		
warmgewalste plaat 1,5 - 12,5 mm	50	390
koudgewalste plaat 0,5 - 3 mm	55	429
buizen	56	437
machinestaal en gereedschapstaal (C > 0,3%); hoogoven/oxystaal; toeslag waratebehandeling:		
warmgewalste plaat	32,4	253
warmgewalste draad/staf	30,8	240
af trek voor koudgewalste plaat met mindere kwaliteit (O3) oppervlaktegesteldheid uit ongelegeerd konstruktie staal (schatting):	-3	-23
aluminium ingot (Bayer/Hall-Heroult; uit 100% bauksiet-erts)	228	616
aluminium koudgewalste plaat	265	716
aluminium folie 0,2 mm	277	747
aluminium extrusieproducten	250	675
aluminium gietwerk (uit 100% schroot)	50	135
aluminium (secundaire smelter; 100% schroot)	12	33

Ops.: Overal waar dit niet nader gespecificeerd wordt, heeft de term 'staal' betrekking op ongelegeerd konstruktie staal (koolstofgehalte minder dan 0,3% C), de term 'aluminium' heeft betrekking op ongelegeerde en laaggelegeerde aluminiumsoorten. De nauwkeurigheid van de genoemde energiewaarden voor Nederland wordt geschat op $\pm 10\%$ ten opzichte van de aangegeven waarden. De in het schema aangegeven negatieve waarden voor koudgewalste plaat proberen weer te geven, dat bij het gebruik van plaat met een lagere vereiste oppervlaktegesteldheid minder kwaliteitscontroles nodig zijn. Door een vereenvoudiging van het aantal essentiële controles behoeft het vormgevingsproces (walsen) minder energie.

Figuur 6.2 Overzicht van het energieverbruik bij de staal- en aluminium-fabrikage

Bron: Kemna (110)

voorzien. Zonder een goede beschikbaarheid van informatie, maar ook zonder voldoende bekendheid, heeft een systeem voor milieu-relevante ontwerp-informatie weinig kans op slagen. Zelfs wanneer enerzijds voor goedkope informatie over processen en alternatieven beschikt kan worden en anderzijds heffingen het zoeken naar minder vervuulende processen stimuleren, is dit nog geen garantie voor gebruik van een ontwerp-informatiesysteem. Bekendheid met het systeem en toepasbaarheid ervan zijn noodzakelijke voorwaarden voor het gebruik van de informatie.

Als gebruiksmogelijkheden van de informatie is voor ontwerpers een aantal gebieden te noemen. De voornaamste hiervan zijn: de keuze uit een aantal uitgewerkte ontwerpen bij de produktontwikkeling, de keuze uit een aantal processen, zowel bij de produktontwikkeling als bij investeringsbeslissingen en de analyse van het productieproces van een bestaand produkt. De eerste twee gebieden zijn hiervoor al genoemd, het laatste verloopt analoog aan kostprijsberekening en waarde-analyse uit de bedrijfseconomie. Wanneer de "kostprijs" van een produkt en de productieprocessen in EVL en EVW berekend is, kan uit de bijdrage van de verschillende processen afgeleid worden waar een ingreep het meest effectief kan zijn. Als voor de meest vervuulende stappen een schoon alternatief gevonden kan worden, wordt hiermee het hoogste rendement gehaald uit de ingrepen.

6.3.3 Opzet van de informatieoverdracht aan ontwerpers

Voor de informatieoverdracht naar ontwerpers kan van een aantal verschillende media gebruik gemaakt worden, met elk verschillende eigenschappen voor de aktualiteit, de volledigheid en de nauwkeurigheid van de gegevens. De toepasbaarheid en de verspreiding van de informatie kunnen gunstig beïnvloed worden door van moderne informatiesystemen gebruik te maken. Hierbij kan gedacht worden aan een databank die via telecommunicatie aangesloten kan worden op systemen voor Computer Aided Materials Selecting (CAMS), Computer Aided Design (CAD) of Computer Aided Manufacturing (CAM).

Dergelijke systemen met op computers gebaseerde informatieverwerking, zijn op dit moment nog niet algemeen toegepast, maar de verwachting is, volgens een recent artikel, dat de systemen aan het eind van dit decennium gebruiksklaar zullen zijn. Een probleem dat op dit moment nog een overheersende rol speelt bij de uitwerking van de systemen vormt de grote hoeveelheid konstruktie-materialen en materiaalvarianten (naar schatting ± 100.000). Daarnaast kunnen per materiaal enkele tientallen eigenschappen van belang zijn voor verschillende toepassingen, zodat ook de benodigde geheugenruimte in de databank per materiaal aanzienlijk is (134).

Wanneer niet van computers gebruik gemaakt wordt bij de opslag van de overdracht van gegevens, zijn in principe twee mogelijkheden aanwezig voor de presentatie. In de eerste plaats is het mogelijk gegevens te presenteren op de wijze zoals in figuur 6.2 voor energieverbruik is gebeurd. De gewogen emissiewaarden naar lucht en water kunnen voor een groep materialen eveneens per kg en per dm^3 gepresenteerd worden. Op die wijze kunnen de gewogen emissies als ontwerpparameters gebruikt worden en kan in het ontwerpproces naast de kostprijskalkulatie ook een waarde voor de gewogen emissies of voor het energieverbruik van een produkt berekend worden.

Materiaal	Elast.mod. E	Glijd.mod. G	Vloeigrens* of 0,2 rek- grens	Treksterkte*	Soort. gew.	EVL/t	EVW/t
St 310	$210 \cdot 10^3$	$81 \cdot 10^3$	175	310-510	7,9	$12,5 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^3$
St 360	$210 \cdot 10^3$	$81 \cdot 10^3$	195-235	360-470	7,9	$12,5 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^3$
St 430	$210 \cdot 10^3$	$81 \cdot 10^3$	235-275	430-540	7,9	$12,5 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^3$
St 510	$210 \cdot 10^3$	$81 \cdot 10^3$	315-355	510-620	7,9	$12,5 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^3$

Tabel 6.1 Presentatie van gegevens, gegroepeerd per materiaal

De tweede mogelijkheid voor schriftelijke presentatie van de gegevens is gedemonstreerd in tabel 6.1. In de tabel worden de gegevens per materiaal gepresenteerd, waarbij een groot aantal eigenschappen aan de orde kan komen. Deze presentatie is goed uitvoerbaar in een losbladig dokumentatiesysteem waarin nieuwe tabellen ingevoegd en verouderde tabellen uitgelicht kunnen worden. Ook voor processen en bewerkingsoorten zijn deze twee presentatiemogelijkheden goed uitvoerbaar.

Het bezwaar van deze twee schriftelijke presentatiewijzen is dat de ontwikkelingen op milieuhygiënisch gebied, onder andere onder druk van zich verscherpende wet- en regelgeving, zo snel gaan, dat de gegevens over een materiaal of proces snel verouderd zijn. De kans dat een ontwerper daardoor met verouderde gegevens werkt en niet tot de beste keuzen komt is daardoor groot. Een elektronische gegevensverwerking geniet derhalve, ook met het oog op de te verwachten ontwikkelingen in de ontwerp praktijk, sterk de voorkeur.

Het verzamelen van gegevens voor een informatiesysteem is een nieuw probleem dat bij de uitvoering komt kijken. Wanneer deze gegevens door een onderzoeksinstituut verzameld moeten worden, zoals bij de TNO-rapporten (29), brengt dit aanzienlijke kosten mee. In de Nederlandse situatie is het dan ook zeer interessant om na te gaan of de gegevens die in de Emissie Registratie (E.R.) van het ministerie van VROM opgeslagen zijn door de wegingsprocedure zodanig te bewerken zijn dat zij onder gewaarborgde geheimhouding van de procesgegevens als uitgangspunt voor het informatiesysteem kunnen dienen. De E.R. slaat deze gegevens op en met een ontwerp informatiesysteem kunnen zij een bredere (eventueel commerciële) toepassing krijgen.

Samenvattend kan over de informatiebehoefte van de ontwerper opgemerkt worden dat deze varieert met het soort activiteit waarvoor de informatie nodig is. Naarmate de ingreep op een meer gedetailleerd niveau plaatsvindt, zal ook de informatie meer gedetailleerd overgedragen moeten worden. Ook is voor ingrepen met grotere risico's meer uitgewerkte informatie nodig dan voor ingrepen waarvan de gevolgen beter bekend zijn. Of de informatie al dan niet gebruikt wordt is mede afhankelijk van de bekendheid bij de gebruikers en het aantal processen waarover informatie beschikbaar is. De wijzen waarop milieubeschouwingen een rol kunnen hebben tijdens het ontwerpproces worden in het laatste hoofdstuk van deze studie beschreven. Een praktische uitwerking hiervan is te zien in het rekenvoorbeeld van de produktgroep pannen.

6.4
Overige
gebruikers

6.4.1

Informatiebehoefte van de overheid

De overheid kan informatie over milieueffecten van processen op vele wijzen gebruiken door de grote verscheidenheid aan activiteiten waarbij zij betrokken is. Hier wordt aandacht besteed aan twee gebieden waarop de informatie actief gebruikt kan worden, namelijk de inkoop van materialen en het beoordelen van beleidsmaatregelen. Deze twee gebieden hebben elk een andere informatiebehoefte. Als eerste wordt het inkoopbeleid behandeld.

De inkoopactiviteiten van de overheid verschillen vooral van de aankopen van individuele consumenten door de schaal waarop wordt ingekocht. Voor de overheid brengt dit mee dat aan de

producent van een artikel eisen gesteld kunnen worden op een aantal gebieden. Met name voor de kostprijs van een produkt is dit een gevestigd gebruik, maar ook kwaliteitseisen worden aan de producenten gesteld. Informatieverschaffing over milieueffekten kan aanleiding zijn ook op dit gebied eisen te gaan stellen. In West-Duitsland is onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor de overheid om invloed uit te oefenen. Binnen de mogelijkheden vallen onder meer personenauto's, bussen en vrachtwagens, onderdelen van produkten, zoals asbestvrije remvoeringen en het hergebruik van materialen, bijvoorbeeld papier. Voor zowel rijksoverheid als de lagere overheden worden honderden mogelijkheden aangegeven (136). Het valt te verwachten dat deze mogelijkheden voor het grootste deel ook in Nederland aanwezig zijn, al is de omvang van de aankopen natuurlijk kleiner dan in West-Duitsland. De overheid kan met haar aankoopbeleid druk uitoefenen op producenten om hun produkten milieuvriendelijker te maken. Daartegenover staat dat producenten op hun beurt in staat zijn druk uit te oefenen om bepaalde produktspecificaties al dan niet te eisen in het aankoopbeleid. Deze wisselwerking, waarop ook belangengroepen, zoals milieu- en konsumentenorganisaties invloed kunnen uitoefenen, biedt mogelijkheden om het wenselijke met het technisch mogelijke te verenigen.

Een belangrijk punt bij de aankoopbeslissingen van de overheid is de voorbeeldwerking die uit kan gaan naar de konsumenten. Zoals bij de informatieoverdracht naar de konsument is opgemerkt, is algemene bekendheid een noodzakelijke voorwaarde voor het slagen van produktinformatiesysteem over milieueffekten. Wanneer de overheid haar plaats als grootste konsument van vele produkten gebruikt door zo systematisch mogelijk artikelen met weinig nadelige gevolgen voor het milieu te kopen en dit ook zichtbaar maakt aan gebruikers van haar diensten, kan zij hiermee een belangrijke (en relatief goedkope) informatiebron worden.

Het gebruik van informatie over milieueffekten bij de beleidsbepaling van de overheid zal op essentiële punten verschillen van het informatiegebruik bij konsumptie. In de eerste plaats zal de aggregatiemethode met MAC-waarden en EEG-normen niet altijd geschikt zijn. Bij de beleidsbepaling gaat het vaak om de schadelijkheid van een emissie op een gegeven plaats. Met deze factoren wordt in de EEG-drinkwaternormen en MAC-waarden geen rekening gehouden. Daarbij is ook de immissie-intensiteit ter plaatse van belang.

Toepassing van de aggregatiemethode ter beoordeling van het effect van konkrete maatregelen van bedrijven op het milieu in hun direkte omgeving lijkt zonder aanvullende kennis over de relatie tussen MAC-waarden of drinkwaternormen en milieueffekten niet mogelijk. Een ander essentieel verschil tussen aankoopbeslissingen en het overheidsbeleid is dat in het eerste geval het effect van een eigen handeling beoordeeld wordt en in het tweede geval het effect van een ingreep in de activiteiten van derden. De informatie over de milieueffekten van processen kan gebruikt worden om te beoordelen of het resultaat van een ingreep bevredigend is. Dit zou met figuur 3.1 als volgt voorgesteld kunnen worden. In figuur 3.1 is de lijn die de toegestane emissies aangeeft onder 45° getekend. Wanneer de norm verscherpt wordt daalt deze hoek, bij gelijkblijvende schaal, en zal een aantal emissies de norm overschrijden. In een figuur waarin de emissies voor een enkele stof worden aangegeven is eenvoudig af

te lezen of het gewenste effect van de maatregelen bereikt wordt. Ook kan in een figuur het verschil tussen een aantal beleids-opties aangegeven worden. In het huidige milieuhygiënische beleid, dat hoofdzakelijk met vergunningen werkt heeft een dergelijke analyse geen zin. Wanneer het beleid meer via de markt zou worden gevoerd, bijvoorbeeld met heffingen, subsidies en verhandelbare verontreinigingsrechten, kan een dergelijke analyse wel nuttig blijken.

Toepassing van de hier gepresenteerde aggregatiemethode binnen het "Stolp-concept" *, zoals dat onlangs door het Ministerie van VROM ter discussie is gesteld, is voorlopig niet mogelijk. Wanneer het stolp-concept in de praktijk gebracht zou worden, moet de verontreiniging van de lucht binnen en om de stolp voor afzonderlijke stoffen een immissiemaximum blijven. De gewogen emissie, eventueel via een verspreidingsmodel in een maximale gewogen immissie omgerekend, biedt daarvoor geen garantie.

6.4.2 Gevolgen van milieurelevante produktinformatie voor producenten

Producenten zullen in het algemeen op verschillende manieren betrokken zijn bij het verschaffen van milieurelevante produktinformatie. In de eerste plaats doordat de informatie op het eigen produkt betrekking heeft. Vervolgens doordat de informatie onder meer op hun fabricageprocessen betrekking heeft. Daarnaast is de producent als opdrachtgever en uitvoerder verantwoordelijk voor de wijze waarop het ontwerp gerealiseerd wordt. Technische en andere factoren kunnen aanleiding zijn om het produktontwerp tijdens de productieontwikkeling op een aantal punten bij te stellen. Tenslotte is de producent bij het verschaffen van informatie betrokken doordat hij probeert het te verkopen en daarbij informatie verschaft.

Door de hier genoemde betrokkenheid zal de producent in lang niet alle gevallen bereid zijn medewerking te verlenen aan milieurelevante produktinformatie. Voor de producent is van belang dat zijn handelingen en hun effecten beter zichtbaar gemaakt worden dan voorheen. Dit kan strijdig zijn met het beeld dat het bedrijf van zichzelf naar buiten wil dragen. Voorzichtigheids-halve kan de producent zijn medewerking weigeren als hij negatieve neveneffecten verwacht. Wanneer het uitgedragen beeld van een producent door negatieve informatie (of een gebrek aan positieve informatie) verstoord dreigt te worden, kan dit aanleiding

* Met het Stolp-concept ("bubble policy") wordt in de V.S. het volgende bedoeld. Wanneer een bedrijf zich wil vestigen (of uitbreiden) in een gebied waar geen nieuwe vervuulende activiteiten worden toegestaan, kan het in samenwerking met andere bedrijven onder speciale omstandigheden alsnog een vergunning krijgen. Het bedrijf moet dan met de andere vervuiler(s) overeenkomen gezamenlijk beneden een door de overheid vastgelegd emissieplafond te blijven. Voorwaarde is daarbij dat de luchtkwaliteit overal onder de stolp (bubble) beter is dan in de oorspronkelijke situatie, dus zonder de nieuwe activiteit. De omvang van de stolp en de hoogte van het emissieplafond kunnen van geval tot geval verschillen en ook is het concept toegepast bij saneringsmaatregelen. Voor ondernemers ligt het belang van het stolpconcept in de vrijheid om zelf emissiebeperkende maatregelen te kiezen.

zijn om tot aanpassing van een produkt of proces over te gaan. Door dergelijke aanpassingen kan het produkt wel aan de selektie-kriteria gaan voldoen. Bij het Westduitse produktinformatie-systeem is een dergelijk mechanisme in tenminste een geval medeverantwoordelijk geweest voor veranderingen aan produkten. Een ander mechanisme dat producenten tot actie zou kunnen aanzetten is een verschuiving van de vraag naar produkten die minder milieuschade veroorzaken. In West-Duitsland bleken echter de producenten sneller te reageren op de invoering van het informatie-systeem dan de konsumenten (137), zodat het belang van deze werking nog niet duidelijk in de praktijk aangetoond is.

In het informatiesysteem wordt een oordeel gegeven over de produktieprocessen en de wijze waarop deze worden toegepast door de producent. Wanneer een producent de processen die onder zijn verantwoordelijkheid vallen goed onder controle heeft, zal hij in principe geen bezwaar hebben tegen publiciteit hierover, uiteraard zolang bedrijfsgeheimen bewaard blijven. Is dit niet het geval en zijn slordigheden in de bedrijfsvoering te ontdekken, dan zal de producent aan een degelijk onderbouwd informatie-systeem op vrijwillige basis niet meewerken. Een uitzondering hierop is wellicht het uitstralingseffect van andere producenten. Wanneer deze wel aan de eisen voldoen kan de dreiging van verscherpte regelingen en voorschriften ook onwillige producenten tot wijzigingen van de produkten aanzetten.*

De laatste reden voor terughoudendheid van de producent bij de invoering van een systeem voor milieurelevante produktinformatie betreft het marketingbeleid van de onderneming. Door middel van marketinginstrumenten zoals prijs, verkooppunten, verpakking en reclame tracht een producent een beeld van zijn waren op te bouwen. Door het verschaffen van informatie over milieueffecten zal een deel van dit beeld niet worden aangetast, zoals de prijs van het produkt. Een ander deel van het beeld bij de konsument, met name het door de reclame opgebouwde deel, wordt wel aangetast. In dit beeld is vaak een grote hoeveelheid geld geïnvesteerd en dit zal de producent niet graag door een verandering van de perceptie van het produkt willen verliezen. Zelfs wanneer de invloed van de informatie positief is, wat slechts zelden voor alle produkten van een producent het geval zal zijn, kost het geld en moeite de nieuwe eigenschap in het produktbeeld te integreren. Daarnaast houdt het opnieuw evalueren van een produkt door de konsument automatisch het risico in dat het produkt met andere vergeleken wordt en minder aantrekkelijk gevonden wordt. Ook wanneer dit risico klein is, is dit een onaantrekkelijk vooruitzicht voor de producent. Vooral bij produktgroepen met homogene eigenschappen, zoals bier, benzine en wasmiddelen, zal dit een rol spelen. Bij deze produkten wordt juist door de producenten getracht via reclame en beeldvorming een differentiatie tussen de produkten aan te brengen. Wanneer uit vergelijkingen blijkt dat die verschillen niet bestaan, is dit duidelijk in strijd met het belang van de producent.

Producenten zullen door de risico's en inspanningen die een systeem voor milieurelevante produktinformatie meebrengt, dan ook vaak tenminste een afwachtende houding aannemen tegenover de invoering daarvan. In een aantal gevallen kan zelfs direkte tegenwerking verwacht worden.

* De vraag hoe groot de invloed is die de open en betrekkelijk kleine Nederlandse markt uitoefent, blijft hier onbeantwoord. Dit hangt van de produktsort af.

6.5 Samenvatting

In dit hoofdstuk worden de gevolgen van de invoering van een systeem voor het verschaffen van milieurelevante produktinformatie aangegeven. De groepen belanghebbenden die zijn genoemd, zijn konsumenten, ontwerpers en overige groepen, zoals overheid en producenten. Verder kunnen natuurlijk ook nog groepen als verkoopspersoneel en organisaties als de Consumentenbond door het informatiesysteem beïnvloed worden.

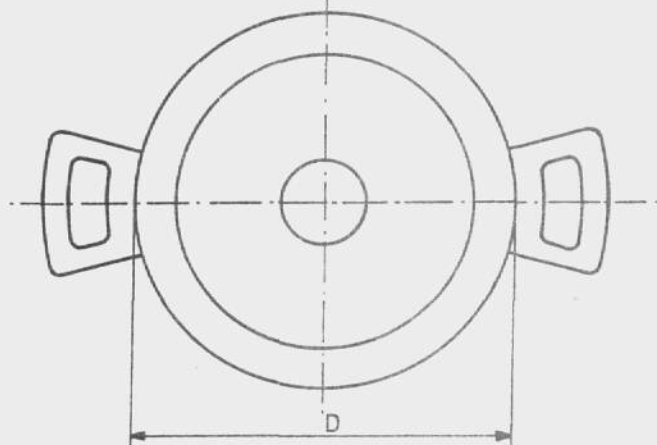
Het belangrijkste gevolg van het informatiesysteem is voor alle belangengroepen dat de effecten op het milieu van hun handelingen beter zichtbaar en controleerbaar gemaakt kunnen worden.

Konsumenten krijgen een nieuw argument in het aankoopproces aangereikt. De besluitvorming kan daardoor op een vollediger afweging van de factoren gebaseerd worden, maar wordt daardoor tegelijkertijd vaak moeilijker. Aankoopverschuivingen ten gevolge van deze verbeterde afweging kunnen bij een aantal produkten tot een wezenlijke vermindering van de milieuschade leiden.

Ontwerpers krijgen de mogelijkheid in het ontwerpproces de effecten van hun handelingen vollediger te beoordelen. Hierdoor zijn zij in staat de maatschappelijke waarde van hun produkten te verhogen. Ontwerpers hebben een belangrijke rol in het beheer van de milieukwaliteit door de taak die zij vervullen. De effecten van hun handelingen tijdens het ontwerpen blijven niet beperkt tot een enkel produkt, maar zijn terug te vinden in alle produkten die volgens dat ontwerp vervaardigd worden.

De overheid kan op een aantal verschillende wijzen gebruik maken van het informatiesysteem. In de eerste plaats is het aankoopbeleid van de overheid een toepassingsgebied. Door de omvang van de overheidsaankopen kan van een beleid dat milieuvriendelijke aankopen bevordert een duidelijke invloed verwacht worden. Zowel de omvang van aankoopverschuivingen als de voorbeeldwerking van deze verschuivingen kunnen een positieve uitstraling hebben. Als tweede toepassingsgebied van de informatie is voor de overheid de beleidsbepaling van belang. Met het informatiesysteem kunnen zwaartepunten voor toekomstig beleid worden opgespoord en kunnen te verwachten effecten van het beleid geanalyseerd worden.

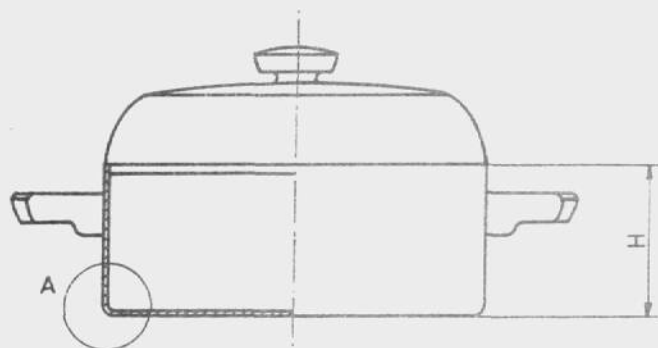
De laatste belangengroep die behandeld is, de producenten van de artikelen, waarvoor informatie gegeven wordt, zal in veel gevallen niet in het informatiesysteem geïnteresseerd zijn. Door de informatie worden de effecten van hun handelingen, ook ongunstige, beter zichtbaar dan voorheen. Voor veel producenten zal dit meestal niet zonder meer aantrekkelijk zijn, mede met het oog op concurrentieverhoudingen en te verwachten veranderingen in de beeldvorming omtrent het produkt. Een belangrijke uitzondering hierop vormt de introductie van nieuwe produkten. Van deze produkten hebben de konsumenten zich nog geen beeld gevormd en daardoor kan een goede beoordeling van de milieu-effecten van het produkt een gunstige invloed hebben.



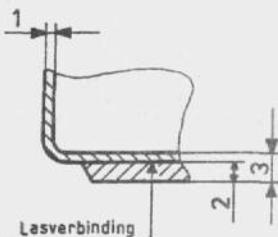
RVS
D = 202
H = 82

St 360
D = 202
H = 80

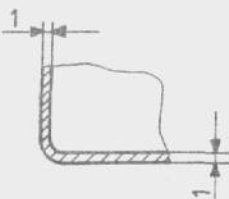
Al
D = 206
H = 83



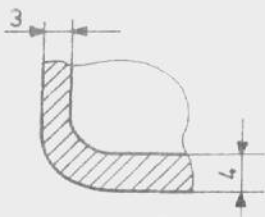
Detail A, RVS
Schaal 2:1



Detail A, St 360
Schaal 2:1



Detail A, Al
Schaal 2:1



Benaming Schets van de pan uit het voorbeeld

THD-10

getek. E.A.D.

datum 840117

schaal 1:2,5

arch.nr. 7.1

A4

opmerking
maten in mm

pag.192

7.1 Inleiding

Als voorbeelden van de toepassingen van de aggregatie- en beoordelingsmethode worden hier enkele schetsontwerpen voor pannen werkt. In deze voorbeelden worden emissies uit gemiddelde sektor-emissies berekend. Het is daarbij noodzakelijk de gegevens van gewichtshoeveelheden om te rekenen in de kostprijs van de pannen. Op deze wijze wordt tegelijkertijd een voorbeeld gegeven van de mogelijkheid een toerekening van emissies te maken op basis van de waarde van de gebruikte materialen in plaats van de toerekening met materiaalhoeveelheden als uitgangspunt. In de praktijk zal de toerekening van de emissies slechts gedeeltelijk op economische basis dienen plaats te vinden. Hier wordt echter de toerekening volledig op economische basis uitgevoerd vanwege de beschikbaarheid van gegevens en de tijdsdruk bij de uitvoering. In de dan volgende paragraaf wordt een aantal voorbeelden gegeven van presentatiewijzen voor de informatie aan consumenten. Daarbij komen zowel enkele eenvoudige als enkele meer uitgebreide presentatievormen aan bod. In de vierde paragraaf worden de MRI-eindresultaten van een zestal drankverpakkingssystemen omgerekend in gewogen emissies. Uit de verschillen tussen de eindresultaten kunnen enkele conclusies getrokken worden.

7.2 7.2.1 Beschrijving Beschrijving van de pan

Beschrijving van de pan

Het inwinnen van informatie over de milieu-effecten van produktontwerpen met economisch-statistische gegevens wordt hier uitgewerkt met een drietal mogelijkheden voor een kookpan. In de uiteindelijke ontwerpkeuze zullen naast het milieubelang altijd andere belangen meespelen. Bij het beslissingsproces worden dan ook andere factoren opgevoerd, wel wordt verondersteld dat andere mogelijkheden om wat voor reden dan ook in een eerder stadium zijn afgefallen.

Een aantal factoren is voor alle pannen gelijk, zoals de nuttige inhoud, de doorsnede, de hoogte en toegeleverde onderdelen, zoals de handgrepen en de verpakking (zie figuur 7.1 en tabel 7.1). De technische levensduur van de pannen wordt gelijk verondersteld aan de gebruikelijke gebruiksduur bij de berekening van de emissies tijdens het gebruik.* Tevens moeten de pannen op alle soorten kookelementen gebruikt kunnen worden.

De mogelijkheden voor de keuze zijn beperkt tot de volgende drie alternatieven:

- roestvast stalen pan, diepgetrokken, gepolijst, warmteverdelingsplaat onder de bodem;
- pan van plaatstaal, diepgetrokken, geëmailleerd;
- aluminiumpan, gegoten, buitenzijde gelakt, binnenzijde PTFE-bekleding.

De gegevens over de vervuiling die de pannen veroorzaken zijn gebaseerd op:

- gegevens over de milieuverontreiniging in verschillende industrietakken, geaggregeerd op bedrijfstakniveau (138, 139 en 140) (gegevens uit het begin van de jaren '70);

* De technische levensduur is de tijd dat een produkt (in technisch opzicht) in staat is zijn functie te vervullen. De werkelijke gebruiksduur is de tijd dat het produkt door de consument gebruikt wordt tot het afgedankt wordt.

Pan			
Eigenschap	A	B	C, D
Seriegrootte	50.000 st., 5 j	50.000 st., 5 j	50.000 st, 5 j
Ontwerp-, matrijs- kosten	f 100.000,-	f 110.000,-	f 150.000,-
Maten (zie fig.)			
d _u	202	202	206
d _i	200	200	200
h _i	75	75	75
t	3	1	4
Materiaal			
Pan (basismateriaal)	RVS (X12Cr18Ni8)	St 360	GAISI12
Deksel	idem	idem	AlMgl
Deklaag	-	emaille	Lak, PTFE
Bewerkingen			
Fabrikagemethode	dieptrekken	dieptrekken	pan: gieten, deksel: diep- trekken
Pan: Uitslag plaat- materiaal	D = 320 mm	D = 320 mm	
Verlies (2000 x 1000 mm ²)	28%	28%	zie: uitval, tabel ..
Deksel: Uitslag plaat- materiaal (opp.)	D = 210 mm	D = 210 mm	D = 210 mm
Verlies (2000 x 1000 mm ²)	32%	32%	32%
Bodemplaat: Uitslag	D = 170 mm		
Verlies	38%		
Gewicht (pan + deksel)	1,0+0,28=1,28	0,63+0,27=0,90	0,72+0,09=0,81
Toevoegingen			PTFE 0,01 kg/ pan

Tabel 7.1 Aannamen voor het ontwerp

- gegevens over de materiaaleigenschappen, zoals soortelijke massa, soortelijke warmte, geleidingscoëfficiënten, enz.
 - prijzen van materialen, uurlonen, enz. (141) (prijspeil 1978).
- De gegevens zijn ontleend aan publikaties uit 1978 of daaromtrent en kunnen dus evenmin als de numerieke gegevens elders in dit rapport gelden voor de situatie anno 1983. Naast deze bronnen voor de statistische gegevens zijn nog enkele aanvullende bronnen geraadpleegd. In enkele gevallen zijn de gegevens aangevuld met schattingen.

7.2.2 Aannamen met betrekking tot het probleem

Wat betreft de herkomst, de bewerkingen en de uitvoering van de pannen worden de volgende aannamen gedaan. De materialen komen uit de categorie basismetaleindustrie, behalve bij de aluminiumpan waar de vervuiling bij het gebruik van schroot apart als grondstof wordt vermeld. In de tabellen van de geraadpleegde IVM-studies worden de emissies van zowel de staalfabriek als die van de aluminium- en zinkproductie geaggregeerd. Van een aantal afzonderlijke bedrijfstakken wordt echter wel een schatting van de emissies gegeven. Deze afzonderlijke waarden zijn bij de bepaling van getalwaarden voor de emissies gebruikt naast de gegevens uit de tabellen, met als doel het maken van onderscheid tussen verschillende processen. De voornaamste bron van gegevens zijn uiteindelijk CBS-publikaties geweest.

De produktieprocessen van de pannen zijn tot de metaalproductenindustrie gerekend, met de gegoten aluminiumpan als uitzondering. Deze wordt bij produktie met nieuw materiaal als een produkt van de non-ferrometaalindustrie opgevat, met uitzondering van de afwerking. Wanneer de pan uit schroot wordt gemaakt zijn de emissies wel berekend uit de metaalproductenindustrie. Dit geldt voor het produceren, maar ook voor het toegeleverde schroot. De toeslag voor onvoorzien en de winstmarge zijn bij produktie uit schroot wat hoger genomen dan elders, vanwege de fluctuaties in de schrootprijzen.

De aannamen dat de pan met 0% resp. 100% schroot als grondstof vervaardigd wordt, zal in het algemeen niet geheel in overeenstemming zijn met de werkelijkheid. Het gebruik van uitsluitend nieuw materiaal zal vaak te duur zijn, terwijl het gebruik van uitsluitend schroot problemen kan opleveren met de materiaal-kwaliteit. Het materiaal voor een pan zal daarom meestal voor een deel uit schroot bestaan. Hier zijn de twee uiterste mogelijkheden gekozen om de verschillen te accentueren.

Toegeleverde onderdelen, zoals de handgrepen en de verpakking zijn voor alle modellen gelijk verondersteld, zodat hiermee geen onderscheid gemaakt kan worden. Een overzicht van de afmetingen van de pannen en de aannamen is te vinden in tabel 7.1. De prijzen van de materialen en de bewerkingen zijn opgenomen in tabel 7.2. De gebruikte sektorindeling van het CBS is opgenomen in Bijlage 1.

Pan				
Kostenplaats (f/1000 st.)	RVS	St 360	Al	Al (100% recycl.)
Materiaalkosten				
wand + bodem	f 4.200,-	f 1.000,-	f 3.240,-	
bodemplaat	2.800,-			
deksel	2.100,-	500,-	750,-	
Totaal (1000 st.)	f 9.100,-	f 1.500,-	f 4.000,-	
Uitval (\pm 10%)	900,-	200,-	400,-	
Mat. kosten (1000 st.)	f 10.000,-	f 1.700,-	f 4.400,-	
Toegeleverd materiaal				
schroot (handv., verp.)	3.000,-	3.000,-	3.000,-	1.500,- 4.500,-
Deklagen (lak, email)		500,-	500,-	500,-
PTFE			700,-	700,-
Bewerkingen (vormgevende bewerking, lassen, ...)	5.000,-	3.000,-	1.000,-	1.000,-
Opp. beh.	1.200,-	2.500,-	1.500,-	1.500,-
Montage, verpakken, ...	1.000,-	1.000,-	1.000,-	1.000,-
Totaal (1000 st.)	f 20.200,-	f 11.700,-	f 12.100,-	9.200,-
Ontwerp, matrijzen, ..	4.000,-	4.400,-	6.000,-	6.000,-
	f 24.200,-	f 16.100,-	f 18.100,-	15.200,-
10-12% onvoorzien	2.800,-	1.900,-	1.900,-	1.800,-
Fabrikagekostprijs	f 27.000,-	f 18.000,-	f 20.000,-	17.000,-
Verkoop, opslag, winst \pm 20%	5.000,-	4.000,-	4.000,-	4.000,-
Prijs af fabriek	f 32.000,-	f 22.000,-	f 24.000,-	21.000,-

Tabel 7.2 Overzicht kostprijsopbouw van de pannen

7.2.3 Berekening van de emissies

In de onderstaande tabel worden de kosten uit de kostprijs in tabel 2 naar hun herkomst herleid.

Kostenpost	Pan			
	RVS	St 360	Al	Al (100% recycl.)
Ruwijzer- en staalindustrie	f 10.000,-	f 1.700,-		
Non-ferro-industrie			f 4.400,- *	
Chemische eindproduktenind.	1.300,-	1.900,-	2.500,-	2.500,-
Kunststofverw. ind.	1.700,-	1.700,-	1.700,-	1.700,-
Toegevoegde waarde (met. prod. ind.)	19.000,-	17.000,-	15.000,-	17.000,-
Totaal (prijs af fabriek)	f 32.000,-	f 22.000,-	f 24.000,-	f 21.000,-

* Alleen bij gebruik nieuw materiaal.

Opmerking: In de prijs af fabriek treden afrondingsverschillen op.

Tabel 7.3 Berekening van de emissies met behulp van kostprijsgegevens.

Bij de berekening van emissies wordt gebruik gemaakt van een toerekening die uitsluitend op economische basis is uitgevoerd. Met name voor de bedrijfspgroep "Metaalproduktenindustrie" is in dit voorbeeld een te vergaande vereenvoudiging doorgevoerd door geen toerekening op basis van produkten uit te voeren. Deze vereenvoudiging is gemaakt in verband met gebrek aan (klaarliggende) gegevens en tijd.

In de tabellen 7.4 t/m 7.6 worden voor de drie alternatieven de verschillen tussen de vervuiling in de productiefasen weergegeven. De toerekening van emissies vindt plaats op basis van de kostprijs die in tabel 7.2 is aangegeven. De toerekening aan sektoren vindt plaats volgens de indeling in tabel 7.3. Bij de berekening is uitgegaan van de gemiddelde gecumuleerde verontreinigingen per finale produktgroep, inclusief de verontreiniging die aan de invoer is toegerekend. De formule waarmee de berekening is uitgevoerd luidt:

$$\frac{\text{kostenpost} \times \text{gem. gecum. emissie}}{\text{MAC-waarde/EEG-norm}} = \text{gewogen emissie}$$

De eenheden in deze berekening zijn:

$$\frac{10^3 \text{ hfl} \times 10^3 \text{ kg}/10^6 \text{ hfl}}{\text{mg}/\text{m}^3 \text{ (of mg/l)}} =$$

Opmerking: in de gesommeerde waarden treden afrondingsverschillen op.

Stof	MAC- waarde	Ruwijzer en staal- ind.	Chem. eindprod.	Kunststof verw. ind.	Met. prod. ind.
Kosten		10.000	1.300	1.700	19.000
CO	55	1.273	118	155	2.418
NOx	9	8.889	578	756	8.444
SO ₂	13	13.846	900	1.046	10.231
AeFosolen	10	4.000	130	170	1.900
Koolwaterstoffen	100	100	13	17	190
Lood	0,1	1.000	130	0	1.900
Totaal (gew. emissie)		29.100	1.900	2.100	25.100

Gesommeerd: 58.200 EVL

Tabel 7.4 Roestvast staal, luchtverontreiniging.

Stof	MAC- waarde	Ruwijzer en staal- ind.	Chem. eindprod.	Kunststof verw. ind.	Met. prod. ind.
Kosten		1.700	1.900	1.700	17.000
CO	55	216	173	155	2.164
NOx	9	1.511	844	756	7.556
SO ₂	13	2.354	1.315	1.046	9.154
AeFosolen	10	680	190	170	1.700
Koolwaterstoffen	100	17	19	17	170
Lood	0,1	170	190	0	1.700
Totaal (gew. emissie)		4.950	2.700	2.100	22.500

Totaal gesommeerd: 32.000 EVL

Tabel 7.5 Stalen pan, luchtverontreiniging.

Stof	MAC- waarde	Non-ferro met. ind.	Chem. eindprod.	Kunststof verw. ind.	Met. prod. *	ind.
Kosten		4.400	2.500	1.700	15.000	17.000
CO	55	720	227	155	1.900	2.164
NOx	9	4.890	1.111	756	6.667	7.556
SO ₂	13	6.090	1.730	1.046	8.076	9.154
Aerosolen	10	2.200	250	170	1.500	1.700
Koolwaterstoffen	100	44	25	17	150	170
Lood	0,1	440	250	0	1.500	1.700
Totaal (gew. emissie)		14.400	3.600	2.100	19.800	22.500

Totaal gesommeerd: 40.000 EVL (nieuw mat.)
28.000 EVL (recycling)

* Bij de metaalproduktenindustrie is een waarde aangegeven voor een pan uit nieuw materiaal en een pan uit gerecycled materiaal. In dit laatste geval wordt het aandeel uit de non-ferro industrie nul gesteld.

Tabel 7.6 Aluminium pan, luchtverontreiniging.

Emissie	EEG-norm- waarde	RVS	St 360	Al
Cd	0,005	2.134	363	939
Cr	0,05	2.347	399	1.033
Cu	0,05	43	7	19
Pb	0,05	6.403	1.088	2.818
Ni	0,05	107	18	47
As	0,05	128	22	56
Zn	1	1.334	227	587
Co	3			
F	1	2.561	435	1.127
H ₂ SO ₄ ²⁻	250	20	3	9
S ²⁻	0,05	2.348	399	1.033
HCl	200	4	1	2
ClO ⁻	10			
NaOH	100	4	2	1
Ca	200			
Mn	0,05	1.067	181	470
Fenol	0,0005	166.489	28.303	73.255
V	0,05	960	163	423
Fe	0,3	19.566	3.326	8.609
Ti	0,05			
CN ⁻	0,05	19.637	3.338	8.640
Sn	2	8	1	4
Mo	3	1	0	1
Org. chloriden	0,01			
W	1	39	8	17
Totaal		223.000	38.000	98.200

Tabel 7.7 Basismetaalindustrie, gewogen emissies naar water.

Op dezelfde wijze zijn ook voor de andere bedrijfspgroepen de gewogen emissies berekend. In de tabel op de volgende pagina worden de gecumuleerde resultaten weergegeven:

Pan				
Sektor	RVS	St 360	Al	Al (100% recycl.)
Basismetalaalind.	223.000	38.000	98.200	-
Chem. eindprod. en kunststofverw. ind.	25.900	31.100	36.300	36.300
Metaalprod. ind.	12.900	11.500	10.200	11.500
Totaal ±	260.000	70.000	150.000	48.000

Tabel 7.8 Emissies naar water tijdens de productie van de pannen.

De berekeningen hebben plaatsgevonden op de volgende wijze:

$$\frac{\text{Kosten (pan) x sektoremissie}}{\text{omzet sektor x EEG-norm}} = \text{gewogen emissie}$$

De sektorgegevens voor de emissies naar water zijn uit de IVM-publikaties afkomstig. Naast de emissies van niet-afbreekbare afvalstoffen naar water komen ook emissies van afbreekbaar organisch en anorganisch materiaal voor. De hiervoor berekende waarden op basis van de statistische gegevens zijn voor de beoordeelde voorbeelden zo klein dat zij nog ruimschoots binnen de afrondingsnauwkeurigheid van de berekeningen vallen. Voor deze emissies zijn derhalve geen waarden apart vermeld. Uit deze voorbeelden blijkt dat bij berekeningen op basis van sektorgemiddelden het gevaar bestaat dat niet de mate van vervuiling die een proces veroorzaakt, beoordeeld wordt, maar alleen de kostprijs. In deze voorbeelden is het waarschijnlijk dat de roestvaststalen pan en de geëmailleerde pan elkaar niet ver ontlopen als het om emissies gaat. Voor een groot deel zullen deze van het materiaalgebruik afhankelijk zijn, maar in deze voorbeelden wordt het verschil door de materiaalprijs bepaald. In die processen waarin de opbrengst van een deel van de eindprodukten beslissend is voor het al dan niet toepassen ervan is een toerekening op deze basis echter wel zinvol.* Ook wanneer van een iets meer fijnmazige indeling in sectoren gebruik gemaakt kan worden treden al spoedig duidelijke verschillen op tussen de produkten. Dit blijkt onder meer waar een onderscheid gemaakt kon worden in de tabellen tussen ijzer- en staalindustrie en de non-ferrometaalindustrie. De verpakking en de distributie wordt voor alle pannen gelijk verondersteld. Ook de overige gebruikte hulpmiddelen zijn voor alle alternatieven gelijk verondersteld.

Waar wel verschillen kunnen ontstaan tussen de pannen is de gebruiksfase. De oorzaak is het verschil in rendement van de pannen. Het rendement van een pan hangt af van de warmte die de pan opneemt bij verhitting en van de geleidingseigenschappen van

* Bijvoorbeeld voor produkten uit de farmaceutische industrie is deze mogelijkheid van belang.

Warmteoverdracht door een vlakke plaat:

$$\phi = \frac{\lambda \cdot (t_1 - t_2) \cdot A}{d} = \frac{(t_1 - t_2)}{R}$$

Anders geschreven:

$$t_1 - t_2 = \frac{d}{\lambda A} = \phi R$$

met: ϕ = warmtestroom (J/s = W) (vanuit de bron)
 $t_1 - t_2$ = temperatuurverschil tussen binnenzijde en buitenzijde °C
 A = oppervlakte panbodem (m²)
 d = dikte panbodem (m)
 λ = warmtegeleidingscoëfficiënt (J/m.s.°C)
 R = $\frac{d}{\lambda \cdot A}$ = warmteweerstand

Schatting voor ϕ : 1500 W

	RVS	St 360	Al
λ	16	59	211
R	$8,26 \cdot 10^{-3}$	$0,75 \cdot 10^{-3}$	$0,84 \cdot 10^{-3}$
$t_1 - t_2$	12,4	1,1	1,3
soortelijke warmte	0,48	0,45	0,90
gewicht pan	1,27	0,90	0,81

Verbrandingswarmte aardgas: 31,6 MJ/m³

	RVS	St 360	Al
Energieopname per pan, bij verhitten inhoud van 20 °C tot 100 °C (gew. x s.w. x temp.)	51,8 KJ	32,4 KJ	58,3 KJ
Gedurende 5 jaar (780x) (per pan)	41 MJ	25 MJ	45 MJ
Aardgasverbruik, per 1000 pannen	$1,3 \times 10^3 \text{ m}^3$	$0,8 \times 10^3 \text{ m}^3$	$1,4 \times 10^3 \text{ m}^3$

Tabel 7.9 Gebruiksgegevens voor pannen

de pan. Deze eigenschappen hangen samen met een aantal materiaal-constanten en de vormgeving van de pan. In de beoordeling van pannen moet dus ook de gebruiksfase betrokken worden.

Het effect van de warmtecapaciteit en de warmtegeleiding op het rendement van pannen is duidelijk verschillend, zoals blijkt uit tabel 7.9 De opname van warmte per graad temperatuurverandering is gelijk aan de warmtecapaciteit, dit is het produkt van de soortelijke warmte van het materiaal en het gewicht van de pan. Dit is produktgebonden en vertoont duidelijke verschillen voor de pannen.

In dit voorbeeld wordt verondersteld dat alle warmteoverdracht door geleiding plaatsvindt, zodat het rendement van de warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) afhangt. Bij gebruik van aardgas als energiebron vindt ook warmteoverdracht via de wand plaats, maar in dit voorbeeld wordt hiervan afgezien. Te verwachten valt dat dit niet tot andere eindkonklusies over het aandeel van het gebruik in de totale vervuiling door een pan leidt. Hoewel de warmtegeleidingscoëfficiënt voor de materialen van de pannen duidelijk uiteenloopt, is het effect hiervan op het rendement gering. Zoals in de tabel te zien is, bestaat wel een verschil tussen de warmteweerstand van de pannen. Dit veroorzaakt een verschil in de materiaaltemperatuur tussen de binnen- en buitenzijde van de pan. De temperatuur van de inhoud van de pan (en dus van de binnenzijde) wordt echter bepaald door de toegevoerde en opgenomen warmte. Deze is afhankelijk van de energie in de gasvlam en niet van de warmteweerstand. De pan krijgt wel een hogere temperatuur aan de buitenkant dan aan de binnenzijde, zodat de gemiddelde temperatuur van de pan hoger is dan de temperatuur van de inhoud. De vlam levert dus iets meer energie aan de pan. In de tabel is voor de RVS-pan een verschil van 5 °C gekozen, ongeveer de helft van het temperatuurverschil bij een warmtestroom van 1500 W. Voor de geëmailleerde en de aluminium pan wordt de temperatuur in de tabel op 100 °C gesteld.

De waarden voor het energieverbruik zijn vastgesteld met de volgende uitgangssituatie. De pannen worden per week driemaal verhit van 20 °C tot 100° C, met 1,5 l water als inhoud. Het energieverbruik en de emissies zijn berekend over een periode van vijf jaar. De energiebron bij het koken is gas, zoals in 90% van alle huishoudens in Nederland (142). De emissiegegevens voor het aardgas zijn overgenomen van het CBS en hebben betrekking op ruimteverwarming. Voor de berekeningen is verondersteld dat de emissies bij het koken gelijk zijn aan de emissies bij ruimteverwarming, hoewel het verschil tussen de verbrandingsomstandigheden ook voor de emissies gevolg kan hebben. De gebruiksemissies zijn gepresenteerd in tabel 7.10.

7.2.4

Eindresultaat van de toepassing

In tabel 7.11 is een overzicht gegeven van de gewogen emissies die voor de verschillende fasen van het bestaan van een pan uitgerekend zijn. Voor iedere pan is het totaal van de gewogen emissies voor een periode van vijf jaar berekend. De vervuiling tijdens de produktie wordt afgeschreven over de gehele levensduur van de pan, met een evenredig aandeel voor de eerste vijf jaar. De geschatte levensduur voor respectievelijk de roestvast stalen, de stalen en de aluminium pan is: 25 jaar, 15 jaar en 8 jaar.

Stof	MAC mg/m ³	Emissie kg/10 ³ m ³	RVS	St 360	Al
CO	55	2,0	47	29	51
NOx	9	2,0	288	178	311
SO ₂	13	-	-	-	-
Aerosolen	10	0,03	4	2	4
Koolwaterstoffen	100	1,0	13	8	14
Lood	0,1	-	-	-	-
Totaal (afgerond, EVL)			350	220	380

Tabel 7.10 Gewogen emissies door energieverbruik, voor 5 jaar gebruik, per 1000 pannen.

A. Waterverontreiniging tijdens de productie

	RVS	St 360	Al	Al (100% recycl.)
Levensduur pan (jaar)	25	15	8	8
<u>Waterverontreiniging (productie)</u>				
Totaal	260.000	70.000	150.000	48.000
Per 5 jaar	52.000	23.000	93.750	30.000
Omgerekend met de omrekeningsfaktor uit tabel .. (f=0,450) in EVL	23.400	10.500	42.200	13.500

B. Luchtverontreiniging tijdens de productie

Sektor	Pan	RVS	St 360	Al	Al (100% recycl.)
Ruwijzer en staalind.		29.100	4.950		
Non-ferro met. ind.				14.400	
Chem. eindprod. ind.		1.900	2.700	3.600	3.600
Kunststofverw. ind.		2.100	2.100	2.100	2.100
Met.prod. ind.		25.100	22.500	19.800	22.500
Totaal bij prod. (±)		58.000	32.000	40.000	28.000
Per 5 jaar		11.600	10.800	25.000	17.500

C. Milieuverontreiniging, berekend voor 5 jaar gebruik, inclusief water en luchtverontreiniging bij de productie

	RVS	St 360	Al	Al (100% recycl.)
<u>Luchtverontreiniging</u>				
Productie	11.600	10.800	25.000	17.500
Gebruik	350	220	380	380
Totaal (EVL)	12.000	11.000	25.500	18.000
<u>Waterverontreiniging (omgerekend)</u>				
Totaal (productie)	23.400	10.500	42.200	13.500
Totale verontreiniging, omgerekend in EVL	35.500	21.500	77.500	31.500

Tabel 7.11 Gecumuleerde emissies pannen

Kriterium	Weegfaktor	RVS	St 360	Al	Al (100% recycl.)
<u>Konstruktie</u>					
Krasvastheid	3	7	6	5	5
Duurzaamheid	4	8	7	5	5
Bestand tegen vallen	3	8	4	8	8
Bestand tegen droogkoken	2	9	6	5	5
Subtotaal I (gewogen)		95	70	69	69
<u>Gebruiksgemak</u>					
Goed schoon te maken	4	9	9	9	9
Eenvoudig schoon te maken	3	3	6	9	9
Goed aan te pakken	4	8	8	8	8
Neiging tot aanzetten	2	4	7	10	10
Subtotaal II (gewogen)		85	100	115	115
<u>Bedrijfseconomisch</u>					
Toegevoegde waarde	5	8	7	6	7
Kwaliteit v.d. arbeid	5	7	7	4	4
Lage kostprijs	4	2	7	6	7
Bijdrage aan bedrijfswinst	4	6	6	6	6
Subtotaal III (gewogen)		107	126	98	107
<u>Overige</u>					
Geschikt voor gas/elektra	1	10	7	10	10
Fraai uiterlijk	4	8	7	8	8
Zuinig met energie	3	7	8	2	9
Milieuvriendelijk	5	8	9	2	5
Lage verkoopprijs	5	2	7	6	7
Subtotaal IV (gewogen)		113	139	70	129
Totaal (I+II+III+IV)		400	435	352	420

Tabel 7.12 Keuzetabel voor het pannenvoorbeeld.

Uit de tabel blijkt dat van alle fasen tijdens het bestaan de productie van het materiaal ruimschoots de grootste vervuiling veroorzaakt. Bij de bestrijding van vervuiling zal hierop dus nadruk gelegd moeten worden. Uit de tabel valt ook af te lezen dat vermindering van de jaarlijkse vervuiling bereikt kan worden door de levensduur van een produkt te verlengen. Dit geldt echter alleen wanneer het produkt vervangen zal worden door een nieuw, zoals in het algemeen te verwachten is. Is dit niet het geval dan wordt de vervuiling niet verminderd als de levensduur langer wordt. De totale omvang van de emissies blijft dan gelijk of wordt zelfs groter als tijdens het gebruik nog emissies ontstaan. Hoewel aan de RVS-pan in het voorbeeld een grotere vervuiling wordt toegerekend tijdens de productie, dan aan beide aluminiumpannen, valt de vervuiling in de beoordeelde gebruiksduur lager uit. De oorzaak hiervan is de veel langere levensduur. De geëmailleerde stalen pan heeft zowel de laagste totaalemissie, gerekend over de hele levensduur, als de laagste emissie over de beoordelingsperiode van 5 jaar. Alleen wanneer de levensduur van de RVS-pan aanzienlijk langer zou zijn, zou deze voor lucht- en waterverontreiniging beide later zijn dan de stalen pan. Voor luchtverontreiniging zijn de gewogen emissiewaarden voor een periode van 5 jaar vrijwel gelijk voor de geëmailleerde pan en de RVS-pan, maar voor waterverontreiniging is het verschil nog aanzienlijk.

Uit het voorbeeld valt verder nog af te lezen dat de invloed van het gebruik op de emissies bij pannen nauwelijks merkbaar is in het totaal. Anders ligt dit voor de toegeleverde onderdelen, die een kleine, doch merkbare invloed hebben. Deze konklusies gelden voor pannen, maar voor andere produkten (auto's, fietsen, batterijen, enz.) zullen soortgelijke tabellen tot heel andere konklusies kunnen leiden.

Aansluitend volgt hier een voorbeeld van de toepassing van de resultaten van de berekeningen in een situatie zoals die zich in de praktijk kan voordoen. Tot slot zijn nog enige konklusies over de gehanteerde methode voor het berekenen van gewogen emissies en het genereren van aanvullende informatie opgenomen.

Het voorbeeld geeft met behulp van een keuzetabel (tabel 7.12) aan hoe in de praktijk tussen de alternatieven gekozen kan worden. In de keuzetabel is een aantal criteria genoemd, waarbij een weegfactor tussen 1 en 5 gegeven is. Alle pannen hebben voor elk van deze criteria een waardering gekregen tussen 1 en 10. Het produkt van de weegfactoren en de waarderingen is opgeteld en uit de resultaten blijkt dat de pan van gerecycled aluminium en van geëmailleerd staal de beste resultaten behalen. De roestvast stalen pan blijft hierbij achter, voornamelijk door de hoge prijs. De aluminiumpan blijft duidelijk achter, onder andere door energie- en milieu-effecten. Overigens liggen de waarderingen in de tabel nog te dicht bij elkaar om een goed beeld te krijgen van de verhouding tussen de alternatieven, eventueel door het aandragen van meer criteria. In de praktijk zullen de oordelen over de pannen wat meer extreem moeten zijn dan hier het geval is. Wanneer de beoordeling van de overige kenmerken niet op basis van intuïtieve schattingen plaatsvinden (zoals in dit voorbeeld) maar op feitelijke gegevens berust, zal dit waarschijnlijk vanzelf gebeuren. De gegevens die in dit voorbeeld onderzocht zijn, zoals kostprijs, energieverbruik en milieugegevens, hebben een duidelijke invloed op het eindresultaat. Zij zijn echter niet alleen

bepalend voor het eindoordeel. In de praktijk kan het van geval tot geval verschillen hoe groot de invloed van milieubeschouwingen op een keuzeproces is, maar in een evenwichtige beoordeling zullen zij slechts zelden alleen de uitkomst bepalen.

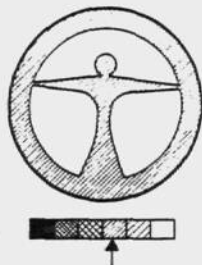
Tot slot van dit voorbeeld worden nog twee voorbeelden gegeven van de wijze waarop in de praktijk een keuze gemaakt kan worden uit de ontwerpalternatieven. In de eerste plaats wordt een voorbeeld gegeven van een keuzetabel. Een belangrijk nadeel van deze methode is dat een objectiviteit gesuggereerd wordt die niet in overeenstemming is met de werkelijkheid. Het tweede voorbeeld van de presentatie van de gegevens met "Harris-schalen" heeft dit nadeel niet. De presentatie schetst een profiel van de alternatieven. Op grond van een (subjektieve) beoordeling van de profielen kan de keuze tussen de alternatieven gemaakt worden.

7.3 7.3.1
Presentatie-
vormen

Mogelijkheden voor de presentatie van de informatie

In deze paragraaf worden enkele voorbeelden gegeven van de wijzen waarop informatieoverdracht aan de konsument mogelijk is. De voorbeelden bestaan uit een schets en een korte toelichting op de opbouw, de inhoud van de informatie, de toepassingsgebieden en voor zover relevant de toerekeningsgronden. In de toepassingsgebieden wordt onderscheid gemaakt tussen informatie op of direct bij een produkt (in een bijsluiter of op een display), losse informatie over het produkt, zoals folders en advertenties en vergelijkende informatie over meerdere produkten. De wijze van informatieoverdracht die het meest geschikt wordt geacht voor de presentatievorm wordt genoemd, overigens zonder dat dit andere presentatievormen uitsluit.

De getalwaarden die in de presentatiewijzen gebruikt worden, zijn ontleend aan het rekenvoorbeeld "pannen" en aan paragraaf 7.4, Gewogen emissies voor drankverpakkingen op basis van gegevens van het MRI, 1974. Van de presentatiewijzen zijn enkele vormen uitgewerkt voor samengevoegde emissies naar water en lucht, terwijl andere voor de emissies apart geschikt zijn gemaakt. Voor de andere presentatievorm zijn echter slechts kleine ingrepen noodzakelijk.



Presentatie met vignet en variaties

- Toepassing: als (positief) keurmerk op een produkt of verpakking, of in folders over individuele produkten
- Toekenningsgronden: - als keurmerk: gewogen emissies, overige eigenschappen voor het milieu en de functieervulling
 - in variaties: alleen gewogen emissies of totaalprestatie
- Beoordeling door: jury, op basis van gegevens van een onderzoeksinstituut



Presentatie met informatief etiket

Toepassing:

op produkt of verpakking, of in folders over individuele produkten, als neutraal gepresenteerde informatie over de milieukarakteristiek van het produkt; uitbreiding met andere eigenschappen is mogelijk

Toekenningsgronden: gewogen emissies en overige gegevens die van belang worden geacht

Beoordeling door: onderzoeksinstituut, op basis van gegevens uit produktonderzoek

Met dank aan J. van Foeken en I. Vlot

3. SCHEMATISCHE INDELING VAN EEN S. P. I.3.1 Grote Huishoudelijke Apparaten

Benaming apparaat	Naam leverancier/fabrikant		
Model:	A	B	C
Type-aanduiding	X	Y	Z
Uitvoeringsvorm			
Afmetingen en massa			
- Afmetingen cm			
- Massa (gewicht) kg			
Gebruiksgegevens:			
Werkingsgegevens:			
Elektrische aansluitgegevens:			
Verbruiksgegevens: 1)			
Installatiegegevens:			
Elektrische veiligheid	EB '76	EB '76	KEMA
Overigen en toebehoren			
Emissiewaarden	EVL/EVW:		
<u>Verklaring:</u>			
* = ja, resp. wel aanwezig			
- = neen, resp. niet aanwezig			
n.v.t. = niet van toepassing			
1) Opmerkingen behorende bij de tabel, bijvoorbeeld gemeten volgens NEN 3284			
2) EB '76: volgens het Elektriciteitsbesluit 1976			

fig. 1

fig. 2

Uitbreiding van de Standaard Produkt Informatie met milieugegevens

- Toepassing: los bij het produkt, in bijsluiters, folders overindividuele produkten, samen met andere informatie over het produkt; neutrale presentatievorm
- Toekenningsgronden: gewogen emissies en overige gegevens, op basis van metingen en berekeningen van een onderzoeksinstituut
- Beoordeling door: toezichthoudende groep met daarin de verantwoordelijke instanties, zoals de FEHAN en de VLET

Figuur gewijzigd overgenomen van FEHAN/VLET (158)

MERK	mat.	mod.	++ + 0 - --					
			1	2	3	4	5	
A	rvs	1		▶	▶	▶	▶	▶
B	al	1			▶	▶	▶	▶
C	st	1			▶	▶	▶	▶
C	st	2 ^A		▶	▶	▶	▶	▶
D	rvs	2 ^A		▶	▶	▶	▶	▶
B	al	2 ^B						▶
A	rvs	2 ^B						▶
B	st	2 ^B						▶
B	st	3	▶					
C	al	3			▶	▶	▶	▶
D	al	4						▶
D	rvs	4						▶
A	al	5		▶				
D	st	5	▶					
A	rvs	6						▶
C	st	6	▶					

Presentatie analoog aan energiewijzer

- Toepassing: in folders over produkten met de zelfde funktie
- Toekenningsgronden: gewogen emissies op basis van produktonderzoek met metingen en berekeningen, door onderzoeksinstituut uit te voeren
- Beoordeling door: kontrolerend orgaan, op basis van eigen of uitbesteed onderzoek

Tabel kook pannen	nr. 0-2	Inhoud		nr.	nr.	nr.	nr.	nr.	nr.	nr.	Aluminium (max. 1000 mg/kg)		Aluminium (1000 mg/kg)	
		nr.	nr.								EVL	EZW	EVL	EZW
Aluminium pannen														
Archie Aluminium %	20	1,8	best	I	8,4	15					12	40	9	15
BE Standard Ahn	25	2,6	best	I	8,4	17,3					12	46	9	15
BE Alu-Weichbach	47	2,6	best	III	1,1	18,3					16	176	24	42
Nachlese Uniflex %	48	2,5	glanzend	III	1,8	19					11	100	22	38
Ovens Padlock 28 cm	13	1,6	best	I	8,4	15					12	46	9	15
Stalman 807 %	36	3,1	glanzend	IV	1,2	17					40	151	26	43
Vandier Aluminium %	22	2,8	glanzend	I	8,4	17,3					15	79	13	23
Goldebord pannen														
Amn Nica	18	2,7	best	II	3,1	17,3								
Amn Camper	79	3,1	best	II	3,2	17,3								
BE Smeen	49	2,1	best	II	1,6	16,3					5	55		
BE Smeen	42	2,2	best	II	1,7	16,3					6	57		
BSW Indisch Blei	42	3,8	best	II	1,7	17,3					14	47		
Niem. BE 20.8729	36	3,9	best	II	2,1	17					11	44		
Niem. Klanssen	45	2,8	best	II	1,6	17					11	44		
Kahl Graunstrad	38	3,6	best	II	1,8	17					12	47		
Kahl Zwischstrad	46	3,5	best	II	1,8	17					12	47		
Holbruk Kopenhagen	41	3,2	best	II	2,2	17					11	47		
Pries Mineral	69	2,6	best	II	1,6	17,5					11	47		
WHP Tessen	99	3,8	best	II	1,9	14,3					12	47		
Goldebord glazen														
Copco DI	105	3,3	best, rood of geel	IV	3,3	14					12	47		
Comenac 28	90	1,6	best	IV	3,8	15,3					12	47		
La Comac Mainz	114	3,1	glanzend	IV	3,2	15,3					12	47		
Roestvrijstaal														
AMC Cluser	71	2,2	glanzend	V	1,7	18,3					11	70		
BE Balken	25	2,1	glanzend	III	1,8	16					11	41		
BE Kram	79	2,2	glanzend	III	1,9	17					11	41		
BE Lamm	88	2,2	glanzend	II	1,5	18,3					11	41		
Flakur Tapan	43	3,8	glanzend	III*	1,1	18					11	41		
Flakur Halden/Florant	71	3,8	glanzend	IV	1,3	18					11	41		
Glas 433 220														
Glen 433 220	105	3,6	glanzend	III	1,8	18					11	41		
Niem. 96.12.4828	26	3	glanzend	IV	2,3	17					11	41		
Lagunen Monclier	100	2,2	glanzend	IV	1,3	17,3					11	41		
Kampan	71	3,8	glanzend	V	1,8	17,3					11	41		
Sag Savoy	110	1,9	glanzend	IV	1,3	16,3					11	41		
Silvina Vism	122	3	glanzend	IV	1,4	18					11	41		
Silvina Pallas	40	3,5	glanzend	IV	1,8	17					11	41		
SUZ Kramen	127	3,5	glanzend	IV	1,4	17,3					11	41		
Thalco Star	65	1,5	glanzend	IV	1,5	17,3					11	41		
Vandier Ultra	37	3	glanzend	II	1,3	17,3					11	41		
Vandier Brantia	62	3	glanzend	II	1,3	17,3					11	41		
WHP Antwerpen	141	3,2	glanzend	III	1,5	18					11	41		

* 22 cm breed

* 11 cm breed, 11 cm hoog, met een
naar het naar rechts

* bestendigheid, volgens de organisatie

* geproefde van een aantal defecte en onbetrouwbare
naar de de volgende informatie kan worden

Uitbreiding van Vergelijkend Waren-Onderzoek

Toepassing:

in V.W.O. in bladen van konsumentenorganisaties, in voorlichtings-
materiaal over producten; neutrale presentatie met eventueel een
toelichting op de informatie waarin een mening gepresenteerd wordt

Toekenningsgronden: gegevens uit produktonderzoek

Beoordeling door: uitvoerende van het produktonderzoek en de konsumentenorganisaties

Figuur gewijzigd overgenomen uit: Koopkracht (159)

TABLE 13
IMPACTS FOR 1 MILLION BEER CONTAINERS

INPUTS TO SYSTEMS		10 RET	10 SET	3 RET	ABS	AJRTL	PG	ONE	ESTI	UN
INPUTS TO SYSTEMS										
NAME		UNITS								
MATERIAL WOOD FIBER	POUNDS	20002.	41119.	120339.	77267.	9229.	82181.	86611.	2711.	2000.
MATERIAL LIMESTONE	POUNDS	15497.	28867.	30445.	1448.	52682.	15312.	177303.	43621.	6130.
MATERIAL IRON ORE	POUNDS	5009.	5009.	5009.	5000.	109000.	5009.	5011.	130052.	0.
MATERIAL SALT	POUNDS	19552.	17203.	31194.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
MATERIAL GLASS SAND	POUNDS	21129.	48268.	89528.	0.	0.	231000.	247800.	0.	0.
MATERIAL NAT SODA ASH	POUNDS	2400.	4727.	9050.	0.	0.	27125.	31657.	0.	0.
MATERIAL FELDSPAR	POUNDS	2410.	4600.	9211.	0.	0.	26425.	30645.	0.	0.
MATERIAL BAUMITE ORE	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5712.	0.
ENERGY SOURCE PETROLEUM	HILL BTU	400.	603.	1900.	2032.	607.	1107.	1200.	0.	0.
ENERGY SOURCE NAT GAS	HILL BTU	570.	813.	1474.	1420.	272.	2700.	3062.	1012.	0.
ENERGY SOURCE COAL	HILL BTU	240.	327.	607.	780.	2050.	922.	993.	2214.	0.
ENERGY SOURCE NUC	HILL BTU	19.	27.	53.	117.	71.	87.	92.	200.	0.
ENERGY SOURCE WOOD FIBER	HILL BTU	100.	100.	100.	551.	17.	570.	600.	10.	0.
MATERIAL PROCESS ADD	POUNDS	3032.	4491.	11304.	7061.	9403.	13343.	14750.	11041.	0.
ENERGY PROCESS	HILL BTU	1220.	1717.	3920.	3121.	3370.	5002.	5661.	4020.	0.
ENERGY TRANSPORT	HILL BTU	200.	300.	600.	800.	100.	532.	670.	270.	0.
ENERGY OF NATL RESOURCE	HILL BTU	1.	1.	1.	1021.	0.	100.	1.	100.	0.
WATER VOLUME	THOU GAL	1000.	1450.	3000.	3000.	3057.	3250.	3402.	1000.	0.
OUTPUTS FROM SYSTEMS										
NAME		UNITS								
SOLID WASTES PROCESS	POUNDS	13034.	21922.	42265.	9104.	50504.	191373.	119477.	40000.	4000.
SOLID WASTES FUEL CONC	POUNDS	2300.	3000.	4000.	0700.	2000.	0931.	0000.	0000.	0000.
SOLID WASTES KINOSOL	POUNDS	20070.	20300.	02011.	20102.	402000.	00007.	100000.	000000.	000000.
SOLID WASTE POST-COMBUST	CUBIC FT	072.	1121.	2700.	2934.	327.	2004.	3011.	3100.	0.
ATMOS PARTICULATES	POUNDS	1000.	2110.	3210.	3000.	4000.	4010.	7000.	0000.	0000.
ATMOS NITROGEN OXIDES	POUNDS	1200.	1017.	2000.	0701.	1700.	0100.	0000.	0000.	0000.
ATMOS HYDROCARBONS	POUNDS	000.	1100.	2000.	0201.	3200.	3707.	2700.	0000.	0000.
ATMOS SULFUR OXIDES	POUNDS	1000.	2017.	3020.	0710.	1700.	0070.	0022.	0000.	0000.
ATMOS CARBON MONOXIDE	POUNDS	702.	905.	1000.	2403.	007.	2000.	2220.	1700.	000.
ATMOS ALDEHYDES	POUNDS	13.	10.	20.	20.	12.	21.	30.	10.	0.
ATMOS OTHER ORGANICS	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ATMOS GORGEOUS SULFUR	POUNDS	220.	304.	1001.	773.	1000.	000.	000.	000.	000.
ATMOS AMMONIA	POUNDS	27.	42.	72.	52.	340.	103.	211.	207.	0.
ATMOS HYDROGEN FLUORIDE	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	100.	0.
ATMOS LEAD	POUNDS	1.	1.	2.	2.	0.	2.	2.	1.	0.
ATMOS MERCURY	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ATMOSPHERIC CHLORINE	POUNDS	13.	13.	13.	0.	0.	0.	0.	13.	0.
WATERBORNE FLUORIDES	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE DISS SOLIDS	POUNDS	320.	410.	700.	1071.	200.	1000.	1000.	0000.	1000.
WATERBORNE SO ₂	POUNDS	1003.	1003.	2002.	2202.	700.	1010.	1000.	1210.	2000.
WATERBORNE PHENOL	POUNDS	0.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	1.	0.
WATERBORNE SULFIDES	POUNDS	0.	0.	1.	1.	0.	0.	1.	1.	0.
WATERBORNE OIL	POUNDS	0.	0.	10.	120.	70.	00.	00.	170.	000.
WATERBORNE CO ₂	POUNDS	2.	3.	5.	090.	10.	17.	7.	70.	0000.
WATERBORNE SUSP SOLIDS	POUNDS	570.	074.	1051.	1703.	370.	1000.	1000.	0000.	0000.
WATERBORNE ACID	POUNDS	57.	74.	102.	201.	037.	200.	210.	0000.	0000.
WATERBORNE METAL ION	POUNDS	10.	10.	20.	50.	150.	01.	50.	170.	0000.
WATERBORNE CHEMICALS	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE CYANIDE	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE SALINITY	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE CHROMIUM	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE IONH	POUNDS	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE ALUMINUM	POUNDS	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE NICKEL	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE MERCURY	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATERBORNE LEAD	POUNDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMMARY OF ENVIRONMENTAL IMPACTS										
NAME		UNITS								
RAW MATERIALS	POUNDS	00000.	100253.	302320.	02500.	250103.	610107.	700007.	257120.	100100.
ENERGY	HILL BTU	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WATER	THOU GAL	1000.	1450.	3000.	3000.	3057.	3250.	3402.	1000.	0.
ENVIRONMENTAL SOLID WASTES	CUBIC FT	010.	020.	1001.	070.	1010.	2700.	7127.	0710.	2007.
ATMOSPHERIC WASTES	POUNDS	0012.	0077.	1070.	27007.	30007.	27077.	20000.	00000.	00000.
WATERBORNE WASTES	POUNDS	0070.	1270.	0003.	0000.	1701.	0000.	0001.	3271.	0020.
POST-COMBUST SOL WASTE	CUBIC FT	070.	1121.	2700.	2934.	327.	2004.	3011.	3100.	0.

Tabel 7.13 Overzichtstabel met MRI-gegevens over de emissies bij drankverpakkingen
Bron: MRI (160)

7.4
Omrekening
MRI-gegevens

Deze paragraaf bevat een aantal tabellen waarin emissies die bij productie, verspreiding, gebruik en afdanken van drankverpakkingen veroorzaakt worden. De gegevens zijn ontleend aan de publikatie van het MRI uit 1974 die in het rapport beschreven is. De gegevens zijn niet geldig in Nederland anno 1984, omdat zij betrekking hebben op de Verenigde Staten en uit 1974 stammen en dus verouderd zijn. De eerste tabel in de bijlage is een kopie van de tabel van het MRI waarin emissies en grondstoffenverbruik gesommeerd zijn. De emissies zijn in eerste instantie voor alle emissiesoorten naar hun bijdrage in het totaal *gesommeerd*. Onderaan in de tabel worden de *gesommeerde* emissies en het totale grondstoffenverbruik gegeven. De somming van de emissies is zonder weging uitgevoerd door het MRI. In de volgende tabellen zijn de emissies voor zes van de produktsystemen omgerekend tot gewogen emissies volgens de in het rapport beschreven methode.

In de MRI-studie wordt het totaal van de emissies bepaald door een optelling zonder weging van de emissies naar schadelijkheid, terwijl in dit rapport een methode ter beoordeling van de schadelijkheid van de emissies een van de hoofddoelen was. Het is interessant om een vergelijking tussen de eindresultaten van de beide wijzen van beoordeling te maken om de effecten van de weging te onderzoeken. Daar hier slechts een enkele productgroep met de daarvoor specifieke emissies behandeld wordt is voorzichtigheid bij de interpretatie van de vergelijking geboden. De vergelijking wordt gemaakt in de laatste tabel van deze bijlage.

Opvallend is in de tabel dat de wegingsmethode bij de emissies in lucht en in water tot verschillende effecten leidt. Bij de emissies in lucht heeft de weging weinig effect, maar bij de emissies naar water leidt de weging wel tot veranderingen. Verder wordt de verhouding tussen de emissietotalen bij de glasverpakkingssystemen vrijwel niet door de weging beïnvloed. Dit laatste stemt overeen met de verwachting: de hoeveelheid trips is van invloed op de omvang van de emissies, maar niet op de emissiesoorten. Aangezien steeds de zelfde weegfactoren gebruikt worden, blijven de verhoudingen gelijk.

De reden waarom de weging niet zo veel invloed heeft op de rangvolgorde bij de emissies naar lucht als bij de emissies naar water ligt minder voor de hand. De oorzaak ligt hier in de verzameling emissies die drankverpakkingen veroorzaken. Bij de emissies in water treden duidelijke verschillen op tussen de verschillende soorten drankverpakkingen. De emissies in lucht daarentegen worden nogal sterk overheerst door de emissies ten gevolge van het brandstofverbruik in het systeem. De emissiesoorten die de verschillende verpakkingssystemen veroorzaken vertonen daardoor grote overeenkomsten. De gewogen totalen ondervinden dan ook slechts weinig invloed van de weging. Producten waarbij andere emissies veroorzaakt worden zullen van een beoordeling op grond van gewogen emissies meer invloed ondervinden. Een indicatie hiervan is te zien bij het effect van de emissies van waterstoffluoride op het totaal bij de conventionele blikverpakkingen en de aluminiumverpakkingen. De nauwelijks merkbare invloed bij de MRI-beoordeling neemt aanzienlijk toe na weging, al overheerst zij niet.

Emissies in lucht

Stof	kg/10 ⁶ verp.	MAC-	Gewogen
		waarde	emissie
		mg/m ³	10 ³ EVL
Stof	638	8 *	80
Stikstofoxyden	572	9 (NO ₂)	64
Koolwaterstoffen	412	100 **	4
Zwaveloxyden	875	13	67
Koolmonoxyde	355	55	6
Aldehyden	6	1,2 ***	5
Overig organisch	15	50 **	0,3
Zwavel (stank)	108	0,8 - 6,5 ****	17 (135)
Ammoniak	12	35	0,3
Waterstoffluoride	0	2	0
Lood	1	0,1	10
Kwik	0	0,1	0
Chloor	6	1,5	4
Gecumuleerde emissie			257.10 ³ (375.10 ³)

- * Waarde voor inert stof, voor stof met schadelijke eigenschappen gelden lagere waarden
 ** Geschatte waarde, voor veel koolwaterstoffen zijn MAC-waarden vastgesteld
 *** Waarde voor formaldehyde (H₂CO)
 **** Ruikbaarheidsgrens (varieert per individu)

Tabel 7.14 A Gewogen emissies voor glasverpakking, 19 trips.

Emissies naar water. Glas, 19 trips.

	kg/10 ⁶ verp.	EEG-norm mg/l	Gewogen emissie EVW
Fluoriden	0		
Deeltjes (opgelost)	147	5 (silicaat)	29.400
BOD	723	15 *	48.200
Fenolen	0		
Sulfiden	0		
(Olie)	(3)	(0,01)	(300.000)
COD	1	10 *	100
Deeltjes (zwevend)	262	20 *	13.100
Zuur	26	0,3 (pH 6,5)	86.700
Metaalionen	6	n.v.t.	
Chemicaliën	0	n.v.t.	
Cyanide	0		
Alkaliniteit	0		
Chroom	0		
IJzer	0		
Aluminium	0		
Nikkel	0		
Kwik	0		
Lood	0		
		Gecumuleerde emissie	177.500
Emissie naar water, omgerekend in EVL (f = 0,450)		(±) 80 · 10 ³	
Emissie in lucht, EVL		<u>257 · 10³</u>	
Totaal EVL		(±) 340 · 10 ³	

* Emissienormen.

Tabel 7.14 B

Emissies in lucht

	kg/10 ⁶ verp.	MAC- waarde mg/m ³	Gewogen emissie 10 ³ EVL
Stof	961	8 *	120
Stikstofoxyden	733	9 (NO ₂)	81
Koolwaterstoffen	544	100 **	5
Zwaveloxyden	1.110	13	85
Koolmonoxyde	438	55	8
Aldehyden	7	1,2 ***	6
Overig organisch	20	50 **	0,4
Zwavel (stank)	165	0,8 - 6,5 ****	25 (206)
Ammoniak	19	35	0,5
Waterstoffluoride	0	2	0
Lood	1	0,1	10
Kwik	0	0,1	0
Chloor	6	1,5	4
		Gecumuleerde emissie	345.10 ³ (526.10 ³)

* Waarde voor inert stof, voor stof met schadelijke eigenschappen gelden lagere waarden

** Geschatte waarde, voor veel koolwaterstoffen zijn MAC-waarden vastgesteld

*** Waarde voor formaldehyde (H₂CO)

**** Ruikbaarheidsgrens (varieert per individu)

Tabel 7.15 A Gewogen emissies voor glasverpakking, 10 trips

Emissies naar water. Glas, 10 trips.

	kg/10 ⁶ verp.	mg/l	EEG-norm mg/l	Gewogen emissie EVW
Fluoriden	0			
Deeltjes (opgelost)	188		5 (silicaat)	37.600
BOD	854		15 *	56.900
Fenolen	0			
Sulfiden	0			
(Olie)	(4)		(0,01)	(400.000)
COD	1		10 *	100
Deeltjes (zwevend)	387		20 *	19.350
Zuur	34		0,3 (pH 6,5)	113.000
Metaalionen	9		n.v.t.	
Chemicaliën	0			
Cyanide	0			
Alkaliniteit	0			
Chroom	0			
IJzer	0			
Aluminium	0			
Nikkel	0			
Kwik	0			
Lood	0			

Gecumuleerde emissie 227.000

Emissie naar water, omgerekend in EVL (f = 0,450)	(±) 102 . 10 ³
Emissie in lucht, EVL	<u>345 . 10³</u>
Totaal EVL	(±) 450 . 10 ³

* Emissienormen.

Emissies in lucht

	kg/10 ⁶ verp.	MAC- waarde mg/m ³	Gewogen emissie 10 ³ EVL
Stof	3.193	8 *	399
Stikstofoxyden	1.981	9 (NO ₂)	220
Koolwaterstoffen	1.701	100 **	17
Zwaveloxyden	2.686	13	207
Koolmonoxyde	1.011	55	18
Aldehyden	15	1,2 ***	13
Overig organisch	42	50 **	0,8
Zwavel (stank)	381	0,8 - 6,5 ****	59 (476)
Ammoniak	96	35	3
Waterstoffluoride	0	2	0
Lood	1	0,1	10
Kwik	0	0,1	0
Chloor	0	1,5	0
		Gecumuleerde emissie	947.10 ³ (1.364.10 ³)

* Waarde voor inert stof, voor stof met schadelijke eigenschappen gelden lagere waarden

** Geschatte waarde, voor veel koolwaterstoffen zijn MAC-waarden vastgesteld

*** Waarde voor formaldehyde (H₂CO)

**** Ruikbaarheidsgrens (varieert per individu)

Tabel 7.16 A Gewogen emissies voor glasverpakking, eenmalig bruikbaar.

Emissies naar water. Glas, eenmalig bruikbaar.

	kg/10 ⁶ verp.	EEG-norm mg/l	Gewogen emissie EVW
Fluoriden	0		
Deeltjes (opgelost)	497	5 (silicaat)	99.400
BOD	900	15 *	60.000
Fenolen	1	0,0005	2.000.000
Sulfiden	1	0,1 *	10.000
(Olie)	(20)	(0,01)	(2.000.000)
COD	3	10 *	300
Deeltjes (zwevend)	856	20 *	42.800
Zuur	99	0,3 (pH 6,5)	330.000
Metaalionen	25	n.v.t.	
Chemicaliën			
Cyanide			
Alkaliniteit			
Chroom			
IJzer			
Aluminium			
Nikkel			
Kwik			
Lood			

Gecumuleerde emissie 2.542.500

Emissie naar water, omgerekend in EVL (f = 0,450)	(±) 1.145 . 10 ³
Emissie in lucht, EVL	947 . 10 ³
Totaal EVL	(±) 2.100 . 10 ³

* Emissienormen.

Tabel 7.16 B

Emissies in lucht

	kg/10 ⁶ verp.	MAC- waarde mg/m ³	Gewogen emissie 10 ³ EVL
Stof	1.845	8 *	231
Stikstofoxyden	813	9 (NO ₂)	90
Koolwaterstoffen	1.454	100 **	15
Zwaveloxyden	1.441	13	111
Koolmonoxyde	402	55	7
Aldehyden	5	1,2 ***	4
Overig organisch	8	50 **	0,16
Zwavel (stank)	73	0,8 - 6,5 ****	11 (91)
Ammoniak	157	35	4
Waterstoffluoride	0	2	0
Lood	0	0,1	0
Kwik	0	0,1	0
Chloor	0	1,5	0
		Gecumuleerde emissie	473.10 ³ (553.10 ³)

* Waarde voor inert stof, voor stof met schadelijke eigenschappen gelden lagere waarden

** Geschatte waarde, voor veel koolwaterstoffen zijn MAC-waarden vastgesteld

*** Waarde voor formaldehyde (H₂CO)

**** Ruikbaarheidsgrens (varieert per individu)

Tabel 7.17 A Gewogen emissies voor all-staal-verpakking

Emissies naar water. All steel

	kg/10 ⁶ verp.	EEG-norm mg/l	Gewogen emissie EVW
Fluoriden	0		
Deeltjes (opgelost)	162	5 (silicaat)	32.400
BOD	34	15 *	2.300
Fenolen	0	0,0005	
Sulfiden	0	0,1 *	
(Olie)	(34)	(0,01)	(3.400.000)
COD	6	10 *	600
Deeltjes (zwevend)	172	20 *	8.600
Zuur	289	0,3 (pH 6,5)	963.300
Metaalionen	72	n.v.t.	
Chemicaliën	2	n.v.t.	
Cyanide	0		
Alkaliniteit	0		
Chroom	0		
IJzer	0		
Aluminium	0		
Nikkel	0		
Kwik	0		
Lood	0		

Gecumuleerde emissie 1.007.200

Emissie naar water, omgerekend in EVL (f = 0,450)	(±) 453 · 10 ³
Emissie in lucht, EVL	473 · 10 ³
Totaal EVL	(±) 925 · 10 ³

* Emissienorm.

Emissies in lucht

	kg/10 ⁶ verp.	MAC- waarde mg/m ³	Gewogen emissie 10 ³ EVL
Stof	2.189	8 *	274
Stikstofoxyden	1.458	9 (NO ₂)	162
Koolwaterstoffen	1.918	100 **	19
Zwaveloxyden	2.859	13	220
Koolmonoxyde	802	55	15
Aldehyden	8	1,2 ***	7
Overig organisch	15	50 **	0,3
Zwavel (stank)	56	0,8 - 6,5 ****	9 (70)
Ammoniak	117	35	3
Waterstoffluoride	9	2	4,5
Lood	1	0,1	10
Kwik	0	0,1	0
Chloor	6	1,5	4
		Gecumuleerde emissie	728.10 ³ (789.10 ³)

* Waarde voor inert stof, voor stof met schadelijke eigenschappen gelden lagere waarden

** Geschatte waarde, voor veel koolwaterstoffen zijn MAC-waarden vastgesteld

*** Waarde voor formaldehyde (H₂CO)

**** Ruikbaarheidsgrens (varieert per individu)

Tabel 7.18 A Gewogen emissies voor blikverpakking, dieldelig, Al-sluiting

Emissies naar water. Blikverpakking dieldelig, Al-sluiting.

	kg/10 ⁶ verp.	EEG-norm mg/l	Gewogen emissie EVW
Fluoriden	37	0,1	370.000
Deeltjes (opgelost)	298	5 (silicaat)	59.600
BOD	55	15 *	3.700
Fenolen	1	0,0005	2.000.000
Sulfiden	1	0,1 *	10.000
(Olie)	(79)	(0,01)	(7.900.000)
COD	326	10 *	32.600
Deeltjes (zwevend)	180	20 *	9.000
Zuur	303	0,3 (pH 6,5)	1.010.000
Metaaljonen	78	n.v.t.	
Chemicaliën	103	n.v.t.	
Cyanide	0		
Alkaliniteit	0		
Chroom	0		
IJzer	0		
Aluminium	0		
Nikkel	0		
Kwik	0		
Lood	0		

Gecumuleerde emissie 3.494.900

Emissie naar water, omgerekend in EVL (f = 0,450)	(±) 1.572 · 10 ³
Emissie in lucht, EVL	<u>728 · 10³</u>
Totaal EVL	(±) 2.300 · 10 ³

* Emissienorm.

Emissies in lucht

	kg/10 ⁶ verp.	MAC- waarde mg/m ³	Gewogen emissie 10 ³ EVL
Stof	2.360	8 *	295
Stikstofoxyden	2.622	9 (NO ₂)	291
Koolwaterstoffen	2.177	100 **	22
Zwaveloxyden	5.276	13	406
Koolmonoxyde	1.232	55	22
Aldehyden	10	1,2 ***	8
Overig organisch	15	50 **	0,3
Zwavel (stank)	10	0,8 - 6,5 ****	2 (12,5)
Ammoniak	1	35	0,03
Waterstoffluoride	24	2	12
Lood	1	0,1	10
Kwik	0	0,1	0
Chloor	17	1,5	11
		Gecumuleerde emissie	1.079.10 ³ (1.090.10 ³)

* Waarde voor inert stof, voor stof met schadelijke eigenschappen gelden lagere waarden

** Geschatte waarde, voor veel koolwaterstoffen zijn MAC-waarden vastgesteld

*** Waarde voor formaldehyde (H₂CO)

**** Ruikbaarheidsgrens (varieert per individu)

Tabel 7.19 A Gewogen emissies voor aluminiumverpakking, 15% recycling.

Emissies naar water. Aluminium, 15% recycling.

	kg/10 ⁶ verp.	EEG-norm mg/l	Gewogen emissie EVW
Fluoriden	103	0,1	1.030.000
Deeltjes (opgelost)	496	5 (silicaat)	99.200
BOD	95	15 *	6.300
Fenolen	1	0,0005	2.000.000
Sulfiden	1	0,1 *	10.000
(Olie)	(173)	(0,01)	(17.300.000)
COD	861	10 *	86.100
Deeltjes (zwevend)	167	20 *	8.350
Zuur	266	0,3 (pH 6,5)	886.700
Metaalionen	73	n.v.t.	
Chemicaliën	277	n.v.t.	
Cyanide			
Alkaliniteit			
Chroom			
IJzer			
Aluminium			
Nikkel			
Kwik			
Lood			
		Gecumuleerde emissie	4.126.700
Emissie naar water, omgerekend in EVL (f = 0,450)		(±) 1.855 . 10 ³	
Emissie in lucht, EVL		<u>1.079 . 10³</u>	
Totaal EVL		(±) 2.935 . 10 ³	

* Emissienorm.

Tabel 7.19 B

VERPAKKINGSSYSTEEM	LUCHT		WATER	
	MRI-cijfers	Deze studie	MRI-cijfers	Deze studie
Glas (19 trips)	2999 (1)	257 (1)	1168 (2)	178 (1)
Glas (10 trips)	4004 (2)	345 (2)	1478 (3)	227 (2)
All steel	6199 (3)	473 (3)	771 (1)	1007 (3)
Driedelig blik	9436 (4)	728 (4)	1506 (4)	3495 (5)
Glas (1 trip)	11106 (5)	947 (5)	2401 (5)	2543 (4)
Aluminium	13475 (6)	1079 (6)	2512 (6)	4127 (6)

Opmerking: Tussen haakjes staat de rangvolgorde van de systemen gegeven.

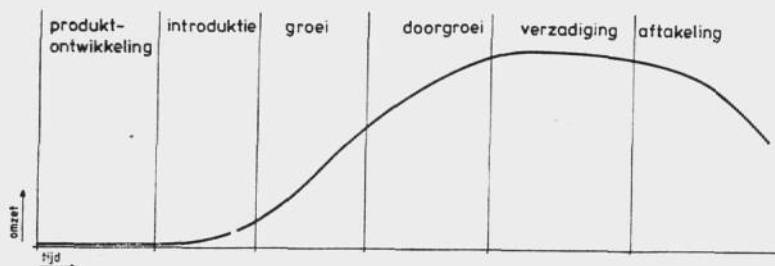
Tabel 7.20 Gesommeerde emissies met optelling op basis van gewicht (MRI-gegevens) en op basis van de wegingsmethode uit deze studie

8.1 Inleiding ontwerpmetho- dologie

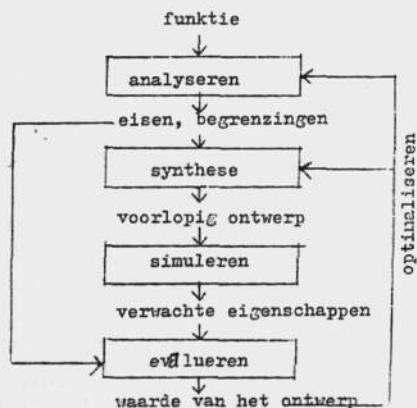
In dit rapport is de vervuiling die een produkt in zijn levensloop veroorzaakt aan de orde geweest. Naast de levensloop van individueel produkt is in de loop der tijd ook voor een produktsoort als geheel een cyclus te onderscheiden, hier verder levenscyclus genoemd. De literatuur over marketing, bedrijfskunde en produktontwikkeling verstaat hieronder het verloop in de tijd van de produktieomvang, de verkoop en het gebruik van een produkt. Het verloop van de levenscyclus is in een algemene vorm, in figuur 8.1 weergegeven, de vorm kan echter van produkt tot produkt verschillen. De kromme kan worden ingedeeld in een aantal fasen, waarbij in hoofdzaak de introductie, groei, verzadiging en aftakeling worden onderscheiden. Tussen deze fasen zijn geen scherpe grenzen aan te geven en door sommige auteurs worden meer fasen onderscheiden. De functie van de figuur en de indeling is vooral het verhogen van het inzicht in de ontwikkeling van de verkopen van een produkt in de loop der tijd. Een dergelijke figuur kan zowel voor de produktsoort als voor de individuele producent gemaakt worden.

In figuur 8.1 zijn niet alleen de fasen aangegeven waarin het produkt op de markt is, maar is ook de voorafgaande periode aangegeven, namelijk de produktontwikkelingsfase. Het aantal verkochte produkten is in deze fase in principe gelijk aan nul, hoewel dit niet altijd (bijvoorbeeld bij nieuwe typen verkeersvliegtuigen) het geval is. Tijdens de produktontwikkelingsfase zijn twee achtereenvolgende stadia te onderscheiden. Allereerst wordt het terrein afgebakend waarbinnen gezocht gaat worden en wordt het op te lossen probleem gedefinieerd. Dit stadium wordt wel omschreven als de doelvindingsfase (Eekels (144)) of de probleemdefiniërende fase (V.d. Kroonenberg (145)). In het volgende deel van de produktontwikkeling worden de werking van het produkt, het productieproces, enz. vastgelegd. Deze stappen worden aangeduid met doelontwikkelingsfase (144) of als de werkwijze bepalende fase en de vormgevende fase (145). Figuur 8.2 geeft (in iets gewijzigde vorm) het model van het produktontwikkelingsproces zoals dat op de Tussenafdeling Industrieel Ontwerpen van de Technische Hogeschool Delft gebruikt wordt (146). Na de doelontwikkelingsfase worden in het oorspronkelijke model nog de distributie en het gebruik onderscheiden. Als toevoeging die speciaal met betrekking tot het milieu van belang is, is in de figuur nog het afdanken van het produkt aangegeven. Dit deel van de figuur, na de doelontwikkelingsfase, heeft betrekking op de levensloop van individuele produkten. In de figuur zijn ook nog de fasen van de levenscyclus uit figuur 8.1 aangegeven. Deze heeft, evenals de fase die aangeduid wordt met produktontwikkeling, in ruime zin, betrekking op de produktsoort in zijn geheel.

Gedurende de doelvindingsfase wordt met behulp van marktverwachtingen, ondernemingsbeleid en -doelstellingen, ervaring binnen het bedrijf en andere factoren een produktidee ontwikkeld. Dit produktidee bevat tenminste twee elementen, namelijk een technische gedachte (functie) en een marktbehoefte. Dit concept vormt de basis voor de doelontwikkeling, waarin het wordt uitgewerkt tot een nieuwe activiteit voor het bedrijf. Het vinden van een nieuw produktidee is de minst grijpbare stap van de hele

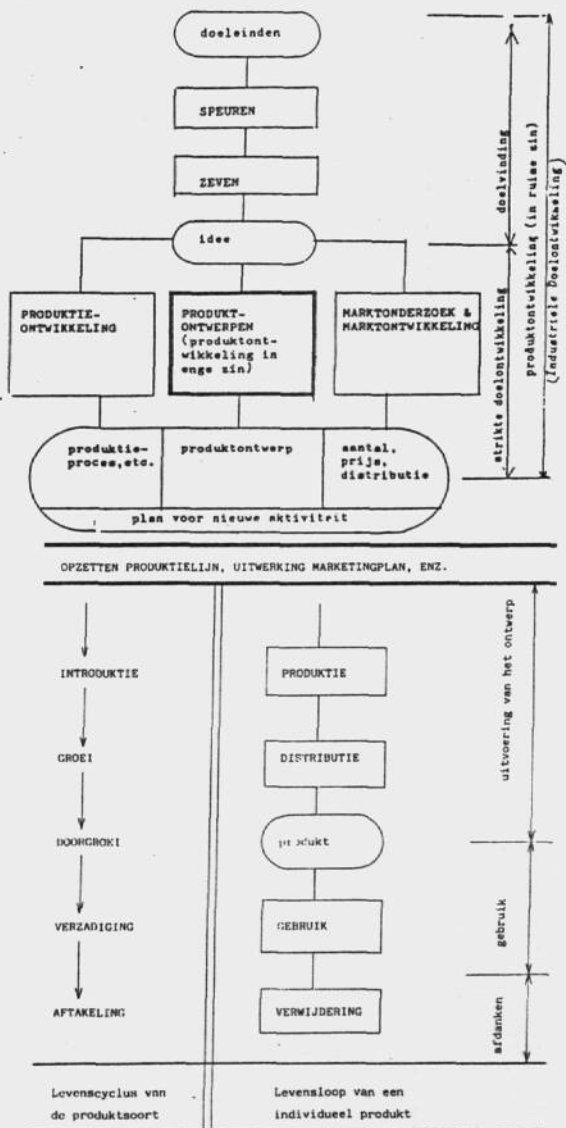


Figuur 8.1 Levenscyclus van een product



Figuur 8.3 Basiscyclus voor het ontwerpen

Bron: Eekels en Roozenburg (147)



Figuur 8.2 Overzicht van het ontstaansproces van een individueel produkt en een produktaart, vanaf het ontstaan tot en met het verdwijnen ervan (bron: Eekels en Roozenburg (146)). Gewijzigd.

produktontwikkeling. Met behulp van velerlei technieken kan gezocht worden naar mogelijkheden voor nieuwe produkten en kunnen de ideeën geselecteerd worden op geschiktheid. Het genereren van ideeën is echter voor een deel afhankelijk van toeval, geluk en inspiratie. In dit stadium van het ontwikkelingsproces is nog niet bekend waarnaar gezocht wordt en soms bestaat het produkt dat uiteindelijk gemaakt moet gaan worden zelfs nog niet.

Een hulpmiddel bij het vinden van nieuwe produktideeën die voor het bedrijf geschikt zijn is het vaststellen van zogenaamde zoekvelden (148). In deze zoekvelden wordt gezocht naar produktideeën die kansrijk lijken voor het bedrijf. De zoekvelden worden omschreven met behulp van functies, werkingsprincipes, materialen en dergelijke. Naarmate het zoekveld meer concreet omschreven wordt, worden ook de eigenschappen van het nieuwe produkt verder vastgelegd. Het afbakenen van de zoekvelden en de keuze uit de verschillende mogelijkheden vindt plaats met criteria die gebaseerd zijn op het ondernemingsbeleid, de mogelijkheden van de onderneming en de toekomstperspektieven binnen het zoekveld. Dit laatste heeft niet alleen betrekking op de afzetmogelijkheden binnen het gebied, maar ook op de verwachte ontwikkelingen in de wetgeving, enz. In figuur 8.2 is dit weergegeven onder de begrippen spreuren en zeven. Op een aantal van deze factoren wordt invloed uitgeoefend door de milieueffecten van een produkt (ontwerp) en de specificaties daarvan. Informatie over milieueffecten en dus een systeem voor milieurelevante produktinformatie, kan hier een rol spelen.

Het resultaat van de doelvinding, het produktidee, wordt in het volgende stadium verder uitgewerkt. In deze fase, de doelontwikkeling, wordt niet alleen het concept uitgewerkt tot een produktontwerp, maar wordt ook de produktiewijze vastgelegd (produktieontwikkeling). Daarnaast worden de marktkansen van het produkt onderzocht en worden voorbereidingen getroffen voor de introductie, zoals het voorlichten van verkopers, en het verzorgen van de publiciteit (marktonderzoek en marktontwikkeling).

De wijze waarop het produktidee verder uitgewerkt wordt kan goed gedemonstreerd worden aan de hand van de basiscyclus voor het ontwerpen die is weergegeven in figuur 8.3 (147). Elk van de onderdelen van de cyclus komt bij het oplossen van een ontwerp-probleem aan de orde, maar de vorm kan sterk verschillen. Het analyseren van het ontwerp-probleem kan zeer grondig zijn met uitgebreide onderzoeken naar relaties tussen produkt en omgeving. Het kan echter ook een globale oriëntatie zijn waarin slechts naar enkele hoofdzaken gekeken wordt. De synthese kan een schetsontwerp opleveren, maar ook een gedetailleerde werktekening waarin alle maten en toleranties zijn aangegeven. Het simuleren van eigenschappen van een produkt kan met enkele globale berekeningen gebeuren, maar ook met een werkend prototype. De evaluatie ten slotte kan op intuïtieve gronden plaatsvinden, bijvoorbeeld door een keuzepanel, maar ook door een kwantitatieve multifactor-evaluatie met geobjektiveerde beslissingscriteria.

Het ontwerp-proces in een onderneming is van velerlei factoren afhankelijk, die zowel intern (bedrijfsdoelstellingen, know-how) als extern (beschikbaarheid van grondstoffen, milieuwetgeving) of in wisselwerking (prijzafspraken met leveranciers) bepaald kunnen zijn.

Van deze factoren kunnen milieubeschouwingen op een aantal verschillende wijzen deel uitmaken. In de doelvinding kunnen zij

een bijdrage leveren aan de omschrijving van zoekvelden, vanuit het bedrijfsbeleid en vanuit de mogelijkheden en toekomstverwachtingen voor het bedrijf. Daarnaast kunnen milieubeschouwingen een bijdrage leveren door het creëren van produktideeën, met nieuwe principe-oplossingen. Als laatste kunnen overwegingen met betrekking tot het milieu als faktor dienen bij het uitzeven van produktideeën met onvoldoende kwaliteit.

Tijdens de doelontwikkeling kunnen milieubeschouwingen eveneens op een aantal verschillende wijzen een rol spelen. In de eerste plaats kunnen milieubeschouwingen een rol spelen bij het genereren van oplossingen voor (deel-)problemen, evenals tijdens de doelvindingsfase. Daarnaast kunnen milieubeschouwingen gebruikt worden als sturingsmechanisme om oplossingen voor (deel-)problemen aan te passen zodat zij minder milieuschade veroorzaken. Tenslotte kunnen overwegingen over de milieueffecten van principe-oplossingen een rol spelen bij het kiezen uit een aantal mogelijkheden. Deze mogelijkheden voor bijdragen in de produktontwikkeling zijn weergegeven in figuur 8.4.

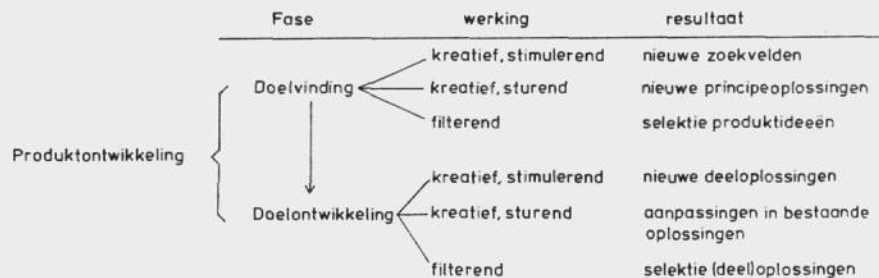
De volgende paragraaf behandelt een aantal voorbeelden van de bovengenoemde mogelijkheden tot beïnvloeding van het produktontwikkelingsproces. Uiteraard kunnen overwegingen met betrekking tot het milieu ook een rol spelen bij het marktonderzoek en de marktontwikkeling, bijvoorbeeld door middel van etikettering van produkten. Voor zover hierbij geen wisselwerking optreedt tussen de gegevens uit de markt en de eisen die bij de produktontwikkeling gesteld worden in het programma van eisen, is dit niet direct van invloed op het uiteindelijke produktontwerp. De rol van milieubeschouwingen heeft hier in sturende zin voornamelijk betrekking op de distributiekanaalen die gekozen worden. Op deze plaats wordt hieraan geen verdere aandacht geschonken.

8.2 Doelvindings- fase

De eerste fase tijdens het produktontwikkelingsproces, de doelvindingsfase, biedt de mogelijkheid zeer grote invloed uit te oefenen op de milieueffecten van het produkt. Het bepalen van de functies die het produkt dient te vervullen is daarbij een van de beslissende factoren. In de praktijk wordt echter in dit stadium lang niet altijd rekening gehouden met het milieu. Enerzijds komt dit doordat de uitwerking van het produktidee tot een (voorlopig) ontwerp noodzakelijk is om een oordeel te kunnen geven over de milieuschade die kan ontstaan. Aan de andere kant wordt ook het belang van milieubeschouwingen tijdens het zoeken naar ontwikkelingsdoelen nogal eens onderschat. In een studie naar de rol van milieubeschouwingen bij projektplanning* in multinationale ondernemingen (149), is gebleken dat de rol van milieubeschouwingen sterk wisselt, maar meestal van geringe betekenis is. De aandacht voor het milieu in het planstadium lijkt toe te nemen naarmate zich bij eerdere investeringen milieuproblemen hebben voorgedaan en de risico's die aan de investering vastzitten groter zijn.

In de beschreven projecten was één zeer belangrijke keuze in alle gevallen al gemaakt, namelijk de keuze van het soort projekt dat opgestart moest worden. Tijdens de ideeënvindingsfase

* In deze studie werden investeringsprojecten in een aantal industrieën in verscheidene landen onderzocht. De meeste investeringen hadden betrekking op installaties, zoals olieraffinaderijen, maar voor produktontwikkelingsprojecten zal waarschijnlijk globaal hetzelfde gelden.



Figuur 8.4 Overzicht van de bijdrage van milieubeschouwingen aan de produktontwikkeling

aan de vestiging- en inrichtingsproblematiek voor installaties kan echter ook al veel invloed uitgeoefend worden op de uiteindelijke milieuschade. De omschrijving van de zoekvelden waarbinnen gezocht gaat worden, kan een hulpmiddel zijn bij de keuzebepaling. De kans op overmatige milieuschade kan verminderd worden met behulp van de eisen aan de zoekvelden en bij de idee-selectie. Hoewel milieuschade meestal niet volledig voorkomen zal kunnen worden, is het mogelijk deze beperkt te houden door in de ideeënvinding met milieu aspecten rekening te houden.

Op een meer concreet niveau dan het genereren van zoekvelden kunnen milieubeschouwingen tijdens de doelvindings gebruik worden als hulpmiddel bij de selectie van ideeën. Het stellen van eisen aan ideeën kan daarbij dienen als sturingsmechanisme tijdens de uitwerking en als zeef bij de selectie.

De functie van milieubeschouwingen als sturingsmechanisme bij het uitwerken van een produktidee is recentelijk in Zweden gedemonstreerd bij de introductie van aluminium bierverpakkingen door een fabrikant van verpakkingsmiddelen en een brouwerij (150). De introductie van aluminiumverpakkingen voor in Zweden gebrouwen en verkocht bier was het direkte gevolg van een sterke toename van het marktaandeel van geïmporteerd bier in aluminiumverpakkingen. In 1980 namen deze ongeveer 25% van de totale Zweedse biermarkt voor hun rekening. Ten einde op deze marktbehoefte in te spelen sloten de brouwerij en de verpakkingsfabrikant een overeenkomst af, met daarin opgenomen de verplichting te zorgen voor een goed functionerend inzamelsysteem van lege verpakkingen. Het eerste inzamelsysteem dat ontwikkeld werd berustte op een vrijwillige inzameling van de verpakkingen. Het systeem werd vervolgens met ondersteuning van dagbladen en tijdschriften in de praktijk getest. Aan het einde van deze test kwamen echter van enkele milieuoorganisaties en politieke partijen zeer kritische reacties op het vrijwillige karakter van het inzamel- en hergebruikstelsel. Volgens deze organisatie waren veel strengere maatregelen dan voorheen gewenst van de zijde van de Zweedse overheid.

Na verloop van enige tijd kwam uiteindelijk vast te staan dat de Zweedse overheid slechts onder voorwaarden akkoord wilde gaan met het voorgestelde systeem. De minimumeis waaraan het teruggavesysteem moet voldoen was een inzamelingsniveau van 70 tot 80% van het aantal verkochte verpakkingen. De basis waarop het systeem georganiseerd diende te worden was dat de aluminiumverpakking in Zweden een statiegeldverpakking zou worden. Het systeem dat in 1983 geïntroduceerd is, werkt met een retourautomaat die onderzoekt of een verpakking van aluminium is en of deze de juiste maat heeft. Ongewenste maten, ingedrukte verpakkingen en andere materialen worden niet geaccepteerd. Het statiegeld bedraagt 0,75 sKr per verpakking en wordt zowel op geïmporteerde als op in Zweden geproduceerde verpakkingen geheven.

In dit voorbeeld werd een oorspronkelijk produktidee (aluminium drankverpakking met vrijwillige inzameling) onder druk van milieubeweging en politieke organisaties aangepast. Het nieuwe produktidee berust op inzameling van de gebruikte verpakkingen op basis van een statiegeldstelsel. Deze verandering werd afgedwongen door druk van buitenaf, zoals bij milieu-aangelegenheden vaak het geval zal zijn. De verpakkingsproducent en de bierbrouwerij waren in eerste instantie uitgegaan van een inzamelsysteem op vrijwillige basis voor uitsluitend hun eigen produkten (toetre-

ding van anderen werd opengehouden). Het definitieve systeem geldt echter voor alle aluminiumverpakkingsfabrikanten en -importeurs. Dit was waarschijnlijk niet mogelijk geweest zonder de druk van buitensaf, zodat het niet zonder meer het gevolg van te weinig aandacht voor het milieu van de producent geweest hoeft te zijn. De grens tussen milieubeschouwingen in het produktontwikkelingsproces en milieubeleid van de overheid is hier niet scherp aan te geven.

De functie van milieubeschouwingen als zeef om ongewenste produktideeën uit te filteren is ook in het bovenstaande voorbeeld gedemonstreerd. Het oorspronkelijke idee, inzameling van lege verpakkingen op vrijwillige basis werd op grond van de verwachte milieueffekten afgewezen. Deze afwijzing kwam van de overheid en niet vanuit de bedrijven die het systeem wilden introduceren. Dit was uitsluitend gebaseerd op het grote aantal verpakkingen dit in de natuur achterbleef. Wanneer het tijdens verdere gesprekken tussen vertegenwoordigers van het bedrijfsleven en de overheid niet mogelijk was gebleken het produktidee op een andere, acceptabele wijze uit te werken, waren de Zweedse producenten gedwongen geweest af te zien van de introductie van aluminium biervpakkingen.

Een aantal richtlijnen met betrekking tot de ontwikkeling van nieuwe lakken met inachtneming van de milieubelangen worden genoemd door Ritz (151). Uit de opsomming die gegeven wordt blijkt een van de grootste problemen bij het ontwikkelen van milieuvriendelijke produkten, de moeilijkheid om tot methodologisch bepaalde uitspraken over de eigenschappen van een produkt voor het milieu te komen. Alle uitspraken in het artikel geven een doel aan waarnaar gestreefd moet worden, bijvoorbeeld "Möglichst geringer Anteil an organischer Lösemittel in den verarbeitungsfertigen Lacken (7). Hierin wordt weliswaar aangegeven waarnaar gestreefd dient te worden, maar wordt niet vermeld wanneer het doel bereikt is of voldoende benaderd wordt. De moeilijkheid bij opstellen van methodologisch beter bepaalde richtlijnen met betrekking tot het milieu, is dat ieder gebruiksdoel zijn eigen voorwaarden stelt. Daarnaast bestaat het risico dat een nauwkeurige omschrijving van de doelen op een punt, het verwezenlijken van andere doelen bemoeilijkt. Een hoog gehalte aan organische oplosmiddelen in lakken kan bijvoorbeeld een terugwinningsinstallatie voor het oplosmiddel in bepaalde gevallen rendabel maken. Wanneer de terugwinningsinstallatie een hoog rendement heeft, is het mogelijk dat een verlaging van het gehalte aan oplosmiddel de installatie onrendabel maakt. Het uiteindelijke doel van de vermindering van het oplosmiddel en reductie van emissies, kan daardoor bemoeilijkt worden. Uit dit voorbeeld blijkt dat het terugdringen van milieuschade en het opnemen van milieubeschouwingen in het produktontwikkelingsproces niet zonder meer parallel loopt. De overwegingen met betrekking tot het milieu dienen aangepast te zijn aan het niveau waarop het ontwikkelingsstadium van een produkt zich bevindt. Daarbij moeten de uitspraken zoveel mogelijk methodologisch bepaald zijn. In plaats van de aangehaalde uitspraak zou er dan kunnen staan: lakken voor doel X mogen niet meer dan Y% organische oplosmiddelen bevatten. Uit dergelijke uitspraken is direkt af te lezen of een produkt of produktidee met bepaalde eigenschappen aan het criterium dient te voldoen en ook feitelijk voldoet.

8.3 Doelontwikkelingsfase

Aan het einde van het doelvindingsproces is een concreet produkt: de resultaat. Voor dit produktidee zijn echter nog vele mogelijkheden voor de uitwerking open, zodat het uiteindelijke effect op het milieu nog onbepaald is. In de eerste plaats is het mogelijk invloed uit te oefenen door het bedenken van nieuwe oplossingen voor bekende problemen bij de uitwerking van het produktidee.

Een studie in opdracht van de Europese Commissie naar mogelijkheden om tijdens de produktplanning invloed uit te oefenen op de milieueffekten van produkten, noemt twee mogelijkheden voor de verandering van de milieueffekten van een produkt (153). In de eerste plaats kan een produktontwerp veranderd worden opdat het verbruik grondstoffen of energie tijdens vervaardiging of gebruik per produkt kleiner wordt, of dat schonere energiebronnen gebruikt worden. De tweede mogelijkheid is het veranderen van produktontwerpen en productieprocessen zodat de geproduceerde hoeveelheid afval (inclusief emissies naar lucht en water) afneemt. Tussen deze mogelijkheden zijn verbanden aanwezig, in de studie worden deze toegelicht met voorbeelden van auto's en drankverpakkingssystemen. De voorbeelden die in de studie gebruikt worden hebben alle betrekking op vernieuwde ontwerpen van bestaande produkten. De aandacht richt zich daarbij op beleidsmogelijkheden voor de overheid. Wanneer de konklusies worden toegepast op voorlopige ontwerpen voor nieuwe produkten, dan geldt echter hetzelfde.

In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk zijn drie mogelijkheden genoemd voor de toepassing van milieubeschouwingen tijdens het doelontwikkelingsproces, namelijk het stimuleren van nieuwe oplossingen voor bestaande problemen, het bijsturen van oplossingen en het uitzeven van niet acceptabele (deel-)oplossingen (zie figuur 8.4). De konklusies uit de studie voor de Europese Commissie geven vergelijkbare mogelijkheden aan. In deze paragraaf wordt naar mogelijkheden gezocht om milieubeschouwingen vanaf het eerste moment in het produktontwikkelingsproces in te bouwen.

Van elk van de drie hier genoemde mogelijkheden tot beïnvloeding van het doelontwikkelingsproces wordt in het volgende een voorbeeld gegeven. In de EG-studie wordt vermindering van het materiaal- en energieverbruik genoemd als een zeer belangrijke mogelijkheid om de milieueffekten van een produkt te verminderen. Ditzelfde is ook in dit rapport eerder gesteld. Een mogelijkheid tot vermindering van het energieverbruik van auto's ligt in het gebruiken van meer geavanceerde motoren, zoals de hoge compressiemotor en in de verdere toekomst bijvoorbeeld de Stirling motor. Deze en andere motoren zijn op dit moment echter nog in het ontwikkelingsstadium, zodat gunstige effecten hiervan voorlopig nog op zich zullen laten wachten. Een andere mogelijkheid voor energiebesparing bij auto's die op het ogenblik ruimte aandacht krijgt, is het stroomlijnen van het ontwerp. Deze verandering komt neer op het maken van een beter aan het gebruiksdoel aangepast ontwerp. Dit is ook een vorm van optimaliseren van het ontwerp naar energiegebruik, maar vaak gaat dit samen met het maken van lichtere konstrukties. Daarmee wordt tegelijkertijd het materiaalverbruik geoptimaliseerd.

Het bijstellen van oplossingen met het oog op de milieueffekten is aan de orde wanneer een ontwerp wordt aangepast met het oog op hergebruik en recycling. Met hergebruik wordt hier bedoeld

het opnieuw gebruiken van het rproduct in zijn oorspronkelijke staat. Hergebruik kan hetzelfde doel hebben als het oorspronkelijke gebruik, zoals bij het gebruik van retourflessen of het gebruik van een tweedehands auto. Noodzakelijk is dit echter niet, een verpakking kan bijvoorbeeld als siervoorwerp dienst doen. Met dergelijke mogelijkheden kan in de uitwerking van het produktontwerp rekening gehouden worden, zoals door aantrekkelijke vormgeving van verpakkingen of reparatiemogelijkheden voor duurzame artikelen.

Het ontwerpen met het oog op recycling heeft weer andere gevolgen. Belangrijk is hierbij dat de gebruikte materialen en onderdelen op eenvoudige wijze uit het produkt verwijderd kunnen worden. Een gevolg hiervan is dat overwegingen met het oog op recycling strijdig kunnen zijn met andere doelen. Het scheiden van materialen in een produkt wordt eenvoudiger naarmate minder verschillende materialen gebruikt worden. Voor de levensduur van een produkt is echter het gebruik van verschillende materialen toegespitst op de verschillende deel-functies gunstig. Het afwegen van de voor- en nadelen van elk van deze mogelijkheden is dermate afhankelijk van de functie van het produkt en de andere factoren waarmee in het ontwerp rekening gehouden moet worden, dat een algemene richtlijn onmogelijk is. Het is echter van belang tijdens het ontwerpen terdege rekening te houden met de invloeden van de verschillende oplossingen.

Van (deel-)ontwerpen die tijdens de doelontwikkeling afgewezen worden zullen zelden alleen de milieueffekten bepalend zijn voor de beslissing. Meestal is het afgewezen ontwerp op meerdere eigenschappen inferieur. In dit keuzeprocess leveren milieubeschouwingen slechts informatie over één eigenschap, zij het geen onbelangrijke. De milieubeschouwingen dienen daarbij zo vroeg mogelijk, dus al tijdens de doelvinding, in het proces opgenomen te worden vanwege de relatieve eenvoud waarmee in een vroeg stadium invloed uitgeoefend kan worden.

Het ontwikkelen van een nieuw produkt is echter in de praktijk meestal niet het opbouwen van een volkomen nieuwe activiteit voor het bedrijf, zoals hierboven beschreven is. In veel gevallen is het de vernieuwing van een bestaande activiteit die na verloop van tijd door ontwikkelingen in de techniek of uitbreiding van de bestaande capaciteit noodzakelijk wordt. Voor konsumentenartikelen komt dit neer op een uitbreiding van het produktassortiment, een redesign van een bestaand produkt of het vervangen van een bestaand produkt. De ruimte voor vernieuwing wordt daarbij beperkt door de aanwezige machines en know-how en de mogelijkheden tot uitbreiding daarvan. Bij het vervangen van een bestaand model door een volledig nieuw ontwerp zijn de mogelijkheden voor vervanging van de gebruikte materialen en werkingsprincipes vrijwel even groot als bij het ontwikkelen van een volledig nieuw produkt. De gebruiksfunctie ligt echter wel vast en als milieuschade aan de functie inherent is (bijvoorbeeld bij personenauto's) is deze schade niet te vermijden, maar slechts kwantitatief te verminderen. Dit in tegenstelling tot de ontwikkeling van volledige nieuwe activiteiten, waar ook de gebruiksfunctie nog open is.

Bij een uitbreiding van de modellenreeks of een redesign van een bestaand produkt is niet alleen de gebruiksfunctie vastgelegd, maar ook (in hoofdzaak) een aantal eigenschappen van het produkt met invloed op het milieu te veranderen, maar niet het

het produktconcept. Voorbeelden van respectievelijk een redesign van een bestaand produkt, een uitbreiding van de produktenreeks en het vervangen van een bestaand produkt zijn:

- het uitbrengen van een nieuw model van een bepaalde auto (betere stroomlijn, nieuwe motorophanging)
- het uitbreiden van de modellenreeks (grotere motor, meer luxe, maar dezelfde carrosserie en chassis)
- het vervangen van een bestaand type auto door een nieuw model met dezelfde doelgroep.

Bij elk van deze doelen is echter een gelegenheid om milieubeschouwingen in het proces te betrekken. In de volgende paragraaf wordt aangegeven op welke wijze het systeem voor toerekening en aggregatie van emissies dat in dit rapport ontwikkeld is, tijdens het ontwerpen toegepast kan worden.

8.4 Beoordeling van ontwerpen

In Hoofdstuk 2 van dit rapport is bij de beschrijving van de levensloop van produkten een indeling gemaakt in een aantal vervuilingsmomenten. Tijdens de produktontwikkeling kunnen deze vervuilingsmomenten dienen als hulpmiddel bij de beoordeling van de milieueffekten van een produkt. De functie ervan is het attenderen van de ontwerper op de fasen waaraan aandacht geschonken moet worden om de milieueffekten van het produkt te minimaliseren. De ontwerper kan voor de vervuilingsmomenten met behulp van de toerekenings- en aggregatiesystematiek voor (deel-)oplossingen een berekening maken van de gewogen emissies. De gewogen emissies kunnen dan weer een rol spelen bij de beoordeling van de alternatieven.

De mogelijkheden van ingrepen tijdens de vervuilingsmomenten zijn talrijk, en per vervuilingsmoment aanwezig op de niveaus die in de vorige paragraaf geschetst zijn. De ingreep kan bestaan uit het zoeken naar nieuwe oplossingen voor een probleem, het bijsturen van oplossingen en het afwijzen van ongewenste oplossingen. Beslissingen over vervuilingsmomenten en de veroorzaakte emissies kunnen met de gewogen emissies vereenvoudigd worden, maar beslissingen met gevolgen voor bijvoorbeeld de aantasting van het landschap kunnen niet op deze wijze ondersteund worden. Daarvoor zijn aparte procedures noodzakelijk.

Het berekenen van gewogen emissies kan per vervuilingsmoment gebeuren, op soortgelijke wijze als bij de kostprijsberekening. Per bedrijf kan nog een overhead berekend worden voor de druk op het milieu door algemene voorzieningen, zoals de verkoopstaf en de verlichting van gebouwen. De noodzakelijke voorwaarde voor deze toepassing is echter de beschikbaarheid van voldoende gegevens. Op dit moment zijn deze gegevens niet voorhanden, zodat deze mogelijkheid nu nog niet aanwezig is. Met behulp van de beschikbare gegevens over emissies en de indeling in vervuilingsmomenten kan toch met een bepaalde hoeveelheid werk een indicatie gegeven worden van de processen waarbij emissies veroorzaakt worden. Met name bij het vernieuwen (redesign) van produkten is een beperking tot punten waarop veranderingen mogelijk zijn zinvol.

In een later stadium, wanneer de emissiewaarden voor een groot aantal processen en materialen in een databank opgeslagen zijn. De beoordeling kan met ondersteuning van computersimulaties plaatsvinden en het ontwerp kan geoptimaliseerd worden voor zowel de milieueffekten als de eigenschappen. Met behulp van de compu-

ter is het mogelijk de optimalisering in kortere tijd en tegen lagere kosten uit te voeren dan met conventionele middelen. Het gebruik van de computer als ondersteuning is echter nooit een garantie dat het eindresultaat aan bepaalde eisen voldoet. Daarvoor is de inbreng van degene die de computer bedient te zeer bepalend.

De overgang van informatie in het informatiesysteem naar criteria voor een ontwerp is immers altijd een stap die door mensen gemaakt moet worden. Het is niet mogelijk op eenduidige wijze vast te leggen hoe deze stap voor een concreet ontwerpprobleem gemaakt moet worden. De functie die het produkt gaat vervullen speelt hiervoor een te belangrijke rol.

Voor de emissie in lucht en water kan gesteld worden dat lagere gewogen emissiewaarden gunstiger zijn dan hogere emissie-niveaus. Alternatieven die zowel voor lucht als voor water lager scoren dan andere leveren dan ook geen probleem op. Wanneer echter een (relatief) lage score in het ene compartiment gepaard gaat met een (relatief) hoge score in het andere compartiment, moet een afweging gemaakt worden.

Deze afweging bevat een subjectief element.

Het probleem wordt nog complexer door de noodzaak naast gewogen emissies nog andere factoren in de afweging te betrekken. Op het gebied van het milieu moet naast de gewogen emissies nog met aantasting van het landschap, geluid, afvalstoffen enz. rekening gehouden worden. Hoe de afweging van deze factoren uitvalt, is weer volledig afhankelijk van de situatie. Het gebruik van tropisch hardhout (dat aantasting van tropisch regenwoud veroorzaakt) is van groot belang voor het gehele milieueffect als het in de fabricage van een meubelstuk gebruikt wordt. Zeer waarschijnlijk is het daarbij van groter belang dan de emissies tijdens productie en transport. Wordt het hout echter gebruikt bij de bouw van een exclusief automodel dat op speciale bestelling van een betimmering wordt voorzien, dan zijn de gewogen emissies bij fabricage en gebruik de belangrijkste oorzaak van milieuschade. Wanneer dit automodel echter, met betimmering van tropisch hardhout, in grote aantallen vervaardigd wordt, kan de aantasting van het regenwoud toch weer het voornaamste milieueffect van dit produkt gaan worden.

In de praktijk zal de keuze uit ontwerpalternatieven echter zelden uitsluitend van de milieueffecten afhangen. Daarnaast spelen andere, zoals economische en technische, factoren een (meestal overheersende) rol. De wijze waarop milieubeschouwingen in het ontwerpproces betrokken worden, bijvoorbeeld via het programma van eisen, zal altijd afhankelijk zijn van de specifieke omstandigheden. Bij het opstellen van de criteria moeten deze kenmerken in acht genomen worden.

Als uitgangspunt bij het vaststellen van criteria voor de produktontwikkeling met betrekking tot het milieu kan de indeling in vervuilingsmomenten als check-list gebruikt worden. Milieubeschouwingen kunnen daarbij als filter dienen door de produkt-ideeën en ontwerpen per vervuilingsmoment op de volgende aspecten te evalueren. Uitwerking van de genoemde punten tot criteria behoort tot de taak van de ontwerper zelf. De lijst is bedoeld als handreiking en pretendeert niet volledig te zijn.

Milieuaspekten kunnen een rol spelen bij de keuze van:

- energie- en informatieomzettingprincipes
- vormgeving van het produkt (reduktie van materiaalgebruik, stroomlijn wanneer dit nuttig is, enz.)
- werkingsprincipes van het produkt
- materialen en materiaalcombinaties
- vormgevende bewerkingen en andere produktietechnieken.

De eisen die kunnen worden gesteld, kunnen betrekking hebben op:

- de uitwerking van het ontwerp, met betrekking tot (gewogen) emissiewaarden, geluidproduktieniveaus, schadelijke stoffen in componenten, energieverbruik tijdens produktie, transport, gebruik en afdanken, materiaalverbruik, enz.
- eigenschappen van het produktsysteem, zoals kringloopprincipes, "fail-safe" met betrekking tot het milieu, opvang van schadelijke componenten uit het produkt e.d.
- kwaliteitsniveaus voor het functioneren van het produkt, zoals eisen aan levensduur en reparatiemogelijkheden
- werkingsprincipes en de effectiviteit daarvan
- belasting van de delen van een konstruktie (bijvoorbeeld trekbelasting: staal, drukbelasting: beton).

De konkrete eisen op deze punten kunnen worden afgeleid uit vergelijkingen met emissieniveaus van andere produkten en vergelijking van deze niveaus met wat technisch en economisch haalbaar is. In het programma van eisen kan vastgelegd worden (ook op andere punten dan de emissies) aan welke kwaliteitseisen de produkten moeten voldoen. Wettelijke voorschriften enz. kunnen ook daarin betrokken worden.

8.5 Samenvatting

In dit hoofdstuk is een beknopt overzicht gegeven van de rol die milieubeschouwingen in het ontwerpproces kunnen spelen. Het ontwikkelingsproces voor nieuwe produkten kan verdeeld worden in een fase waarin het doel van de produktontwikkeling gezocht wordt en een fase waarin dit doel uitgewerkt wordt. De rol van milieubeschouwingen kan daarbij zijn dat nieuwe ideeën voor oplossingen van problemen worden aangedragen, dat oplossingen in milieuvriendelijker richting worden bijgestuurd en dat slechte oplossingen worden uitgefilterd. Deze functies kunnen milieubeschouwingen zowel tijdens de doelvinding als tijdens de doelontwikkeling hebben. Dit wordt geïllustreerd met enkele voorbeelden. Als slot van het hoofdstuk wordt een aantal gebieden genoemd waarop criteria te formuleren zijn bij de produktontwikkeling. Deze gebieden zijn hier zeer globaal beschreven, omdat de ontwerper in ieder nieuw ontwerp de criteria aan de voor het ontwerp specifieke situatie moet aanpassen.

Dit rapport beschrijft een nieuw ontwikkelde methode ter beoordeling van de milieu-effecten van produkten. Het doel van de methode is het verschaffen van zodanige informatie aan konsumenten, produktontwerpers en overheid, dat zij bij hun beslissingen rekening kunnen houden met milieu-effecten. Elk van deze potentiële gebruikers en gebruiksdoelen stelt zijn eigen eisen aan de vorm waarin de informatie gepresenteerd wordt. In dit projekt is primair met de informatiebehoefte van de konsument en die van de produktontwerper rekening gehouden.

Het uitgangspunt van de milieu-effektbeoordeling is de schade die veroorzaakt wordt door emissies van schadelijke stoffen tijdens de levensloop van het produkt inclusief alle fasen van het produktieproces. De emissies dienen als basis voor het meetbaar maken van de schade. In de uitwerking van de methode wordt uitgegaan van een lineair verband tussen emissies en milieuschade. Ruimtelijke aspecten, vast afval, schaarste van grondstoffen en dergelijke zijn in dit projekt buiten beschouwing gebleven. Voor enkele hiervan, zoals geluid, warmte en vast afval is een beoordeling op overeenkomstige wijze mogelijk. Het "toerekenen" van milieuschade ligt echter principieel anders voor aspecten zoals versnippering en verlies van biotopen, aantasting van het landschap en dergelijke. Het ontstaan of het toenemen van deze schade-aspecten is in de meeste gevallen niet direkt afhankelijk van het aantal produkten dat vervaardigd of gebruikt wordt. Binnen dit projekt waren geen mogelijkheden om nader onderzoek te doen op deze punten, zodat zij buiten beschouwing zijn gebleven.

Bij de invoering van een konsumentgericht systeem voor milieu-relevante produktinformatie kan zowel de effectiviteit als de haalbaarheid gunstig beïnvloed worden door internationale samenwerking. Het in West-Duitsland bestaande produktinformatiesysteem is dan ook van invloed geweest bij de uitwerking van presentatievormen voor de konsumentinformatie. In het Westduitse systeem wordt een keurmerk (het Umweltzeichen) toegekend aan die produkten die een uitzonderlijk goede milieukarakteristiek hebben.

Het hier ontwikkelde informatiesysteem bestaat uit een aantal elementen. Het eerste is een toerekeningssystematiek voor de emissies. Daarna volgt een aggregatiemethode om de emissies van verschillende stoffen tot één getalwaarde te sommeren. In deze aggregatiemethode wordt gebruik gemaakt van een weging van de emissies naar hun schadelijkheid. De gegevens over gewogen emissies kunnen voor produkten, processen en materialen gepresenteerd worden, afhankelijk van de behoeften van de gebruikers. Tenslotte wordt een procedure beschreven voor de beoordeling van de geaggregeerde totale emissie van produkten. De wijze van toerekening en aggregatie is voor elk van de doelgroepen gelijk. De mate van aggregatie verschilt per gebruikersgroep. Dit komt tot uitdrukking in de presentatie van de informatie voor elke groep gebruikers.

Voor de toerekening van emissies aan produkten is de levensloop van produkten in zogenaamde vervuilingsmomenten ingedeeld. Bij deze indeling zijn de produkten benaderd als produktsystemen. Dit houdt in dat voor de beoordeling de levensloop aanvangt op het moment dat de grondstoffen gewonnen worden. Het einde valt op het moment dat het produkt definitief verwijderd wordt (eventueel na hergebruik). De vervuilingsmomenten zijn fasen in het bestaan

van het produkt waarin specifieke emissies kunnen optreden. Als vervuilingsmomenten worden onderscheiden: grondstoffenwinning, vervaardiging van halfabrikaten, fabriekage van onderdelen, oppervlakbehandelingen, verpakking, transport, gebruik en afdanken. Na het gebruik van het produkt, bij het afdanken ervan, kan het door hergebruik of recycling in een eerdere fase van de levensloop terugkeren. Het is niet noodzakelijk dat het produkt (deel) of materiaal opnieuw in hetzelfde produktsysteem aangewend wordt.

Als hulpmiddel bij de uitwerking van de toerekenings- en beoordelingssystematiek zijn twee groepen voorbeeldprodukten gebruikt. Bij het onderzoeken van de konsumentgerichte aspecten van het informatiesysteem zijn drankverpakkingen gebruikt. De gegevens over drankverpakkingen zijn in een literatuuronderzoek verzameld. De tweede produktgroep, pannen, is gebruikt als voorbeeld voor de toepassing van de rekenmethode. Het voornaamste doel van de voorbeelden was het uitwerken en verfijnen van de methode. Doordat de gegevens grotendeels uit buitenlandse en/of verouderde literatuur afkomstig zijn en het vergaren van voldoende aktuele gegevens over de situatie in Nederland binnen dit projekt niet mogelijk was, kunnen uit het cijfermateriaal geen harde konklusies over huidige produktsystemen in Nederland getrokken worden.

De keuze van emissies als uitgangspunt voor de beoordeling van produkten brengt mee dat per proces een grote hoeveelheid gegevens verwerkt moet worden. Per proces kunnen immers vele verschillende stoffen worden uitgestoten, die alle hun eigen effecten op het milieu kunnen hebben. Het samenvoegen van de emissiegegevens kan per stof gebeuren, door de uitstoot van de stof in alle processen na te gaan. Ook is het mogelijk per proces alle verschillende stoffen te sommeren en voor een produkt de gegevens uit alle processen na te gaan. In dit projekt is gekozen voor een weging en optelling per proces omdat hiermee wordt aangesloten bij de ontwerppraktijk. Het gewogen totaal voor een produkt wordt door deze keuze niet beïnvloed.

In de toerekeningssystematiek wordt uitgegaan van een toerekening op gewichtsbasis. Wanneer een proces meerdere eindprodukten opbrengt, wordt het aandeel van elk produkt in de emissies bepaald door de verhouding van de gewichten van de produkten. Dit kan echter voor eindprodukten met grote waardeverschillen tot onjuistheden leiden. Het produkt dat de hoogste opbrengst heeft, kan het hoofdprodukt van het proces zijn, terwijl het produkt met het grootste volume het nevenprodukt van het proces is. In dat geval is het zinvol de emissies toe te rekenen op grond van de aandelen in de economische opbrengst van het proces.

Tussen de twee methoden kan (overigens op arbitraire gronden) een grens getrokken worden, bijvoorbeeld bij een opbrengstverhouding van 1:10.

In de aggregatiemethode worden de emissies ten behoeve van de weging opgevat als een stroomgrootheid. Een emissie kan worden opgevat als de hoeveelheid (van de geëmitteerde stof) die vrijkomt per eenheid prestatie van het proces of het produkt. De geëmitteerde stof komt vrij in een stroom gas of water. In een andere schrijfwijze kan dit weergegeven worden als het produkt van de concentratie (van de stof) in de stroom (gas of water) en de omvang van de stroom die verontreinigd wordt. De weging wordt uitgevoerd met MAC-waarden en EEG-drinkwaternormen.

Het meest discutabele punt in deze weging als maat voor de milieuschade is dat de weging wordt uitgevoerd met immissienormen voor de mens. Een weging met emissienormen zou ook zinvol kunnen zijn, maar om een drietal redenen is hiervan afgezien. Ten eerste treedt schade op bij de immissie, zodat de schadelijkheid in principe beter door immissienormen dan door emissienormen uitgedrukt kan worden. In de tweede plaats bestaan tamelijk volledige en internationaal goed overeenstemmende lijsten van MAC-waarden en drinkwaternormen. Van emissienormen zijn dergelijke lijsten niet voorhanden, terwijl ook plaats- en procesafhankelijke factoren een rol spelen in emissienormen. Als derde, en zeker niet onbelangrijkste, argument voor het gebruik van MAC-waarden en drinkwaternormen geldt dat een duidelijke samenhang bestaat tussen deze waarden en de schadelijkheid van de stoffen voor hogere diersoorten. In veel gevallen zijn de normen zelfs afgeleid uit de resultaten van dierproeven. Tussen de gebruikte waarden en de uiteindelijk in het natuurlijk milieu optredende schade zal dan ook een zeker verband bestaan.

De drinkwaternormen en MAC-waarden worden opgegeven als concentraties. Omdat ook de emissie een concentratie heeft, is de weging op te vatten als het vermenigvuldigen van een dimensieloos getal (het quotiënt van deconcentratie van de emissie en de normwaarde) met de stroom (gas of water).

De drinkwaternormen en MAC-waarden worden opgegeven als concentraties, waardoor na weging het produkt overblijft van een dimensieloos getal (het quotiënt van de twee concentraties) en de stroom (gas of water). Voor iedere stof levert dit een getal op dat op te vatten is als het aantal kubieke meters lucht (of water) dat door de betreffende stof verontreinigd wordt tot een niveau waarop gebruik door mensen nog juist mogelijk wordt geacht.

Als rekeneenheid voor de gewogen emissies wordt in het rapport voor emissies in lucht de "Eenheid Vervuilde Lucht" (EVL) en voor water de "Eenheid Vervuilde Water" (EVW) geïntroduceerd. Door middel van een omrekeningsfaktor kunnen deze gewogen emissies in elkaar worden omgerekend, maar zij kunnen dan niet meer als een fysische grootte worden geïnterpreteerd. Tevens heeft deze omrekening het methodologische bezwaar dat een onduidelijke subjektiviteit in de beoordeling wordt ingebracht. De subjektiviteit die vanzelfsprekend ook in een beoordeling zonder samenvoeging schuilt, wordt niet verdoezeld en is daarom te prefereren. Ter illustratie wordt deze omrekening echter wel in enkele van de voorbeelden toegepast als de presentatievormen aan de orde komen.

De onderstaande formule geeft de kern van de aggregatiemethode, de weging van de emissies, weer. In de formule wordt de weging voor een stof uitgevoerd. Doordat de emissies voor alle stoffen in de zelfde "dimensie" worden uitgedrukt (maximaal vervuilde, juist onschadelijke kubieke meters lucht of water), is dit slechts een eenvoudige optelling van alle waarden voor lucht en die voor water. In volgende formules wordt de vorm voor verschillende toepassingen vastgelegd.

$$\text{Gewogen emissie EVL} = \frac{\text{emissie/ton}}{\text{MAC}} = \frac{\text{conc. emissie}}{\text{conc. MAC}} \times \frac{\text{afvalstroom gas (water)}}{\text{ton produkt}} \quad (1)$$

Interpretatie van deze uitdrukking levert op:

- de verhouding tussen de concentratie van de emissie en de MAC-waarde geeft aan hoe vervuild de afvalstroom is,
- de afvalstroom geeft aan hoeveel gas of water bij het proces werkelijk wordt vervuild en dus hoe efficiënt het proces in dit opzicht is,
- het (samengetrokken) produkt geeft aan hoeveel kubieke meter lucht (of water) bij verdunning tot een concentratie waarbij de mens nog juist geen schade ondervindt vervuild raken.

Een belangrijk punt in de wegingsmethode is dat de milieuschade door een lineaire funktie van de emissies wordt benaderd. Om praktische redenen, met name de mogelijkheid van een eenvoudige optelling van de emissiehoeveelheden en het gebrek aan beschikbare kennis op de betreffende gebieden, zijn niet-lineaire relaties tussen emissie en feitelijke schade buiten beschouwing gebleven. Niet-lineaire effecten, zoals synergetische en cumulatieve effecten, kunnen voor sommige stoffen wel optreden. Voor zover dit niet in de normwaarden is verwerkt, wordt hiervan echter geabstraheerd.

Het effect dat een hogere concentratie zou veroorzaken, variërend van hinder tot vormen van ziekte of zelfs overlijden, blijft in de berekening buiten beschouwing.

De uitdrukkingen voor de gewogen emissie per hoeveelheid eindprodukt (2), eventueel: gewogen emissies per hoeveelheid produkt (of de hoeveelheid prestatie per jaar) (3), of gewogen emissies per f 1.000.000 afzet van het produkt (4) zijn uitbreidingen van uitdrukking (1). In de uitgebreide vorm bevat de uitdrukking een term voor de hoeveelheid die van een materiaal in een eindprodukt verwerkt wordt. Als eindprodukt kan ook een bepaalde prestatie gekozen worden, zoals een aantal afgelegde kilometers of een hoeveelheid afgeleverde drank.

$$\text{gewogen emissie per produkt: } \Sigma \frac{\text{conc. stroom}}{\text{conc. MAC}} \times \frac{\text{m}^3}{\text{ton materiaal}} \times \frac{\text{ton materiaal}}{\text{produkt}} \quad (2)$$

$$\text{gewogen emissie per jaar: } \Sigma \frac{\text{conc. stroom}}{\text{conc. MAC}} \times \frac{\text{m}^3}{\text{ton materiaal}} \times \frac{\text{ton materiaal}}{\text{produkt}} \times \frac{\text{produkt}}{\text{jaar}} \quad (3)$$

$$\text{gewogen emissie per f 1.000.000: } \Sigma \frac{\text{conc. stroom}}{\text{conc. MAC}} \times \frac{\text{m}^3}{\text{ton materiaal}} \times \frac{\text{ton materiaal}}{\text{f 1.000.000}} \quad (4)$$

(met x produkten = f 1.000.000)

Door de bovenstaande uitdrukkingen uit te vermenigvuldigen, kunnen de gewogen emissies berekend worden per produkt, per jaar of per gulden. Na deze aggregatie komt uiteindelijk de beoordeling ten behoeve van de konsument. Het gewogen emissietotaal vormt de basis voor de vergelijking van produkten in een produktgroep op hun milieu-effecten.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van feitelijke emissiegegevens. Ook is het mogelijk met geschatte waarden een vergelijking te maken van de emissies die ontwerpalternatieven veroorzaken. Bij deze vergelijking is informatie over processen en materialen nodig. In de beoordeling wordt verondersteld dat lagere gewogen emissiewaarden tot minder milieuschade leiden.

Naast de aggregatiemethode maakt ook een beoordeling van de gewogen emissies deel uit van het informatiesysteem.

Het laatste deel van het informatiesysteem betreft de overdracht van de informatie aan consumenten, overheid en ontwerpers. De wijze waarop dit gebeurt is van essentieel belang voor de effectiviteit van het informatiesysteem. Een definitieve aanbeveling hierover is in dit project niet mogelijk, maar een aantal suggesties wordt wel gedaan. Voor de vormgeving van de informatie aan consumenten zijn de voorstellen deels gebaseerd op het West-Duitse milieuvignet waarin alleen het eindoordeel gegeven wordt en meer uitgebreide presentatievormen waarin dit vignet verwerkt is. Andere mogelijkheden zijn gebaseerd op vergelijkend warenonderzoek en andere vormen van konsumenteninformatie. Voor de produktontwerper is niet alleen de wijze waarop de informatie aangeboden wordt (elektronisch of schriftelijk) van belang. Medebepalend is de mogelijkheid informatie over milieu effecten te combineren met andere gegevens, zoals bijvoorbeeld de treksterkte en de elasticiteitsmodulus van materialen. Deze combinatie mogelijkheden zijn belangrijk voor de bewerkelijkheid van de beoordeling van produktontwerpen, processen en materialen. Geautomatiseerde verwerking van de gegevens kan de hanteerbaarheid van de informatie en de toegankelijkheid van het systeem (of van de systeemdelen) sterk verbeteren.

Naast de definitieve keuze van de wijze van informatieoverdracht, vallen nog enkele besluiten over de uitwerking van het produktinformatiesysteem buiten de mogelijkheden van dit project. Met name de vererving van gegevens voor het systeem is van groot belang voor de werking van het systeem en de kosten die eraan verbonden zijn.

Als bron voor gegevens bij het opzetten van het informatiesysteem kan wellicht van de gegevens in de Emissie Registratie van het Ministerie van VROM gebruik gemaakt worden. Met de aggregatiemethode valt aan de geheimhoudingsverplichtingen te voldoen. Het gebruik van deze uitgebreide bron van informatie kan het verzamelen van gegevens aanzienlijk vereenvoudigen en kan tevens helpen de kosten hiervan laag te houden.

Gezien deze overwegingen dienen de mogelijkheden voor gebruik van de Emissie Registratie als basis voor een informatiesysteem zeker nader onderzocht te worden. Indien het informatiesysteem uitsluitend gegevens verstrekt in de vorm van gewogen emissies, levert dit in veel gevallen onvoldoende informatie op voor procesontwerpers. Voor hen zal op andere wijze informatie over milieueffecten verzameld moeten worden. Als laatste volgen hier nog enige conclusies die uit het onderzoek getrokken kunnen worden.

- Bij producten is in veel gevallen de vervaardiging van materialen uit grondstoffen de voornaamste oorzaak van milieuverontreiniging. Een uitzondering wordt gevormd door produkten die tijdens het gebruik emissies veroorzaken, bijvoorbeeld door energieverbruik. Minimalisering van het materiaalgebruik en van het energieverbruik dragen dan ook wezenlijk bij aan het schoonhouden van het milieu.

- Levensduurverlenging van produkten levert in het algemeen materiaalbesparingen op en is in veruit de meeste gevallen gunstig voor het milieu.
- Betere procesbeheersing levert in veel gevallen zowel een hoger (financieel) rendement als een reductie van emissies op.
- Informatieoverdracht aan potentiële gebruikers van produkten kan hen helpen in hun beslissingen met het milieu rekening te houden.
- Het is mogelijk een maat te geven aan de verontreiniging die een proces veroorzaakt door het aantal kubieke meters lucht of water te berekenen dat vervuild wordt bij verdunning van de emissies tot een net niet-schadelijke concentratie.
- Een Nederlands produktinformatiesysteem moet bij invoering afgestemd worden op het in West-Duitsland bestaande systeem.
- Een konsumenteninformatiesysteem kan alleen een bijdrage leveren aan de kwaliteit van het milieu wanneer bij de beoordeling van het produkt milieu-eigenschappen tegen functionele eigenschappen afgewogen kunnen worden.
- Invoering van delen van het systeem kan los van konsumenten-informatie zinvol zijn, met name bij de ontwerpgerichte delen van het systeem en bij het overheidsaankoopbeleid.

Literatuuroverzicht

- (1) Royston, M.G., Pollution Prevention Pays. Pergamon Press, Oxford enz., 1979.
- (2) Vos, J.B. et al., Consumptieve activiteiten, milieuverontreiniging en energieverbruik. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, 1982.
- (3) Jansen, H.M:A. et al., Milieuverontreiniging en produktiestructuur in Nederland, dl. 1 & 2. IVM-VU, Amsterdam, 1978.
- (4) Bericht in: De Volkskrant, 9-12-1982.
- (5) Mens en Milieu, deel 2: Zorg voor een zuivere lucht. Stichting Toekomstbeeld der Techniek, 's-Gravenhage, 1973, blz. 23.
- (6) Meer, F. v.d., Attitude en milieuge drag. RUL, Leiden, 1981, blz. 261-262.
- (7) Gladwin, T.N., Environment, Planning and the Multinational Corporation. JAI Press, Greenwich, Conn., 1977.
- (8) Royston, M.G., op. cit.
- (9) Macias, E.S. and P.K. Hopke, eds., Atmospheric Aerosols: source/air quality relationships. American Chemical Society, Washington, 1981.
- (10) Meer, G.J. v.d. en J.C. van Weenen. Scenario voor het hergebruik van huishoudelijk afval. Onderzoekreeks, nr. 5, dec. 1982. IVAM, Universiteit van Amsterdam, 1982, p. 7.
- (11) U.S. Environmental Protection Agency. Resource and Environmental Profile Analysis of Nine Beverage Container Alternatives. Final Report U.S.G.P.O., Washington, 1974. Uitgevoerd door het Midwest Research Institute (MRI), zie boek (14).
- (12) Anon. Umweltcheck: Damit Ihr Produkt durchkommt. In: Absatzwirtschaft, 8 (1981), p. 24.
- (13) In de Westduitse Bundesimmissionsgesetz (Stoffliste-Emissionsklassen) wordt de volgende klasseindeling gehanteerd:

Stoffen uit klasse I,	
bij een massastroom van 0,1 kg/h en meer :	20 mg/m ³
Stoffen uit klasse II,	
bij een massastroom van 1 kg/h en meer :	50 mg/m ³
Stoffen uit klasse III,	
bij een massastroom van 3 kg/h en meer :	75 mg/m ³
in: Roth, L.	
Sicherheitsdaten. MAK-Werte.	
Ecomed Verlag, München, 1980 (2e druk), p. 21.	
- (14) Deze studie is de eigen, herziene uitgave van het MRI van de Research and Environmental Analysis of nine Beverage Container Alternatives, die ook in (11) genoemd is. In het vervolg wordt in de meeste gevallen naar deze studie verwezen onder de naam MRI.
- (15) Boustead, I. and G.F. Hancock, Energy and Packaging, Ellis Horwood, Chichester, 1981.
- (16) OECD, Beverage Containers, Re-use or Recycling, Paris 1978, p. 62.
- (17) Two Examples of low Emission Technologies in the Pulp and Paper Industry. Jochem, E. In: Non-waste Technology and Production, p. 469-480, UN-ECE, Genève 1979.
- (18) Informatie Bing & Grøndahl, tijdens exkursie: "Design & Marketing", Industriële Vormgeving, april 1981

- (19) - Instituut voor Afvalstoffenonderzoek: Beperking en hergebruik van afval van particuliere huishoudingen.
IVA-publikatie 47, Amersfoort 1980.
- Dirken, J.M., Materiaalgebruik door de konsument,
In: Over, J., Materialen voor onze samenleving, Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Den Haag 1976.
- Kroonenberg, H.H. v.d. en J. Braam
Grondstof, energie- en milieubewustontwerpen,
in: Bedrijf & Techniek, 16 juni 1978 en 11 augustus 1978.
- (20) Box, J.M.F., in: ESB 16-9-1981, p. 896-902. Verlenging van de levensduur van duurzame consumptiegoederen.
- (21) Packaging in Glass.
Moody, B.E.
London, 1977 (rev. ed.) (p. 333).
Hutchinson Benham Ltd.
- (22) OECD, op. cit., p. 27.
- (23) Zum Tag des Schweizerischen Verpackungswesens am 5. Mai 1982.
Fuchs, E.; Präsident des Schweizerischen Verpackungsinstituts (SVI)
In: Die Verpackung, april 1982, p. 6.
- (24) Nunn, D.W.
Alternative Milk Containers. What are the Consequences?
Bergen 1980, voor het Chr. Michelsen Institute.
- (25) Nunn, op. cit., p. 58.
- (26) Meer, v.d., en v. Weenen, op. cit., p. 6.
- (27) OECD, op. cit., Appendix 4.
Recommendation of the Council concerning the Re-Use and Recycling of Beverage Containers, p. 158.
- (28) Beverage Containers and Public Intervention
Lidgren, K.
University of Lund, Lund 1980.
- (29) Relatie Kunststoffen en Milieu
Deel A: Procesgegevens
Deel B: Grondstoffen en milieukonsequenties van energieverbruik.
TNO : IvV en KRI
Frieling, T. et al.
Delft, 1978.
- (30) Non-waste Technology and Production
UN-Economic Commission for Europe,
Pergamon Press, Oxford 1978.
- (31) Idem, p. 401, Fornerod, W.P.,
Packaging Alternatives for Wine.
- (32) Idem, p. 427, Maystre, Y.,
The Recovery of Glass in Switzerland.
- (33) Idem, p. 501, Sprenger, W.
The application of material-saving and low-waste technologies in the metal container industry with special reference to drawn and wall-ironed beverage cans.
- (34) Idem, p. 519, Hallensleben, V.
The Heye-EPB Process, a Low-Waste Technology.
- (35) Second International Tinplate Conference 1980,
Proceedings
International Tin Research Institute, London 1980.
I.T.R.I. Publication, no. 600.
- (36) Idem, p. 482-488, Recycling Project Mierlo
Stein Callenfels, G.W. van and L.R.J. Lamers.

- (37) Idem, p. 468. Extracts from American Society for Testing and Materials: ferrous scrap and specifications, In: The recovery of high-grade steelscrap and tin from refuse derived used cans.
Thomson, J.F., p. 452-473.
- (38) OECD, op. cit., p. 63.
- (39) OECD, op. cit., p. 62.
- (40) MRI, op. cit., p. 18, table 10.
- (41) TNO, (A), p. 87/88, tabel 23.1.
- (42) MRI, op. cit., p. 30 e.v.
Soda Ash Manufacture.
- (43) TNO, (A), p. 74, hfdst 22.1,
De bereiding van soda, tabel 22.1.
- (44) TNO, (A), p. 85.
- (45) TNO, (A), p. 104.
- (46) MRI, op. cit., p. 35.
- (47) Moody, op. cit., p. 29.
- (48) Moody, op. cit., p. 68.
- (49) Moody, op. cit., p. 58.
- (50) US-EPA, op. cit., zie noot (11, 14), p. 20.
- (51) Boustead & Hancock, op. cit., p. 352.
- (52) Hallensleben, op. cit., p. 523.
- (53) Nunn, op. cit., Appendix 2, p. 27.
- (54) MRI, op. cit., p. 18.
- (55) TNO (A), p. 37.
- (56) Boustead & Hancock, op. cit., p. 106.
- (57) Boustead & Hancock, op. cit., p. 53.
- (58) Boustead & Hancock, op. cit., p. 112.
- (59) Boustead & Hancock, op. cit., p. 212.
- (60) Boustead & Hancock, op. cit., p. 219.
- (61) MRI, op. cit., p. 22 (tab. 14).
- (62) TNO, (A), p. 111.
- (63) Boustead en Hancock, op. cit., p. 111.
- (64) Nunn, op. cit., p. 28.
- (65) Fornerod, op. cit., p. 421.
- (66) Haystre, op. cit., p. 436-439.
- (67) Belt, J.J. et al. Toepassing van materialen in eengezinshuizen.
in: J.A. Over (red.).
Materialen voor onze samenleving.
Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Den Haag, 1976, p. 189.
- (68) Kemna, R.B.J. Energiebewust ontwerpen. Industrieel ontwerpen b.o., deel 1. Technische Hogeschool Delft, Tussenaafdeling Industrieel Ontwerpen Delft, 1981, p. 37.
- (69) Nunn, op. cit., p. 28.
- (70) MRI, op. cit., p. 36.
- (71) TNO, (A), p. 90 e.v.
- (72) Boustead, I. and G.F. Hancock. Handbook of Industrial Energy Analysis. Ellis Horwood, Chichester, 1979. Energy requirements of some industrial processes, p. 309 e.v.
- (73) Prijzen van tin op de LME, d.d. 17 augustus 1983; in: NRC Handelsblad, 18 augustus 1983.
- (74) Sprenger, W., op. cit., p. 508, 509.
- (75) Barry, B.T.K., Tinplate, The Challenge of the Eighties; in: Proc. Sec. Int. Tinplate Conf.
- (76) MRI, op. cit., p. 97.
- (77) Hellot, Y. The Iron and Steel Industry: Pollution Control and Recycling; in: Non-Waste Technology and Production, p. 355.

- (78) MRI, op. cit., p. 98.
- (79) Hellot, op. cit., p. 360.
- (80) Spada, A. la, Tinplate in the 1970's, World Statistics: Production, Trade and Consumption, in: Proc. Sec. Int. Tinpl. Conf., Table 1, p. 31-32.
- (81) Barry, B.T.K., op. cit., p. 12.
- (82) Als voorbeelden van literatuur waarin drankverpakkingen in het zwerfvuul en maatregelen daartegen worden hier genoemd: National Beverage Container Deposit Legislation: A Cost-Benefit Analysis, in: Journal of Environmental Systems, Vol. 12 (1), 1982-83. Getränkeverpackungen in Spiegel nationaler und internationaler Abfallwirtschaftspolitik; in: Neue Verpackung, okt. 1981, p. 1465. Beverage Containers: Re-use or Recycling, OECD, Paris, 1978.
- (83) Stel: voor de verpakking en de inhoud gelden de volgende massa's:
 Verpakking: 0,050 kg
 Inhoud : 0,33 kg
 en de volgende soortelijke warmten:
 Verpakking: $0,45 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (ijzer)
 Inhoud : $4,19 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (water)
 dan volgt hieruit voor het aandeel van de verpakking per graad temperatuurverandering:
 aandeel verpakking : aandeel inhoud =
 $0,45 \cdot 0,05 : 4,19 \cdot 0,33 \approx 1 : 60$
 Deze verhouding zal niet helemaal kloppen vanwege de toevoegingen zowel aan de verpakking als aan de drank, maar geeft wel een globale indikatie van het verschil.
- (84) Müllschrott für Stahlwerke,
 Anon,
 in: Umweltmagazin, April 1982, p. 18.
- (85) Dosenschrott aus dem Hausmüll
 Anon,
 in: Rohstoff-Rundschau, 13 (1982), p. 344.
- (86) Thomson, J.F., The Recovery of High-grade Steel Scrap from Refuse-derived Cans.
 in: Proc. Sec. Int. Tinpl. Conf., p. 458.
- (87) Idem, p. 459.
- (88) Stein Callenfels, G.W. van en L.R.J. Lamers
 Recycling Project "Mierlo"
 in: Proc. Sec. Int. Tinpl. Conf., p. 484-485.
- (89) Russell, C.S. and W.J. Vaughan
 Steel Production Processes Products and Residuals.
 Published for Resources for the Future.
 Johns Hopkins University Press.
 Baltimore and London, 1975, p. 166.
- (90) Haucke, M. and W. Theobald,
 Dusts and Sludges in the Steel Industry.
 in: Non-Waste Technology and Production, p. 484-485 en 498.
- (91) MRI, op. cit., p. 95, tabel 51.
- (92) MRI, op. cit., p. 22, tabel 14.
- (93) MRI, op. cit., p. 96.
- (94) MRI, op. cit., p. 26.
- (95) Russell and Vaughan, op. cit., p. 34 e.v.
- (96) Pyrolyse is het verhitten (van de steenkool) bij afwezigheid van lucht. Voor de cokesfabrikage wordt de steenkool gedurende 16 tot 20 uur verhit.
- (97) Russell en Vaughan, op. cit., p. 163.

- (98) Hick, P. et H. Piron,
Les eaux résiduaires industrielles.
Cas d'une usine sidérurgique intégrée: Cockerill,
in: La Technique de l'eau et de l'assainissement, 406 (okt. 1980),
p. 37.
- (99) Hellot, op. cit., p. 358.
- (100) Hick en Piron, op. cit., p. 37.
- (101) Russell en Vaughan, op. cit., p. 190.
- (102) Idem, p. 170.
- (103) Hellot, op. cit., p. 362.
- (104) Russell en Vaughan, op. cit., p. 139-144.
- (105) Hick en Piron, op. cit., p. 44.
- (106) MRI, op. cit., p. 104 en 106.
- (107) Boustead and Hancock, Energy and Packaging.
p. 430, 433, 436 en 439: waarden voor: Container delivery en
Retail delivery voor resp.: - Three-piece tinplate
- Three-piece tin-free steel
- Two-piece tinplate
- Two-piece aluminium
- (108) MRI, op. cit., p. 106.
- (109) Westergren, in: Proc. Sec. Int. Tinplate Conf., p. 23.
- (110) Kemna, op. cit., p. 17.
- (111) Boustead en Hancock, Energy and Packaging, p. 91.
- (112) Idem, p. 163.
- (113) Idem, p. 169.
- (114) Idem, p. 430 en p. 436.
- (115) Meissel, G.H.E.
Rückgabesystem für gebrauchte Getränkedosens.
in: Umwelt; Forschung; Gestaltung, Schutz 5 (1982), p. 315.
- (116) MRI, op. cit., p. 119.
- (117) Idem, p. 120, 121.
- (118) Hager, B.
Stand der Technik bei Primär aluminiumhütten, Umweltbundesamt,
Berlijn, 1978.
- (119) MRI, op. cit., p. 122.
- (120) Idem, p. 112 en p. 123.
- (121) Hager, op. cit., p. 85.
- (122) MRI, op. cit., p. 124.
- (123) Hager, op. cit., p. 56.
- (124) MRI, op. cit., p. 125.
- (125) Idem, p. 126, 127
- (126) Idem, p. 113.
- (127) Boustead en Hancock, Energy and Packaging, p. 440.
- (128) Boustead en Hancock, Handb. of Ind. Energy Anal., p. 348.
- (129) Boustead en Hancock, Energy and Packaging, p. 172.
- (130) Idem, p. 429.
- (131) Meer, F. v.d., op. cit., p. 262.
- (132) Rogers, E.M.
The Diffusion of Innovations,
The Free Press, New York, 1962.
- (133) - Box, J.M.F.,
Konsument en informatie,
Delftse Universitaire Pers, Delft, 1979.
- Howard, J.A. en J.H. Sheth,
Theory of Buyer Behavior
J. Wiley & Sons, N.Y. 1969

- Thorelli, H., A. Becker en J. Engledow,
The information seekers
Cambridge Mass., 1975.
- (134) Bittance, J.C. (ed.)
When computers select materials.
in: Materials Engineering, jan. (1983), p. 38.
- (135) Kemna, op. cit., p. 17.
- (136) Hucke, J. et al.
Umweltschutz in der öffentlichen Vergabepolitik.
Umweltbundesamt, Berlijn, 1981.
- (137) Anon
Umweltcheck: damit Ihr Produkt durchkommt,
in: Absatzwirtschaft, augustus (1981), p. 25.
- (138) CBS, statistische onderzoeken,
M1, Waterverontreiniging in relatie tot productie en bestedingen, 1969, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1977.
- (139) CBS, statistische onderzoeken,
M6, Energieverbruik, luchtverontreiniging en productiestructuur, 1970, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1979.
- (140) Jansen, H.M.A. et al.,
Milieuverontreiniging en productiestructuur, deel 2.
IVM-VU, Amsterdam, 1978.
- (141) Nederlandse Stichting voor Kostentechniek.
WEBCI-prijzenboekje (8e druk)
NAP, Den Haag, 1978.
- (142) Latzko, D.G.H.
Energiebesparing, bijdrage in: collegedictaat Inleiding in de milieukunde, dl. 2, cursus 1979. T.H. Delft, p. 26.
- (143) Tabel overgenomen uit: MRI, op. cit., p.
- (144) Eekels, J.
Industriële doelontwikkeling,
Van Gorcum, Assen, 1973.
- (145) Kroonenberg, H.H. v.d. en J. Braam,
Grondstof-, energie- en milieubewust ontwerpen,
in: Sigma 24 (1978), no. 6, p. 160-167.
- (146) Figuur overgenomen uit: Eekels, J. en N. Roozenburg,
collegedictaat Ontwerpmethodologie (iv 6). TH Delft, Tussenafdeling Industriële Vormgeving, Delft, 1976, p. 2.8.
- (147) Idem, p. 5.10.
- (148) Voor een uitgebreidere beschrijving van het begrip zoekveld, zie:
- VDI Taschenbuch T76. Düsseldorf, 1976, p. 19-30, en
- Eekels, J. Collegedictaat Produktbeleid en produktplanning I, (iv 20). Tussenafdeling Industriële Vormgeving, TH Delft, Delft, 1980.
- (149) Gladwin, T.N.
Environment, Planning and the Multinational Corporation, JAI Press, Greenwich, Conn., 1977.
- (150) Meissel, op. cit., p. 315-317.
- (151) Ritz, J.
Umweltfreundlichkeit, Ziel der Lackentwicklung,
in: Chemische Industrie, 34 (dec. 1982), p. 833-837.
- (152) Idem, p. 833.
- (153) Environmental Resources Ltd.,
Product Planning, The relationship between product characteristics and environmental impact.
Graham & Trotman Ltd, London, 1978.

- (154) MRI, op. cit., fig. 5 (ABS-fabrikage), p. 51.
(155) MRI, op. cit., fig. 1 (glasfabrikage), p. 11.
(156) MRI, op. cit., fig. 15 (staalfabrikage), p. 88.
(157) MRI, op. cit., fig. 18 (aluminiumfabrikage), p. 114.
(158) Standaard Produkt Informatie, FEHAN/VLET, eigen uitgave.
(159) Tabel overgenomen uit: Koopkracht, april 1982, p. 6.
(160) MRI, op. cit., tabel 13, Impacts for 1 million beer containers,
p. 21.

Sectorindeling van het CBS
Deze indeling is gebruikt bij het berekenen van de emissies
in hoofdstuk 7.

1	Wachpostenlij	.....
2	Alkars - kuis- en bodemw	.....
3	Vlaamse	.....
4	Koolen/Johnson	.....
5	Weg	.....
6	Archiefs	.....
7	Weg en landverkeer	.....
8	Schepenlijnen, vliegmaatschappij	.....
9	Vluchtmaatschappijen	.....
10	Weg	.....
11	Overzees vervoer	.....
12	Schepenlijnen	.....
13	Wegvervoer en vliegtuigen	.....
14	Wegvervoer	.....
15	Wegvervoer	.....
16	Wegvervoer	.....
17	Wegvervoer	.....
18	Wegvervoer	.....
19	Wegvervoer	.....
20	Wegvervoer	.....
21	Wegvervoer	.....
22	Wegvervoer	.....
23	Wegvervoer	.....
24	Wegvervoer	.....
25	Wegvervoer	.....
26	Wegvervoer	.....
27	Wegvervoer	.....
28	Wegvervoer	.....
29	Wegvervoer	.....
30	Wegvervoer	.....
31	Wegvervoer	.....
32	Wegvervoer	.....
33	Wegvervoer	.....
34	Wegvervoer	.....
35	Wegvervoer	.....
36	Wegvervoer	.....
37	Wegvervoer	.....
38	Wegvervoer	.....
39	Wegvervoer	.....
40	Wegvervoer	.....
41	Wegvervoer	.....
42	Wegvervoer	.....
43	Wegvervoer	.....
44	Wegvervoer	.....
45	Wegvervoer	.....
46	Wegvervoer	.....
47	Wegvervoer	.....
48	Wegvervoer	.....
49	Wegvervoer	.....
50	Wegvervoer	.....
51	Wegvervoer	.....
52	Wegvervoer	.....
53	Wegvervoer	.....
54	Wegvervoer	.....
55	Wegvervoer	.....
56	Wegvervoer	.....
57	Wegvervoer	.....
58	Wegvervoer	.....
59	Wegvervoer	.....
60	Wegvervoer	.....
61	Wegvervoer	.....
62	Wegvervoer	.....
63	Wegvervoer	.....
64	Wegvervoer	.....

Een punt dat in de uitwerking van het produktinformatie-systeem aandacht heeft gekregen is de afstemming van het Nederlandse systeem op in het buitenland bestaande systemen. De belangrijkste informatiesystemen die voor milieurelevante produktinformatie ontwikkeld zijn, zijn het Westduitse systeem met het Umweltzeichen, het Zwitserse Oekoprofil en de Resource and Environmental Profile Analysis (REPA) uit de Verenigde Staten. Het Zwitserse en het Amerikaanse systeem gaan uit van een beschrijving van de levensloop van een produkt zoals ook in deze studie wordt gehanteerd, van wieg tot graf dus. Bij de toerekening van emissies worden eveneens soortgelijke uitgangspunten gehanteerd als in deze studie. Het Oekoprofil en de REPA zijn reeds in het rapport beschreven en voor een verdere toelichting wordt daarheen verwezen.

Het Zwitserse systeem heeft in een latere ontwikkeling een vorm gekregen die sterk lijkt op de methode die in dit rapport ontwikkeld is. Uitgangspunt van de Zwitserse methode is dat door emissies een zekere hoeveelheid lucht of water verontreinigd wordt en daardoor in feite verloren gaat. De concentraties van de emissies worden gewogen met behulp van immissieconcentraties. Deze methode stemt wat betreft de opzet overeen met de methode die in het rapport wordt voorgesteld. Of ook de uitwerking van het systeem het zelfde resultaat heeft opgeleverd, kan hier niet beoordeeld worden, omdat het Zwitserse rapport eerst in januari 1984 verwacht wordt. De beschrijving van het systeem is gebaseerd op persoonlijke informatie van prof. Finke, directeur van de EMPA St.Gallen, het instituut dat de methode ontwikkeld heeft. Een nader onderzoek naar de overeenkomsten en verschillen is noodzakelijk vanwege het belang van internationale coördinatie op dit gebied. Op dit moment is voorzien dat het Zwitserse informatiesysteem zich voornamelijk op een deel van de milieuproblematiek zal richten, namelijk op het energieverbruik en de emissies die daarmee samenhangen.

Het laatste produktinformatiesysteem dat in deze bijlage beschreven wordt is het Westduitse systeem met het Umweltzeichen. Daarin vindt de overdracht van informatie plaats op basis van een vignet, het Umweltzeichen, dat als premie voor uitzonderlijk goede prestaties wordt toegekend. Dit is het enige systeem voor konsumenteninformatie over alle milieu effecten dat op dit moment operationeel is. Het is een belangrijke inspiratiebron geweest bij het tot stand komen van dit projekt.

In tegenstelling tot de andere systemen die hier beschreven zijn is dit systeem niet gebaseerd op het onderzoeken van de hele levensloop van de produkten. Per produktgroep worden een aantal eisen geformuleerd waaraan een produkt moet voldoen om in aanmerking te komen voor het vignet. De eisen worden opgesteld met het doel de milieukenmerken van het produkt zo compleet mogelijk te omvatten. Wanneer dit niet mogelijk is, worden de eisen op een of enkele kenmerken toegespitst. De formulering van de eisen en de beoordeling van de produkten is in handen van een jury. Een algemene voorwaarde voor de toekenning van het vignet is dat het produkt de functie ten minste op

het zelfde niveau kunnen vervullen als vergelijkbare produkten.

In de jury hebben een aantal betrokkenen zitting, zoals ambtenaren, leden van milieugroeperingen en mensen uit de industrie. Het vignet wordt voor een periode van drie jaar toegekend en in die tijd is de producent vrij om met het vignet reclame te maken voor zijn produkt. Na afloop van de periode van drie jaar is een nieuwe beoordeling van het produkt noodzakelijk om het vignet nog langer te mogen voeren. De eisen voor de toekenning worden echter afgestemd op de stand van de techniek, zodat de beoordeling niet automatisch een nieuw vignet oplevert.

Bij de voorbeelden van de presentatievormen voor de informatie overdracht aan konsumenten in het rapport zijn een aantal variaties op het Westduitse vignet uitgewerkt. Deze variaties kunnen meer informatie bevatten dan het Duitse Umweltzeichen, voornamelijk doordat de beoordelingsmethode een compacte presentatie van de informatie mogelijk maakt.

Bijlage 3Wenselijk en noodzakelijk aanvullend onderzoek

Voordat een systeem voor het verschaffen van milieurelevante produktinformatie daadwerkelijk ingevoerd kan worden is aanvullend onderzoek op een aantal gebieden wenselijk of noodzakelijk. In deze bijlage wordt een omschrijving gegeven van een aantal van deze terreinen.

Het eerste gebied waarop aanvullingen noodzakelijk zijn, is het verzamelen van gegevens over emissies bij processen, materialen en produkten. Deze gegevens zijn in het algemeen moeilijk te achterhalen door de complexiteit van vele processen, brengen het gevaar van inbreuk op bedrijfsgeheimen mee en raken al snel verouderd. Een bron waarin veel gegevens over processen te vinden zijn, de Emissie Registratie, is niet vrij toegankelijk vanwege de opslag van geheime informatie. Een onderzoek naar de mogelijkheid om informatie over processen in geaggregeerde en gewogen vorm uit de Emissie Registratie te betrekken is van belang vanwege het kostenaspect van de informatievergaring. De bedrijfsgeheimen (te weten de hoeveelheden en vooral de soorten stoffen die bij de produktieprocessen vrijkomen) zijn in gewogen en geaggregeerde toestand niet meer te achterhalen, zodat aan de geheimhoudingsverplichtingen voldaan wordt.

Het tweede gebied waarop nader onderzoek noodzakelijk is de relatie tussen de MAC-waarden en drinkwaternormen die in deze studie gebruikt zijn en de milieuschade die feitelijk optreedt ten gevolge van de emissies. In de formules voor de gewogen emissies wordt deze relatie weergegeven als het produkt van de factoren f . Deze faktor is niet voor alle stoffen gelijk en zal zelfs per stof niet konstant zijn, omdat het verband tussen emissie en milieuschade niet lineair is. Nader onderzoek naar de waarden voor stoffen en het verloop van de factoren bij verschillende omstandigheden is noodzakelijk. In verband met de eenvoud van de berekeningen is het zoeken naar benaderingen van de juiste waarden met konstante factoren gewenst.

Een volgend punt waarop aanvullend onderzoek nodig is, is de wijze waarop vaste afvalstoffen, emissies van afvalwarmte, geluid en dergelijke in de indikator voor de milieuschade. Het merendeel van de aspecten van milieuschade is te beschrijven als het produkt van een (dimensieloos) verhoudingsgetal en een stroomgrootheid. Het verhoudingsgetal is een maat voor de schadelijkheid van een proces in een milieuschade-aspekt, de stroomgrootheid geeft aan de omvang van de schade een waarde. Bij de voorbeelden van emissies van schadelijke stoffen in deze studie is het verhoudingsgetal gegeven als de verhouding tussen de concentratie van een stof in de afgassen en de concentratie volgens de MAC-waarde of de drinkwaternorm. De stroomgrootheid is de stroom afgassen of de stroom afvalwater. In het verdere onderzoek zal moeten worden nagegaan of een dergelijke opsplitsing ook voor andere milieuschade-aspekten dan emissies van schadelijke stoffen mogelijk en zinvol is. Voor een aantal aspecten zijn mogelijkheden aanwezig, voor enkele andere is het niet goed mogelijk of zinvol een dergelijke splitsing te maken.



Figuur III.1 Overzicht van mogelijke gebieden voor vervolgonderzoek

De overdracht van informatie aan konsumenten en vooral de effectiviteit van de verschillende wijzen van informatieoverdracht, is een gebied waarop verder onderzoek noodzakelijk is, voordat een produktinformatiesysteem ingevoerd wordt. Dit onderzoek dient sterk toepassingsgericht te zijn, met als doel het opstellen van een marketingstrategie. Naast de wijze van informatieverschaffing op of bij de produkten moet ook de behoefte aan ondersteunende informatie en de wijze waarop deze informatie verschaft wordt onderzocht worden. Daarnaast is het zinvol een beeld te krijgen van het in de tijd te verwachten verspreidingspatroon van het gebruik van de informatie over verschillende bevolkingsgroepen. Voor een deel kan hiermee de informatiebehoefte op verschillende tijdstippen voorspeld worden. Met behulp van dit onderzoek zouden maatregelen ontwikkeld moeten worden om de effectiviteit van de informatieoverdracht te verhogen.

Ook voor de informatieoverdracht naar ontwerpers is een gericht onderzoek naar de behoefte en de meest effectieve wijze van overdracht noodzakelijk. Daarbij moet ook rekening gehouden worden met ontwikkelingen op het gebied van CAD/CAM en andere vernieuwingen vanuit de informatica-industrie. Te verwachten valt dat de gunstigste kosten/baten-verhouding bereikt kan worden met een centrale databank met aansluitingen op terminals op de werkplekken, bijvoorbeeld via het telefoonnet. Naast onderzoek naar de effectiviteit zal ook de benodigde programmatuur ontwikkeld moeten worden.

Ten behoeve van het aankoopbeleid van de overheid is onderzoek naar de effectiviteit van de informatieoverdracht niet specifiek voor het milieu noodzakelijk. Hier is het voldoende via ICO en RIB de informatie, zodra deze ter beschikking komt, bij het vaststellen van de aankoopbeslissingen toe te passen. Een goede coördinatie tussen het DGMH en het RIB is hierbij een belangrijk aspekt. Dit valt onder de verantwoordelijkheid van het ministerie en zal in principe intern uitgewerkt kunnen en moeten worden.

In figuur 3.1 is een overzicht gegeven van de belangrijkste elementen die in een projekt aanwezig zijn en een aantal mogelijkheden voor de invulling daarvan. De genoemde mogelijkheden leveren onderzoeksgebieden op, waarin een vervolgonderzoek op dit projekt mogelijk is. Voor elke mogelijke opdrachtgever, uitvoerende, enz. zal slechts een klein aantal van de combinaties van belang zijn, maar op deze wijze kan wel een aantal relevante zoekvelden gekonstrueerd worden. Het gebruik van onderzoeksmogelijkheden en mogelijke projekten zullen echter afhangen van de beschikbare middelen en de interesse voor het gebied.