

CENTRUM VOOR MILIEUKUNDE  
RIJKSUNIVERSITEIT LEIDEN

Garenmarkt 1<sup>b</sup>  
Postbus 9518  
2300 RA Leiden  
(071) 148333 tst 7422

POTENTIES  
VAN  
PRODUKTBELEID

M.M.H.E. van den Berg  
D. Schmidt  
M. van Koten-Hertogs  
G. Huppes  
W.T. de Groot

Centrum voor Milieukunde, Leiden 1986

CML-mededelingen nr. 26

In opdracht van het Ministerie van  
Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en  
Milieubeheer, DGMH

CENTRUM VOOR MILIEUKUNDE  
DER RIJKSUNIVERSITEIT LEIDEN

Samenvatting

Hfd. 1	Produktgericht beleid: een plaatsbepaling.....	1
1.1	Inleiding.....	
1.2	De relatie tussen produktgericht en procesgericht beleid	
1.3	De relatie tussen produktbeleid en stoffenbeleid	
1.4	Instrumenten voor produktbeleid en planvorming	
1.5	Maatschappelijke ondersteuning	
Hfd. 2	Doelstelling en opzet.....	6
Hfd. 3	Methode.....	9
3.1	Keuze van voorbeeldprodukten op basis van diversiteit	
3.2	Keuze van produkt-alternatieven op basis van functionele uitwisselbaarheid	
3.3	Toerekening van milieu-effecten aan produkten	
3.4	Aggregatie van milieu-effecten	
3.5	Effect van produktgericht beleid	
Hfd. 4	Resultaten.....	15
4.1	Kwalitatief beeld per produkt-alternatief	
4.2	Vergelijking op milieu-aspecten van alternatieven en mogelijke maatregelen binnen produktgroepen	
4.3	Vergelijking van ( alleen ) de effectiviteit van produktgericht beleid tussen produktgroepen	
4.4	Algemene potentie van milieuhygiënisch produktgericht beleid	
Hfd. 5	Conclusies.....	34
	Bijlagen:.....	36
1	Produktvergelijking c.v.-ketels	
2	Produktvergelijking windmolens versus kolencentrale	
3	Produktvergelijking chemisch reinigen	
4	Produktvergelijking polyolefinen versus PVC	
5	Produktvergelijking tandvullingen	
6	Produktvergelijking melkverpakkingen	
7	Produktvergelijking verlichting	
8	Produktvergelijking koortsthermometers	
9	Produktvergelijking auto-basislak	
10	Produktvergelijking Sprinklers	
11	Produktvergelijking pannen	
12	Produktvergelijking accubakken	
13	Produktvergelijking verwerking smeerolie	
14	Produktvergelijking raamkozijnen	
15	Produktvergelijking autobanden	
16	Produktvergelijking wasmachine	

## Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is een beeld te schetsen van de zelfstandige potenties van produktgericht milieubeleid. Hiertoe worden de volgende onderzoeksstappen uitgevoerd.

Eerst wordt een keuze gemaakt van een zo divers mogelijke verzameling produktgroepen, waarbinnen een of meer functioneel uitwisselbare produktalternatieven onderscheiden worden. Vervolgens worden de produktalternatieven vergeleken op verschillende milieu-aspecten. Hierbij wordt zoveel mogelijk de hele levensloop in beschouwing genomen en worden de milieu-effecten globaal gekwantificeerd. Kwantificering is nodig, omdat een kwalitatief inzicht geen verantwoorde basis is voor beleidsafweging en prioritering.

Om het effect van produktgericht beleid te schatten, worden de milieu-consequenties weergegeven van een verschuiving in de kwantitatieve opbouw van produktpakketten door middel van succesvol verondersteld produktgericht beleid. Bij een groot aantal produktgroepen blijken omvangrijke verschuivingen mogelijk te zijn, waarbij voor een aantal milieu-aspecten verbeteringen optreden van 50% of meer.

Op grond van de in dit rapport onderzochte produktgroepen wordt dan ook geconcludeerd, dat de potenties van produktgericht beleid t.a.v. huidige produktpakketten groot lijken.

Door vergelijking van de produktgroepen onderling is een stap gedaan in de richting van prioritering op basis van alleen de effectiviteit en niet de kosten-effectiviteit van het hier nog slechts in abstracto veronderstelde produktbeleid.

# 1. Produktgericht beleid: een plaatsbepaling

## 1.1 Inleiding

Tot nu toe is het gevoerde produktbeleid ( b.v. het beleid ten aanzien van detergenten, bestrijdingsmiddelen, lood en zwavel in olieprodukten, lawaai-belasting door toestellen en de auto) incidenteel van karakter. Een systematische aanpak met betrekking tot produkten moet nog ontwikkeld worden. In het kader van het milieubeleid is een systematisch produktbeleid, waarvan de potenties in deze studie onderzocht worden, mogelijk een zinvolle verdere uitwerking van het in het IMP-Milieubeheer 1986-90 geformuleerde twee-sporen-beleid.

In het IMP-Milieubeheer 1986-90 wordt een overheidsstandpunt over systematischer produktbeleid in het vooruitzicht gesteld. Dit beleid dient binnen de algemene beleidsstructuur ingepast te worden. In die structuur wordt een hoofdonderscheid gemaakt tussen effectgericht beleid en brongericht beleid. In het effectgericht beleid staan centraal de doelstellingen van de algemene en bijzondere milieukwaliteit. Bij het brongerichte beleid gaat het erom daadwerkelijk een reductie in de belasting van het milieu te realiseren.

Het brongerichte beleid richt zich in hoofdzaak op doelgroepen en mogelijk dus ook op produkten. Produktbeleid zal echter voornamelijk ook via doelgroepen gestalte moeten krijgen.

## 1.2 De relatie tussen produktgericht en procesgericht doelgroepen-beleid

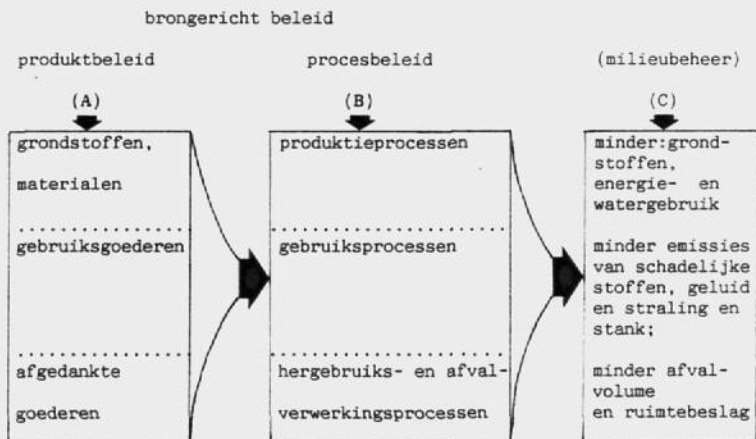
Evenals met het reeds zeer ver uitgewerkte brongerichtbeleid m.b.t. processen kunnen met produktbeleid emissies van schadelijke stoffen gereduceerd worden. In tegenstelling tot het procesgerichte beleid zijn dan echter niet de processen zelf aangrijpingspunten voor beleid, maar produkten, door Reijnders (N&M, 1986 ) omschreven als "alle voortbrengselen van menselijke activiteiten, die verhandeld worden." Op grond van deze definitie zijn ook grondstoffen, halfabrikaten, gebruiksgoederen (gerede produkten) en afgedankte goederen "produkten" en kunnen dus onderwerp van produktgericht beleid zijn.

Uiteindelijk treden emissiereducties op bij processen; het aangrijpingspunt ligt echter elders. Zo treden door het stimuleren van het gebruik

van gecoverde banden emissie-verminderingen op in de produktie en afdankfase, terwijl de emissies in de gebruiksfase onbeïnvloed blijven. Bij de stimulering van polypropeen accubakken kunnen verbeteringen in de produktie- en afdankfase bewerkstelligd worden, en door het geringere gewicht ook nog een emissie-reduktie in de gebruiksfase.

Vergunningverlening aan fabrikanten, beïnvloeding van autogebruik door verkeersmaatregelen en stimuleren van kringloopwinkels zijn voorbeelden van procesgericht beleid. Beïnvloeding van dezelfde processen (produktie-, gebruik- en afdankprocessen) maar dan met de tussenstap van een "produkt" is produktgericht beleid. Ook Reijnders (1986) geeft aan, dat produktbeleid in relatie tot het procesgerichte beleid een relatieve zelfstandigheid moet bezitten.

In onderstaand schema wordt dit onderscheid tussen produktgericht en procesgericht beleid weergegeven.



Schema : het aangrijpingspunt (A) van produktbeleid, met effecten op drie typen processen. Produktbeleid kan ook aangrijpen bij grondstoffen en afgedankte produkten. Het brongerichte beleid grijpt nu in hoofdzaak aan de proceszijde van het blok.

-----

Voorbeelden van het werkingsmechanisme van produktbeleid zijn:

- Het type grondstoffengebruik en via deze ook de emissies bij vele productieprocessen (winning, halffabricage, assemblage etc.) wordt beïnvloed door bijna iedere substantiele wijziging in de gemiddelde samenstelling van gebruiksgoederen, zoals een overgang van kozijnen van tropisch hout naar aluminium of PVC kozijnen;
- De milieuschade in de afdankfase, ook bij hergebruik, wordt door de aard en samenstelling van produkten bepaald, zoals in het geval van de kwik- en digitale koortsthermometer.
- Emissies bij productieprocessen en die in de afdankfase worden rechtstreeks beïnvloed door verminderd netto materiaalgebruik ten gevolge van zuiniger ontwerpen, een langere levensduur en betere hergebruiksmogelijkheden;
- Het gebruik van onzwevelde brandstoffen, maar ook het inbouwen van snelheidsbegrenzers of katalytische naverbranders in auto's beïnvloeden vooral emissies bij ge- en verbruiksprocessen;

### 1.3 De relatie tussen produktbeleid en stoffenbeleid

Met name beleid, dat gericht is op vermindering van emissies van schadelijke stoffen in de thema's verspreiding, vermisting en verzuring heeft nu nog een invalshoek, die haaks staat op produktbeleid. Vanuit één stof gedacht treden primair de relevante processen op de voorgrond, met daaraan incidenteel produkten gekoppeld ( zoals bij de beperking van het fosfaatgehalte in veevoer ).

Vanuit één produkt gedacht echter is het totaal van alle soorten emissies ( in zowel productie-, gebruiks- als afdankfase ) van belang, en daarnaast nog het gegenereerde afvalvolume. Per stof gezien kan beleid m.b.t. een produktgroep onbelangrijk schijnen; het totaal van effecten kan echter actief beleid rechtvaardigen, zeker wanneer de bijbehorende kosten laag zijn.

De produktgerichte benadering is de enige benadering, waarmee met grote mate van zekerheid vastgesteld kan worden of de voordelen van specifieke maatregelen niet ergens door de "Wet van behoud van ellende" weer verloren gaan.

#### 1.4 Instrumenten voor produktbeleid en planvorming

Produktbeleid kan zich, los van de produkt- en doelgroep- en instrumentkeuze, manifesteren op drie niveaus van diepgang:

1. Het, uitgaande van **bestaande produkten**, stimuleren van milieuhygiënisch relevante verschuivingen binnen de produktgroep, bijvoorbeeld van kwik- naar digitale koortsthermometers.
2. Het stimuleren van **relatief lichte wijzigingen** in bestaande produkten, bijvoorbeeld schroeven of klemmen in plaats van lijmen van verbindingen t.b.v. hergebruik of polyetheen i.p.v. PVC bij veel kunststofprodukten.
3. Het stimuleren van **nieuwe ontwerpen** van produkten, zodat, in produktie-aspecten of produkt-elementen het milieu-aspekt meer "van de grond af" tot uitdrukking komt. Voorbeelden zijn de reparatie- en hergebruiksvriendelijke wasmachine van de TH-Twente (Kuperus en Braam, 1982) en de nieuwe fosfaatvrije wasmiddelen.

Produkten kunnen onderling sterk verschillen in optimale "diepgang" voor produktbeleid. Dit is een faktor die zeker in de beleidsformulering moet worden meegenomen. Uitgaande van bestaande produkten kan bijvoorbeeld een aanpak van produktgroep A meer kosten-effectief zijn dan de aanpak van produktgroep B; dit sluit echter nog niet uit dat her-ontwerpen in produktgroep B misschien wel het meest kosten-effectief is van alles en daarom eigenlijk als eerste aangepakt zou moeten worden.

In fase II van het onderzoek, waarin het produktbeleid meer concreet geformuleerd zal worden komen principes voor de formulering van produktbeleid aan bod, zoals samenhangende keuzes met betrekking tot produkten op het gebied van instrumenten, doelgroepen en de mate van beleidsdiepgang. Kosten-effectiviteit van produkt-beleidskeuzes-combinaties en vervolgens vergelijking van effectiviteit en kosten-effectiviteit met betrekking tot de gekozen combinaties met die van het bestaande procesgerichte beleid, biedt de mogelijkheid om voor het milieuhygiënische beleid als geheel tot zowel een grotere effectiviteit als lagere kosten voor bedrijfsleven en overheid te komen.

Met betrekking tot instrumenten kunnen twee typen onderscheiden worden. In het gangbare milieuhygiënisch beleid ligt de nadruk op fysieke reguleringen (vergunningen ten aanzien van processen en verboden en eisen t.a.v. produkten). Het nadeel van fysieke reguleringen is, dat deze in



hoofdzaak statisch zijn en geen extra stimulans geven om verder te gaan dan de gestelde norm. Daarnaast is marktconforme regulering mogelijk. Voorbeelden hiervan zijn heffingen, subsidies, statiegeldregelingen en milieu-informatie. Met name marktconforme instrumenten kunnen voor het lange termijn produktbeleid aantrekkelijk zijn, vanwege hun dynamische werking op ook het produktontwerp. Het gedrag van vervuilers kan nog verder in milieuvriendelijke richting worden omgebogen dan met fysieke regulering mogelijk is (Huppés, 1984). Een bestaand voorbeeld van marktconforme regulering zijn de recente belastingsmaatregelen voor auto's met een katalysator. Andere nog niet genoemde instrumenten voor produktbeleid zijn afspraken met bedrijven en steun aan onderzoek en ontwikkeling ten behoeve van "schone technologie".

### 1.5 Maatschappelijke ondersteuning

Op grond van het bovenstaande wordt geconcludeerd, dat een zelfstandig systematisch produktbeleid een nuttige aanvulling kan zijn op het bestaande in hoofdzaak procesgerichte milieubeleid. Een systematische aanpak vindt reeds ondersteuning vanuit verschillende maatschappelijke terreinen. Zo tonen ontwerpers interesse en zijn verschillende instellingen bezig met het opzetten van een produkten(materialen)database mede m.b.t. milieu-aspecten. Vanuit de Ministeries van Onderwijs en Wetenschappen en Economische Zaken is reeds een beleidsnota geformuleerd ten aanzien van materialen en materialen-onderzoek. In deze nota wordt gesteld, dat het "nu nodig is de kennis verder op te bouwen, die het bedrijfsleven in staat stelt zonder schade en kosten-effectief te voldoen aan toekomstige (strengere) milieu-eisen. De uitkomsten van een economische/technologische analyse ten aanzien van de effecten van substitutie van materialen op het milieu, energie en hergebruik kunnen waardevolle bijdragen leveren aan het beleid ten aanzien van onderzoek, industrie en milieu."

#### Literatuur:

- Huppés, G. e.a. ; Naar een marktconform milieuhygiënisch beleid? Openbare Uitgaven 1985/2, pp 57 ev.
- Kuperus J.B. en J. Braam; Het herontwerp van een wasmachine in het kader van het grondstoffen-, energie- en milieubewust ontwerpen, TH-Twente 1985
- Reijnders, L.; Naar een milieuvriendelijker produktbeleid, Stichting Natuur en Milieu, Utrecht 1986

## 2. Doelstelling en opzet

Het doel van het onderzoek is een beeld te schetsen van de zelfstandige potenties van produktgericht milieubeleid. In het kader van dit onderzoek is een aantal achtereenvolgende onderzoeksstappen uitgevoerd:

### Stap 1. Keuze van voorbeeldprodukten

Het gehanteerde criterium voor het kiezen van een aantal voorbeeldprodukten is diversiteit, om de potenties van produktgericht beleid in een zo breed mogelijke zin aan te kunnen geven.

### Stap 2. Keuze van produkt-alternatieven

Uitgegaan wordt van produktgroepen van bestaande produkt-alternatieven of uitgewerkte herontwerpen van produkten. Van groot belang bij de keuze van alternatieven is de functionele uitwisselbaarheid, wat een voorwaarde is voor een goede vergelijking. De vergelijkingsbasis is meestal een functionele eenheid en niet een fysieke produkt-eenheid (aantal).

### Stap 3. Onderzoek naar de milieu-effecten van produkt-alternatieven en milieubeoordeling.

Binnen elke produktgroep worden de produkt-alternatieven met betrekking tot verschillende milieu-aspecten vergeleken. Daarbij wordt zoveel mogelijk de hele levensloop van de produkt-alternatieven in beschouwing genomen. De milieu-aspecten zijn zo goed mogelijk gekwantificeerd. In verband met de beperkte tijd en met het ontbreken van informatie wordt gewerkt met schattingen in plaats van gedetailleerde kwalitatieve gegevens. Kwantificering van effecten, hoe globaal ook, is noodzakelijk, omdat een kwalitatief inzicht geen verantwoorde basis is voor beleidsafweging en prioritering.

Een goed voorbeeld ter verduidelijking hiervan is de koortsthermometer. Uit de milieuvergelijking tussen een kwikkoortsthermometer en een digitale thermometer komt het volgende kwalitatieve beeld naar voren: bij de kwikkoortsthermometer is het milieuprobleem emissie van kwik, bij de digitale koortsthermometer emissie van zilver. De emissies zijn niet alleen anderssoortig, maar ook anders van omvang. Een milieubeoordeling op basis van het kwalitatieve beeld is dus niet mogelijk, terwijl met een kwantitatieve basis en vervolgens verrekening van de mate van schadelijkheid van de stoffen kwik en zilver (weging met normen) een milieubeoor-

deling en afweging wel mogelijk is. Uit de globale berekeningen blijkt bijvoorbeeld, dat de kwikemissies naar de bodem ongeveer 200 maal zo schadelijk zijn als de zilveremissies naar de bodem door de equivalente aantallen thermometers.

#### Stap 4. Onderzoek naar het potentiële effect van produktbeleid.

Hiertoe worden de milieuconsequenties berekend van een verschuiving in de kwantitatieve opbouw van produktpakketten (1e niveau van beleidsdiepgang, hfd. 1) door middel van succesvol verondersteld produktbeleid. De milieuvergelijking wordt dan toegespitst op het voor produktbeleid meest relevante produktalternatief.

#### Stap 5. Verkenning van de potentiële produktgerichte beleidsmaatregelen en doelgroepen.

Per produktgroep worden aanknopingspunten voor produktbeleid gegeven, die met name betrekking hebben op het bewerkstelligen van deze verschuiving. Slechts incidenteel worden maatregelen genoemd voor verbetering van afzonderlijke produkten of richtingen van herontwerpen (2e en 3e niveau's van beleidsdiepgang).

Bovenstaande vijf stappen worden in het kader van dit onderzoek naar de potenties van het produktbeleid uitgevoerd. Voor het formuleren van een definitief beleid zullen bovenstaande stappen beter onderbouwd moeten worden. Bovendien zijn nog enkele vervolgstappen nodig, namelijk:

Stap 6. Schatting van de kosten-effectiviteit van het te volgen produktbeleid met betrekking tot een brede verzameling van produktgroepen.

Stap 7. Het aangeven van het meest relevante beleidstype per produktgroep (de produktgroep-beleidstype-combinatie).

Stap 8. Vergelijking en prioritering van produktgroep-beleidstype(n) - combinaties op grond van effectiviteit en hoogste kosten-effectiviteit.

Stap 9. Vergelijking van de kosten-effectiviteit van produktbeleid met die van andere beleidstypen (evaluatie).

De in dit onderzoek gekozen strategie kan als volgt gekarakteriseerd worden: globaal, kwantitatief en vergelijkend.

Het geheel der mogelijke strategieën is:

- **Verkenkend onderzoek.** Dit type onderzoek gaat uit van afzonderlijke produkten, die niet vergelijkbaar zijn, omdat geen correctie aangebracht is voor het verschil in functionele aspecten. Het alternatief voor koper in veevoer is in dit onderzoekstype: geen koper in veevoer. Het feit, dat dit minder vlees oplevert is dan niet in beschouwing genomen.

Dit type onderzoek is geschikt voor een snelle signalering en het aangeven van potentieel vruchtbare aangrijpingspunten, maar het kan een eerste stap zijn in het proces van beleidsafweging en prioritering. Door het verkennende karakter is deze aanpak aanvullend op de in dit onderzoek gekozen globale kwantitatieve strategie, maar meer kan het niet leveren. Een voorbeeld van dit type onderzoek is het produktonderzoek van Natuur en Milieu ( Reijnders, 1986 ); ook de in dit rapport behandelde smeerolie hoort in deze groep.

- **Globaal vergelijkend onderzoek.** Dit is de aanpak van het merendeel van de produktgroepen in dit rapport. Voor een zinvolle vergelijking is kwantificering van zowel de te vergelijken gebruikssystemen als van de optredende milieu-effecten noodzakelijk. De kwantificering betekent een overstap naar een werkelijke vergelijkingsmogelijkheid, en dus een noodzakelijke stap in de richting van prioritering van produktgroepen en beleidstypen.
- **Gedetailleerd vergelijkend onderzoek.** Dit is de volgende stap naar een meer wetenschappelijk verantwoorde vaststelling van de milieu-effecten, kosten-effectiviteit en keuze van prioritaire produkten. Hiermee wordt tevens de basis gelegd voor een algemeen systeem van gedetailleerd milieu-effect onderzoek met betrekking tot een definitief, operationeel produktbeleid. Voorbeelden van produktonderzoek dat al in de richting van dit laatste type komt zijn: de melkverpakkingen ( in dit rapport), de bermpaaltjes (TNO), de pannen (Druijff, CML ).

De kosten van deze onderzoekstypen liggen vrij ver uiteen. De ervaringen tot nu toe geven aan, dat de kostenverhouding voor eenzelfde aantal behandelde produktgroepen ongeveer 1 : 2 : 60 is. Met name het laatste getal kan sterk worden gereduceerd als een database van produkten ( m.n. grondstoffen en halfabrikaten ) ter beschikking komt.

### 3. Methode

#### 3.1 Keuze van "voorbeeld"produkten op basis van diversiteit.

Om de mogelijkheden van produktgericht beleid in zo breed mogelijke zin aan te kunnen geven werd een aantal produktgroepen gekozen op grond van diversiteit in onder andere (1) type (hoofd)-milieu-effecten, (2) gebruik in verschillende sectoren (landbouw, transport, bouw, etc.), (3) mate van diepgang van veronderstelde produktbeleid (verschuiven of her-ontwerpen) en als laatste diversiteit in (4) benaderde doelgroep (producenten, consumenten etc.)

#### 3.2 Keuze van produkt-alternatieven op basis van functionele uitwisselbaarheid.

Er wordt uitgegaan van reeds bestaande produkten of herontwerpen van produkten zoals bij de wasmachine. Alleen als er al een uitgewerkt alternatief is kan immers het effect van succesvol produktbeleid, in dit onderzoek een verschuiving naar dat alternatief, geschat worden. Hierbij is het tevens van belang, dat de alternatieven binnen de produktgroep in functioneel opzicht uitwisselbaar en dus vergelijkbaar zijn. Dit is echter niet altijd mogelijk. Zo kan het bijvoorbeeld zijn, dat het alternatief functioneel aantrekkelijker is, zoals de digitale in plaats van de kwikkooortsthermometer (maar ook duurder) of dat er een verschil in levensduur is. Om toch een goede vergelijking te kunnen maken is de vergelijkingsbasis meestal niet een fysieke produkt-eenheid, maar een functionele eenheid. Dit is bijvoorbeeld in het geval van de c.v. ketel "één jaar gebruik van c.v. voor verwarming" of, een "hoeveelheid geproduceerde elektrische energie" (geproduceerd door windmolen v.s. kolencentrale) of een "hoeveelheid lumen uren licht" (in plaats van vergelijking van een aantal lampen versus eenzelfde aantal lampen van een ander type).

#### 3.3 Toerekening van milieu-effecten aan produkten

Om de milieuschade, die een produkt veroorzaakt, te kunnen vaststellen moet de gehele levensloop van een produkt beschouwd worden.

In de produktiefase worden de (half)fabrikaten, (hulp)materialen geproduceerd, die na bewerking opgebouwd worden tot het gerede produkt. Tussentijds vindt steeds transport en overslag van materialen en (onderdelen van) produkten plaats en meestal ook verpakking. De volgende stap is de gebruiksfase van het produkt. Na gebruik volgt dispositie of wel afdanking, waarbij de mogelijkheid bestaat tot hergebruik van het hele produkt of onderdelen ervan of recycling van de materialen en/of grondstoffen. Tijdens al deze stappen kunnen milieu-effecten optreden in de vorm van verontreiniging met emissies van schadelijke stoffen, uitputting van energie- en grondstoffen en aantasting van natuur en landschap en ruimtebeslag door afvalstort.

In het kader van deze globale studie is het onmogelijk om van elke produkt-alternatief de totale levensloop met de daarbij behorende gekwantificeerde milieu-effecten in beeld te brengen. Vaak zijn noodgedwongen alleen die gedeelten van de totale levensloop in de vergelijking betrokken, die voor de verschillende produkt-alternatieven van de betreffende produktgroep afwijkend zijn, bijvoorbeeld verschil in aard of gewicht van de betrokken materialen of stoffen zoals bij c.v.-ketels of verschillen in de wijze van verwijdering van de gebruikte produkten, zoals bij smeeroilie.

Daarnaast is het beschouwen van de totale levensloop op dit moment zeer lastig door het ontbreken van gesystematiseerde informatie. Een voorlopige vergelijking van milieu-effecten tussen produkt-alternatieven is dan toch zinvol, indien duidelijk aangegeven wordt waar de lacunes zich bevinden.

#### - Produktiefase

Wat betreft de produktiefase, heeft in hoofdzaak een toerekening plaatsgevonden op basis van de gebruikte hoeveelheden en soorten materialen. Overige processen zoals be- en verwerking en transport bleven noodgedwongen meestal buiten beschouwing. Een uitzondering vormt de produktvergelijking voor melkverpakking.

Voor proces-gegevens over emissies naar water, lucht en bodem in de produktiefase is met name gebruik gemaakt van de gegevens in een publicatie van het Zwitserse TNO, de "EMPA" in St. Gallen (Oekobilansen van Packstoffen, 1984). Hierin ontbreken echter de proces-specificaties,

zodat niet geheel duidelijk is, hoe de toerekening heeft plaatsgevonden. Bovendien zijn de gegevens deels verouderd. Het door TNO gedeeltelijk opgebouwde bestand kon in dit onderzoek helaas niet gebruikt worden. De daar gehanteerde toerekeningsmethode is nog niet gepubliceerd.

Voor energie-gegevens kon het werk van Kema (Energiebewust ontwerpen, 1981) als belangrijke bron dienen. De emissies door energieverbruik zijn zelfstandig opgenomen.

- Gebruiksfase

In deze fase zijn met name energie-gegevens van belang en de daaraan gekoppelde emissie-gegevens.

- Afdankfase

In de afdank-fase vond toerekening plaats op basis van gewicht van schadelijke stoffen. De volgende verwerkingsopties werden uitgewerkt:

- standaard 40% verbranden en 60% storten
- recycling, het percentage recycling werd afgetrokken van de emissies, energie- en grondstoffengebruik en vast afval in de produktiefase.

### 3.4 Aggregatie van milieu-effecten

De volgende milieu-aspecten werden beschouwd om een indruk te krijgen van de milieuschade c.q. milieubelasting van een produkt:

- emissies van schadelijke stoffen naar lucht, water en bodem
- gebruik van energie
- uitputting van grondstoffen
- ruimtebeslag door afvalvolume
- aantasting van natuur en landschap

Door gebrek aan systematische gegevens zijn geluid- en stankoverlast, thermische verontreiniging en straling buiten beschouwing gelaten.

Ten aanzien van milieuschade en emissies dient opgemerkt te worden, dat de relatie tussen deze niet eenduidig en zeer complex is. In de eerste plaats wordt geen rekening gehouden met synergetische of antagonistische effecten van meerdere gemixte stoffen: zo versterken verschillende zware metalen elkaars schadelijkheid. Daarnaast wordt geen rekening gehouden met de plaats van emissie, die immers van invloed is op de ernst van de veroorzaakte milieuschade (een emissie van een schadelijke stof in

een natuurgebied is erger dan een emissie van dezelfde stof in een industriegebied). Ook verspreiding en de persistentie van een stof is van belang. Als laatste kan opgemerkt worden, dat emissie van een bepaalde stof meerdere effecten kan hebben bijvoorbeeld niet alleen een effect op de mens, maar ook op bos (verzuring door  $\text{SO}_2$ ).

Ondanks alle bovenstaande problemen is het toch nodig, dat het uiteinde-lijk effect van een emissie ingeschat wordt, zodat verschillende emissies vergelijkbaar worden. Pas dan kan een produkt, dat een veelheid aan emissie-gegevens oplevert überhaupt beoordeeld worden.

In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van de wegingsmethode ontwikkeld door EMPA (St. Gallen) en Druiff (CML 1984). Uitgangspunt is het wegen met normen. Deze methode berust op het berekenen van de milieu-volumes water, bodem en lucht, waarover de geëmitteerde stoffen verspreid zouden moeten worden zodanig, dat de grenswaarden net niet overschreden worden. Dus:

$$\begin{aligned} \text{Gewogen emissie (m}^3\text{)} &= \text{emissie (mg): norm (mg/m}^3\text{)} \\ &= \text{volume-eenheid vervuilde lucht/water/bodem} \end{aligned}$$

Emissies naar lucht werden gewogen met de MIC-norm. Dit is de "maximale immissie concentratie" en kan als volgt uit de MAC-norm (max. aanvaardbare conc. van de stof in de ademhalingslucht onder arbeidsomstandigheden) afgeleid worden:

$$\text{MIC} = 1/100 \text{ MAC ("Oekobilanzen", 1984)}$$

Emissies naar water werden gewogen met normen voor lozing van afvalwater. Deze normen liggen een factor 10 hoger dan de drinkwaternormen.\*

Druiff en EMPA geven geen emissies naar bodem. In dit onderzoek werden de bodem-emissies (vaak emissies uit gestort afval) gewogen met de toetsings-norm ten behoeve van (nader) onderzoek (Interimwet Bodemsanering).

Door weging met normen is nog steeds geen relatie gelegd met de werkelijke schadelijkheid van een geëmitteerde stof voor het milieu. Naast

\*In dit onderzoek werd aangesloten bij de wegingsmethode en gebruikte normen in "Oekobilanzen von Packstoffen".



bovengenoemde problemen is er bovendien nog het feit, dat de gebruikte normen betrekking hebben op de schadelijkheid voor de mens. Door weging met normen kan tevens het aspect van verzuring en eutrofiëring, die in dit onderzoek nog apart in de vergelijking vermeld staan onder aantasting van natuur en landschap, in de beoordeling betrokken worden. In het onderzoek in fase II zal deze mogelijkheid in de milieu-vergelijkingen ingebouwd kunnen worden. Ondanks de genoemde bezwaren tegen het wegen met normen binnen de compartimenten lucht, water, bodem is dit toch zinvol om een beeld te krijgen van de milieu-schadelijkheid van een produkt in verband met vergelijken en beoordelen: Het aantal milieuhygiënische aspecten (emissies) op grond waarvan varianten binnen één produktgroep beoordeeld worden kan op deze manier tot 3 deel-aspecten gereduceerd worden:

1. volume-eenheden vervuilde lucht ( $\times 1 \text{ m}^3$ )
2. volume-eenheden vervuild water ( $\times 1 \text{ m}^3$ )
3. volume-eenheden vervuilde bodem ( $\times 1 \text{ m}^3$ )

De hier gebruikte wegingsmethode behoeft nog nadere uitwerking en argumentatie, en wordt in deze vorm binnen het overheidsbeleid en het DGMH zeker nog niet geaccepteerd.

Naast het milieuhygiënische aspect worden ook andere aspecten onderscheiden namelijk ruimtebeslag, grondstoffen- en energieverbruik, en natuur- en landschap. Deze aspecten worden in het algemeen onderling niet gewogen. Wel is het mogelijk een methode te ontwikkelen voor beoordeling van het grondstoffen-aspect. In de produkt-vergelijkingen wordt immers ook gebruik van verschillende grondstoffen aangegeven. Om de produktvarianten op dit aspect te beoordelen en dus te wegen zullen gegevens met betrekking tot mondiale grondstoffen-voorraden en -gebruik nodig zijn en moet een wegingsmethode ontwikkeld worden.

### 3.5 Effect van produktgericht beleid

In de produktvergelijkingen werd steeds uitgegaan van het jaarverbruik van een globaal huidig produktpakket (bijvoorbeeld bij melkverpakking, 40% glazen retourfles en 60% karton). Indien de juiste verhouding van de betrokken produktvarianten binnen het produktpakket niet bekend was, werd uitgegaan van een huidig pakket met alleen die variant, die verondersteld werd verreweg het grootste marktaandeel te bezitten (bijvoorbeeld bij de

koortsthermometer de kwikkoortsthermometer).

Het effect van succesvol verondersteld produktbeleid werd berekend door de milieu-effecten van het huidige produktpakket te verminderen met de milieu-effecten van de op grond van de produktvergelijking gunstiger (uit milieu-oogpunt) beoordeeld produktpakket (verminderd milieu-effect = milieuwinst). Hierbij werden alleen de milieu-aspecten energieverbruik, gewogen emissies naar lucht, water en bodem ("vervuilde" lucht, "vervuild" water, "vervuilde" bodem) en (vast) afvalvolume beschouwd. Tevens werd getracht iets te zeggen over de plaats, waar de milieuwinst te behalen valt (locatie Nederland, buitenland of beiden). Indien de produktiefase de belangrijkste fase is met betrekking tot milieu-effecten is het over het algemeen onmogelijk onderscheid te maken tussen milieuwinst in Nederland en buitenland als gevolg van de internationale handel in materialen, grondstoffen en onderdelen en het grote importaandeel. Om het effect van het veronderstelde produktbeleid (berekende milieuwinst) van de verschuivingen binnen de verschillende produktgroepen onderling te kunnen vergelijken, werd de milieuwinst door een verschuiving binnen één produkt uitgedrukt als percentage van de totaal te behalen milieuwinst door verschuivingen binnen alle produktgroepen gezamenlijk.

## 4. Resultaten

De volgende produktgroepen zijn onderzocht:

1. c.v.ketels: conventionele ketel en HR-ketel
2. electriciteitsopwekking door middel van (middelgrote) windmolens en opwekking door middel van kolencentrale.
- 3. chemisch reinigen van kleiding (met PER of R113) en wassen met wasmiddel.
4. kunststofprodukten van polyolefinen (PE en PP) en kunststofprodukten van PVC.
5. tand-vulling: amalgamen en composieten
- 6. melkverpakkingen: karton, kunststof zak, kunststof fles, glazen re-tourfles.
7. lampen: gloeilamp en enkele typen gasontladingslampen (TL, PL en SL).
- 8. koortsthermometers: kwikkoortsthermometer en digitale koortsthermo-meter.
9. auto-basislak: metallic met organisch oplosmiddel en Aquabase op waterbasis
10. sprinklers met smeltzekering en met glaspatroon
11. pannen: roestvrijstalen pan, aluminium pan, gietijzere pan en geëmailleerd plaatstalen pan.
12. accubakken: eboniet en polypropeen
13. smeerolie (diverse verwerkingsopties)
14. raamkozijnen: tropisch en Europees hout, aluminium en PVC
15. autobanden: nieuwe banden en gecoverde banden
16. wasmachine: huidige wasmachine en herontwerp wasmachine.

De volledige milieuvergelijkingen van de alternatieven per produktgroep zijn te vinden in de produktrapporten in de bijlagen.

### 4.1 Kwalitatief beeld per produktalternatief

Tabel 1 geeft een kwalitatief beeld van de milieuhygiënische effecten van de onderzochte produkt-alternatieven op basis van de milieuvergelijking. Vermeld worden de uit milieu-oogpunt belangrijkste stoffen, de belangrijkste betrokken milieucompartmenten (lucht, water of bodem), de belangrijkste fase in de levensloop van het produkt en de belangrijkste locatie van verontreiniging. Uit de tabel is de relatie met huidige

beleidstypen af te lezen. Zo geeft de kolom met stoffen aanknopingspunten voor het huidige stofbeleid en de kolom met fasen in levensloop aanknopingspunten voor het huidige doelgroepen beleid. De laatste kolom geeft het niveau waarop het beleid tot stand moet komen (nationaal of internationaal). Aanknopingspunten voor produktbeleid zijn echter niet uit de tabel te halen: aan te spreken actoren voor produktbeleid zijn niet altijd dezelfde groepen als de doelgroepen van het huidige procesgerichte beleid. Een voorbeeld hiervan, is de kwikthermometer, waarbij de afdankfase het grootste milieuprobleem geeft. De beste doelgroep wordt echter niet gevormd door de afval-verwerkings-bedrijven, maar juist door de consumenten, die door produktbeleid gestimuleerd kunnen worden over te stappen op een digitale thermometer.

#### 4.2 Vergelijking op milieu-aspecten van alternatieven en mogelijke maatregelen binnen de produktgroepen

In de eerste 16 bijlagen wordt, per produktgroep afzonderlijk, een overzicht gegeven van de milieu-effecten en mogelijke beleidsmaatregelen. Tevens vindt daar de onderbouwing van de getallen plaats. In de hierna volgende bladzijden zijn de bijlagen samengevat. Er heeft in deze tabellen een toespitsing plaatsgevonden van de milieu-vergelijking op de voor produktbeleid meest relevante produktalternatieven en milieu-aspecten. Gegeven wordt een schatting van het effect (milieuwinst) van een verschuiving binnen de produktgroepen van het milieu-onvriendelijkste alternatief ( huidig produktpakket) naar een milieuvriendelijker en voor produktbeleid zinvol alternatief (toekomstig produktpakket) op basis van succesvol verondersteld produktgericht beleid. Per produktgroep wordt gegeven A. een tabel met de milieuwinst m.b.t. saillante stoffen (ongewogen) en B. een tabel met de milieuwinst m.b.t. gewogen emissie naar lucht (vervuilde lucht), gewogen emissie naar water (vervuild water), gewogen emissie naar bodem (vervuilde bodem), het energie-aspect en afvalvolume.

#### 4.3 Vergelijking van (alleen) de effectiviteit van produktgericht beleid tussen produktgroepen

Figuur 1 geeft per produktgroep de (maximale) milieuwinst op de deelaspecten gewogen emissie naar lucht, gewogen emissie naar water, gewogen emissie naar bodem en het energieverbruik als gevolg van een door succesvol verondersteld produktbeleid verkregen verschuiving naar het meest relevante alternatief, uitgedrukt als percentage van de totaal haalbare milieuwinst van verschuivingen binnen alle produktgroepen\* gezamenlijk. Deze onderlinge vergelijking van produktgroepen geeft geen inzicht in de kosten-effectiviteit van het produktbeleid per produktgroep, maar wel een inzicht, waar in het in dit rapport onderzochte pakket de grootste milieuwinsten te behalen zijn.

#### 4.4 Algemene potentie van milieuhygiënisch produktgericht beleid.

Om een eerste inzicht te krijgen in de algemene potentie van produktbeleid met betrekking tot de milieuhygiënische aspecten wordt het reductie-percentage van emissies geschat, dat te behalen is door produktbeleid. Als de diversiteit van de onderzochte produktgroepen gezamenlijk enigszins representatief is voor de diversiteit van alle in Nederland gebruikte produkten, dan is dit reductie-percentage een indicator voor deze algemene potentie van produktbeleid. De luchtverontreiniging is voor de groep produkten, waar succesvol produktbeleid is verondersteld, in totaal met 15 a 30% te reduceren. De waterverontreiniging kan zelfs met 20 a 30% gereduceerd worden.

\* Uitgezonderd de produktgroepen: Sprinklers, raamkozijnen, smeerolie, pannen en electriciteits opwekking d.m.v. kolencentrale of windmolens. M.b.t. deze groepen was geen kwantificering mogelijk of is produktbeleid minder relevant zoals in het geval van de electriciteitsopwekking.

Tabel 1: Kwalitatief beeld van de milieuhygiënische effecten per produkt.

Produktgroep	Produkt of variant	Belangrijkste betrokken stoffen	Belangrijkste compartiment (lucht, water, bodem)	Belangrijkste fase in levensloop	Belangrijkste locatie (Nederland, buitenland)
Melkverpakkingen	glazen fles	BOD*, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	water, lucht	productiefase afdanking	NL/BL NL
	karton	BOD*, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	water, lucht	productiefase	NL/BL
	kunststof fles	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	lucht	productiefase	NL/BL
	kunststof zak	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	lucht	productiefase	NL/BL
Koortsthermometer	kwiktherm.	kwik	lucht, water bodem	afdanking	NL
	digitale	zilver	lucht	afdanking	NL
Textiel reinigen	PER, chem.rein	PER, tetra- chloretheen	lucht	gebruiksfase	NL
	R113, chem. rein.	R113, tri- chloor tri- fluorethaan	lucht	gebruiksfase	NL
	wasmiddel	fosfaat	water	productiefase gebruiksfase	NL NL
		cadmium	bodem/water	productiefase	NL
Auto-basislak	metallic	organisch oplosmiddel	lucht	gebruiksfase	BL (NL)
	aquabase	geen organ. oplosmiddel	n.v.t.		
Energie (electriciteit)	kolencentrale	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , zware metalen	lucht, (water), bodem	gebruiksfase	NL
	windmolen	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> (geen zware metalen)	lucht	productiefase	NL/BL
Tandvullingen	amalgam	kwik, tin, koper	lucht, water, bodem	afdanking	NL
	composiet	(geen zware metalen)	n.v.t.		
Kunststof-prod.	PE/PP (zonder/ met regranu- laat)	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> zware metalen (additieven)	lucht, bodem	productiefase, afdanking	NL/BL NL/BL
	PVC	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> HCL, gechlo- koolwaterstof- fen (o.a. dioxine) zware metalen (additieven) weekmakers	lucht, bodem	productiefase, afdanking	NL/BL NL(BL)

Produktgroep	Produkt of variant	Belangrijkste betrokken stoffen	Belangrijkste compartiment (lucht, water, bodem)	Belangrijkste fase in levensloop	Belangrijkste locatie (Nederland, buitenland)
c.v. ketels	conv. ketel	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , kwik	lucht, water	productiefase gebruiksfase	NL/BL NL
	HR-ketel	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , kwik	lucht, water	productiefase gebruiksfase	NL/BL NL
smeer- olie	part. lozingen	olie + ver-	bodem, water	afdanking	NL
	verbranden in garage- kachels	vuiling	lucht	afdanking	NL
	bewerken	zware metalen gechlor. koolw.st. (dioxinen, di- benzofuranen)	water	afdanking	NL
	reraffinage	(ev.dioxinen) dibenzofuranen	lucht lucht	afdanking	NL
pannen	ijzeren pan	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	lucht	productiefase	NL/BL
	aluminium (teflonpan)	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	lucht	productiefase	NL/BL
	geemailleerd stalen pan	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	lucht	productiefase	NL/BL
	r.v.s. pan	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	lucht	productiefase	NL/BL
accubakken	eboniet	NO <sub>x</sub> (S)	lucht	productiefase gebruiksfase	NL/BL NL
	polypropeen	NO <sub>x</sub>	lucht	productiefase gebruiksfase	NL/BL NL
sprinklers	smeltzekening glas-zekering	cadmium (geen cadmium)	lucht, bodem n.v.t.	afdanking	NL

Produktgroep	Produkt of alternatief	Belangrijkste betrokken stoffen	Belangrijkste compartiment (lucht, water, bodem)	Belangrijkste fase in levensloop	Belangrijkste locatie (Nederland, buitenland)
lampen**	gloeilamp	wolfraam, lood, molybd.	lucht, water	afdanking	NL
	TL-buis	wolfraam, kwik, koper	lucht, water	afdanking	NL
	SL-lamp	wolfraam, lood, kwik, koper	lucht, water	afdanking	NL
	PL-lamp	wolfraam, kwik, koper	lucht, water	afdanking	NL

---

\* BOD is Biological Oxygen Demand, organische verontreiniging

\*\* Emissies van electriciteitsproductie werden alleen in dit geval buiten beschouwing gelaten.



Tabel 2.1: Milieuwinst in de produktgroep c.v. ketels, door een verschuiving van 100% gebruik van conventionele ketels naar 100% gebruik van HR-ketels, op basis van het jaargebruik van c.v. ketels in Nederland.

2.1 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

		<u>Emissies naar lucht in productie- en gebruiksfase</u>		
		NOx	SO2	Hg
conv. ketel	prod.	70.000	1500.000	-
	gebr.	1500.000	-	110
	tot.	1570.000		
HR-ketel	prod.	600.000	2000.000	-
	gebr.	1250.000	-	100
	tot.	1850.000		
Milieuwinst		-280.000	-500.000	10

2.1 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieuaspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	afval- volume ( m3 )
conv. ketel	280 miljard	30.000 miljard	1 miljoen	6000
HR-ketel	240 miljard	60.000 miljard	20 miljoen	29000
milieuwinst	40 miljard	-30.000 miljard	-20 miljoen	-23000
locatie (Nederland, Buitenland)	NL	NL/BL	NL/BL	NL

NB. Verondersteld is een recyclingspercentage van 0% voor beide typen ketels. Een hoger recyclingspercentage kan de milieuwinst bij een verschuiving naar de HR-ketel sterk verbeteren.

\* Weging is uitgevoerd met MIC-, water- en bodemnormen ( emissie in mg : norm in mg/m<sup>3</sup> = m<sup>3</sup> vervuilde lucht, water of bodem ). Darna lineaire additie van gewogen emissies. In de weging zijn in de gevallen waar gebruik is gemaakt van productie-procesgegevens uit Oekobalansen van Packstoffen naast de op grond van saillantie gekozen stoffen veel meer stoffen betrokken. Het gaat hierbij om minder schadelijke stoffen zoals stof, koolmonoxide, fluoriden, sulfiden, zwavelwaterstof, verschillende koolwaterstoffen, organische stoffen en metaalionen.

Tabel 2.2: Milieuwinst in de produktgroep energie ( electriciteit ) door een verschuiving van 50 MWj ( 1,6 miljard MJ ) energie per jaar geproduceerd door een 600 MW kolencentrale naar voor een zelfde hoeveelheid geproduceerd door 2400 windmolens van 0,1 MW.

2.2 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen (in kg). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissie naar lucht in productie en gebruiksfase</u>		<u>Emissie in gebruiksfase naar lucht water en bodem</u>			
	NOx	SO2	Ag	Cd	Hg	Pb
Kolencentrale						
Prod.fase	gering	gering	---	---	---	---
Gebr.fase	100.000	350.000	420	10	10	1400
Windmolens						
Prod.fase	10.000	15.000	---	---	---	---
Gebr.fase	0	0	0	0	0	0
Milieuwinst	90.000	335.000	420	10	10	140

2.2 B: Milieuwinst m.b.t. tot gewogen emissies\* en andere milieuaspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	afval volume ( m3 )
kolencentrale	4,0 miljard	23500 miljard	4,0 miljard	22000
windmolens	0,1 miljard	140 miljard	0,1 miljard	120
milieuwinst	3,9 miljard	23460 miljard	3,9 miljard	21880
locatie ( Nederland, Buitenland )	NL	NL	NL	NL

NSB- Verondersteld is een recyclingspercentage van staal van 80%.

- Verondersteld is dat 2400 windmolens planologisch inpasbaar zijn.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

Tabel 2.3: Milieuwinst in de produktgroep reinigen van textiel, door een nverschuiving van 95% gebruik van PER en 5% gebruik van R113 voor chemisch reinigen naar 0% Per en 100% R113, op basis van de jaarlijks chemisch te reinigen hoeveelheid kleding in Nederland ( 45 milj. kg ).

2.3 A: Milieuwinst met betrekking tot saillante stoffen (in kg).  
De emissies zijn niet gewogen.

Emissies naar lucht in gebruiksfase:

	PER	R113
95 % PER	3,14 miljoen	---
5 % R113	---	0,17 miljoen
0 % PER	---	---
100% R113	---	3,30 miljoen
Milieuwinst	3,14 miljoen	-3,13 miljoen

2.3 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieuaspecten.

	vervuilde lucht ( m3 )
95% PER	1330 miljard
5% R113	verwaarloosb.
subtotaal	1330 miljard
0% PER	0
100% R113	40 miljard
subtotaal	40 miljard
milieuwinst	1290 miljard

locatie NL  
(Nederland,  
Buitenland)

- NB. - Alleen de gebruiksfase en afdankfase werden beschouwd i.v.m. het ontbreken van produktiegegevens van R113.
- Energiegebruik PER en R113 werd gelijk verondersteld.
  - Emissies naar water en bodem tijdens gebruik en afdanking werden gelijk verondersteld.
  - Mogelijke aantasting van de ozonlaag door R113 is buiten beschouwing gelaten
  - Een verschuiving naar 100 % gebruik van R113 wordt realistisch geacht gezien het feit dat R113 reeds in opkomst is.

\* Zie noot onder tabel 2.1

Tabel 2.4: Milieuwinst in de produktgroep kunststofprodukten, door een verschuiving binnen het pakket van 400.000 ton PE/PP en PVC van 70% PE/PP en 30% PVC naar 85% PE/PP en 15% PVC (percentages zijn gewichtspercenten ).

2.4 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar lucht in productiefase</u>			<u>in afdankfase</u>
	<u>NOx</u>	<u>SO2</u>	<u>CL2</u>	<u>HCL</u>
70% PE/PP	7 miljoen	3 miljoen	0	0
30% PVC	3 miljoen	2 miljoen	0,3 miljoen	75 miljoen
subtot. 1	10 miljoen	5 miljoen	0,3 miljoen	75 miljoen
85% PE/PP	9 miljoen	4 miljoen	0	0
15% PVC	1 miljoen	1 miljoen	0,15 miljoen	40 miljoen
subtot. 2	10 miljoen	5 miljoen	0,15 miljoen	40 miljoen
Milieuwinst (subtot.1- subtot.2)	0	0	0,15 miljoen	35 miljoen

2.4 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	<u>energie- verbruik ( MJ )</u>	<u>vervuilde lucht ( m3 )</u>	<u>vervuild water ( m3 )</u>	<u>afval- volume ( m3 )</u>
70% PE/PP	20 miljard	200.000 miljard	130 miljoen	220.000
30% PVC	7 miljard	300.000 miljard	80 miljoen	70.000
subtotaal 1	27 miljard	500.000 miljard	210 miljoen	290.000
85% PE/PP	24 miljard	240.000 miljard	150 miljoen	270.000
15% PVC	3 miljard	150.000 miljard	40 miljoen	36.000
subtotaal	27 miljard	390.000 miljard	190 miljoen	300.000
milieuwinst (subt.1- subt.2)	0	110.000 miljard	20 miljoen	-30.000
locatie (Nederland, Buitenland)	NL/BL	NL/BL	NL/BL	NL

NB. Een reductie van het PVC-gebruik tot 0% wordt niet realistisch geacht i.v.m. de niet volledig functionele uitwisselbaarheid van polyolefinen en PVC.

\* (zie noot onder tabel 2.1)

Tabel 2.5: Milieuwinst in de produktgroep tandvullingen, door een verschuiving van 100% gebruik van amalgaamtandvullingen naar 100% gebruik van composiet-tandvullingen, op basis van het jaarverbruik aan tandvulling in Nederland.

2.5 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar lucht , water en bodem in afdankfase</u>			
	Hg	Ag	Cu	Sn
100% amalgaam	5000	1000	1200	1200
100% composiet	0	0	0	0
Milieuwinst	5000	1000	1200	1200

2.5 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	vervulde lucht ( m3 )	vervuld water ( m3 )	vervulde bodem ( m3)
100% amalgaam	4000 miljard	6,5 miljoen	2,2 miljoen
100% composiet	0	0	0
milieuwinst	4000 miljard	6,5 miljoen	2,2 miljoen
locatie	NL	NL	NL

NB. Uitgegaan werd van de veronderstelling, dat er geen verschillen in emissies zijn tussen amalgaam en composiet in de produktiefase en dat composieten in de afdank-fase geen milieuhygiënische problemen opleveren.

\* (zie noot onder tabel 2.1)

Tabel 2.6: Milieuwinst in de produktgroep melkverpakkingen, door een verschuiving binnen het huidige Nederlandse verpakingspakket voor de jaarlijkse geconsumeerde hoeveelheid melk in Nederland ( 1000 milj. liter ) van 0% karton en 30% glazen retourfles ( globaal ) naar 0% karton en 100% retourfles ( 40 trips ).

2.6 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	Emissies naar lucht in productiefase		Emissies naar water in productie- en afdankfase*	
	NOx	SO2	BOD	
70% karton	370.000	1300.000	430.000	
30% fles	30.000	100.000	140.000	
subtot. 1	400.000	1400.000	570.000	
100% fles	100.000	300.000	480.000	
Milieuwinst	300.000	1100.000	90.000	

2.6 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*\* en andere milieuaspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	afval volume ( m3 )
70% karton	1 miljard	20.000 miljard	100 miljoen	6000
30% fles	verwaarloosb.	2000 miljard	10 miljoen	2000
subtotaal 1	1 miljard	22.000 miljard	110 miljoen	8000
0% karton	0	0	0	0
100% fles	1 miljard	5000 miljard	30 miljoen	7000
subtotaal 2	1 miljard	5000 miljard	30 miljoen	7000
milieuwinst (subt.1 - subt.2)	0	17.000 miljard	80 miljoen	1000
locatie	NL/BL	NL/BL	NL/BL	NL

NB. Een verschuiving (terug) naar de glazen retourfles wordt realistisch geacht, gezien het feit, dat 15 jaar geleden 77% van alle melk in flessen verkocht werd.

\* Het reinigen van de glazen retourfles voor hergebruik geeft organische - verontreiniging ( BOD = Biological Oxygen Demand ) .

\*\* (zie noot onder tabel 2.1)

Tabel 2.7: Milieuwinst in de produktgroep lampen, door een verschuiving van 100% gebruik van gloeilampen naar 100% gebruik van TL-buizen, op basis van het jaargebruik aan gloeilampen in Nederland.

2.7 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	Emissies naar lucht en bodem in afdankfase					Emissies naar lucht in in gebruiksfase ( el.opwekking)		
	Mo	W	Pb	Hg	Cu	NOx	SO2	diverse zware metalen
100% gloeilamp	5,2	11,5	1000	0	0	50.000	20.000	100
70% gloeilamp	3,6	8	700	0	0	35.000	14.000	70
30% TL-buis	0	0,2	0	0,2	60	2000	1000	1
subtot.	3,6	8,2	700	0,2	60	37.000	15.000	71
Milieuwinst	1,6	3,3	300	-0,2	-60	12.000	5000	29

2.7 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	vervuilde bodem ( m3 )	afval- volume ( m3 )
100% gloeilamp	220 miljoen	1500 miljard	220 miljoen	7700	3000
100% TL-buis	30 miljoen	160 miljard	30 miljoen	2300	350
milieuwinst	190 miljoen	1340 miljard	190 miljoen	5400	2650
locatie	NL	NL	NL	NL	NL

NB. Een verschuiving naar 100% TL-buis wordt niet realistisch geacht gezien het feit, dat TL-buizen niet in een gloeilamp- schroeffitting passen.

\* (zie noot onder tabel 2.1)

Tabel 2.8: Milieuwinst in de produktgroep koortsthermometers, door een verschuiving van 100% gebruik van kwik-koortsthermometers naar 100% gebruik van digitale koortsthermometers, in Nederland.

2.8 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg. ). De emissies zijn niet gewogen.

	Emissies naar lucht, water en bodem in afdankfase	
	Hg	Ag
100% kwikthermometer	1200	0
100% digitale thermometer	0	150
Milieuwinst	1200	-150

2.8 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

energie-	vervuilde verbruik ( MJ )	vervuild lucht ( m3 )	vervuilde water ( m3 )	bodem ( m3 )
100% kwik- thermometer	100 miljoen	500 miljard	5000 miljoen	700.000
100% digitale thermometer	100 miljoen	500 miljard	verwaarloosb.	verwaarloosb.
milieuwinst	0	0	5000 miljoen	700.000
locatie (Nederland, Buitenland)	BL	NL	NL	NL

NB -De MIC-norm voor Ag is lager dan de MIC-norm voor Hg.  
-Verondersteld is, dat het gebruik van kwikoxide-batterijtjes reeds door succesvol produktbeleid tot nul gereduceerd is.

\* Zie noot onder tabel 2.1.



Tabel 2.9: Milieuwinst in de produktgroep autobasislak, door een verschuiving van 100% gebruik van metallic-basislak met organisch oplosmiddel naar 100% gebruik van Aquabase op waterbasis, op basis van het jaarverbruik aan auto's in Nederland.

2.9 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen (in kg). De emissies zijn niet gewogen.

Emissies naar lucht in gebruiksfase

(Xyleen, Tolueen ed.)

100 % Metallic	80 miljoen
100 % Aquabase	40 miljoen
Milieuwinst	40 miljoen

2.9 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*.

	vervulde lucht ( =3 )
100% Metallic	1800 miljard
100% Aquabase	900 miljard
Milieuwinst	900 miljard
Locatie	BL ( NL )

NB Alleen de gebruiksfase is in beschouwing genomen.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

Tabel 2.10: Milieuwinst in de productgroep accubakken, door een verschuiving van 100% gebruik van eboniet-accubakken naar 100% gebruik van polypropeen-accubakken, op basis van het jaarverbruik van accubakken in Nederland.

2.10 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

		<u>Emissies naar lucht in productie- en gebruiksfase</u>		
		NOx	SO2	
100% eboniet	prod.	126.000	prod.	50.000
	gebruik	A*	-	
100% polyprop.	prod.	4000	prod.	1000
	gebruik	A* - 150.000	-	
Milieuwinst		272.000	49.000	

2.10 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*\* en andere milie-aspecten.

	energie- verbruik (MJ)	vervuilde lucht (m <sup>3</sup> )	vervuild water (m <sup>3</sup> )	afval- volume (m <sup>3</sup> )
100% eboniet	380 miljoen	> 5900 miljard	3.100.000	95
100% polyprop.	10 miljoen	110 miljard	65.000	6
milieuwinst	370 miljoen	580 miljard	3.035.000	89
locatie	NL	NL/BL	NL/BL	NL

NB Bij de accubakken heeft al een spontane marktverschuiving naar bijna 100% polypropeen-accubak plaatsgevonden.

\* In dit geval is alleen een verschilberekening uitgevoerd.

\*\* (zie noot onder tabel 2.1)

Tabel 2.11: Milieuwinst in de produktgroep wasmachines, door een verschuiving van 100% gebruik van het huidige type naar 100% gebruik van het herontworpen type, op basis van het verbruik aan wasmachines in Nederland.

2.11 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar bodem in afdankfase</u>			
	Cd	Cu	Pb	Zn
100% huidige type	140	54000	3000	54000
10% herontwerp	50	18900	1050	18900
Milieuwinst	90	35100	1950	35100

2.11 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*.

	vervuilde bodem ( m <sup>3</sup> )
100% huidig type	1210 miljoen
100% herontwerp	425 miljoen
Milieuwinst	785 miljoen
Locatie	NL

NB -Alleen de afdankfase is in beschouwing genomen.

-Verondersteld is, dat beide typen m.b.t. energie- en waterverbruik niet verschillen.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

Tabel 2.12: Milieuwinst in de productgroep autobanden, door een verschuiving van het gebruik van 100% nieuwe autobanden naar het gebruik van 80% nieuwe en 20% gecoverde banden, op basis van het jaarverbruik van banden voor personenauto's in Nederland.

2.12 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar lucht in productiefase</u>	
	NOx	SO2
100% nieuw	715.000	260.000
80% nieuw		
20% gecoverd	625.000	220.000
Milieuwinst	90.000	40.000

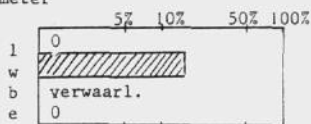
2.12 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )
100% nieuw	7,5 miljard	18600 miljard	17750 miljoen
80% nieuw			
20% gecoverd	6,8 miljard	16100 miljard	15400 miljoen
Milieuwinst	0,7 miljard	2500 miljard	2350 miljoen
Locatie	NL/BL	NL/BL	NL/BL

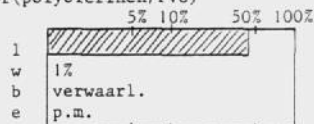
NB - Uitgegaan is van een percentage van covering van 25%.  
Dit percentage is realistisch gezien het percentage covering in andere landen.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

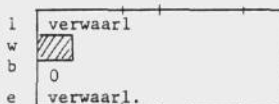
## koortsthermometer



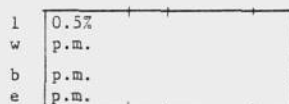
## kunststof (polyolefinen/PVC)



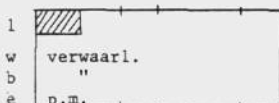
## verlichting



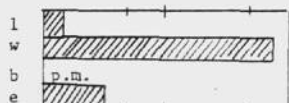
## autolak



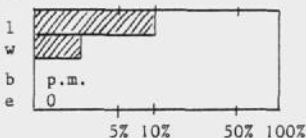
## tandvulling



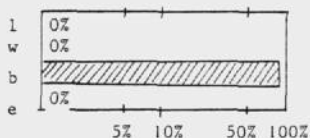
## autobanden



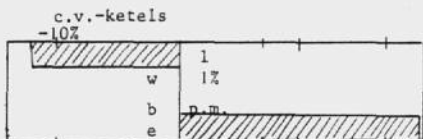
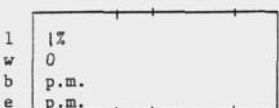
## melkverpakking



## wasmachine



## textiel rein.



Figuur 1: De relatieve milieuwinst op de milieu-aspecten gewogen emissie naar lucht (l), gewogen emissie naar water (w), gewogen emissie naar bodem (b) en energieverbruik (e) als gevolg van succesvol verondersteld produktbeleid uitgezet als percentage van de totaal haalbare milieuwinst binnen alle hierboven vermelde produktgroepen gezamenlijk. De percentages zijn uitgezet op log-schaal.

## 5. Conclusies

Op grond van de onderzochte produktgroepen wordt geconcludeerd, dat de potenties van produktgericht beleid ten aanzien van bestaande produkt-pakketten groot lijken. Daarbij zijn dynamische aspecten (herontwerp van produkten) nog buiten beschouwing gebleven.

Er kunnen op basis van de resultaten drie kwantitatieve hoofdlijnen onderscheiden worden:

1. Omvangrijke verschuivingen tussen produkt-alternatieven blijken in veel gevallen mogelijk te zijn. Voorbeelden hiervan zijn accubakken, Sprinklers, oplosmiddelen voor chemisch reinigen, tandvullingen en kozijnen.
2. Per produkt is voor de verschillende milieu-aspecten een verbetering mogelijk in de orde van 50% of meer bijvoorbeeld bij een verschuiving van kwikkoortsthermometer naar digitale thermometer, een verschuiving van gloeilamp naar TL-buis, en een verschuiving van amalgaam-tandvulling naar composiet tandvulling.
3. De totale milieuhygiënische effectiviteit van het in deze studie succesvol veronderstelde produktbeleid is voor de aspecten luchtverontreiniging en waterverontreiniging respectievelijk 15 a 30% en 20 a 50%.

Aan de resultaten kunnen geen conclusies verbonden worden over de kosten-effectiviteit van produktgericht milieubeleid. Tevens is een keuze van optimale beleidsinstrumenten en doelgroepen op basis van de resultaten onmogelijk. Vergelijking tussen de produktgroepen kan een eerste indruk geven voor prioritering op basis van alleen de effectiviteit van het veronderstelde produktgerichte beleid. De kosten zijn immers nog niet in de beschouwing betrokken. Dat deze kosten sterk variabel kunnen zijn blijkt wel uit het feit dat ze soms ook nul kunnen zijn, gezien b.v. de spontane marktontwikkeling naar milieuvriendelijker accubakken.

Mede als gevolg van het ontbreken van systematisch onderzoek naar proces-emissies is de empirische basis van dit onderzoek nog lang niet sterk genoeg voor het formuleren van definitieve en specifieke beleidslijnen. Een vereiste om produktgericht beleid goed te kunnen ontwikkelen is dan ook een openbaar toegankelijk en controleerbaar informatie-systeem voor met name de basismaterialen en basisprocessen, die gemeenschappelijk zijn

voor talloze produkten. Deze materialen-database dient opgezet te worden met een systematiek gericht op dit type gebruik. Bij de ontwikkelingen van produktbeleid in Duitsland (das Umweltzeichen) en Engeland (Pollution Abatement Technology Award) wordt eveneens behoefte aan betere onderbouwing gesignaleerd.

Produktgericht beleid heeft principieel een internationale werking, vanwege het internationale karakter van vrijwel elk produktie-proces en het grote importaandeel in de consumptiegoederen in Nederland, maar ook in alle andere westerse industrielanden. De effectiviteit van produktgericht beleid is dus zeer afhankelijk van internationale coördinatie. Bij een nationaal produktbeleid is beïnvloeding van produktieprocessen gering. Een nationaal produktgericht beleid kan echter wel effect hebben op milieuproblemen in de gebruiks- en afdankfase, die over het algemeen op Nederland betrekking hebben.

BIJLAGE 1  
PRODUKTVERGELIJKING  
C.V.-KETELS



### Produktvergelijking van twee typen c.v.ketels

- 1 conventionele ketel\*
- 2 HR-ketel ( c.v. )

### Produktbeschrijving

Een HR-ketel is een gasgestookte c.v.-ketel met een speciale constructie. Ingebouwd is een tweede warmtewisselaar, die ervoor zorgt dat zoveel mogelijk warmte wordt onttrokken aan de rookgassen, die bij een conventionele ketel nog vrij heet door de schoorsteen verdwijnen. Het gebruiksrendement bedraagt 90% op bovenwaarde. Het gebruiksrendement van de conventionele ketel bedraagt 75%. Een HR-ketel levert een jaarlijkse gasbesparing van 17%. Overige verschillen tussen een conventionele ketel en een HR-ketel zijn:

- Bij HR-ketels wordt condenswater gevormd, dat via een afvoerleiding van kunststof op de riolering geloosd wordt. Het condenswater is zwakzuur, ph=4.
- Een HR-ketel mag alleen aangesloten worden op een aluminium rookgassen-afvoer en niet op een gemetselde schoorsteen.
- Materiaal warmtewisselaar HR-ketel: meestal Al-legering met 0,001 0,007 gew.% titaan soms r.v.s. ( 0,23 gew.% titaan ).
- Materiaal warmtewisselaar conventionele ketel: soms Al of r.v.s. meestal gietijzer.

Aantal c.v.-ketels in Nederland: 3,5 miljoen  
Aantal ketels reeds vervangen door HR: 50.000

In het kader van het onderzoek naar de potenties van produktbeleid werden de volgende typen ketels m.b.t. hun milieuaspecten vergeleken: een conventionele ketel met een gietijzeren warmtewisselaar en een HR-ketel met twee warmtewisselaars van aluminium. Recycling werd nul verondersteld.

### Resultaten milieuvergelijking en beoordeling

De resultaten van de produktvergelijking m.b.t. milieu-aspecten staan gegeven in tabel 1. De verschillen in emissies van NOx en SO2 worden met name veroorzaakt door het gebruik van een tweede warmtewisselaar bij de HR-ketel en door het gebruik van ander materiaal ( aluminium i.p.v. ijzer ). Indien uitgegaan wordt van een conventionele ketel met een aluminium warmtewisselaar zal de HR-ketel op alle aspecten behalve het energieaspect slechter scoren. Gezien de tegengestelde richtingen van verandering kan uit milieuoverwegingen alleen een keuze gemaakt worden op basis van afweging van de onderscheiden milieuaspecten. Bij deze afweging dient men rekening

\*Het betreft hier een relatief nieuwe ketel met verhoogd rendement. De oude conventionele ketel mag niet meer geïnstalleerd worden.

te houden met de grote variatie in typen ( wat betreft materiaalkeuze warmtewisselaar ), zowel bij de conventionele als bij de HR-ketel. Daarnaast dient tevens de VR ( verbeterd rendement ) ketel in de beschouwing betrokken te worden.

Uit milieuhygiënisch oogpunt lijkt een verschuiving naar gebruik van HR-ketels minder gunstig, dan op het eerste gezicht gedacht zou worden i.v.m. het lagere energieverbruik van HR-ketels. De milieuconsequenties van deze verschuiving werden berekend op basis van de produktvergelijking. In tabel 2 staan de resultaten hiervan en tevens de locatie van de bereikte verschuiving in milieubelasting. Wat betreft dit (buitenland)aspect kan gesteld worden, dat alle ketels ten dele in Nederland en ten dele in het buitenland gemaakt worden.

#### Aanknopingspunten voor produktgericht beleid

Het gebruik van HR-ketels wordt reeds gestimuleerd d.m.v. subsidie bij de aanschaf. Een ander mogelijk instrument voor produktbeleid is het stimuleren van onderzoek naar verbetering van de conventionele ketel ( vergelijk de ontwikkeling van de VR-ketel ). In het eerste geval zijn consumenten en installateurs doelgroepen, in het tweede geval vormen de fabrikanten een doelgroep.

Recycling kan de milieuscore van met name de HR-ketel sterk verbeteren. Ook bij gelijk recyclingspercentage wordt, naarmate dit hoger is, de score van de HR-ketel steeds minder ongunstig en uiteindelijk zelfs gunstiger dan de conventionele ketel.

Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. milieuaspecten van 1 jaar gebruik van 3,6 milj. conventionele ketels ( A ) versus 3,6 milj. HR-ketels ( B ) bij een verbruik van 250.000 ketels.

	A		B
<u>Produktiefase</u>			
materiaalgebruik:			
gietijzer	13,5 x 10 <sup>6</sup> kg/j	Al	15 x 10 <sup>6</sup> kg/j
energiegebruik:			
bij gietijzerprod.	0,3 x 10 <sup>9</sup> MJ/j	bij Al-prod.	4 x 10 <sup>9</sup> MJ/j
grondstoffengebruik:			
ijzererts	16,9 x 10 <sup>6</sup> kg/j	bauxiet	60 x 10 <sup>6</sup> kg/j
emissies ( gewogen ):			
bij ijzerprod.	NOx, SO2	bij Al-prod.	NOx, SO2
naar lucht	4 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j	naar lucht	35 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j
naar water	746 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j	naar water	17 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j
	(geen saillante stoffen )		
vast afval:	6,1 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j		29 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j
<u>Gebruiksfase</u>			
energieverbruik:	284 x 10 <sup>9</sup> MJ/j		236 x 10 <sup>9</sup> MJ/j
emissies ( gewogen ):			
naar lucht	NOx, Hg	naar lucht	NOx, Hg
	30,2 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j	naar water	25 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j
			4,5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j
<u>Afdanking</u>			
	recyclingsperc. = 0		recyclingsperc. = 0
<u>TOTAAL</u>			
energie	284,3 x 10 <sup>9</sup> MJ/j		240 x 10 <sup>9</sup> MJ/j
grondstoffen- verbruik	ijzererts 16,9 x 10 <sup>6</sup> kg/j		bauxiet 60 x 10 <sup>6</sup> kg/j
emissies			
naar lucht	34 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j		60,1 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j
naar water	746 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j		21,5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j
vast afval	6,1 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j		29 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j

## Toelichting tabel 1:

- Levensduur voor beide ketels is 15 jaar. Dit betekent, dat per jaar 3,6 miljoen : 15 = 250.000 ketels vervangen moeten worden.
- **Materiaalgebruik.**  
Er is veel variatie in gebruikte materialen voor warmtewisselaars. In de vergelijking werd uitgegaan van een conventionele ketel met een warmtewisselaar van gietijzer ( 54 kg ) en een HR-ketel met twee warmtewisselaars van aluminium ( 2 x 30 = 60 kg ). Het materiaalgebruik voor het huis evenals de materialen voor bijbehorende onderdelen werden gelijk verondersteld. Het gebruik van titaan in de aluminium-legering werd buiten beschouwing gelaten.
- **Energiegebruik ( produktiefase ).**  
Energiewaarde voor Al( koudgewalst plaat ) = 265 MJ/kg  
Energiewaarde voor gietijzer = 20 MJ/kg  
Energiekosten voor bewerkingsprocessen werden niet beschouwd.
- **Grondstoffengebruik/ gewogen emissies/ vast afval.**  
Gegevens en methode van weging uit "Oekobilanzen von Packstoffen". Voor Al werd de produktie tot Al plaat beschouwd, waarbij de dikte van de plaat weinig invloed heeft op de berekening. Voor ijzer werd de produktie tot gewalste plaat beschouwd.  
Wegingsmethode: Emissie naar lucht in mg : MIK in mg/m<sup>3</sup> = kritische volume in m<sup>3</sup> ( lucht ).
- **Energieverbruik ( gebruiksfase ).**  
Uitgegaan werd van een gem. gasgebruik van 2500 m<sup>3</sup>/j voor een gem. woning met c.v.  
Het totale gasgebruik voor conventionele ketels is ( 250.000 x 3,6 milj. ) 9 x 10E9 m<sup>3</sup>/j. Dit komt overeen met ( 9 x 10E9 x 31,6 ) = 284 x 10E9 MJ/j. Het totale gasverbruik voor 3,6 milj. HR-ketels is 17% minder. Indien exploratie, exploitatie van aardgasbronnen en transport meegerekend worden verbeterd dit de toerekening van HR-ketels.
- **Emissies ( gebruiksfase ).**  
Uitgegaan werd van een totale NOx-emissie door 3,6 milj. conventionele ketels van 1,5 x 10E6 kg/j. Voor 3,6 milj. HR-ketels is de emissie 17% minder. De Hg-emissie bij verbruik van gas door 3,6 milj. conventionele ketels is ( 9 x 10E9 x 12 ) 108 kg/j. Bij gebruik van HR-ketels komt 50% van de Hg-emissie in het condenswater terecht ( 50% van 0,83 x 108 ) i.e. 45 kg/j.  
( Weging volgens Oekobilanzen von Packstoffen, L=lucht W=water )
- **Afdanking.**  
Het recyclingspercentage werd voor beide ketels op nul gesteld.

Tabel 2.1: Milieuwinst in de produktgroep c.v. ketels, door een verschuiving van 100% gebruik van conventionele ketels naar 100% gebruik van HR-ketels, op basis van het jaargebruik van c.v. ketels in Nederland.

2.1 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

		<u>Emissies naar lucht in productie- en gebruiksfase</u>		
		NOx	SO2	Hg
conv. ketel	prod.	70.000	1500.000	-
	gebr.	1500.000	-	110
	tot.	1570.000		
HR-ketel	prod.	600.000	2000.000	-
	gebr.	1250.000	-	100
	tot.	1850.000		
Milieuwinst		-280.000	-500.000	10

2.1 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieuaspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervulde lucht ( m <sup>3</sup> )	vervuld water ( m <sup>3</sup> )	afval- volume ( m <sup>3</sup> )
conv. ketel	280 miljard	30.000 miljard	1 miljoen	6000
HR-ketel	240 miljard	60.000 miljard	20 miljoen	29000
milieuwinst	40 miljard	-30.000 miljard	-20 miljoen	-23000
locatie (Nederland, Buitenland)	NL	NL/BL	NL/BL	NL

NB. Verondersteld is een recyclingspercentage van 0% voor beide typen ketels. Een hoger recyclingspercentage kan de milieuwinst bij een verschuiving naar de HR-ketel sterk verbeteren.

\* Weging is uitgevoerd met MIC-, water- en bodemnormen ( emissie in mg : norm in mg/m<sup>3</sup> = m<sup>3</sup> vervulde lucht, water of bodem ). Darna lineaire additie van gewogen emissies. In de weging zijn in de gevallen waar gebruik is gemaakt van productie-procesgegevens uit Oekobilanzen van Packstoffen naast de op grond van saillantie gekozen stoffen veel meer stoffen betrokken. Het gaat hierbij om minder schadelijke stoffen zoals stof, koolmonoxide, fluoriden, sulfiden, zwavelwaterstof, verschillende koolwaterstoffen, organische stoffen en metaalionen.

## Bronnen:

Schriftelijke en/of mondelinge informatie van

- Stichting Voorlichting Energie Nederland
- VEGIN Afdeling Warmte en Stroomingstechniek  
Afdeling Economisch Onderzoek, basisonderzoek aardgas kleinverbruik
- Agpo, fabrikant van c.v. ketels

## Literatuur

- Lozing van het condenswater van de HR-ketel, Gasunie 1982
- CBS kwartaalberichten milieu 1985
- Kwik in het Nederlandse milieu, CML 1985
- Oekobilanzen von Packstoffen, Bundesamt für Umweltschutz Bern, 1984
- Kemna R.J.B. Energiebewust ontwerpen, TH-Twente 1981

BIJLAGE 2  
PRODUKTVERGELIJKING  
WINDMOLENS  
VERSUS  
KOLENCENTRALE

### Produktvergelijking

- 1 Energie uit een kolengestookte electriciteitscentrale
- 2 Energie uit windmolens

### Produktdefinitie

- 1 In de vergelijking werd uitgegaan van een kolengestookte electriciteitscentrale van 600 MW vermogen ( optimale omvang ) met rookgasreiniging.  
In Nederland zijn tijdens de oliecrisis twee nieuwe kolengestookte centrales van deze omvang gebouwd: de Amer 8 bij Geertruidenberg en de Gelderland 13 bij Nijmegen. Tevens zijn een aantal centrales, die gestookt werden met aardgas en olie omgebouwd op steenkool. Dit aantal zal nog verder worden uitgebreid.
- 2 Een moderne middelgrote windmolen ( windturbine ) met een vermogen van 0,1 MW ( zonder opslagsysteem ). De stalen mast is totaal 22 meter hoog. De windturbine heeft drie rotorbladen van met glasvezelversterkt polyester met een diameter van 22 meter. Bij de introductie van windturbines in deze vermogensklasse hebben zich diverse problemen voorgedaan, die in de loop der tijd in principe zijn overwonnen.

In het kader van het onderzoek naar de potenties van produktbeleid werd het gebruik van een 600 MW kolencentrale m.b.t. milieu-aspecten vergeleken met gebruik van 0,1 MW windmolens, waarbij uitgegaan werd van de functionele eenheid 500 MWj geproduceerde energie per jaar.

### Resultaten milieuvergelijking en beoordeling

Uit tabel 1 blijkt, dat de emissie van NOx en SO2 bij de produktie van staal voor 24.000 windmolens in het niet vallen bij de emissies van Nox en SO2 door een kolengestookte centrale. T.a.v. de aspecten energiegebruik ( fossiele brandstoffen ), emissies en vast afval scoren de windmolens gunstiger dan de kolencentrale. Bij de produktie van 24000 windmolens zijn echter wel veel meer grondstoffen nodig m.n. ijzererts en aardolie. Over het verschil in aantasting van natuur en landschap kunnen moeilijk uitspraken gedaan worden. De plaatsing van 24000 middelgrote windmolens is planologisch echter vrij zeker een onmogelijke opgave. Uit milieu-hygiënisch oogpunt lijkt een verschuiving van electriciteitsproduktie door een kolencentrale naar electriciteitsproduktie m.b.v. windmolens zinvol. Op basis van de produktvergelijking werd de milieuwinst berekend van een overstap van 50 MWj energie per jaar geproduceerd door een kolencentrale naar een zelfde hoeveelheid geproduceerd door 2400 ( equivalent ) windmolens ( tabel 2 ). De plaatsing van 2400 molens moet echter wel mogelijk worden geacht. In tabel 2 staat tevens de locatie waar deze milieuwinst optreedt.

### Aanknopingspunten voor produktbeleid

De milieuwinst, die verkregen kan worden met een overstap naar grote i.p.v. de hier beschouwde middelgrote windmolen, kan nog veel groter zijn als gevolg van een mindere aantasting van het landschap en minder ruimtebeslag. Beleidsmaatregelen om deze overstap te bereiken zouden bv. kunnen zijn: subsidie op windmolens, stimulering van het onderzoek aan grote windmolens. Doelgroepen zijn producenten en bedrijven.  
NB. Er is echter ook een ontwikkeling gaande naar ontzweveling van steenkool voor afgaand aan verbranding.



Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. milieu-aspecten van 1 jaar gebruik van 1 kolencentrale van 600 MW ( A ) versus 1 jaar gebruik van 24.000 windmolens van elk 0,1 MW ( B ) . Functionele eenheid is 500 MWj energie.

Produktiefase	A		B
materiaalgebruik:			
staal	0,62 x 10 <sup>6</sup> kg/j	staal	13 x 10 <sup>6</sup> kg/j
beton	p.m.	polyester	1 x 10 <sup>6</sup> kg/j
overig	p.m.	beton	p.m.
		overig	p.m.
energiegebruik:			
bij staalprod.	0,02 x 10 <sup>6</sup> MJ/j	bij staalprod.	500 x 10 <sup>6</sup> MJ/j
		bij polyesterprod.	50 x 10 <sup>6</sup> MJ/j
grondstoffen- gebruik:			
ijzererts	0,76 x 10 <sup>6</sup> kg/j	ijzererts	16 x 10 <sup>6</sup> kg/j
		aardolie	1 x 10 <sup>6</sup> kg/j
emissies :			
bij staalprod.		bij staalprod.	
naar lucht	NOx, SO2	naar lucht	NOx, SO2
gewogen	186 x 10 <sup>9</sup> m3/j	gewogen	3900 x 10 <sup>9</sup> m3/j
naar water		naar water	
gewogen	3 x 10 <sup>3</sup> m3/j		55 x 10 <sup>3</sup> m3/j
		bij polyesterprod.	
		naar lucht	NOx, SO2
		gewogen	640 x 10 <sup>9</sup> m3/j
		naar water	
		gewogen	690 x 10 <sup>3</sup> m3/j
vast afval:			
bij staalprod.	280 m3/j	bij staalprod.	5900 m3/j
		bij polyesterprod.	21 m3/j
<u>Gebruiksfasen</u>			
energieverbruik:			
kolen	41 x 10 <sup>9</sup> MJ/j	nul	
winning	0,4 x 10 <sup>9</sup> MJ/j		
emissies ( gewogen ):			
naar lucht	NOx, SO2		
gewogen	235 x 10 <sup>12</sup> m3/j	geen	
naar water	zware metalen		
gewogen	40 x 10 <sup>9</sup> m3/j		
	radioactieve stoffen		
vast afval:			
bodemas en vliegias	220 x 10 <sup>3</sup> m3/j	geen	
ontzwavelingsslib	220 x 10 <sup>3</sup> m3/j		

natuur en landschap:		
verzuring		horizonvervuiling, 24.000 windmolens
vergraving bij open mijnbouw		landschappelijk inpasbaar ?
bergen mijnsteen, verzakkingen bij		hinder voor vogels
ondergrondse mijnbouw		

Afdanking

recyclingsperc. staal 80 %		recyclingsperc. staal 80 %
		recyclingsperc. polyester 0 %

<u>Totaal</u> energie	41 x 10 <sup>9</sup> MJ/j	55 x 10 <sup>7</sup> MJ/j
grondstoffengebruik		
ijzererts	0,15 x 10 <sup>6</sup> kg/j	3,2 x 10 <sup>6</sup> kg/j
aardolie	-	1 x 10 <sup>6</sup> kg/j
emissies		
naar lucht	235 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j	1,4 x 10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> /j
naar water	40 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j	0,7 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j
vast afval	220 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j	1,2 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j
natuur en landschap	p.m.	p.m.

## Toelichting tabel 1.

- **Berekening vergelijkingsbasis.**  
Uitgegaan werd van een electriciteitsproductie van 500 MWj per jaar ( 10% van totale Nederlandse electriciteitsproductie ). Voor de productie van een zelfde hoeveelheid energie is een opgesteld vermogen van minimaal 4x dat van de kolencentrale noodzakelijk. Dit betekent, dat een vermogen van ( 4 x 600 ) 2400 MW aan windvermogen nodig is. Dit komt overeen met 24.000 middelgrote windmolens.
- Zowel een kolencentrale als een windmolen hebben een levensduur van ongeveer 25 jaar. Het materiaal-, energie- en grondstoffengebruik, emissies en vast afval in de productiefase werden omgeslagen per jaar.
- **Materiaalgebruik:**  
1 windmolen, mast 14000 kg staal, bladen 1200 kg polyester.  
1 kolencentrale, turbine en ketel en leidingen 15500 x 10<sup>3</sup> kg staal. Het gebruik van beton werd bij beide energieleveranciers buiten beschouwing gelaten.
- **Energiegebruik ( productiefase ):**  
Energiewaarde van stalen buis is 34,5 MJ/j  
Energiewaarde van polyester is 43 MJ/j
- **Grondstoffengebruik/emissies/vast afval ( productiefase )**  
Staalproductie-gegevens en weging uit " Oekobilanzen von Packstoffen ". De polyesterproductie werd benaderd met de polystyrolproductie ( tot aan granulaat ).

- **Energieverbruik (gebruiksfase):**  
Een 600 MW kolencentrale gebruikt voor de produktie van 500 MWj energie  $1,4 \times 10^6$  ton kolen. Dit komt overeen met  $(1,4 \times 10^3 \times 29,5 \text{ MJ/kg}) 41 \times 10^9 \text{ MJ}$ . De energiekosten van winning werden wel in beschouwing genomen, de kosten van transport en ontzwaveling niet.
- Het gebruik van  $80 \times 10^6 \text{ kg}$  kalk voor de ontzwaveling van  $1,4 \times 10^6 \text{ kg}$  kolen werd buiten beschouwing gelaten.
- **Emissies (gebruiksfase):**  
naar lucht NOx,  $10 \times 10^6 \text{ kg/j}$  MIC 0,05 mg/m<sup>3</sup>  
SO<sub>2</sub>,  $3,5 \times 10^6 \text{ kg/j}$  MIC 0,1 mg/m<sup>3</sup>  
naar water en bodem en lucht  
As,  $4,2 \times 10^3 \text{ kg/j}$  waterkwaliteitsnorm 0,5 mg/l  
Cd,  $0,1 \times 10^3 \text{ kg/j}$  waterkwaliteitsnorm 0,05 mg/l  
Hg,  $0,1 \times 10^3 \text{ kg/j}$  waterkwaliteitsnorm 0,01 mg/l  
Pb,  $14 \times 10^3 \text{ kg/j}$  waterkwaliteitsnorm 0,5 mg/l  
De zware-metalen werden gewogen met waterkwaliteitsnormen. Een weging met ABC bodemnormen is ook mogelijk.
- **Vast afval:**  
bodmas en afgevangen vlieg-as:  $150 \times 10^6 \text{ kg/j}$   
slib van ontzwaveling:  $150 \times 10^6 \text{ kg/j}$   
Verondersteld werd, dat deze hoeveelheid overeenkomt met een volume van  $(2 \times 110 \times 10^3 \text{ m}^3) 220 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{j}$ .
- **Afdanking:**  
De veronderstelling van 80% recycling van staal heeft tot gevolg, dat het energiegebruik, grondstoffengebruik, emissies en vast afval van staalproduktie met 80% verminderd werden.

#### Bronnen:

##### Mondelinge mededelingen van:

- Stichting Energie Anders
- Centrum voor Energiebesparing
- Dienst Lucht, VROM
- Stork Hengelo, ketelleverancier
- Brown Boverij Rotterdam, turbineleverancier
- HASKONING, ingenieursbureau

##### Literatuur:

- Storm van Leeuwen, Tussen kernenergie en kolen, 1980
- Cekobilanzen von Packstoffen, Bundesamt für Umweltschutz Bern, 1984

Tabel 2.2: Milieuwinst in de produktgroep energie ( electriciteit ) door een verschuiving van 50 MWj ( 1,6 miljard MJ ) energie per jaar geproduceerd door een 600 MW kolencentrale naar voor een zelfde hoeveelheid geproduceerd door 2400 windmolens van 0,1 MW.

2.2 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen (in kg). De emissies zijn niet gewogen.

	Emissie naar lucht in productie en gebruiksfase		Emissie in gebruiksfase naar lucht water en bodem			
	NOx	SO2	Ag	Cd	Hg	Pb
Kolencentrale						
Prod.fase	gering	gering	---	---	---	---
Gebr.fase	100.000	350.000	420	10	10	1400
Windmolens						
Prod.fase	10.000	15.000	---	---	---	---
Gebr.fase	0	0	0	0	0	0
Milieuwinst	90.000	335.000	420	10	10	140

2.2 B: Milieuwinst m.b.t. tot gewogen emissies\* en andere milieuaspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	afval volume ( m3 )
kolencentrale	4,0 miljard	23500 miljard	4,0 miljard	22000
windmolens	0,1 miljard	140 miljard	0,1 miljard	120
milieuwinst	3,9 miljard	23460 miljard	3,9 miljard	21880
locatie ( Nederland, Buitenland )	NL	NL	NL	NL

NBB- Verondersteld is een recyclingspercentage van staal van 80%.

- Verondersteld is dat 2400 windmolens planologisch inpasbaar zijn.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

BIJLAGE 3  
PRODUKTVERGELIJKING  
CHEMISCH REINIGEN

- Produktvergelijking A met PER chemisch te reinigen textiel  
 B wasbaar textiel, gebruik van wasmiddel  
 C met R113 chemisch te reinigen textiel

Produktbeschrijving

A Chemisch reinigen, of dry-cleaning, is het reinigen van kleding met niet-waterige organisch oplosmiddelen. Het proces bestaat uit drie stappen:

- 1 Wassen in oplosmiddel
- 2 Centrifugeren om oplosmiddel te verwijderen
- 3 drogen in hete luchtstroom

Het oplosmiddel wordt gefilterd. Zowel filter-residu als vervuild oplosmiddel worden gedestilleerd om het oplosmiddel terug te winnen.

Alle chemisch-reinigen bedrijven bezitten "dry-to-dry" installaties, waarbij alle processen in een apparaat plaatsvinden.

In Nederland zijn er 900 bedrijven met 1600 installaties. Het meest gebruikte oplosmiddel in West-Europa en ook in Nederland is Tetrachlooretheen ( PER ), met meer dan 90% van het totaal.

Chemisch reinigen wordt aanbevolen bij de duurdere kleding, m.n. herenpakken, om de kwaliteit van textiel en verfstoffen te behouden.

- B Een alternatief voor chemisch reinigen is wassen met water en wasmiddelen. Uitgegaan werd van wasmiddel met 20% fosfaat.
- C Substitutie van PER door andere oplosmiddelen is eveneens een alternatief. Door de strengere normen voor PER is vooral het middel R113, Trichloortrifluorethaan, in opkomst.

Totale produktie van PER in Nederland is 14600 ton per jaar.

Totaal verbruik van PER t.b.v. chemisch reinigen in Nederland is 3800 ton per jaar, waarmee 45 miljoen kg per jaar gereinigd wordt.

Totale produktie en verbruik van wasmiddel in Nederland is 100.000 ton per jaar.

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

De resultaten worden gegeven in tabel 1.

Uitgaande van de veronderstelling, dat er in de produktie-fase m.b.t. de beschouwde milieu-aspecten geen verschillen zijn tussen PER en R113, lijkt een afweging tussen chemisch reinigen met PER en chemisch reinigen met R113 uit milieu-oogpunt ten gunste van R113 uit te vallen. Hierbij moet aangemerkt worden, dat bij afbraak van R113 mogelijk de ozon-laag aangetast kan worden. Dit aspect wordt in de vergelijking buiten beschouwing gelaten. Bij een keuze tussen chemisch reinigen met PER en wassen met wasmiddel mag de fosfaat-emissie met als gevolg eutrofiering en de cadmium-emissie bij de fosforzuur- produktie niet over het hoofd gezien worden. Deze emissies lijken echter verwaarloosbaar t.o.v. de emissie van PER. Een keuze tussen chemisch reinigen met R113 en wassen met wasmiddel kan pas gemaakt worden indien er gegevens beschikbaar zijn over de produktiefase van R113 en wasmiddel en bovendien het aspect van eutrofiering in de afweging betrokken wordt.

Een verschuiving van het gebruik van PER naar het gebruik van R113 lijkt uit milieu-overwegingen zinvol. Bovendien is deze verschuiving realis-

tisch gezien het feit, dat R113 reeds in opkomst is. Tabel 2 geeft de milieuconsequenties van een verschuiving van 95% PER en 5% R113 naar 0% PER en 100% R113.

In tabel 2 wordt tevens aangegeven waar deze winst plaatsvindt ( Nederland en/of buitenland ).

#### Aanknopingspunten voor produktbeleid

Produktgerichte beleidsmaatregelen om deze verschuiving tot stand te brengen kunnen bv. zijn een heffing op PER, een verbod van PER ( doelgroep chemisch reinigen bedrijven ) of informatie aan de consument, dat bep. kleding niet chemisch gereinigd behoeft te worden etc.

Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. milieu-aspecten van het reinigen van 45 milj. kg kleding in Nederland per jaar met 3800 ton PER ( A ) versus het reinigen van 45 milj. kg kleding met 900 ton was middel ( B ) versus het reinigen van 45 milj. kg kleding met 3800 ton Ri13 ( C ).

	A	B	C
<u>Produktiefase</u>			
grondstoffen-gebruik	aardolie 600 ton/j chloor 3200 ton/j (propeen 600 ton/j )	fosfaaterts p.m. (fosforzuur 600 ton/j) overig p.m.	aardolie p.m. chloor p.m. fluor p.m.
energieverbruik	bij proppeenprod. 40x10 <sup>6</sup> MJ/j bij overige processen gering	bij fosforzuurprod. 26x10 <sup>6</sup> MJ/j bij overige processen p.m.	bij ethaanprod.  bij overige p.m.
emissies naar lucht gewogen	bij proppeenprod. SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> 420x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	bij fosforzuurprod. p.m.	bij ethaan p.m.
naar water gewogen	(geen saillante stoffen) 260x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j	Cd p.m.	p.m.
naar bodem	-	Cd	p.m.
emissies naar lucht gewogen	bij PER-prod. PER 7x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	bij overige processen p.m.	bij overig p.m.
naar water gewogen	PER 500x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j	p.m.	p.m.
vast afval	bij proppeenprod. gering	bij fosforzuurprod. slib	p.m.
<u>Gebruiksfase</u>			
energieverbruik	p.m.	bij koud wassen niet differentierend	niet diff.
emissies naar lucht gewogen	PER 1400x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	-	Ri13 43x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j
naar water gewogen	PER gering	fosfaat 200 ton/j	Ri13 gering
naar bodem	PER gering	-	Ri13 gering
			aantasting ozonlaag ?
<u>Afdanking</u>			
emissies	PER gering	NVT	Ri13 gering



Totaal grondstoffen- gebruik	aardolie 600 ton/j	fosfaaterts p.m.	aardolie p.m.
energieverbruik	40x10 <sup>6</sup> MJ/j	26x10 <sup>6</sup> MJ/j	p.m.
emissies naar lucht gewogen	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PER 1800x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	-	R113
naar water gewogen	PER 760x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j	fosfaat 200 ton/j	R113

-----  
Toelichting bij tabel 1:

- Berekening vergelijkingsbasis:

Het PER-verbruik is 84 gr per kg kleding

Het wasmiddel-gebruik is 20 gr per kg kleding.

Voor R113 werd een zelfde verbruik als bij PER verondersteld.

Het gebruik van PER werd vergeleken met een hoeveelheid wasmiddel en R113, die voor de jaarlijks chemisch gereinigde hoeveelheid kleding in Nederland nodig is. De installaties voor chemisch reinigen en de wasmachine werden buiten beschouwing gelaten.

- Grondstoffengebruik.

Het productieproces voor PER bestaat uit twee stappen:

1 Het kraken van nafta ( aardolie ) voor de produktie van propeen.

2 Chlorering van propeen met reactievergelijking:

1 mol propeen + 7 mol chloor geeft 1 mol PER + 1 mol tetrachloorkoolstof + 6 mol HCL

Het tetrachloorkoolstof is evenals PER een hoofdprodukt en wordt gebruikt bij de produktie van andere stoffen. Ook het HCL wordt in dezelfde fabriek gebruikt bij andere processen.

M.b.t. wasmiddel werd uitgegaan van een percentage fosfaat van 20% ( natriumtripolyfosfaat, Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> ). Voor de produktie van ( 20% van 900 ) 200 ton fosfaat is ca. 600 ton fosforzuur nodig, dat door thermische verwerking gewonnen wordt uit fosfaaterts. Overige bestanddelen van wasmiddel zijn: oppervlakte actieve stoffen, synthetische detergents ( perboraat, silicaat ) en zeep.

- Energieverbruik ( produktiefase ):

Energiewaarde van propeen ( kraken van nafta ) is 61 MJ/kg.

Verondersteld werd, dat het energieverbruik bij de overige processen verwaarloosbaar is t.o.v. het verbruik bij het kraken van nafta.

De thermische verwerking van fosfaaterts is eveneens een energieverslindend proces ( 4400 MJ/ton P ).

- Emissies ( produktiefase ).

Emissies bij de produktie van propeen werden benaderd door emissies bij de produktie van polyethyleen ( Oekobilansen ).

Bij de produktie van PER t.b.v. chemisch reinigen komt jaarlijks 17 ton in de lucht en 0,5 ton in het water. Opgemerkt dient te worden, dat PER niet alleen voor het chemisch reinigen gebruikt wordt, maar ook voor het reinigen van metalen ( 1700 ton/j ) in de textielindustrie ( 600 ton/j ) en nog voor andere niet gespecificeerde toepassingen 8500 ton/j ). De totale emissie bij de produktie van

PER is 67 ton per jaar naar de lucht en 2 ton per jaar naar water.  
 Weging: naar lucht  $17 \times 10^3$  kg/j, norm PER ( MIC=1/100 MAC ) is 2,4 mg/m<sup>3</sup> lucht. De gewogen emissie is dan  $17 \times 10^3 \times 10^6$  mg : 2,4 mg/m<sup>3</sup> =  $7 \times 10^9$  m<sup>3</sup> /j.

Weging: naar water  $0,5 \times 10^3$  kg/j, norm voor afvalwaterlozing van gechl. koolwaterstoffen is ( 10xdrinkwaternorm ) 0,1 mg/j.  
 De gewogen emissie is dan  $0,5 \times 10^3 \times 10^6$  mg : 0,1 mg/l =  $5 \times 10^9$  l =  $5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/j.

Bij de thermische verwerking van fosfaaterts t.b.v. de fosforzuurproductie voor o.a. de wasmiddelenindustrie ontstaan als afvalstoffen fosforslakken en slib van de gasreinigingsinstallatie. In Nederland komt jaarlijks ca. 600.00 ton fosforslakken vrij. Deze slakken hebben een cadmiumgehalte dat lager is dan 1 mg/kg en worden toegepast in de wegenbouw en waterwerken. De gasreinigingsinstallatie produceert jaarlijks ca. 140 ton slib met een cadmiumgehalte van 1,4%. De cadmiumhoud van de jaarlijks vrijkomende hoeveelheid slib is dan ongeveer 2 ton ( emissie naar bodem en/of water ).

- **Energieverbruik ( gebruiksfase ).**  
 Uitgegaan werd van de veronderstelling, dat voor het chemisch reinigen evenveel energie per kg kleding nodig is als voor het koud wassen in de wasmachine.
- **Emissies ( gebruiksfase ).**  
 Emissie van PER naar de lucht bedraagt 3300 ton/j ( gewogen  $1400 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/j ). Emissie naar water is gering ( 0,1-1% van het totaal ). Het bij het chemisch reinigen vrijkomende contactwater wordt in Nederland apart opgevangen.  
 Voor R113 werd uitgegaan van een overeenkomstige emissie van 3300 ton/j. De norm voor R113 in het leefmilieu is ( MIC=1/100 MAC ) 76 mg/m<sup>3</sup> ( gewogen emissie is  $43 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/j )
- **Afdanking.**  
 Het verlies van PER ( en R113 ) door destillaat-residu is ca. 22 gr per kg kleding. Het residu wordt echter opgehaald door speciale bedrijven en geraffineerd. Slechts een verwaarloosbaar klein deel hiervan komt in de lucht terecht.

**Bronnen:**

**Literatuur**

- Oekobilanzen van Packstoffen, Bundesamt für Umweltschutz Bern, 1984
  - Criteriadocument over tetrachlooretheen, VROM 1984
  - Richtlijn voor chemische wasserijen, VROM 1985
  - Cadmiumbelasting van het Nederlandse milieu, CCRX-rapport 1985
- Mondelinge mededelingen**
- Ned. Ver. van Zeepfabrikanten
  - Afdeling chemisch reinigen TNO
  - Lever Sunlight Instituut
  - AKZO
  - Hoechst Holland

Tabel 2.3: Milieuwinst in de produktgroep reinigen van textiel, door een nverschuiving van 95% gebruik van PER en 5% gebruik van R113 voor chemisch reinigen naar 0% Per en 100% R113, op basis van de jaarlijks chemisch te reinigen hoeveelheid kleding in Nederland ( 45 milj. kg ).

2.3 A: Milieuwinst met betrekking tot saillante stoffen (in kg).  
De emissies zijn niet gewogen.

Emissies naar lucht in gebruiksfase:

	PER	R113
95 % PER	3,14 miljoen	---
5 % R113	---	0,17 miljoen
0 % PER	---	---
100% R113	---	3,30 miljoen
Milieuwinst	3,14 miljoen	-3,13 miljoen

2.3 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieuaspecten.

	vervulde lucht ( m3 )
95% PER	1330 miljard
5% R113	verwaarloosb.
subtotaal	1330 miljard
0% PER	0
100% R113	40 miljard
subtotaal	40 miljard
milieuwinst	1290 miljard
locatie	NL

(Nederland,  
Buitenland)

- NB. - Alleen de gebruiksfase en afdankfase werden beschouwd i.v.m. het ontbreken van produktiegegevens van R113.
- Energiegebruik PER en R113 werd gelijk verondersteld.
  - Emissies naar water en bodem tijdens gebruik en afdanking werden gelijk verondersteld.
  - Mogelijke aantasting van de ozonlaag door R113 is buiten beschouwing gelaten
  - Een verschuiving naar 100 % gebruik van R113 wordt realistisch geacht gezien het feit dat R113 reeds in opkomst is.

\* Zie noot onder tabel 2.1

BIJLAGE 4  
PRODUKTVERGELIJKING  
POLY-OLEFINEN  
VERSUS PVC

Produktvergelijking A produkten van polyetheen en polypropreenB produkten van PVCProduktbeschrijving

- A Polyetheen ( HD-PE en LD-PE ) en polypropreen ( PP ) behoren tot de groep polyolefinen. Het zijn kunststoffen op aardolie- basis, die van groot commercieel belang zijn vanwege de grote verscheidenheid aan toepassingen in alle sectoren van de maatschappij. Voorbeelden zijn verpakkingsmaterialen, folien, kratten, bouwmaterialen, speelgoed etc.
- B PVC of polyvinylchloride behoort tot de grote drie onder de plastics dankzij de uitstekende eigenschappen van dit materiaal , de vele toepassingsmogelijkheden en de aantrekkelijke prijs.

Verbruik in Nederland

In 1979 werd in huishoudelijk afval ( zakken vuil ) 280.000 ton kunststof afgevoerd. De kunststoffen in zakkenvuil bestaan voor 20% uit de huisvuilzak zelf, voor 42% uit andere folie-materialen en voor 38% uit zware kunststofvoorwerpen.

De huisvuilzak is van HD-PE ( gedeeltelijk met gerecycled PE ). Over de samenstelling van de 42% overige folie-materialen ontbreken gegevens. Wel kon uit sorteerproeven een schatting gemaakt worden van de totale hoeveelheid polyolefinen ( PE en PP ) en PVC in zakkenvuil per jaar, nl. resp. 175.00 ton en 30.000 ton. In de totale hoeveelheid kunststofafval van produkten ( 570.000 ton/j ) is het aandeel van PE en PP 50 gew.% en van PVC 20 gew.%. Het jaarverbruik in Nederland komt dan voor PE en PP op 300.000 ton en voor PVC op 100.000 ton.

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

Uit de tabel 1 blijkt, dat de verschillen m.b.t. milieu-effecten tussen beide typen kunststof veroorzaakt worden door aanwezigheid van chloor in PVC. Daarbij gaat het met name om de emissie van HCL en mogelijk om emissie van gehalogeneerde koolwaterstoffen ( dioxines\* ) bij de verbranding van PVC, ervan uitgaande, dat de emissies van zware metalen en andere additieven voor beide typen kunststof gelijk zijn. Het extra aandeel weekmakers in PVC kan eveneens milieu- problemen opleveren bij storten, verbranden of recyclen.

Een verschuiving van het gebruik van PVC naar polyolefinen ( PE en PP ) lijkt uit milieuoverwegingen voor de hand liggend, zolang nog geen onderzoek gedaan is naar de milieu-effecten van recyclen van kunststof afval ( zie toelichting tabel 1 ).

Op basis van de produktvergelijking werd de milieuwinst berekend van een verschuiving van het huidige jaarverbruik van 300.000 ton PE/PP en 100.000 ton PVC naar 340.000 ton PE/PP en 60.000 ton PVC ( een verschuiving van 15% ). I.v.m. het niet volledig functioneel uitwisselbaar zijn van PE/PP en PVC is een verschuiving naar 100% PE/PP gebruik niet realistisch. Tabel 2 geeft een overzicht van de milieuconsequenties van deze verschuiving en tevens de locatie.

\* Vooralnog is niet duidelijk in hoeverre de bij vuilverbranding optredende emissies van dioxines en andere gechloreerde koolwaterstoffen moeten worden toegeschreven aan de aanwezigheid van chloorhoudende kunststoffen in het afval.

Aanknopingspunten voor produktgericht beleid

Aanknopingspunten voor produktgericht beleid kunnen zijn een heffing op PVC of PVC-produkten, informatie aan producenten en/of consumenten. Daarnaast zijn maatregelen nodig om de trend naar lamineren en coaten van kunststof tegen te houden ( verbod op gebruik van PVC-plakband ) i.v.m. de problemen met recyclen. Tevens zal onderzoek naar scheidingsmethoden en recycling van kunststof afval gesubsidieerd moeten worden.

Tabel 1: Produktvergelijking van 1 m<sup>3</sup> "produkt" van polyolefinen( A ) versus 1 m<sup>3</sup> "produkt " van PVC ( B ).

	A ( 1000 )	B ( 1500 kg )
<u>Productiefase</u>		
grondstoffen- verbruik	aardolie, 1000 kg	aardolie 750 kg chloor 900 kg
energieverbruik	80x10 <sup>3</sup> MJ	90x10 <sup>3</sup> MJ
emissies		
naar lucht gewogen	NOx, SO <sub>2</sub> 700x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	NOx, SO <sub>2</sub> , CL <sub>2</sub> 1200x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
naar water gewogen	..... 450 m <sup>3</sup>	..... 1050 m <sup>3</sup>
vast afval	gering	gering
natuur	verzuring	verzuring
<u>Gebruiksfase</u>		
natuur en landschap	zwerfvuil	zwerfvuil
<u>Afdanking</u>		
	recyclingsperc. 0%	recyclingsperc. 0%
energieopbrengst bij verbranden	10x10 <sup>3</sup> MJ	7,5x10 <sup>3</sup> MJ
emissies bij verbranden		
-naar lucht	zware metalen p.m. overige additieven p.m.	zware metalen p.m. overige additieven p.m. mogelijk chlor. koolwaterstoffen dioxine p.m. HCL 250 kg 2500x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
gewogen		
-naar water	zware metalen p.m.	zware metalen p.m.
-naar bodem	overige additieven p.m.	overige additieven p.m.
emissies bij storten		
-naar bodem	additieven geen weekmakers	additieven weekmakers
vast afval bij storten	0,8 m <sup>3</sup>	0,9 m <sup>3</sup>
natuur	-	verzuring door HCL

Toelichting tabel 1:

- **Berekening vergelijkingsbasis.**  
I.v.m. het verschillend soortelijk gewicht van PVC ( 1,5 gr/m<sup>3</sup> ) en PE ( 1 gr/m<sup>3</sup> ) werd uitgegaan van een volume-eenheid "produkt".  
Voor 1 m<sup>3</sup> "produkt is 1000 kg PE nodig , voor een zelfde volume is 1500 kg PVC nodig.
  - **Productiefase.**  
Gegevens uit "Oekobilanzen von Packstoffen".
  - **Energieopbrengst bij verbranden.**  
De aanwezigheid van chloor in PVC werkt zelfdovend. Uitgegaan werd van de volgende energiewaarden: PE 46 MJ/kg en PVC 21 MJ/kg
  - **Emissies bij verbranden en storten.**  
Bij verbranden en storten zijn met name de addities van belang.  
Het gaat hierbij om vijf soorten addities:  
1 stabilisatoren, o.a. anti-oxidanten ( fenolen )  
2 vulstoffen, vaak calciumcarbonaat of asbest  
3 kleurstoffen, titaandioxide, koolstof, zware metaalverbindingen  
4 vlamvertragers, o.a. aluminiumtrihydraat en gehal. koolwater stoffen  
5 en bijna uitsluitend bij PVC, weekmakers, bv. dialkylftalaten  
i.t.t. overige addities ( enkele gew.% ) soms wel een kwart van de hoeveelheid PVC.  
Hoeveelheden addities kunnen sterk verschillen afhankelijk van de toepassing.  
Bij het storten van kunststofafval is niet zozeer de niet-afbreikbaarheid een groot milieuprobleem, maar juist het vrijkomen van addities door afbraak ( o.i.v. licht ). Het is niet bekend in hoeverre de toegevoegde stoffen bij het storten vrij zullen komen. Dit is echter na verloop van tijd niet ondenkbaar.  
De in het stedelijk afval voorkomende kunststoffen zijn voor een belangrijk deel verantwoordelijk voor de bij verbranding optredende milieuverontreiniging. Het gaat daarbij om de emissie van HCL en emissies van zware metalen. Daarnaast kunnen gechloreerde koolwaterstoffen gevormd worden ( o.a. dioxine ). Specifieke gegevens voor het aandeel van PE en PVC in deze emissies , uitgezonderd HCL, ontbreken. De HCL-emissie is voor 1,5 ton PVC ( uitgegaan van 40% verbranden 60% storten en 0,58 kg HCL/kg PVC ) 250 kg HCL ( gewogen met HCL-norm 0,1 mg/m<sup>3</sup>, 2500 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> ).
- De totale HCL-emissie bij vuilverbranding in Nederland is 8000 ton/j. Hiervan wordt meer dan 60% veroorzaakt door verbranding van PVC.
- T.a.v. de emissies van zware metalen kan, uitgegaan van een aandeel van 7% kunststofafval in het te verbranden stedelijk afval een totale emissie geschat worden van 10 ton cadmium, 50 ton lood en 65 ton zink per jaar. Het gaat daarbij om luchtemissie, waarbij vuilverbranding de grootste bron van metalen is, maar ook om water- en bodememissie. Met name voor cadmium kan gesteld worden, dat deze voor het grootste deel door het kunststofaandeel in huisvuil veroorzaakt wordt. Niet bekend is, of t.a.v. de zware metalen emissie PE en PVC van elkaar verschillen.



- Recycling.

In de vergelijking wordt uitgegaan van 0% recycling voor beide typen kunststoffen. Op dit moment wordt bijna 40% van het huishoudelijk afval verbrand, waarvan 75% met warmtebenutting, en 60% gestort. Het terugwinnen van ( gemengd ) kunststofafval d.m.v. mechanische scheiding is nog in ontwikkeling. Een groot probleem is het feit, dat kunststof afval nauwelijks per soort te scheiden is, wat een voorwaarde is voor recycling. Als toch verontreinigd - kunststof afval gerecycled wordt kunnen alleen eindproducten met een lage waarde , zoals zwarte bloempotten en ( berm )paaltjes gemaakt worden. Door toenemend gebruik van gelaagde ( gelamineerde) materialen zal dit probleem in de toekomst nog groter worden. Zo ondervinden plastic-recycling bedrijven veel problemen door het gebruik van PVC-plakband bij het verpakken met krimphoezen. Ook bij het recyclen van "schoon" kunststof afval kunnen echter milieuproblemen, zoals emissies optreden. De indruk bestaat, dat aan "regranulaat" ( gerecycled kunststofmateriaal ) meer additieven toegevoegd worden dan aan maagdelijk kunststof. Als laatste dient vermeld te worden, dat recycling van PVC problemen geeft i.v.m. het hoge percentage weekmakers.

Uit het oogpunt van energie- en grondstoffenverbruik verdient recycling van kunststof afval in nagenoeg alle gevallen de voorkeur boven verbranden en storten. Bij recycling wordt immers een groter deel van de energie- inhoud teruggewonnen dan bij verbranden.

Bronnen:

Literatuur

- Oekobilanzen von Packstoffen, Bundesamt für Umweltschutz Bern, 1984
- Energiebesparings- en milieu-aspecten bij de verwerking van kunststof afval, R. van Duin, T.A. Joziassé ( B&G ), VROM 1984
- Bepierking en hergebruik van afval van particuliere huish., IVA 1981
- Mondelinge mededelingen van
- KOMO
- REKO, plastic-recycling

Tabel 2.4: Milieuwinst in de produktgroep kunststofprodukten, door een verschuiving binnen het pakket van 400.000 ton PE/PP en PVC van 70% PE/PP en 30% PVC naar 85% PE/PP en 15% PVC (percentages zijn gewichtspercenten).

2.4 A: Milieuwinst m.b.t. saallante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar lucht in produktiefase</u>			<u>in afdankfase</u>
	<u>NOx</u>	<u>SO2</u>	<u>CL2</u>	<u>HCL</u>
70% PE/PP	7 miljoen	3 miljoen	0	0
30% PVC	3 miljoen	2 miljoen	0,3 miljoen	75 miljoen
subtot. 1	10 miljoen	5 miljoen	0,3 miljoen	75 miljoen
85% PE/PP	9 miljoen	4 miljoen	0	0
15% PVC	1 miljoen	1 miljoen	0,15 miljoen	40 miljoen
subtot. 2	10 miljoen	5 miljoen	0,15 miljoen	40 miljoen
Milieuwinst (subtot.1- subtot.2)	0	0	0,15 miljoen	35 miljoen

2.4 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	<u>energie- verbruik ( MJ )</u>	<u>vervuilde lucht ( m3 )</u>	<u>vervuild water ( m3 )</u>
70% PE/PP	20 miljard	200.000 miljard	130 miljoen
30% PVC	7 miljard	300.000 miljard	80 miljoen
subtotaal 1	27 miljard	500.000 miljard	210 miljoen
85% PE/PP	24 miljard	240.000 miljard	150 miljoen
15% PVC	3 miljard	150.000 miljard	40 miljoen
subtotaal	27 miljard	390.000 miljard	190 miljoen
milieuwinst (subt.1- subt.2)	0	110.000 miljard	20 miljoen
locatie (Nederland, Buitenland)	NL/BL	NL/BL	NL/BL

NB. Een reductie van het PVC-gebruik tot 0% wordt niet realistisch geacht i.v.m. de niet volledig functionele uitwisselbaarheid van polyolefinen en PVC.

\* (zie noot onder tabel 2.1)

BIJLAGE 5  
PRODUKTVERGELIJKING  
TANDVULLINGEN

Produktvergelijking A amalgaam-tandvulling  
B composiet-tandvulling

Produktbeschrijving

- A Amalgaam bestaat voor 50% uit kwik, dat door de tandarts zelf gemengd wordt met een metaallegering van zilver, koper en tin.
- B Composiet bestaat voor 20% uit epoxyhars gepolymeriseerd met methacrylzuur en voor 80% uit de vulstof zand. Composiet-vullingen worden nu voornamelijk gebruikt voor front-tanden, vanwege het esthetisch betere resultaat. Omdat de kosten van composiet-vullingen 2x zo hoog zijn worden deze vullingen niet volledig vergoed door het ziekenfonds.

In Nederland wordt per jaar 14000 kg amalgaam verbruikt voor 1240dm<sup>3</sup> vulling ( functionele eenheid ).

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

De resultaten van de vergelijking m.b.t. milieu-aspecten in de drie fasen van het produkt staan in tabel 1.

Uit deze tabel blijkt, dat het gebruik van amalgaam-tandvullingen milieuverontreiniging met de stoffen kwik, zilver en koper tot gevolg heeft. Een keuze tussen amalgaam en composiet op basis van een volledige afweging van alle milieu-effecten is pas mogelijk, als kwantitatieve gegevens beschikbaar zijn over de milieuhygiënische aspecten van het gebruik van composieten. Ervan uitgaande, dat de emissies in de verschillende fasen van composiet verwaarloosbaar zijn t.o.v. de emissies van amalgaam, kan op basis van de produktvergelijking de milieuwinst berekend worden van een verschuiving van 100% gebruik van amalgaam naar 100% gebruik van composiet. Tabel 2 geeft een overzicht van de milieu-consequenties van deze verschuiving. Tevens wordt de locatie aangegeven, waar de winst behaald wordt.

Aanknopingspunten voor produktgericht beleid

Een produktgericht beleid kan een verschuiving naar composiet bewerkstelligen door o.a. een heffing op amalgaam of kwik, een financiële stimulering van het gebruik van composiet, informatie aan tandartsen over de milieu-effecten van amalgaam. Opname in het ziekenfonds zal echter ook het gebruik van amalgaam kunnen beëindigen, aangezien de composieten bij de patient veel hoger gewaardeerd worden om hun esthetische eigenschappen.

-----  
 Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. milieuaspecten van een jaargebruik van 1240m<sup>3</sup> amalgaam ( A ) versus een jaarverbruik van eveneens 1240 m<sup>3</sup> composiet ( B ).

	A	B
<u>Produktiefase</u>		
grondstoffen- gebruik	kwik 7000 kg/j zilver 3500 kg/j tin 1725 koper 1725 kg/j	epoxyhars 470 kg/j zand 1880 kg/j
energie- verbruik	p.m.	p.m.
emissies	p.m.	p.m.
<u>Gebruiksfase</u>		
emissies	kwikdamp bij uitboren, bereiden van amalgaam	p.m.
<u>Afdanking</u>		
	recyclingsperc. 30% ( grondstoffen-,energie- gebruik en emissies in boven- staande fase met 30% vermin- deren )	recyclingsperc. 0%
emissies -naar lucht	kwik, zilver, koper, tin	geen milieuschadelijke emissies bekend
gewogen	4000x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j	
-naar water	kwik, koper, zilver, tin	
gewogen	650x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /j	
-naar bodem	kwik, zilver, koper, tin	
gewogen	220x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /j	

-----

Toelichting bij tabel 1:

- Berekening vergelijkingsbasis.

Een tandarts gebruikt gemiddeld 1,4 kg kwik per jaar. Het verbruik in Nederland ( 5000 tandartsen ) is dan 7000 kg kwik per jaar. Dit komt overeen met 14000 kg amalgaam. De tandarts mengt zelf 1 deel kwik met 1 deel metaallegering.

Het soortelijk gewicht van amalgaam is 11,3 kg/dm<sup>3</sup>. 14000 kg amalgaam komt dus overeen met 1240 dm<sup>3</sup> vulling. Aangenomen, dat evenveel cm<sup>3</sup> amalgaam als composiet in een vulling nodig is, kan berekend worden dat voor 1240 dm<sup>3</sup> vulling 2350 kg composiet nodig is. ( s.g. 1,9 ).

- Grondstoffengebruik.

De metaallegering, waarmee het kwik gemengd wordt bevat 50% zilver, 25% koper en 25% tin ( voor 14000 kg amalgaam is 7000 kg kwik en 7000 kg legering nodig ).

Composiet bestaat voor 20% uit een polymeer van epoxyhars met methacrylzuur en voor 80% uit zand ( vulstof ).

- Emissies ( afdanking ).

Van de 7000 kg kwik wordt 30% door de tandarts gerecycled d.i. 2000 kg. De overige 5000 kg komt via de volgende wegen in het milieu terecht ( gebaseerd op schattingen ):

- 1500 kg in het afvalwater door overvulling
- 2000 kg in het huishoudelijk afval, hiervan komt 800 kg via vuilverbranding in de lucht en 1200 kg via storten in de bodem ( uitgegaan van 40% verbranden en 60% storten )
- 1000 kg in de bodem van begraafplaatsen
- 300 kg in de lucht door crematie

Op dezelfde manier kunnen de emissies van zilver, tin en koper geschat worden.

Weging: De volgende normen werden gebruikt nl.

kwik	MIC	0,0007 mg/m <sup>3</sup>	waternorm	0,01 mg/l	B-norm	100 mg/m <sup>3</sup>
zilver	MIC	0,001 mg/m <sup>3</sup>	"	0,1 mg/l	"	-
koper	MIC	0,002 mg/m <sup>3</sup>	"	1,0 mg/l	"	56 gr/m <sup>3</sup>
tin	MIC	0,02 mg/m <sup>3</sup>	"	-	"	-

Emissies per compartiment per stof

naar lucht	kwik	1100 kg/j	gewogen	1600x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j
	zilver	230 kg/j	gewogen	2300x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j
	tin	270 kg/j	gewogen	14x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j
	koper	270 kg/j	gewogen	135x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j
naar water	kwik	1500 kg/j	gewogen	300x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /j
	zilver	315 kg/j	gewogen	315x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /j
	tin	370 kg/j	( geen norm )	
naar bodem	koper	370 kg/j	gewogen	37x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /j
	kwik	2200 kg/j	gewogen	220x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /j
	zilver	460 kg/j	( geen norm )	
	tin	540 kg/j	( geen norm )	
	koper	540 kg/j	1x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /j	

Bronnen:

Literatuur

- Tandheelkundige composieten, de Lange, Bausch

- Kwik in Nederland, CBS 1984

Mondelinge mededelingen

- dr. A.J. de Gee, Laboratorium voor Tandheelkundige materiaalwetenschappen, UvA.

Tabel 2.5: Milieuwinst in de produktgroep tandvullingen, door een verschuiving van 100% gebruik van amalgaamtandvullingen naar 100% gebruik van composiet-tandvullingen, op basis van het jaarverbruik aan tandvulling in Nederland.

2.5 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar lucht , water en bodem in afdankfase</u>			
	Hg	Ag	Cu	Sn
100% amalgaam	5000	1000	1200	1200
100% composiet	0	0	0	0
Milieuwinst	5000	1000	1200	1200

2.5 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	vervulde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	vervulde bodem ( m3)
100% amalgaam	4000 miljard	6,5 miljoen	2,2 miljoen
100% composiet	0	0	0
milieuwinst	4000 miljard	6,5 miljoen	2,2 miljoen
locatie	NL	NL	NL

NB. Uitgegaan werd van de veronderstelling, dat er geen verschillen in emissies zijn tussen amalgaam en composiet in de produktiefase en dat composieten in de afdank-fase geen milieuhygenische problemen opleveren.

\* (zie noot onder tabel 2.1)

BIJLAGE 6  
PRODUKTVERGELIJKING  
MELKVERPAKKINGEN



Produktvergelijking van vier typen melkverpakkingen

- A kunststof zak
- B kunststof fles
- C karton
- D glazen retourfles

Produktbeschrijving

- A De kunststof zak is gemaakt van polyethyleen en vervolgens bedrukt ( 7 gr ).
- B De eenmalige kunststof fles is gemaakt van polyethyleen ( 20 gr ) met een papieren etiket ( 1 gr ) en een aluminium dop ( 1 gr ).
- C De kartonnen melkverpakking ( 20 gr ) heeft aan binnen en buitenzijde een laagje kunststof ( 5 gr polyethyleen ).
- D De glazen retourfles weegt 400 gr met een aluminium dop van 1,3 gr. Uitgegaan werd van een gemiddeld aantal trips van 40.

Verbruik van verpakking voor consumptie-melk in Nederland

Het verbruik van consumptie-melk in Nederland lag in 1981 op ongeveer 950 miljoen liter. Zo'n 15 jaar geleden werd 77% van alle melk en melkprodukten verpakt in een glazen retour fles. In het laatste decennium heeft zich een sterke verschuiving voorgedaan van retourflessen naar eenmalige verpakkingen, vooral karton. In 1980 werd 30% van de melk verpakt in een glazen retourfles, 60% in karton, 8% in een kunststoffles, de overige 2% in kunststof bekertjes. De kunststof zak, die in 1970 een aandeel van 10% had is geheel verdwenen.

Uit het buitenland worden melk- en melkprodukten ingevoerd . In 1980 was dit ongeveer 140 miljoen liter. Verreweg de belangrijkste post is de import van melk verpakt in een eenmalige kunststof fles uit België.

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

De resultaten in tabel 1 kunnen als volgt geïnterpreteerd worden: Zowel de kunststof zak als de glazen retour fles scoren op de meeste onderscheiden milieu-aspecten beter dan de kunststof fles en de kartonnen verpakking. Vooral de produktiefase is hierbij van belang. De glazen retour fles scoort in vergelijking met de kunststof zak m.b.t. het aspect van waterverontreiniging veel slechter, als gevolg van het wassen van de retour flessen. De kartonnen verpakking komt het minst milieuvriendelijk uit de bus.

Op basis van afweging van de in de vergelijking ( tabel 1 ) onderscheiden milieu-aspecten lijkt het uit milieuoverwegingen zinvol om een verschuiving tot stand te brengen van het gebruik van kartonnen melkverpakkingen naar het gebruik van de kunststof zak. Door deze verschuiving kan een sterke vermindering van het energie- en grondstoffenverbruik, milieuverontreiniging en afvalvolume door melkverpakkingen bereikt worden. Bij een terugschuiving naar de glazen retourfles zal de waterverontreiniging minder sterk afnemen als gevolg van het wassen van de flessen na gebruik. Deze laatste verschuiving lijkt echter realistischer i.v.m. problemen bij introductie van de kunststof zak ( gebruiksongemak ). Op basis van de produktvergelijking van melkverpakkingen voor 1000 milj. liter melk ( het totale jaarverbruik in Nederland ) werd de milieuwinst berekend van een verschuiving van het huidige verpakkingspakket , globaal 30% retourfles en 70 % karton, naar 100% retourfles en 0% karton. De milieuwinst en de locatie waar deze winst behaald kan worden ( Nederland en/of buitenland )

staan in tabel 2. T.a.v. dit laatste (buiten)land aspect kan slechts gezegd worden, dat produktie van melkverpakkingen zowel in Nederland als in het buitenland plaatsvindt.

#### Aanknopingspunten voor produktgericht beleid

Produktgerichte beleidsmaatregelen om deze verschuiving tot stand te brengen zijn bv. een heffing op eenmalige kartonverpakking, betere statie-geldregeling voor retourflessen etc.

Andere uit milieu-overwegingen aantrekkelijke, niet in de vergelijking opgenomen, alternatieven zijn een lichtere glazen retourfles met kunststofcoating tegen breuk en een kunststof retourfles ( polycarbonaat ). Daarnaast kan gedacht worden aan eenmalige verpakkingen van bv. polyethyleen, die goed recyclebaar zijn. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat gecoate , gelaagde en meer algemeen gemengde materialen grote problemen geven bij het recyclen. Recycling van kunststof uit huishoudelijk afval is daardoor nog een probleem. Een gescheiden inzamelingsstelsel is dan ook een voorwaarde voor recycling van kunststof verpakkingsmaterialen.

Tabel 1 : Produktvergelijking m.b.t. milieu-aspecten van vier typen melk verpakkingen voor 1000 milj. liter melk.

A kunststof zak ( 7 gr PE ), 1000 stuks

B kunststof fles ( 20 gr PE ), 1000 stuks

C karton ( 20 gr papier, 5 gr PE ), 1000 stuks

D glazen retourfles ( 400 gr, 40 trips ), 25 stuks

	A	B	C	D
<u>Produktiefase</u>				
grondstoffen- gebruik	aardgas $7 \times 10^6$ kg	aardgas $21 \times 10^6$ kg bauxiet $4 \times 10^6$ kg	aardgas $5 \times 10^6$ hout $43 \times 10^6$	scherven 43% hout $2 \times 10^6$
energie- gebruik	$520 \times 10^6$ MJ	$1840 \times 10^6$ MJ	$1960 \times 10^6$ MJ	$380 \times 10^6$ MJ
emissies naar lucht gewogen	NOx, SO2 $6 \times 10^{12}$ m3	NOx, SO2 $20 \times 10^{12}$ m3	SO2 $30 \times 10^{12}$ m3	SO2 $4 \times 10^{12}$ m3
naar water gewogen	$3 \times 10^6$ m3	$17 \times 10^6$ m3	org. mat. $150 \times 10^6$ m3	$2 \times 10^6$ m3
vast afval	zeer gering	$3 \times 10^3$ m3	$1 \times 10^3$ m3	$3 \times 10^3$ m3
<u>Gebruiksfase</u>				
natuur en landschap	zwerfvuul	zwerfvuul	zwerfvuul	geen zwerfvuul
<u>Afdanking</u>				
	recycling 0%	recycling 0%	recycling 0%	recycling 0%
energie- opbrengst bij verbranden	$120 \times 10^6$ MJ	$340 \times 10^6$ MJ	$200 \times 10^6$ MJ	NVT
energieverbruik				$270 \times 10^6$ MJ
emissie naar water gewogen				org.mat. $23 \times 10^6$ m3
vast afval	$2 \times 10^3$ m3	$7 \times 10^3$ m3	$7 \times 10^3$ m3	$4 \times 10^3$ m3
<u>Totaal</u>				
energie- verbruik	$400 \times 10^6$ MJ	$1500 \times 10^6$ MJ	$1800 \times 10^6$ MJ	$650 \times 10^6$ MJ
emissies naar lucht gewogen	$6 \times 10^{12}$ m3	$20 \times 10^{12}$ m3	$30 \times 10^{12}$ m3	$5 \times 10^{12}$ m3
emissies naar water gewogen	$3 \times 10^6$ m3	$17 \times 10^6$ m3	$150 \times 10^6$ m3	$25 \times 10^6$ m3
vast afval	$2 \times 10^3$ m3	$10 \times 10^3$ m3	$8 \times 10^3$ m3	$7 \times 10^3$ m3

Toelichting bij tabel 1 :

Alle gegevens zijn afkomstig uit "Oekobilanzen von Packstoffen". Opge-merkt dient te worden, dat de gegevens betrekking hebben op de Zwitserse situatie, waar 77% van het huishoudelijk afval verbrand wordt ( waarvan 55% met warmtebenutting ) en 23% gestort. Bovendien zijn de procesge-gevens enige jaren verouderd .

Bronnen:

Literatuur

- Oekobilanzen von Packstoffen, Bundesamt fur Umweltschutz Bern, 1984
- Drankenverpakking, feiten en cijfers over 1981, Stichting Verpak-king en Milieu, 19883
- Melkverpakking en Milieu, Produktschap voor zuivel, 1981
- Het enige dat je weggooit..., Vereniging voor Milieudefensie, 1984

Tabel 2.6: Milieuwinst in de produktgroep melkverpakkingen, door een verschuiving binnen het huidige Nederlandse verpakkingspakket voor de jaarlijkse geconsumeerde hoeveelheid melk in Nederland ( 1000 milj. liter ) van 0% karton en 30% glazen retourfles ( globaal ) naar 0% karton en 100% retourfles ( 40 trips ).

2.6 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	Emissies naar lucht in produktiefase		Emissies naar water in produktie- en afdankfase*
	NOx	SO2	BOD
70% karton	370.000	1300.000	430.000
30% fles	30.000	100.000	140.000
subtot. 1	400.000	1400.000	570.000
100% fles	100.000	300.000	480.000
Milieuwinst	300.000	1100.000	90.000

2.6 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*\* en andere milieuaspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	afval volume ( m3 )
70% karton	1 miljard	20.000 miljard	100 miljoen	6000
30% fles	verwaarloosb.	2000 miljard	10 miljoen	2000
subtotaal 1	1 miljard	22.000 miljard	110 miljoen	8000
0% karton	0	0	0	0
100% fles	1 miljard	5000 miljard	30 miljoen	7000
subtotaal 2	1 miljard	5000 miljard	30 miljoen	7000
milieuwinst (subt.1 - subt.2)	0	17.000 miljard	80 miljoen	1000
locatie	NL/BL	NL/BL	NL/BL	NL

NB. Een verschuiving (terug) naar de glazen retourfles wordt realistisch geacht, gezien het feit, dat 15 jaar geleden 77% van alle melk in flessen verkocht werd.

\* Het reinigen van de glazen retourfles voor hergebruik geeft organische - verontreiniging ( BOD = Biological Oxygen Demand ) .

\*\* (zie noot onder tabel 2.1)

BIJLAGE 7  
PRODUKTVERGELIJKING  
VERLICHTING

<u>Produktvergelijking</u>	A gloeilamp	( 60 W )
	B TL-buis	( 36 W )
	C SL-lamp	( 18 W )
	D PL-lamp	( 9 W )

### Produktbeschrijving

- A De gloeilamp wordt voornamelijk gebruikt voor verlichting van woningen. De 60 Watt lamp levert 650 lumen licht en gaat ca. 1000 uur mee.
- B De TL-buis is een gasontladingslamp ( lage druk kwiklamp ) die vooral gebruikt wordt in kantoren, winkels en warenhuizen. Het is een systeem met losse componenten: de lamp en voorschakelapparatuur en condensator ( de ballast ) zijn apart van elkaar te vervangen. De TL-buis is veel zuiniger in energieverbruik dan de gloeilamp en levert 3000 lumen gedurende 8000 uur.
- C Een SL-lamp is eveneens een gasontladingslamp. De TL-buis is als het ware opgevouwen en de hele voorschakelapparatuur is in de lamp ingebouwd. De SL-lamp kan in een gewone gloeilamp-fitting gedraaid worden en levert 900 lumen gedurende ca. 5000 uur.
- D De PL-lamp is een veel kleinere gasontladingslamp dan de TL-buis. Bij deze lamp is het voorschakelgedeelte weer los van de lamp te monteren. Er is echter ook een PL-lamp in ontwikkeling, waarbij alle componenten ingebouwd zijn, zodat de lamp in een schroeffitting past, maar wel bij een defect in z'n geheel weggegooid moet worden. De PL-lamp levert 600 lumen gedurende 5000 uur.

In Nederland worden jaarlijks 77 miljoen gloeilampen vervangen. Het aandeel van de 60 Watt lamp wordt geschat op 10 miljoen per jaar. De lampen worden gedeeltelijk in Nederland en gedeeltelijk in het buitenland geproduceerd.

### Resultaten produktvergelijking en beoordeling

De resultaten van de produktvergelijking m.b.t. milieuaspecten staan gegeven in tabel 1.

De belangrijkste milieuproblemen ontstaan in de gebruiksfase als gevolg van het energiegebruik en de daarmee samenhangende emissies van in dit geval een kolencentrale, en in de afdank-fase, waarbij metalen zoals molybdeen, lood, tin, kwik, koper en wolfram via afvalverwerking in het milieu terecht komen. De TL-buis scoort op alle onderscheiden milieuhygiënische aspecten gunstiger, dan de andere lampen. Bovendien is deze lamp het zuinigst in energie(fossiele brandstof)verbruik.

Uit milieuoogpunt lijkt een verschuiving naar het gebruik van TL-buizen i.p.v. gloeilampen het meest voor de hand liggend. De milieuconsequenties van een verschuiving van 100% gebruik van gloeilampen naar 70% gebruik van gloeilampen en 30% gebruik van TL-buizen staan gegeven in tabel 2. T.a.v. de locatie, waar milieuwinst te behalen valt, kan gesteld worden, dat deze voornamelijk betrekking heeft op Nederland i.v.m. het relatief grote belang van de gebruiksfase en afdankfase in de vergelijking.

### Aanknopingspunten voor produktbeleid

Produktgerichte maatregelen om deze verschuiving tot stand te brengen kunnen bv. zijn: Een milieukeur op TL-buizen, heffing op gloeilampen, een

publiciteitscampagne voor de TL-buis met "warm" licht.

De TL-buis zelf kan echter ook verbeterd worden door het subsidiëren van onderzoek naar herontwerp gericht op het recyclen van m.n. het koper in de ballast.

In het algemeen kan subsidiëren van onderzoek van voor de consument aantrekkelijke energiezuinige lampen met apart vervangbare onderdelen een reductie van de milieuproblemen door lampen tot resultaat hebben.



Tabel 1: Produktvergelijking van een jaarlijks te leveren 650 miljard lumenuren licht door:

	A	B	C	D
	<p>A <math>10^6</math> gloeilampen ( 60 W, 650 lm, 1000 u )            B <math>2,7 \times 10^4</math> TL-buizen ( 36 W, 3000 lm, 8000 u )            C <math>1,4 \times 10^5</math> SL-lampen ( 18 W, 900 lm, 5000 u )            D <math>2,2 \times 10^5</math> PL-lampen ( 9 W, 600 lm, 5000 u ) <math>\rightarrow 2,2 \cdot 10^5 \times 600 \rightarrow 5000 \times 600 \text{ mil}</math></p>			
<u>Produktiefase</u>				
<u>materiaal-gebruik</u>	glas 30.000 kg/j	glas 4350 kg/j	glas 30.000 kg/j	glas 6600 kg/j
<u>grondstoffen-gebruik</u>	Mo 5,2 kg/j Pb 1000 kg/j W 11,5 kg/j	W 0,65 kg/j Hg 0,54 kg/j	Pb 140 kg/j W 2,7 kg/j Hg 0,84 kg/j Cu 300 kg/j ballast Cu 194 kg/j	W 3 kg/j Hg 1,3 kg/j ballast Cu 591 kg/j
<u>energie- verbruik</u>	bij glasprod. $240 \times 10^3$ MJ/j	bij glasprod. $35 \times 10^3$ MJ/j	bij glasprod. $240 \times 10^3$ MJ/j	bij glasprod. $50 \times 10^3$ MJ/j
<u>emissies</u>	bij glasprod.	bij glasprod.	bij glasprod.	bij glasprod.
-naar lucht	NOx, SO2	idem	idem	idem
gewogen	$6 \times 10^9$ m3/j	$0,9 \times 10^9$ m3/j	$6,0 \times 10^9$ m3/j	$1,3 \times 10^9$ m3/j
-naar water	m.n. fenol	idem	idem	idem
gewogen	2400 m3	350 m3	2400 m3	530 m3
<u>vast afval</u>	6 m3	gering	6 m3	gering
<u>Gebruiksfase</u>				
<u>energie- verbruik</u>	$2,2 \times 10^8$ MJ/j	$2,8 \times 10^7$ MJ/j	$4,5 \times 10^7$ MJ/j	$3,6 \times 10^7$ MJ/j
<u>emissies</u>	bij electr.prod.	idem	idem	idem
-naar lucht	NOx, SO2	idem	idem	idem
gewogen	$1300 \times 10^9$ m3/j	$160 \times 10^9$ m3/j	$260 \times 10^9$ m3/j	$210 \times 10^9$ m3/j
-naar water	zware metalen	idem	idem	idem
gewogen	$220 \times 10^6$ m3/j	$30 \times 10^6$ m3/j	$45 \times 10^6$ m3/j	$36 \times 10^6$ m3/j
<u>vast afval</u>	bij electr.prod.	idem	idem	idem
	3000 m3/j	350 m3/j	560 m3/j	450 m3/j
<u>Afdanking</u>				
<u>emissies</u>	recycling 0%	recycling 0%	recycling 0%	recycling 0%
-naar lucht	Mo, Pb, W	W, Hg, Cu	W, Hg, Pb, Cu	W, Hg, Cu
	$270 \times 10^9$ m3/j	$8,3 \times 10^9$ m3/j	$310 \times 10^9$ m3/j	$25 \times 10^9$ m3/j
-naar bodem	7700 m3/j	2300 m3/j	77.000 m3/j	8000 m3/j
<u>vast afval</u>	glas 9 m3	glas 1 m3	glas 9 m3	glas 2 m3

LET OP ALLES IN MIC I.P.O. MAC.

mic = 100 MAC

	A( gloei )	B( TL )	C( SL )	D( PL )
<u>Totaal</u> energie- gebruik	2,2x10 <sup>8</sup> MJ/j	2,8x10 <sup>7</sup> MJ/j	4,5x10 <sup>7</sup> MJ/j	3,6x10 <sup>7</sup> MJ/j
emissies (gewogen)				
-naar lucht	1500x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	162x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	580x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	235x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j
-naar water	220x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j	30x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j	45x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j	36x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j
-naar bodem	7700 m <sup>3</sup> /j	2300 m <sup>3</sup> /j	77.000 m <sup>3</sup> /j	8000 m <sup>3</sup> /j
vast afval	3000 m <sup>3</sup> /j	350 m <sup>3</sup> /j	570 m <sup>3</sup> /j	450 m <sup>3</sup> /j

---

## Toelichting bij tabel 1

- **Berekening vergelijkingsbasis.**  
 Geschat wordt, dat jaarlijks 10 miljoen 60 W gloeilampen vervangen worden. Dit aantal levert  $10^6 \times 650 \text{ lumen} \times 1000 \text{ uur} = 650 \times 10^9$  lumen-uren in een jaar.  
 1 TL-buis levert evenveel lumenuren licht als 30 gloeilampen, 5 SL-lampen en 8PL-lampen.  
 De TL-buis levert 3000 lumen en heeft een gebruiksduur van 8000 uur. Voor  $650 \times 10^9$  lumen-uren zijn dus  $2,7 \times 10^4$  TL-buizen nodig.  
 Berekening overige aantallen op zelfde manier.
- **Materiaalgebruik.**  
 Voor de SL-18 lampen is aangenomen, dat 350 gr. van 565 gr. totaalgewicht glas is. Voor een gloeilamp is uitgegaan van 30 gr. gewicht. Het gewicht van een PL-9 lamp werd op eveneens 30 gr. geschat. Een TL van 35 W weegt 161 gr.
- **Grondstoffengebruik.**  
 Van de vele aanwezige stoffen in lampen zijn alleen de materialen die in klasse A en B van de WCA genoemd worden, in de vergelijking opgenomen. Bij TL en PL is gecorrigeerd voor de langere gebruiksduur van de ballast, die immers apart vervangen kan worden.
- **Energiegebruik en emissies ,vast afval bij glasproductie.**  
 Gegevens uit Oekobilanzen ( 1984 ).
- **Energiegebruik ( gebruiksfase ):**  
 $10^6$  gloeilampen van 60 W gebruiken gedurende hun leven ( 1000 uur )  
 $10^6 \times 60 \text{ J/s} \times 1000 \text{ u} \times 3600 \text{ s} = 2,2 \times 10^8 \text{ MJ}$ .  
 Berekening energiegebruik overige lampen op zelfde manier.
- **Emissies ( gebruiksfase ).**  
 Emissies bij de productie van electriciteit werden berekend uitgaande van een 600 MW kolencentrale ( zie produktvergelijking kolencentrale versus windmolens ).
- **Recycling.**  
 In de vergelijking werd uitgegaan van 0% recycling voor alle typen lampen. De TL-buis wordt echter gedeeltelijk gerecycled in het buitenland.  
 Recyclen van PL- en TL-lampen levert minder problemen op dan van SL-lampen, omdat PL- en TL-lampen uit losse componenten bestaan, die apart vervangen en dus ook apart gerecycled kunnen worden.
- **Emissies ( afdank-fase ).**  
 Uitgegaan werd van 40% verbranden ( 100% emissie naar lucht ) en 60% storten.  
 Gloeilamp: naar lucht Mo 2,1 kg/j, MIC 0,1 mg/m<sup>3</sup>  
           "      "      Pb 400 kg/j, MIC 0,0015 mg/m<sup>3</sup>  
           "      "      W 4,6 kg/j, MIC 0,05 mg/m<sup>3</sup>  
           gewogen  $270 \times 10^3$  m<sup>3</sup> lucht  
 naar bodem Mo 3,1 kg/j, B-norm 20gr/m<sup>3</sup>  
           "      "      Pb 600 kg/j, B-norm 80gr/m<sup>3</sup>  
           "      "      W 6,9 kg/j, geen bodemnorm  
           gewogen 7700 m<sup>3</sup> bodem  
  
 TL-buis: naar lucht W 0,26 kg/j

" " Hg 0,22 kg/j, MIC 0,0005 mg/m<sup>3</sup>  
 " " Cu 78 kg/j, MIC 0,01 mg/m<sup>3</sup>  
 gewogen 8,3x10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> lucht  
 naar bodem W 0,39 kg/j  
 naar bodem Hg 0,32 kg/j, B-norm 1 gr/m<sup>3</sup>  
 " " Cu 116 kg/j, B-norm 56 gr/m<sup>3</sup>  
 gewogen 2,3x10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> bodem

SL-lamp:	naar lucht Pb 56 kg/j	naar bodem Pb 84kg/j
	" " W 1 kg/j	" " W 1,7 kg/j
	" " Hg 0,34 kg/j	" " Hg 0,5 kg/j
	" " Cu 2720 kg/j	" " Cu 4180 kg/j
	gewogen 310x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> lucht	gewogen 77x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> bodem
PL-lamp:	naar lucht W 1,2 kg/j	naar bodem W 1,8 kg/j
	" " Hg 0,5 kg/j	" " Hg 0,8 kg/j
	" " Cu 240 kg/j	" " Cu 360 kg/j
	gewogen 25x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> lucht	gewogen 8x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> bodem

## Bronnen:

- mondelinge mededelingen van dr G. Rouweler, Bureau Milieu- en Energie zaken Licht ( Philips )
- Kwik in Nederland, CBS 1984
- Brochures van aan Philips gerelateerde stichtingen

Tabel 2.7: Milieuwinst in de produktgroep lampen, door een verschuiving van 100% gebruik van gloeilampen naar 100% gebruik van TL-buizen, op basis van het jaargebruik aan gloeilampen in Nederland.

2.7 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	Emissies naar lucht en bodem in afdankfase					Emissies naar lucht in in gebruiksfase ( el.opwekking)		
	Mo	W	Pb	Hg	Cu	NOx	SO2	diverse zware metalen
100% gloeilamp	5,2	11,5	1000	0	0	50.000	20.000	100
70% gloeilamp	3,6	8	700	0	0	35.000	14.000	70
30% TL-buis	0	0,2	0	0,2	60	2000	1000	1
subtot.	3,6	8,2	700	0,2	60	37.000	15.000	71
Milieuwinst	1,6	3,3	300	-0,2	-60	12.000	5000	29

2.7 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervuilde lucht ( m3 )	vervuild water ( m3 )	vervuilde bodem ( m3 )	afval- volume ( m3 )
100% gloeilamp	220 miljoen	1500 miljard	220 miljoen	7700	3000
100% TL-buis	30 miljoen	160 miljard	30 miljoen	2300	350
milieuwinst	190 miljoen	1340 miljard	190 miljoen	5400	2650
locatie	NL	NL	NL	NL	NL

NB. Een verschuiving naar 100% TL-buis wordt niet realistisch geacht gezien het feit, dat TL-buizen niet in een gloeilamp-schroeffitting passen.

\* (zie noot onder tabel 2.1)

BIJLAGE 8  
PRODUKTVERGELIJKING  
KOORTSTHERMOMETERS

- Produktvergelijking
1. kwikkoortsthermometer
  2. digitale koortsthermometer

Produktbeschrijving

1. Een met kwik gevulde glazen buis, die door uitzetting de lichaamstemperatuur kan aangeven. In Nederland worden ca. 1 miljoen kwikthermometers per jaar gekocht en gebroken. De grootste afnemers zijn ziekenhuizen en huishoudens. De kwikthermometer bevat gemiddeld ca. 1,5 gr. kwik.
2. Er zijn diverse alternatieven voor kwikthermometers in de handel. In deze produktvergelijking werd een kwikthermometer vergeleken met een digitale thermometer. Deze thermometer werkt d.m.v. een warmtegevoelige sensor. De lichaamstemperatuur wordt aangegeven door een LCD (Liquid Chrystal Display). Het benodigde (zilveroxide) batterijtje gaat 2 à 3 jaar mee.

De basis voor de produktvergelijking is het totaal aantal kortmetingen in Nederland per jaar; dit getal is ca. 50 miljoen per jaar. Alle thermometers worden geïmporteerd.

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

Uit Tabel 1 blijkt, dat als gevolg van de strengere norm voor zilver in de lucht de gewogen emissie naar lucht voor de kwikthermometer gelijk is aan die van de digitale thermometer. De milieuproblemen ontstaan voornamelijk in de afdank-fase. T.a.v. de emissies naar bodem en water (kwik voor de kwikthermometer en zilver voor de digitale thermometer) scoort de kwikthermometer echter veel slechter. T.a.v. het grondstoffengebruik kan gesteld worden, dat de digitale thermometer gunstiger is, daar kwik en zilver even schaars zijn.

Aanknopingspunten voor produktbeleid

Uit milieuoverwegingen lijkt het zinvol een verschuiving tot stand te brengen naar het gebruik van de digitale thermometer. Op basis van de produktvergelijking werd de milieuwinst berekend van een verschuiving van 100% gebruik van kwikkoortsthermometers naar 100% gebruik van de digitale thermometer. Tabel 2 geeft een overzicht van het effect hiervan en tevens de locatie waar de winst te behalen valt.

Mogelijke produktgerichte beleidsmaatregelen om deze verschuiving tot stand te brengen kunnen zijn: een verbod van of een heffing op kwikthermometers of/ en financiële stimulering van digitale thermometers. Daarnaast is een statiegeld-regeling voor zilveroxide-batterijtjes nodig, ervan uitgaande, dat het gebruik van kwikoxide batterijtjes reeds door succesvol produktbeleid tot nul gereduceerd is.

Tabel 1: **Produktvergelijking m.b.t. milieu-aspecten van 1 jaar - koortsmeten met verbruik van 1 miljoen kwikthermometers (A) (Gebruik in ziekenhuizen + huishoudelijk gebruik) versus verbruik van 230.000 digitale thermometers (B). Voor berekening van deze vergelijkingsbasis: zie toelichting. De hoeveelheden zijn beide goed voor het totaal aantal koortsmetingen in Nederland per jaar.**

	A		B
<u>Produktiefase</u>			
<b>materiaalgebruik:</b>			
glas:	6000 kg/j	noryl:	1150 kg/j
plastic (PE)	500 kg/j	aluminium:	gering
<b>energieverbruik:</b>			
bij glasproduktie	60 x 10 <sup>3</sup> MJ/j	bij norylprod.	92 x 10 <sup>3</sup> MJ/j
bij LDPE-prod.	25 x 10 <sup>3</sup> MJ/j	bij Ag-prod.	p.m.
bij kwik-prod.	p.m.		
<b>grondstoffengebruik:</b>			
kwik	1500 kg/j	Ag	1500 kg/j
<b>emissie (gewogen):</b>			
bij glasproduktie		bij norylprod.	
SO <sub>2</sub> ,NO <sub>x</sub> naar lucht:	1,7 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> ,NO <sub>x</sub> naar lucht:	0,7 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
naar water:	0,7 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	naar water:	0,8 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
bij LDPE-prod.		bij Ag-prod.:	p.m.
SO <sub>2</sub> ,NO <sub>x</sub> naar lucht:	0,4 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>		
naar water:	0,2 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		
bij vulling met kwik:	p.m.		
<b>vast afval:</b>			
bij glasprod.	1,8 m <sup>3</sup>	bij norylprod.	0,02 m <sup>3</sup>
bij LDPE-prod.	0,03 m <sup>3</sup>	bij Ag. prod.	p.m.
bij kwik-prod.	p.m.		
<u>gebruiksfase</u>			
emissie van kwik bij breuk:	p.m.	geen	
<u>afdanking</u>			
recyclingsperc. kwik in ziekenhuizen:	14%	recyclingsperc. batterijen:	90%
glas in huisvuil:	0%	rest thermometer:	0%
PE in huisvuil:	0%		
<b>emissie (gewogen)</b>			
kwik naar lucht	500 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> L/j	zilver, naar lucht	500 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> L/j



naar water	$5 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ W/j}$	naar bodem	$360 \text{ m}^3 \text{ B/j}$
naar bodem	$0,7 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ B/j}$		
vast afval	verwaarloosbaar	vast afval	verwaarloosb.

TOTAAL

energieverbruik	$85 \times 10^3 \text{ MJ/j}$	$92 \times 10^3 \text{ MJ/j}$
grondstoffenverbruik	kwik, 1500 kg/j	zilver, 150 kg/j
emissies (gewogen)		
naar lucht	$500 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ L/j}$	$500 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ L/j}$
naar water	$500 \times 10^4 \text{ m}^3 \text{ W/j}$	$800 \text{ m}^3 \text{ W/j}$
naar bodem	$700 \times 10^3 \text{ m}^3 \text{ B/j}$	$360 \text{ m}^3 \text{ B/j}$

-----  
Toelichting bij tabel 1 :

Berekening vergelijkingsbasis 1 milj. kwikthermometers versus 230.000 digitale thermometers.

Jaarlijks worden 1 milj. kwikkoortsthermometers (KKT) in Nederland vervangen, waarvan

55% in ziekenhuizen = 550.000

45% in huishoudens = 450.000

Gebruik in laboratoria en onderwijsinstellingen is gering verondersteld.

Voor 100% toepassing van digitale koortsthermometers (ATK) wordt uitgegaan van 230.000 thermometers. Dit werd als volgt berekend. De literatuur geeft aan dat er in ziekenhuizen  $50 \times 10^6$  metingen per jaar worden gedaan, dat een ATK na 10.000 metingen is afgeschreven en dat de batterij 1000 metingen meegaat. Dit levert per jaar aan gebruik 5000 ATK en 50.000 batterijen.

In huishoudens, waarvan er ongeveer 4,5 milj. in Nederland zijn, worden 450.000 KKT verbruikt. Dit betekent, aangenomen dat er 1 thermometer per huishouden is, een levensduur van 10 jaar. Voor een ATK werd een levensduur van 20 jaar aangenomen, voor de batterij 2 a 3 jaar. Dit levert per jaar een gebruik van 225.000 ATK en  $1,8 \times 10^6$  batterijen. Totaal (ziekenhuizen + huishoudens):  $225.000 + 50.000 = 230.000 \text{ ATK/j}$  en  $1,8 \times 10^6 + 50.000 = 18,5 \times 10^5$  batterijen.

**Materialagebruik.**

De gemiddelde kwikthermometer weegt ongeveer 8 gram, waarvan ongeveer 0,5 plastic (verondersteld werd LPPE) en 1,5 gr. kwik. De resterende 6 gr. is glas.

De digitale thermometer bestaat uit de volgende materialen:

- 5 gr. noryl, dit is een polymerisatieproduct van methaan of olefinen met styreen, nikkel en koolstof .
- aluminium-thermistor
- $\text{Ag}_2\text{O}$ -(zileroxide) batterij: 3 a 4 gr., waarvan 20% Ag dus ongeveer 0,8 gr. Ag

**Grondstoffengebruik.**

Alleen de grondstoffen kwik vs. zilver werden voor de vergelijking relevant verondersteld.

**Energieverbruik.**

Gegeven energieverbruik bij glasproductie uit "Oekobilansen von Packstoffen" (10 MJ/kg, zonder gebruik van oud glas).

Overige gegevens uit Kemna. De noryl-productie werd benaderd met polystyreen (slagvast)-productie.

**Emissies (produktiefase).**

Gegevens uit "Oekobilansen von Packstoffen".

**Emissies (afvalfase).**

Totale kwik-emissie uit kwikkoortsthermometers is 1200 kg/j (200 kg/j wordt gerycycled). Hiervan komt 250 kg in het riool terecht en 950 kg in het huishoudelijk afval. Het huishoudelijk afval wordt voor ca. 40% verbrand, voor ca. 55% gestort en voor ca. 5% gecomposteerd (gegevens voor 1980). Het kwik komt terecht in:

afvalwater 50 kg/j (water)

rioolslib 200 kg/j (bodem)

via vuilverbranding:

naar lucht 350 kg/j (lucht)

in vlieg-as/slak 50 kg/j (bodem)

gestort 500 kg/j (bodem)

gecomposteerd 50 kg/j (bodem)

Totaal: emissie naar water 50 kg/j; de norm is 0,01 mg/l; dus  $5 \times 10^6$

$\text{m}^3\text{W/j}$  (gewogen)

emissie naar lucht 350 kg/j; de norm is 0,007 mg/ $\text{m}^3$ ; dus  $5 \times 10^{11}$

$\text{m}^3\text{L/j}$  (gewogen)

emissie naar bodem 800 kg/j; de norm 2 mg/kg; dus  $0,7 \times 10^6 \text{ m}^3\text{B/j}$  (gewogen)

N.B. 1000 kg bodem is 1,8  $\text{m}^3$

Indien er sprake is van een statiegeldregeling voor zilver-oxide-batterijen kan een recyclingspercentage van 90% verondersteld worden. Dit betekent, dat slechts 10% van het zilver in batterijen in huishoudelijk afval terecht komt (150 kg/j).

Op grond van de percentages 40% verbranden, 55% storten en 5% composteren kunnen de volgende emissies berekend worden (veronderstelling: zilver gedraagt zich bij verbranding hetzelfde als kwik):

via vuilverbranding: emissie naar lucht 50 kg/j; de norm is 0,0001 mg/ $\text{m}^3$ ;

dus  $5,0 \times 10^{11} \text{ m}^3 \text{L/j}$  (gewogen)

emissie naar bodem 100 kg/j; de norm is 500 mg/kg;

dus  $360 \text{ m}^3 \text{B/j}$  (gewogen).

De emissie bij verbranding van glas, LDPE en noryl betreffen hoofdzakelijk  $\text{CO}_2$  en  $\text{H}_2\text{O}$ . Het afvalvolume bij storten van thermometers wordt verwaarloosbaar verondersteld.

**Bronnen:**

- Smit, D. Milad milieukundig adviesbureau  
"Vervanging kwikgevulde thermometers", 1986
- Kwik in Nederland 1980, CBS, 1984
- Oekobilansen von Packstoffen, Bundesamt für Umweltschutz, Bern 1984
- Kemna, R.B.J., Energiebewust ontwerpen, 1981
- Steeman W., Milieuschadelijke producten en hun alternatieven, 1985

Tabel 2.8: Milieuwinst in de produktgroep koortsthermometers, door een verschuiving van 100% gebruik van kwik-koortsthermometers naar 100% gebruik van digitale koortsthermometers, in Nederland.

2.8 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg. ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar lucht, water en bodem in afdankfase</u>	
	Hg	Ag
100% kwikthermometer	1200	0
10% digitale thermometer	0	150
Milieuwinst	1200	-150

2.8 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

energie-	vervuilde verbruik ( MJ )	vervuild lucht ( m3 )	vervuilde water ( m3 )	bodem ( m3 )
100% kwik- thermometer	100 miljoen	500 miljard	5000 miljoen	700.000
100% digitale thermometer	100 miljoen	500 miljard	verwaarloosb.	verwaarloosb.
milieuwinst	0	0	5000 miljoen	700.000
locatie (Nederland, Buitenland)	BL	NL	NL	NL

NB -De MIC-norm voor Ag is lager dan de MIC-norm voor HG.  
-Verondersteld is, dat het gebruik van kwikoxide-batterijtjes reeds door succesvol produktbeleid tot nul gereduceerd is.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

BIJLAGE 9  
PRODUKTVERGELIJKING  
AUTO-BASISLAK

Produktvergelijking van twee typen auto-basislak

A metallic ( met organisch oplosmiddel )

B Aquabase: basislak op waterbasis

Produktbeschrijving

- A In West-Europa wordt bijna 50% van alle personen-auto's gespoten met metallic-lak. Een basislak geeft het metaalachtige uiterlijk en de kleur, terwijl een tweede ( acryl ) laklaag het " natte" effect geeft. Slechts 16% van de basislak bestaat uit vaste bestanddelen ( pigmenten, bindmiddel en aluminium-deeltjes ). De overige 84% is organisch oplosmiddel. Het gaat hierbij om stoffen als xyleen, toluene en glycol-ethers.
- B Aquabase is een nieuwe basislak op waterbasis met zodanige structuur, dat veranderingen in vochtigheid in de fabriek het spuitresultaat niet beïnvloeden. De verwerkbaarheid en de kwaliteit van deze lak is vergelijkbaar met de metallic-lak. In de produktvergelijking is alleen het milieuhygiënische aspect m.b.t. emissie van oplosmiddel tijdens het spuiten in de auto-industrie in beschouwing genomen.

Resultaat produktvergelijking en beoordeling

Tabel 1 geeft een overzicht van de resultaten van de milieuvergelijking. Ervan uitgaande, dat er geen verschillen zijn in produktie en afdanking tussen metallic en Aquabase, kan gesteld worden, dat Aquabase vanuit milieu-oogpunt gunstiger is.

Tabel 2 geeft de milieuwinst van een verschuiving van het gebruik van metallic naar Aquabase op basis van het jaarverbruik aan auto's in Nederland.

Aanknopingspunten voor produktbeleid

Produktgerichte beleidsmaatregelen kunnen zijn een financiële stimulering van het gebruik van Aquabase, een heffing op organisch oplosmiddel, strengere emissienormen aan lakstraten etc. Doelgroep is de internationale autoindustrie.

Tabel 1: Milieuvergelijking van het gebruik van metallic-basislak ( A ) versus het gebruik van Aquabase ( B ) voor het totale Nederlandse autoverbruik per jaar ( 600.000 ).

	A	B
<u>Produktiefase</u>		
emissies	bij prod. bindmiddel p.m. bij prod. kleurstof p.m. bij prod. oplosmiddel p.m.	p.m. p.m. p.m.
<u>Gebruiksfase</u>		
emissies naar lucht gewogen	org. oplosmiddel 1800x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j	org.oplosmiddel 900x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /j
<u>Afdanking</u>		
	p.m.	p.m.

Toelichting bij tabel 1

- **Emissies in de gebruiksfase.**  
Tijdens het spuiten van een auto komt ca 13 liter oplosmiddel vrij. Voor 600.000 auto's komt dit op een emissie van 80x10<sup>6</sup> kg oplosmiddel per jaar. 50% van de auto's kan echter gespoten worden met Aquabase i.p.v. metallic. De emissie wordt dan 40x10<sup>6</sup> kg/j. Gewogen werd met de MIC-norm voor xyleen ( 4,35 mg/m<sup>3</sup> ).

Bronnen:

- Pollution Abatement Technology Award, 1983  
mondelinge mededelingen
- Sikkens

Tabel 2.9: Milieuwinst in de produktgroep autobasislak, door een verschuiving van 100% gebruik van metallic-basislak met organisch oplosmiddel naar 100% gebruik van Aquabase op waterbasis, op basis van het jaarverbruik aan auto's in Nederland.

2.9 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen (in kg). De emissies zijn niet gewogen.

Emissies naar lucht in gebruiksfase

(Xyleen, Tolueen ed.)

100 % Metallic	80 miljoen
100 % Aquabase	40 miljoen
Milieuwinst	40 miljoen

2.9 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*.

	vervulde lucht ( m <sup>3</sup> )
100% Metallic	1800 miljard
100% Aquabase	900 miljard
Milieuwinst	900 miljard
Locatie	BL ( NL )

NB Alleen de gebruiksfase is in beschouwing genomen.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

BIJLAGE 10  
PRODUKTVERGELIJKING  
SPRINKLERS



Produktvergelijking van twee typen Sprinklers  
 A Sprinklers met een smeltzekering  
 B Sprinklers met een glaspatroon

Produktbeschrijving

Sprinklers zijn sproeikoppen, die bij een bepaalde temperatuur in werking treden en dienen als brandbescherming. Ze zitten ingebouwd in grote installaties en worden toegepast in winkels en bedrijven.

Er bestaan twee typen Sprinklers:

- met een smeltzekering
- met een alcoholhoudend glaasje

50% van de smeltzekeringen bevat cadmium (afhankelijk van de temperatuur).

Het aantal in Nederland geïnstalleerde Sprinklers ( 1984 ) is:

glaspatroon	81.591 ( 69 % )
smeltzekering	36.777 ( 31 % )

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

In de per jaar geplaatste/totaal geïnstalleerde voorraad smeltzekeringen bevindt zich in totaal zo'n 1,5 kg. cadmium. Aangenomen wordt, dat deze hoeveelheid in het milieu terecht komt. Recycling is gezien de zeer geringe hoeveelheden per installatie niet zinvol mogelijk.

Aanknopingspunten voor produktbeleid

Hoewel de cadmium-emissie slechts gering is, staat daar tegenover, dat het relatief makkelijk is deze hoeveelheid tot vrijwel nul te reduceren. Een niet duurder technisch alternatief heeft namelijk al een groot deel van de markt overgenomen. Overleg met de in het Bureau voor Sprinklerbeveiliging verenigde brandverzekeraars kan het gebruik van de cadmium-smeltzekering zeer snel tot slechts enkele toepassingen terugbrengen.

Bronnen:

- schriftelijke informatie van het Bureau voor Sprinklerbeveiliging
- Steeman W. , Milieuschadelijke producten en hun alternatieven, CML 1985

-----  
Tabel 1: Milieu-vergelijking van twee typen Sprinklers op basis van het per jaar geplaatste aantal met smeltzekering.

	glaszekering	smeltzekering
<u>Productiefase</u>		
	geen emissies bekend ( Europa )	geen emissies bekend ( V.S )
<u>Gebruiksfase</u>	geen emissies	geen emissies
<u>Afdanking</u>	geen emissies	1,5 kg cadmium

-----

BIJLAGE 11  
PRODUKTVERGELIJKING  
PANNEN

Produktvergelijking van 3 typen pannen voor huishoudelijk gebruik:

- A. Roestvaststalen pan 1,5 l.
- B. Geëmailleerde plaatstalen pan 1,5 l.
- C. Aluminium/teflon pan 1,5 l.

Produktbeschrijving

- A. Diepgetrokken RVS-pan met warmteverdeelplaat onder bodem; diepgetrokken deksel; gepolijst; levensduur 25 jaar.
- B. Diepgetrokken plaatstalen pan; diepgetrokken deksel; geëmailleerd; levensduur 15 jaar.
- C. Gegoten aluminium pan; diepgetrokken deksel; binnenzijde voorzien van PTF ("teflon"), buitenzijde gelakt; levensduur 8 jaar.

Verbruik van pannen in Nederland

Het gebruik van deze maat pannen wordt per huishouden gesteld op 3 x per week op een gasfornuis, bij een totaal aantal huishoudens van 5 miljoen en per huishouden 1 pan van deze maat. De verdeling van de pannen over de drie typen is onbekend. Verondersteld zijn 3 mogelijkheden met steeds 100% gebruik van het betreffende pantype. Het gaat dan gezien de verschillen in levensduur om een verbruik van 200.000 RVS pannen per jaar of 333.000 geëmailleerde pannen of 62500 aluminium-teflon-pannen.

Methode van toerekening van milieueffekten.

In dit geval is een afwijkende toerekeningsmethode gehanteerd die is gebaseerd op - helaas sterk verouderde - sektoremissie gegevens. Die methode werkt redelijk differentierend wanneer produkten in belangrijke mate in verschillende sectoren worden geproduceerd. De toerekening vindt plaats door de gecumuleerde sektor emissie coëfficiënten (= emissie/-gulden sektoroutput) te vermenigvuldigen met de bijdrage van die sektor in de waarde van het betreffende produkt. Deze methode blijkt in deze voorbeelduitwerking systematisch lagere emissieresultaten te geven dan de toerekeningsmethode uit "Oekobilanzen". De methode, die in dit geval als enige is gebruikt, is met name aanvullend van belang wanneer een schatting gemaakt moet worden van de milieueffekten van moeilijk specificerbare grootheden als "kapitaalgoederen" en algemener daar waar geen gegevens over de samenstelling van een produkt of onderdeel bekend zijn. Ook bij de toerekening van nu nog niet gespecificeerde bewerkingsprocessen kan de sektorbenadering milieuinformatie verschaffen die anders alleen door fysieke analyse van de produkten verkregen kan worden.

Resultaten

De kwantitatief met groot voorbehoud te interpreteren resultaten wijzen toch sterk in de richting van een tweedeling van enerzijds de uit milieuoogpunt relatief goede ijzeren pannen en de relatief slechte aluminium pan met reflon afdeklaag. Het energiegebruik, de emissies naar water en lucht en het afvalvolume liggen bij de aluminium pan steeds een faktor 2 à 4 hoger. Daarbij is niet of nauwelijks met de specifieke emissies door toepassing van emaille en teflon rekening gehouden. Bij het grondstoffengebruik ligt de zaak iets ingewikkelder. De roestvaststalen pan gebruikt een aantal relatief zeldzame metalen terwijl de aluminium pan een zeer grote hoeveelheid bauxiet vergt. De schattingen van de levensduur zijn voor de resultaten van groot belang. Voor de teflon pan is deze schatting van 8 jaar echter eerder aan de hoge kant, terwijl 25 voor een zware RVS-pan eerder aan de lage kant is.

Verschuivingen in - nu onbekende - marktaandelen lijken zeer zinvol. De zinvolheid van een differentiatie uit milieuoogpunt tussen RVS- pannen en geëmailleerd stalen pannen is op basis van de hier beschikbare toerekening niet goed te maken. Produktbeleid leidt tot kwantitatieve verschuivingen. Uitgaande van een gesteld marktaandeel van aluminiumpannen van 20% en een reductie daarvan tot 10% kan een vermindering van energiegebruik door het opwarmen van voedsel bereikt worden van 5120 milj. MJ naar 4385 milj. MJ, dat is 14%. Bij de emissie naar lucht en water en het afvalvolume ligt de verbetering in de orde van 10%.

De weg waarlangs verbetering met produktgericht beleid gerealiseerd kan worden kan lopen via consumenten of producenten. Gedacht kan worden aan een heffing op aluminium of teflon, of op teflonpannen; aan vrijwillige marketing beperking in overleg met de fabrikanten; aan voorlichting aan consumenten over de milieueffecten en over de hogere energiegebruikskosten van de aluminiumpan. Een apart punt vormt het lage recyclingspercentage van pannen. Wanneer bij scheidingsinstallaties door toepassing van magneten de ijzerbevattende pannen beter gerecycled kunnen worden, wordt verschuiving van aluminium naar ijzeren pannen nog aantrekkelijker. De toepassing van nu in ontwikkeling zijnde algemene metaalscheidingsinstallaties kan het recyclingspercentage en daarmee de milieuscore van aluminiumpannen dan weer verbeteren.

Pannen worden zowel in Nederland geproduceerd als geex- en importeerd. Nederlands produktbeleid werkt daarom slechts ten dele in Nederland. De hier hierboven genoemde verbeteringsmogelijkheden geven daarom mondiale effecten aan. Welk deel daarvan in de produktiefase in Nederland plaats vindt is moeilijk aan te geven. De gebruiksemissies zijn wel volledig in Nederland.

#### Bronnen:

- E.A. Druiff, Milieurelevante produktinformatie, CML mededelingen no. 15, Leiden 1984
- Oekobilanzan van Packstoffen, Bundesamt fur Umweltschutz, Bern, 1984.

Tabel 1: Produktvergelijking voor de milieuaspecten van drie 1,5 liter pannen voor huishoudelijk gebruik van 5 miljoen stuks gedurende 1 jaar.

	A r.v.s. 200.000 stuks	B staal 333.000 stuks	C alu. 625.000
<u>Produktiefase</u>			
<u>grondstoffen- gebruik</u>	ijzer 62% vanadium 12% nikkel 18% tot. 256.000 kg/j	ijzer 90% pangewicht 270.000 kg/j email p.m.	aluminium 500.00 kg/j PTFE 6250 kg/j lak p.m.
<u>energie- gebruik</u>	ijzer $3,7 \times 10^6$ MJ/j  overig p.m.	ijzer $3,9 \times 10^6$ MJ/j  overig p.m.	Alu. $64,5 \times 10^6$ MJ/j overig p.m.
<u>emissies*</u> naar lucht gewogen naar water gewogen	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> $11,6 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j fenolen $52.000$ m <sup>3</sup> /j	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> $10,7 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j fenolen $23.000$ m <sup>3</sup> /j	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> $25 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j fenolen** $93.000$ m <sup>3</sup> /j
<u>vast afval</u>	sector-emissies niet gespecificeerd		
<u>Gebruiksfase</u>			
<u>energie- gebruik***</u>	$40,4 \times 10^6$ MJ/j	$25,3 \times 10^6$ MJ/j	$45,5 \times 10^6$ MJ/j
<u>emissies naar lucht gewogen</u>	$4300 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /j	$2700 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /j	$4800 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /j afbraak teflon bij verhitting p.m.
<u>Afdankfase</u>			
<u>grondstoffen en emissies</u>	p.m.	email?	lak, PTFE?
<u>vastafval</u>	256.000 kg/j	300.000 kg/j	506.000 kg/j
<u>recyclingsperc.</u>	0%	0%	0%

\* zie de tekst over de voor alleen dit produkt afwijkende berekeningsmethode.

\*\* de gebruikte methode laat w.b. de aard van de emissies geen differentiaties tussen pantypen toe.

\*\*\* alleen opwarmenergie.

TOTAAL	A ( r.v.s.)	B( staal )	C( alu )
grondstoffen- gebruik	zie boven	zie boven	zie boven
energie	$44,1 \times 10^6$ MJ	$29,2 \times 10^6$ MJ	$110 \times 10^6$ MJ
gewogen emissies			
naar lucht	$15,9 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j	$13,4 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j	$29,8 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j
naar water	52.000 m <sup>3</sup> /j	23.000 m <sup>3</sup> /j	93.000 m <sup>3</sup> /j
vast afval	256.000 kg/j	300.000 kg/j	506.000 kg/j

---

BIJLAGE 12  
PRODUKTVERGELIJKING  
ACCUBAKKEN



Produktvergelijking van twee typen accubak

- A. Eboniet accubak  
 B. Polypropeen accubak.

Produktbeschrijving

In Nederland worden jaarlijks ca. 1.5 miljoen accu's verkocht. De loodplaten en het zuur zijn gevat in een z.g. "accubak", waarvan twee hoofdtypen bestaan, die iedereen uit ervaring zal kennen:

- A. De zwarte accubak van eboniet ("hardrubber"), die ongeveer 3 kg weegt.  
 B. De witte, enigszins doorschijnende accubak van polypropeen, die, bij gelijke capaciteit, ongeveer 1 kg weegt.

Accubakken worden gedeeltelijk in Nederland en gedeeltelijk in het buitenland geproduceerd.

De polypropeen accubak heeft, zoals onderstaand zal blijken, milieuhygenische (collectieve) voordelen, maar ook (private) voordelen voor de consument, o.a. een benzinebesparing en zichtbaarheid van het vloeistofniveau (Sabatino, 1963). Tabel 1 geeft energiegebruik en emissies in de drie levensfasen.

Resultaten produktvergelijking en -beoordeling

Zowel in de productie- als in de afdankfase geeft de eboniet accubak grotere milieuproblemen dan de polypropeen-accubak. In de productiefase gaat het om een grotere uitstoot van vooral  $\text{NO}_x$ , terwijl in de gebruiksfase meer milieubelasting optreedt als gevolg van meer benzinegebruik door 2 kg extra gewicht. De eboniet accubak is niet recyclebaar.

Een verschuiving naar het gebruik van polypropeen accubakken lijkt uit milieuovertuigingen zinvol. Tabel 2 geeft de milieuwinst die d.m.v. deze verschuiving te behalen is en tevens de locatie van de winst.

Aanknopingspunten voor produktbeleid

Aangemerkt moet worden, dat reeds een spontane marktverschuiving naar bijna 100% polypropeen accubak heeft plaatsgevonden zonder beïnvloeding door de overheid.

Produktgerichte beleidsmaatregelen, die eveneens deze verschuiving hadden kunnen bewerkstelligen zijn: informatie aan de consument, overleg met autoproducenten en garage-organisaties, heffing op eboniet-accubakken. M.b.v. D.m.v. een statiegeldregeling kan een nog hoger recyclingspercentage van polypropeen-accubakken bereikt worden.

Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. energiegebruik en emissies van het gebruik van A: 1,5 miljoen eboniet accubakken per jaar, B: 1,5 miljoen polypropeen accubakken per jaar, met dezelfde capaciteit.

	A eboniet verbruik: $1,5 \times 3 \times 10^6$ $= 4,5 \times 10^6$ kg/j	B polypropeen verbruik: $1,5 \times 1 \times 10^6$ $= 1,5 \times 10^6$ kg/j
<u>Produktiefase</u>		
emissie (gewogen)		
- naar lucht	$2900 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j (vooral door NO <sub>x</sub> )	$1100 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j (vooral door NO <sub>x</sub> )
- naar water	$3100 \times 10^3$ m <sup>3</sup> /j (geen saillante stof)	$650 \times 10^3$ m <sup>3</sup> /j (geen saillante stof)
vast afval	$95$ m <sup>3</sup> /j	$65$ m <sup>3</sup> /j
energiegebruik	$360 \times 10^6$ MJ/j	$110 \times 10^6$ MJ/j
<u>Gebruiksfase</u> (verschilberekening)		
van eboniet		
emissies (gewogen)		
- naar lucht	ca. $3000 \times 10^9$ m <sup>3</sup> L/j	
energiegebruik	ca. $200 \times 10^6$ MJ/j	
<u>Afvalfase</u>		
Teruggewonnen energie	$180 \times 10^6$ MJ	Recyclingpercentage ca. 90%; af te trekken van de emissies van de gebruiksfase zijn derhalve
Emissies naar lucht	mogelijke zwavel-emissie p.m.	$0,9 \times 1100 \times 10^9$ m <sup>3</sup> L/j $0,9 \times 650 \times 10^9$ m <sup>3</sup> L/j $0,9 \times 65$ m <sup>3</sup> B/j $0,9 \times 110 \times 10^6$ MJ/j (idem 90% v.h. energiegebruik) Bijdrage van polypropeen in de emissies van het recycleproces: verwaarloosbaar.
<b>TOTAAL</b>		
Energieverbruik	$380 \times 10^6$ MJ/j	$11 \times 10^6$ MJ/j
emissie		
- naar lucht	$5900 \times 10^9$ m <sup>3</sup> /j + p.m.	$110 \times 10^9$ /j
- naar water	$3100 \times 10^3$ m <sup>3</sup> /j	$65 \times 10^3$ m <sup>3</sup> /j
Vast afval	$95$ m <sup>3</sup> /j	$6$ m <sup>3</sup> /j

Toelichting bij tabel 1:

- **Produktiefase:**

Het eboniet bestaat grotendeels uit styreen; polystyreen is als maatgevend aangenomen. Voor het polypropeen is als maatgevend aangenomen polyetheen, uit dezelfde familie der polyolefinen. De emissies van de produktie van polystyreen en polyetheen zijn vermeld in Oekobilanzen (1984). Wat betreft het energiegebruik bij de produktie van twee stoffen stemt de Oekobilanzen overeen met Kemna (1981).

- **Gebruiksfase:**

De polypropeen accubak is 2 kg lichter dan de eboniet accubak, bij dezelfde capaciteit. Dit levert een gewichtsbesparing van auto's van ca. 2%, en een besparing in het brandstofverbruik van ca. 1 promiel, in eerste globale benadering (Matzer en De Wit, 1980), en daarmee tevens verminderde emissies van de auto. Deze zijn geput uit CBS (1985). Alleen het effect van de 2 kg verschil is opgenomen.

- **Afdank-fase:**

De eboniet bakken zijn niet te hersmelten en worden verbrand, terwijl de polypropeen bakken in principe totaal gerecycled worden, als gevolg van het centraal verwerkt worden van accubakken als geheel en de grote zuiverheid van het materiaal (Liesegang, 1984). Genomen is een percentage van 90%.

Literatuur:

- Oekobilanzen von Packstoffen, Bundesamt für Umweltschutz, Bern 1984
- Kemna, Energiebewust Ontwerpen, 1981
- Sabatino, Polypropylene Batteries-Product Characteristics and Advantages, 1963
- Matzer en De Wit, Energie en verkeer, 1980
- CBS-Statistieken, 1985
- Liesegang, Produktionsgerichtetes Recycling bei der Aufarbeitung von Blei-Akkumulatoren mit Kunststoff-Gehäusen, 1984

Tabel 2.10: Milieuwinst in de produktgroep accubakken, door een verschuiving van 100% gebruik van eboniet-accubakken naar 100% gebruik van polypropeen-accubakken, op basis van het jaarverbruik van accubakken in Nederland.

2.10 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewonnen.

	<u>Emissies naar lucht in productie- en gebruiksfase</u>			
		NOx		SO2
100% eboniet	prod.	126.000	prod.	50.000
	gebruik	A*		-
100% polyprop.	prod.	4000	prod.	1000
	gebruik	A* - 150.000		-
Milieuwinst		272.000		49.000

2.10 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*\* en andere milie-aspecten.

	energie- verbruik (MJ)	vervuilde lucht (m <sup>3</sup> )	vervuild water (m <sup>3</sup> )	afval- volume (m <sup>3</sup> )
100% eboniet	380 miljoen	> 5900 miljard	3.100.000	95
100% polyprop.	10 miljoen	110 miljard	65.000	6
milieuwinst	370 miljoen	580 miljard	3.035.000	89
locatie	NL	NL/BL	NL/BL	NL

NB Bij de accubakken heeft al een spontane marktverschuiving naar bijna 100% polypropeen-accubak plaatsgevonden.

\* In dit geval is alleen een verschilberekening uitgevoerd.

\*\* (zie noot onder tabel 2.1)

BIJLAGE 13  
PRODUKTVERGELIJKING  
VERWERKING  
SMEEROLIE

Produkt SmeerolieProduktbeschrijving

Beschouwd werd afgewerkte olie, die vrijkomt bij het ververset van olie bij personenauto's en vrachtauto's. Het gaat hierbij om 41.000 ton per jaar. Motorolie bestaat (ruwweg) uit ca. 75% verzadigde koolwaterstoffen, 13% mono-aromaten, 4% di-aromaten en polu-aromaten. Hiaraan wordt (2 - 15%) additieven toegevoegd. Dit kunnen bijv. zijn: corrosieremmers, antiseptica, detergentia en emulgatoren. Deze additieven kunnen o.a. bestaan uit alkyl-aryl-nifonaten en gechloreerde organische verbindingen. Al deze stoffen zullen zich ook in de afgewerkte olie bevinden. Bovendien komen in afgewerkte olie zware metalen voor als gevolg van het smeren van de motor. Dit zijn nikkel (Ni) en voorlopig nog lood (Pb). De verschillende wegen, waarlangs deze afgewerkte olie "verdwijnt" vormen de varianten van het produkt afgewerkte olie. De volgende wegen kunnen onderscheiden worden:

- A. particuliere lozingen
  - B. verstoken in garagekachels
  - C. bewerking van afgewerkte olie
  - D. reraffinage.
- A. Door particulieren wordt afgewerkte olie geloosd op het riool, op de bodem of in het oppervlaktewater. Schattingen lopen uiteen van 2 - 10% (800 tot 4000 ton per jaar).
- B. Garagekachels worden door garagehouders gebruikt om hierin hun ingezamelde afgewerkte olie te verstoken. Volgens een schatting bedraagt de op deze wijze verstookte afgewerkte olie 15.000 ton per jaar (ca. 37% van het totaal).
- C. Volgens schatting wordt zo'n 50% van de afgewerkte olie door een aantal inzamelaars (met vergunning) ingezameld en vervolgens naar een bewerker gebracht. Deze "bewerkt" de afgewerkte olie d.m.v. centrifugeren, filtreren, sedimenteren en eventueel flocculeren om de olie van verontreinigende stoffen te ontdoen.
- D. Een deel van de afgewerkte olie zou geschikt zijn voor reraffinage. In een proces dat sterk lijkt op de normale raffinage van olie kan van de afgewerkte olie weer kwalitatief goede nieuwe smeerolie worden gemaakt.

Resultaten van de vergelijking van de verschillende wegen van afgewerkte olie in de afdank-fase

Met name een vergelijking van het verbranden in garagekachels, het bewerken en reraffinage zijn vanuit het oogpunt van beleid relevant.

Vergelijking verbranden en bewerken:

Hoewel er geen duidelijke, objectieve rapporten bestaan m.b.t. de emissies van garagekachels, wordt in het algemeen aangenomen, dat deze route van afgewerkte olie drie milieuhygiënische nadelen heeft t.o.v. het bewerken van afgewerkte olie:

1. Er zou in deze relatief kleine kachels een slechte verbranding kunnen plaatsvinden (t.o.v. de verbranding in grotere installaties)
2. Er vindt geen bewerking plaats van de afgewerkte olie.
3. De as blijft achter op het folie en komt bij het huishoudelijk afval.

### Vergelijking bewerken en reraffinage:

De bij het bewerken van afgewerkte olie gebruikte technieken zijn in onvoldoende mate in staat verontreinigingen te verwijderen. Er vindt bij de bewerker ook "opmenging" plaats van de afgewerkte olie tot "bunker-fuel" en (zware) stookolie. In de praktijk wordt vaak ook chemisch afval bijgemengd.\* Bij het verstoken van "bewerkte" olie kunnen dus emissies ontstaan van de daarin voorkomende en bijgevoegde verontreinigingen. Behoren tot deze verontreinigingen organochloorverbindingen (additieven, oplosmiddelen, PCB's) dan is vorming van dioxinen en di-benzofuranen niet uitgesloten.

Bij reraffinage kunnen de volgende stappen onderscheiden worden:

- ontwatering: mechanische scheiding van water
- destillatie: afscheiding van lichte produkten
- hoogvacuum: scheiding tussen as, zware metalen, hoog moleculaire organische verbindingen en destillaten
- katalytische behandeling: afbraak van olievreemde verbindingen in de destillaten.

Vervuiling met gechloreerde organische verbindingen\*\* kan echter bij de destillatie dioxinevorming geven.

Indien geen verontreinigde stoffen in de afgewerkte olie aanwezig zijn kunnen door dit recyclingsproces emissies vermeden worden.

De produktie-energie voor smeerolie bedraagt 500 ton olie eq./1000 ton smeerolie. Door recycling kan dit energieverbruik met 80% gereduceerd worden, er van uitgaande, dat dit percentage door succesvol produktbeleid gehaald kan worden.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende wegen van afgewerkte olie. De informatie m.b.t. emissies bij de verschillende afvalstromen van afgewerkte olie is zeer onvolledig. Uit bovenstaande kwalitatieve vergelijking komt echter wel naar voren, dat uit milieuoverwegingen reraffinage de beste optie lijkt.

### Aanknopingspunten voor produktbeleid

Produktgerichte beleidsmaatregelen kunnen zijn:

- subsidiering van onderzoek naar garagekachels
- produkteisen aan garagekachels
- financiële stimulering van reraffinage.

Particuliere lozingen kunnen echter ook teruggedrongen worden door het verbieden van verkoop door diegenen, die niet in staat zijn deze afgewerkte olie ook weer in te nemen (b.v. warenhuizen). Bovendien kan aan een statiegeldregeling gedacht worden.

T.a.v. de garagekachels wordt reeds gedacht aan een verbod. Deze maatregel sluit aan op de EEG-richtlijnen. Voor nieuwe bedrijven staat voor dit verbod de hinderwet ter beschikking. In de toekomst wordt door de overheid gedacht aan een verbod door aanpassing van het brandstoffenbesluit en uitbreiding van de werkingssfeer aan de WCA tot het in eigen beheer verwerken. De milieuhygiënische argumentatie voor een dergelijk beleid ontbreekt echter nog vrijwel geheel.

Tabel 1: Overzicht van de verschillende routes van smeeroilie.

	A	B	C	D
<p>A. part. lozingen      C. verbranden in garagekachels            B. bewerken            D. reraffinage (recyclingsperc. 80%)</p>				
<u>Produktiefase</u>				
	olieproductie	olieproductie	olieproductie	80% minder olieprod.
energieverbruik	p.m.	[niet differ.]	[niet differ.]	80% minder energieverbr.
emissies	p.m.	[niet differ.]	[niet differ.]	80% minder emissies
<u>Gebruiksfase</u>				
emissie	olie	olie	olie	olie
<u>Afdankfase</u>				
	afgew. olie	afgew. olie	afgew. olie	afgew. olie
	met alle verontrein.stoffen ontstaan door smeren + additieven + evt. illegale hoeveelheden PCB's, fura- ren, dioxinen	idem	idem	idem
emissies naar lucht, water, bodem	(lozing) emissies van olie(+vervuiling) naar opp.vl.water bodem en riool	(verbranden) emissies van lucht onbek. (slechte verbranding?) (as komt bij huishoudelijk afval)	(bewerken) in afvalwater komt o.a.voor cadmium, chroom, koper lood***, Ni zink, gechloteerde koolwaterstoffen	(reraffinage) door aanwezig van gechloteerde verbindingen bij destillatie kans op vorming van dioxine en dibenzofuraren
			toevoeging aan stookolie voor verbranden in ketels en motoren	vervaardiging van opnieuw bruikbare smeeroilie (rec.perc.80%)
			risiko van toevoeging chemisch afval	



Bronnen:

Literatuur:

- Rapport Badger
- Mull und Abfall, 1985
- Notitie: beleidsalternatieven voor afgewerkte olie

Mondelinge mededelingen van Coördinatiecommissie Afgewerkte Olie.

- \* Controle op bijmenging is een zeer groot probleem.
- \*\* Sommige merkloze motorolieën bevatten - illegaal - hoeveelheden PCB's, furanen en dioxines, die dan ook de afgewerkte olie vervuilen. Deze drie stoffen worden niet gevormd tijdens het gebruik van de smeerolie in de motor.
- \*\*\*Lood wordt opgenomen uit loodhoudende benzine. Door het daar gevoerde produktbeleid zal de loodverontreiniging binnen afzienbare tijd verdwijnen.

BIJLAGE 14  
PRODUKTVERGELIJKING  
RAAMKOZIJNEN

Produktvergelijking van vijf typen raamkozijnen

- A PVC
- B aluminium
- C meranti- fabrieksmatig verwerkt
- D meranti- traditionele bouw
- E vuren- traditionele bouw

Produktbeschrijving

Uitgegaan is van een standaardkozijn met een buitenwerkse maat van 1,40 x 1,40 ( exclusief het raam ).

- A Het PVC profiel bevat 8 kg PVC ( met cadmium-stabilisator ). De hoeken van het kozijn zijn verstevigd met rechthoekige verzinkte stalen buisprofielen van in totaal 2,5 kg. Het kozijn wordt geplaatst in een stelkozijn van meranti ( 500 kg/m<sup>3</sup> ) van 12 kg. Het is onderhoudsvrij.
- B Het aluminiumprofiel bestaat uit een binnen en een buiten deel, gescheiden door een kunststof warmte-isolator en bevat 8,5 kg aluminium. Het wordt geplaatst in een merantie stelkozijn ( 500 kg/m<sup>3</sup> ) van 12 kg. Het aluminium wordt eenmalig geanodiseerd en gemoffeld en is verder onderhoudsvrij. Het glasoppervlak is bij de aluminiumkozijnen groter dan bij de andere typen. Het kozijn zou daardoor iets kleiner kunnen zijn, met dan een iets groter muur-oppervlak.
- C Het fabrieksmatig verwerkte meranti kozijn ( 600 kg/m<sup>3</sup> ) vergt minder hout dan de traditionele verwerking. Inclusief het meranti stelkozijn ( 500 kg/m<sup>3</sup> ) bedraagt dit gewicht 29 kg. Het kozijn wordt fabrieksmatig met een oppervlaktelaag afgewerkt ( 140 micro- meter ) en vergt zeer weinig onderhoud.
- D Het traditionele meranti kozijn ( 500 kg/m<sup>3</sup> ) is identiek aan het traditionele vuren kozijn ( of grenen ), maar is waarschijnlijk duurzamer en zeker ( in duurzaamheid ) betrouwbaarder. Inclusief spouwlat is 37 kg hout nodig.
- E Het traditionele vuren kozijn ( 500 kg/m<sup>3</sup> ) is gelijk aan het meranti kozijn, maar waarschijnlijk iets onderhoudsgevoeliger en minder duurzaam. Totaal-gewicht is eveneens 37 kg ( grenen is ongeveer 20% zwaarder ).

Verbruik van kozijnen in Nederland

Uitgaande van zes ramen per woning en 80.000 woningen per jaar zijn per jaar 480.000 kozijnen nodig. In 1982 was de verdeling over de typen als volgt: PVC 2%, aluminium 4%, traditioneel plus fabrieksmatig meranti 70% en traditioneel vuren 24%. In Duitsland ligt het percentage PVC-kozijnen op 35%.

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

Alleen voor het traditioneel vuren is geen tropisch hout nodig. Het traditionele meranti kozijn vergt verreweg het meeste hout. De bezwaren tegen tropisch hout komen voort uit het feit, dat natuurlijk regenwoud vernietigd wordt. De gevolgen hiervan zijn erosie, versterking van het ecosysteem, gepaard gaande met het uitsterven van planten- en diersoorten

en beïnvloeding van het klimaat. Belangrijke bezwaren tegen de traditionele bouw komen voort uit het noodzakelijk regelmatig onderhoud met verfsystemen. Het bezwaar tegen PVC ligt in de produktiefase ( o.a. chlooremissies ) en het energieverbruik. Het PVC met de cadmium-stabilisator ( 2% van het gewicht ) levert problemen op in de afvalfase. Het belangrijkste probleem bij aluminium is de zeer omvangrijke energiebehoefte bij de produktie ( en emissies ).

Het is duidelijk, dat een afweging wordt bemoeilijkt doordat de (milieuhygienische) voor- en nadelen verschillende aspecten betreffen. Alleen de verschuiving van traditioneel naar fabrieksmatig meranti is uit milieu-oogpunt zeker gunstig. Er is geen rekening gehouden met de te verwachten geringere levensduur van houten, met name traditioneel houten, kozijnen. De levensduur is gelijk gesteld aan die van de woning.

#### Aanknopingspunten voor produktbeleid

De overheid heeft in de sociale woningbouw een vrij vergaande beïnvloedingsmogelijkheid, zowel wat de typen betreft, als ook wat de uitvoering betreft. In de V.S. worden alleen cadmium-vrije PVC kozijnen gebruikt. Aangezien er de laatste jaren een duidelijke trend naar meer PVC gebruik optreedt dienen de wensen en mogelijkheden onderzocht te worden.

Indien van overheidswege voor vermindering van het gebruik van tropisch hout wordt gekozen is verder een mogelijke maatregel een heffing op tropisch hout. Het hierbij vrijkomende geld kan gebruikt worden om het behoud en wijs gebruik van de regenwouden te stimuleren.

Bij verbetering van de duurzaamheid van het hout liggen er meer mogelijkheden voor het gebruik van ander hout dan het tropisch hout ( o.a. naaldhout ).

Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. milieuaspecten van het aantal benodigde kozijnen voor 80.000 woningen in Nederland per jaar, dat is 480.000 stuks.

	A (PVC)	B (alu)	C (mer.)	D (mer.)	E (vur.)
<u>Produktiefase</u>					
grondstoffen- verbruik	3,8x10 <sup>6</sup> kg PVC 1,2x10 <sup>6</sup> kg staal 5,8x10 <sup>6</sup> kg meranti	4,6x10 <sup>6</sup> kg alu. 5,8x10 <sup>6</sup> kg meranti	14x10 <sup>6</sup> kg meranti	18x10 <sup>6</sup> kg meranti	18x10 <sup>6</sup> kg vuren
emissies					
-naar lucht gewogen	vnl. NOx, SO2 3400x10 <sup>9</sup> m3/j	vnl. NOx, SO2 9750x10 <sup>9</sup> m3/j			
-naar water gewogen	( geen saillante stoffen ) 2050x10 <sup>3</sup> m3/j	4544x10 <sup>3</sup> m3/j			
vast afval	1360 m3/j	7830 m3/j			
energie- verbruik	260 MJ/j	1100x10 <sup>6</sup> MJ/j	p.m.	p.m.	p.m.
aantasting van natuur en landschap	invloed op ecosysteem erosie etc.	idem	idem	idem	idem
<u>Gebruiksfase</u>					
emissies	geen (geen onder- houd)	geen (geen onder- houd)	zeer gering (weinig onderh.)	enige emissie door verfsyst.	emissie door verfsyste- men bij onder- houd
<u>Afdankfase</u>	probleem bij PVC-recycling	recycling mogelijk	bij verbranding van hout emissies	naar lucht	

## Bronnen:

- Bureau B & G, Een systematisch gegevenbestand van de milieu- en energie-aspecten van materialen.
- Informatie Architectenbureau Nust
- Gebruik van en alternatieven voor tropisch hout, VROM 1980
- Oekobilansen von Packstoffen, Bundesamt fur Umweltschutz Bern, 1984

BIJLAGE 15  
PRODUKTVERGELIJKING  
AUTOBANDEN

Produktvergelijking van banden voor personenauto's  
 A eenmalig gebruikte banden  
 B banden met vernieuwd loopvlak

Produktbeschrijving

B Banden met vernieuwd loopvlak worden in Nederland vaak "gecoverd" genoemd. Oude banden met een gaaf karkas worden afgesneden en voorzien van een nieuw loopvlak. De samenstelling van de band is gelijk aan die van een nieuwe; nieuw is alleen het loopvlak met een gewicht van 2 kg. mengrubber.

Verbruik van personenauto-banden in Nederland

Per jaar worden ongeveer 5 miljoen banden verbruikt. Dit komt neer op een stel nieuwe banden per vier jaar. Het percentage gecoverde banden voor personenauto's in Nederland is verwaarloosbaar, terwijl het coverpercentage in de jaren 60 nog boven de 10% lag. Een dergelijke daling is in de ons omringende landen niet opgetreden. In Oostenrijk en Noorwegen lag het percentage ( in 1972 ) boven de 15%, in Duitsland, Italië en Engeland nog boven de 10%. In 1979 werd in Duitsland zelfs 27% van alle banden ( inclusief vrachtwagens ) gecoverd.

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

De resultaten van tabel 1 kunnen als volgt geïnterpreteerd worden. Een recyclingspercentage van 25% leidt tot een daling van het grondstoffenverbruik van 20%, met uitzondering van het mengrubber, waar dit percentage slechts 12% is. Het energieverbruik neemt met ongeveer 10% af. Bij de produktie van autobanden wordt relatief gezien veel grondstoffen en energie verbruikt, zodat een behoorlijke daling van emissies en energieverbruik tot stand kan komen. Het coveren van banden is uit milieuhygiënisch oogpunt dan ook zinvol.

Aanknopingspunten voor produktbeleid

Een verklaring voor het feit, dat er in Nederland geen en in het buitenland duidelijk wel banden gecoverd worden is niet makkelijk te geven. Mogelijk bestaat er in Nederland een misvatting omtrent de kwaliteit van de gecoverde banden t.o.v. nieuwe banden. Door betere informatie zou deze misvatting bestreden kunnen worden. Het geringe prijsverschil tussen nieuwe en gecoverde banden kan eveneens een reden zijn, dat er geen personenautobanden in Nederland gecoverd worden. Gedacht kan worden aan maatregelen, die het prijsverschil tussen nieuwe en gecoverde banden vergroten.

Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. milieuaspecten van eenmalig gebruikte autobanden versus gecoverde autobanden, op basis van het totaal van verbruikte banden bij personen autogebruik in Nederland.

Produktiefase

grondstoffen-  
verbruik

7,7 milj. kg staal	6,1 milj. kg staal
25 milj. kg rubber- mengsel	22 milj. kg rubber- mengsel
3,5 milj. kg textiel	2,8 milj. kg textiel

emissies

-naar lucht

vn1. NOx, SO2

gewogen

1860x10<sup>10</sup> m<sup>3</sup>/j

-naar water

(geen saillante stoffen)

gewogen

1775x10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/j

vast afval

4500 m<sup>3</sup>/j

energieverbruik

7,5x10<sup>9</sup> MJ/j

Gebruiksfase

emissies

3,5 milj. kg slijtsel  
op het wegdek

idem

Afdankfase

31,5 milj. kg/j

25 milj. kg/j

1 storten

idem maar 20% geringer in

2 verbranden

omvang

3 malen

4 regenereren

5 pyrolyseren

Bij methode 3 t/m 5 is er sprake van

energieterugwinning. Emissies bij de hergebruik- en afvalverwerkingsprocessen zijn niet bekend.

Toelichting bij tabel 1:

Emissies en vast afval in produktiefase

Voor het rubbermengsel is bij gebrek aan betere gegevens gebruik gemaakt van de gegevens voor polystyreen.

De verlenging van de levensduur van de banden heeft milieuhygiënische voordelen, zowel in de produktie- als in de afdankfase. Deze verlenging van de levensduur zal echter wel consequenties hebben voor de kwaliteit van het karkas en dus voor de mogelijkheden van covering. Verbetering van de corrosiebestendigheid van het staal van het karkas zou de mogelijkheden van covering vergroten.

Bij het eenmalig coveren van 25% van de autobanden wordt slechts 20% van het totale bandenbestand gecoverd.

Bronnen:

- Oekobilanzen von Packstoffen, Bundesamt für Umweltschutz, Bern 1984
- Hergebruik aan de lopende band, studentenscriptie van H.P. Baas en A. Rinsema, Groningen 1981
- Artikel uit Kunststof en Rubber, 1984 nr. 3



Tabel 2.12: Milieuwinst in de produktgroep autobanden, door een verschuiving van het gebruik van 100% nieuwe autobanden naar het gebruik van 80% nieuwe en 20% gecoverde banden, op basis van het jaarverbruik van banden voor personenauto's in Nederland.

2.12 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar lucht in produktiefase</u>	
	<u>NOx</u>	<u>SO2</u>
100% nieuw	715.000	260.000
80% nieuw 20% gecoverd	625.000	220.000
Milieuwinst	90.000	40.000

2.12 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\* en andere milieu-aspecten.

	energie- verbruik ( MJ )	vervulde lucht ( m <sup>3</sup> )	vervuld water ( m <sup>3</sup> )
100% nieuw	7,5 miljard	18600 miljard	17750 miljoen
80% nieuw 20% gecoverd	6,8 miljard	16100 miljard	15400 miljoen
Milieuwinst	0,7 miljard	2500 miljard	2350 miljoen
Locatie	NL/BL	NL/BL	NL/BL

NB - Uitgegaan is van een percentage van covering van 25%.  
Dit percentage is realistisch gezien het percentage covering in andere landen.

\* Zie noot onder tabel 2.1.

BIJLAGE 16  
PRODUKTVERGELIJKING  
WASMACHINE

Produktvergelijking van twee typen wasmachines

- A huidige wasmachine
- B herontwerp wasmachine

Produktbeschrijving

- A In Nederland worden per jaar 280.000 wasmachines verbruikt, ofwel een gewicht van 18.000 ton. Een van de redenen voor dit hoge verbruik is de slijtage en corrosie van moeilijk te vervangen onderdelen, zoals b.v. de kuip ( van geëmailleerd plaatstaal ). Reparatie is dan ook erg duur.
- B De huidige wasmachine is op de TH-Twente herontworpen. Door een aantal verbeteringen, betreffende de corrosie-bestendigheid en repareerbaarheid kan de gebruiksduur verdubbeld worden ( van 10 naar 20 jaar ) en kunnen waardevolle materialen makkelijk teruggevoerd worden. Enkele verbeteringen zijn o.a. een kuip van r.v.s. in plaats van geëmailleerd plaatstaal en verbeterde demontabelheid ( snel losneembare verbindingen, verwijderbare wanden).

Resultaten produktvergelijking en beoordeling

Tabel 1 geeft een overzicht van de milieuvergelijking tussen de huidige wasmachine en het herontwerp. De grootste problemen liggen in de productiefase, waarover weinig bekend is en in de afdfankfase, waarbij uit wasmachines, die meestal in z'n geheel geshredderd worden, zware metalen vrijkomen.

Ervan uitgaande, dat de enige verschillen tussen beide typen wasmachines de levensduur en het recyclingspercentage zijn kan gesteld worden, dat uit milieuoogpunt het herontwerp gunstiger scoort dan de huidige wasmachine. Een verschuiving naar gebruik van het herontwerp lijkt uit milieuoogpunt zinvol. Tabel 2 geeft de milieuwinst van een in principe op langere termijn mogelijke verschuiving naar 100% gebruik van de herontworpen wasmachine. De winst ligt in de orde van grootte van 60%.

Aanknopingspunten voor produktbeleid

Gedacht kan worden aan een subsidie op demontabelheid van wasmachines of huishoudelijke apparaten in het algemeen, een heffing op de grondstoffen lood, koper, cadmium en zink etc. Daarnaast zal de consument informatie moeten krijgen over de (milieu)voordelen van het herontwerp en kan hergebruik van onderdelen ( of recycling van de grondstoffen ) van wasmachines gestimuleerd worden.

Het stimuleren van onderzoek naar grondstoffen-, en energie-zuinige en milieuvriendelijke huishoudelijke apparaten is eveneens een produktgerichte maatregel.

Tabel 1: Produktvergelijking m.b.t. milieuaspecten van A het jaarverbruik van wasmachines ( huidige type ) versus B het jaarverbruik van herontworpen wasmachines in Nederland.

	A (280.000 stuks)	B (140.000)
<u>Produktiefase</u>		
<u>materiaal/</u>	staal	r.v.s.
<u>grondstoffen-</u>	koper, cadmium	koper, cadmium
<u>verbruik</u>	lood, zink	lood, zink
	PCB's	PCB's
<u>emissies</u>	p.m.	(65% minder grondstoffenverbruik en minder emissies bij produktie als gevolg van recycling en langere levensduur)
<u>Gebruiksfase</u>		
<u>energieverbruik</u>	p.m.	(niet differentierend)
<u>waterverbruik</u>	p.m.	(niet differentierend)
<u>Afdanking</u>		
	recyclingsperc. 0%	recyclingsperc. 30%
<u>emissies</u>		
<u>naar bodem</u>	koper, cadmium, lood, zink (zie toelichting)	koper, cadmium, lood, zink (zie toelichting)
	PCB's p.m.	PCB's p.m.
<u>gewogen</u>	1210x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j	424x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j

Toelichting bij tabel 1:

Berekening vergelijkingsbasis

De herontworpen wasmachine gaat 2x zolang mee als de huidige wasmachine. Dit betekent, dat het jaarverbruik aan herontworpen wasmachines 2x zo laag is, 140.000 i.p.v. 280.000.

Energie- en waterverbruik

Verwacht wordt, dat het herontwerp m.b.t. deze aspecten overeen komt met de huidige wasmachine. Zo werd o.a. de kuip niet geïsoleerd i.v.m. de moeilijke terugwinbaarheid van kunststof-schuimen en de lange (energetische) terugverdiëntijd.

Emissies in de afdankfase

Uitgegaan wordt van gemiddelde concentraties van zware metalen in de stoffracties van "geshredderde" witwaren ( koelkasten, wasmachines en centrifuges). Verondersteld wordt, dat deze concentraties ook voor wasmachines alleen gelden.

Op basis van het jaarverbruik aan wasmachines kunnen de volgende bodem-emissies berekend worden:

Huidige wasmachine (280.000 stuks/j = 18.000 ton/j; 0% recycling)

- cadmium (Cd) 140 kg/j ( cadmiumconc. in shredderstof 8 mg/kg )
- koper (Cu) 54000 kg/j ( koperconc. in shredderstof 3000 mg/kg )
- lood (Pb) 3000 kg/j ( loodconc. in shredderstof 160 mg/kg )
- zink (Zn) 54000 kg/j ( zinkconc. in shredderstof 3000 mg/kg )

De bodemnormen voor Cd, Cu, Pb en Zn zijn resp. 3, 56, 83 en 280 mg/m<sup>3</sup>.

De totale gewogen emissie is  $1210 \times 10^6$  m<sup>3</sup> bodem per jaar.

Herontwerp (140.000 stuks/j = 9000 ton/j; 30% recycling )

- Cd 49 kg/j
- Cu 18900 kg/j
- Pb 1050 kg/j
- Zn 18900 kg/j

De totale gewogen emissie is  $424 \times 10^6$  m<sup>3</sup> bodem per jaar.

Bronnen:

- de Bruin, T. et al, Huishoudelijke produkten en milieuhygiene, CML 1985
- Kuperus, J.B. en J. Braam, Het herontwerp van een wasmachine in het kader van het grondstoffen-, energie- en milieubewust ontwerpen, TH-Twente, 1985

Tabel 2.11: Milieuwinst in de produktgroep wasmachines, door een verschuiving van 100% gebruik van het huidige type naar 100% gebruik van het herontworpen type, op basis van het verbruik aan wasmachines in Nederland.

2.11 A: Milieuwinst m.b.t. saillante stoffen ( in kg ). De emissies zijn niet gewogen.

	<u>Emissies naar bodem in afdankfase</u>			
	Cd	Cu	Pb	Zn
100% huidige type	140	54000	3000	54000
10% herontwerp	50	18900	1050	18900
Milieuwinst	90	35100	1950	35100

2.11 B: Milieuwinst m.b.t. gewogen emissies\*.

	vervulde bodem ( m <sup>3</sup> )
100% huidig type	1210 miljoen
100% herontwerp	425 miljoen
Milieuwinst	785 miljoen
Locatie	NL

NB -Alleen de afdankfase is in beschouwing genomen.

-Verondersteld is, dat beide typen m.b.t. energie- en waterverbruik niet verschillen.

\* Zie noot onder tabel 2.1.