

Ref.nr. : 91-027
Dossiernr. : 112322-21876
Datum : januari 1991
NP

Titel
ANALYSEDOCUMENT ALUMINIUMVERPAKKINGEN

Auteur(s):
Ir. A. Ansems
Ir. G. Krajenbrink

Trefwoord(en):
- verpakkingen
- aluminiumverpakkingen
- milieu-aspecten
- afval
- verbruik

Bestemd voor:
Ministerie voor Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

	Page
91-027/R.22/JPO	2
INHOUDSOPGAVE	
1. HET DEELPROJECT 'ALUMINIUMVERPAKKINGEN'	3
2. AFVAL VAN ALUMINIUMVERPAKKINGEN	5
3. DE HERKOMST VAN AFVAL VAN ALUMINIUMVERPAKKINGEN	8
4. INVENTARISATIE RELEVANTE MILIEU-ASPECTEN	10
4.1 Algemeen	10
4.2 Afvalverwerking	10
5. VOORBESCHOUWING TAAKSTELLING EN MOGELIJKE OPLOSSINGSRICHTINGEN	12
5.1 Taakstelling	12
5.2 Mogelijke oplossingsrichtingen	13
5.2.1 Kwantitatieve preventie	13
5.2.2 Kwalitatieve preventie	15
5.2.3 Materiaalhergebruik	16
6. LITERATUUR	18

Bijlage 1 tot en met 5

1. HET DEELPROJECT 'ALUMINIUMVERPAKKINGEN'

Op basis van het afvalstoffenbeleid van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) is verpakkingsafval één van de prioritaire afvalstromen, waarvoor met betrekking tot preventie en hergebruik taakstellingen zijn opgesteld.

Uitgangspunt vormt de algemene doelstelling voor het afvalstoffenbeleid, verwoord in het NMP [1] en de Preventienotitie [2].

In het Project Programma Verpakkingen zijn deze doelstellingen verder uitgewerkt [3].

Dit heeft geresulteerd in de volgende taakstellingen voor de materiaalgroep 'metalen':

- 1) Het (na preventie en hergebruik resterend) verpakkingsafval dient voor het onderscheiden verpakkingsmateriaal metalen te worden beperkt tot maximaal de volgende hoeveelheden:
 - 1994 : 50.000 ton;
 - 2000 : 10.000 ton.
- 2) De samenstelling van het resterende afval dient zodanig te verbeteren dat verbranding (met name uit milieu-oogpunt) goed mogelijk is.

De hiertoe te nemen maatregelen dienen aan 2 randvoorwaarden te voldoen:

- a) De maatregelen mogen niet leiden tot een substantiële verhoging van de milieubelasting elders in de produktie-consumptieketen.
- b) Wanneer preventieve maatregelen concurreren met maatregelen die leiden tot hergebruik dient in principe de voorkeur te worden gegeven aan preventieve maatregelen; door kwantitatieve preventie dient de hoeveelheid verpakkingsafval in absolute zin niet verder te stijgen, maar in het jaar 2000 met ten minste 10% ten opzichte van de hoeveelheid in 1986 te zijn afgenomen. De taakstelling 10% kwantitatieve preventie geldt in principe niet voor elke materiaalstroom, maar voor de totale hoeveelheid verpakkingsafval.

De maatschappelijke organisaties willen een hoger percentage; het bedrijfsleven vindt de genoemde preventie moeilijk haalbaar, maar men zal toch trachten deze taakstelling te realiseren.

Met deze gegevens is in het najaar 1989 het deelproject metalen van start gegaan. Op het eerste milieu-overleg (mover) van de deelprojectgroep metalen is besloten dat de deelprojectgroep wordt gesplitst in 2 subgroepen:

- 1) ferro, met name blik;
- 2) aluminium.

Beide groepen zullen onafhankelijk van elkaar hun taken stellen en oplossingsrichtingen voorbereiden. In dit document wordt de situatie met betrekking tot aluminium beschouwd.

Dit document geeft een beschrijving van de huidige situatie en gaat in op mogelijke oplossingsrichtingen, opdat de taakstelling gerealiseerd kan worden. In 2 wordt de afvalsituatie voor aluminium gekarakteriseerd, terwijl in 3 de herkomst van aluminiumverpakkingsafval wordt aangegeven. De relevante milieu-aspecten worden in 4 geïnventariseerd. De taakstelling voor aluminium, met daaraan gekoppeld mogelijk oplossingsrichtingen wordt tenslotte in 5 nader beschouwd.

2. AFVAL VAN ALUMINIUMVERPAKKINGEN

In het informatiedocument verpakkingen van het RIVM is de afvalsituatie voor 1986 geschetst [5].

Het produktieafval van de aluminiumverwerkende industrie wordt nagenoeg volledig hergebruikt. Het produktieafval wordt in dit document verder niet beschouwd.

In het afvalstadium worden aluminiumverpakkingen in de volgende stromen aangetroffen:

- Huishoudelijk afval;
- Kantoor-, winkel- en dienstenafval (KWD-afval);
- Zwerfafval.

Huishoudelijk afval

Door het RIVM-LAE (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne - Laboratorium voor Afvalstoffen en Emissies), voorheen IVA/SVA (Instituut voor Afvalstoffenonderzoek/Stichting Verwijdering Afvalstoffen) worden sinds 1971 jaarlijks sorteeroproeven uitgevoerd op zakkenvuil. Geanalyseerd wordt het afval dat in kunststof vuilniszakken wordt aangeboden. Hierbij worden van vier wijken in Overasselt, Arnhem en Amsterdam in de vier verschillende jaargetijden zakken huisvuil opgehaald en gesorteerd naar componenten.

Aluminium valt bij de sorteeranalyses onder de deelstroom non-ferro. Van deze deelstroom wordt het aandeel aluminium en het aandeel verpakkingen bepaald. Het aandeel aluminiumverpakkingen wordt niet bepaald.

Tabel 2.1 Hoeveelheid Aluminiumverpakkingen in huishoudelijk afval op basis van sorteeranalyses

	Hoeveelheid huishoudelijk afval (ton/jaar)	Hoeveelheid Al-verpakkingen in huishoudelijk afval (ton/jaar)
1986	4.080.000	14.100
1987	4.330.000	15.900
1988	4.500.000	17.000
1989 (voorlopig)	4.600.000	20.700

Voor de bepaling van het percentage aluminiumverpakkingen in huishoudelijk afval wordt verwezen naar bijlage 1.

Een probleem bij de bepaling van de hoeveelheid aluminiumverpakkingen met behulp van de sorteeranalyses is het lage percentage aan aluminium in huishoudelijk afval. Indien het percentage van 0.4% tot 0.5% toeneemt betekent dit een stijging van circa 4.000 - 4.500 ton.

Een ander probleem betreft de laminaten, die als geheel aan die fractie worden toegerekend die nagenoeg het gewicht ervan bepaalt:

- . Aluminium deksels van blikjes: bij ferro-fractie;
- . Aluminiumlaag aan binnenzijde pakken (bijvoorbeeld sappen): bij papier/karton;
- . Aluminium opgedampt op kunststof: bij kunststoffen.

Kantoor-, winkel- en dienstenafval

De totale hoeveelheid non-ferro in het KWD-verpakkingsafval is voor 1986 geschat op 3000 ton [5]. Aangenomen wordt dat dit volledig uit aluminium bestaat. Het betreft bussen (onder andere vrijkomend bij recreatieparken); bakjes (onder andere vrijkomend bij restaurants, hotels); deksels, doppen (onder andere vrijkomend bij de horeca), etc.

Zwerfafval

Het zwerfafval dat in de natuur achterblijft, wordt op gewichtsbasis als een verwaarloosbare hoeveelheid beschouwd. Zwerfafval dat wordt opgeruimd, komt als KWD-afval vrij.

Conclusies

* De geschatte hoeveelheid vrijkomend aluminiumafval bedroeg in 1986 minimaal 17.100 ton:

- Huishoudelijk afval : 14.100 ton

- KWD-afval : 3.000 ton

- Totaal : 17.100 ton

* Voor 1989 geldt de volgende minimale schatting:

- Huishoudelijk afval : 20.700 ton

- KWD-afval : 3.000 ton

- Totaal : 23.700 ton

De vrijkomende hoeveelheid bedraagt (inclusief Al-deksels en laminaten) waarschijnlijk 25.000-26.000 ton.

* Op basis van de cijfers in tabel 2.1 is een duidelijke stijging van de hoeveelheid aluminiumverpakkingen in huishoudelijk afval te onderkennen.

* Met toerekening van de aluminium deksels van de ferro-fractie en het aluminiumdeel, vrijkomend bij laminaten (zoals sapkartons), wordt de totale hoeveelheid vrijkomend aluminiumafval in 1986 geschat op circa 20.000 ton.

3. DE HERKOMST VAN AFVAL VAN ALUMINIUMVERPAKKINGEN

Aluminium wordt gebruikt bij het verpakken van een veelheid aan producten zoals: dranken, conserven, koffie, sauzen, soepen, snoep, chips, katten- en hondenvoer, tandpasta en medicijnen.

Aluminiumverpakkingen laten geen geur, gassen, licht en vocht door; zijn smaakneutraal; licht in gewicht en zijn goed bedrukbaar.

Aluminium wordt gebruikt voor busjes, tubes, buisjes, spuitbussen, folies, bakjes, laminaatverpakkingen en in opgedampte vorm.

In een bijdrage van het bedrijfsleven (bijlage 3) is aangegeven waarom voor aluminium als verpakkingsmateriaal wordt gekozen.

Hoogovens schat het verbruik aan aluminiumverpakkingen als volgt in [4]:

Tabel 3.1 Jaarlijks verbruik aluminiumverpakkingen (peiljaar 1989) [4]

Monomaterialen :		9.000 ton
- Bussen :	5.100 ton	
- drankenbusjes alu (800 ton)		
- drankenbusjes staal (1.600 ton)		
- conserven (2.700 ton)		
- Tubes/aerosols/buisjes	1.100 ton	
- Enkelvoudige folie/bakjes :	2.100 ton	
- huishoudfolie (1.000 ton)		
- bakjes (1.100 ton)		
- Deksels/doppen	700 ton	
Laminaten/gelakte folie		4.500 ton
Opgedampt		p.m.
-----		-----
Totaal		13.500 ton

Een toelichting op deze getallen wordt gegeven in bijlage 2.

Voor aluminiumverpakkingen wordt, bij ongewijzigd beleid, een stijgende toepassing verwacht.

Conclusie

Het verbruik, geschat met behulp van marktanalyses, geeft een duidelijk lagere hoeveelheid, dan die berekend met behulp van analyses van het afval (zie 2.):

13.500 ton/j (verbruik 1989) versus 20.000 ton/j (verbruik 1986). Indien voor de laatste hoeveelheid niet het peiljaar 1986, maar 1989 wordt gekozen, wordt het verschil nog groter, namelijk 13.500 ton/j vs. 25.000-26.000 ton/j.

Als mogelijke oorzaken voor het grote verschil in de input- en output-analyse zijn de volgende potentiële foutenbronnen te noemen:

Inputanalyse:

- De aanname voor verschillende produktgroepen dat import gelijk is aan export (zie bijlage 2).
- De beperkte schaal van de marktanalyse.

Outputanalyse:

- Aluminium vertegenwoordigt slechts een klein deel van het huishoudelijk afval, hetgeen nadelig uitwerkt bij een kleine steekproef.
- Vermenigvuldiging van een klein percentage met een grote hoeveelheid (huishoudelijk afval) kan leiden tot grote relatieve fouten.

Vooralsnog wordt gerekend met een vrijkomende hoeveelheid aluminium verpakkingsafval van 20.000 ton in 1986.

4. INVENTARISATIE RELEVANTE MILIEU-ASPECTEN

4.1 Algemeen

De milieu-aspecten over de gehele produktie-consumptieketen zijn beschouwd. Wat betreft milieu-effecten van de produktiefase zijn met name de emissies naar lucht en water; het vrijkomen van vast afval en het energieverbruik van belang. Het verbruik van grondstoffen (en de vernieuwbaarheid ervan) is veelal ook een aandachtspunt. In bijlage 4 zijn gegevens met betrekking tot de milieu-aspecten van aluminium in de produktiefase opgenomen.

Naast de milieu-effecten die optreden bij de produktie is, gegeven de preventiedoelstellingen van het afvalstoffenbeleid, het gebruik van verpakkingen een aandachtspunt. Kwantitatieve afvalpreventie leidt niet alleen tot het voorkomen van milieu-effecten bij de afvalverwijdering, maar ook tot het voorkomen van milieu-effecten, die optreden in voorgaande fasen van de produktlevensketen (zoals de produktie van basismaterialen en produkten).

4.2 Afvalverwerking

Storten

In de stortlocaties worden naar alle waarschijnlijkheid aluminiumoxiden gevormd.

Verbranden

Bij verbranding van aluminium vindt omzetting in aluminiumoxide plaats waarbij er een hoeveelheid energie (31 MJ/kg) vrijkomt. Het aluminium en het gevormde aluminiumoxide komen in de vlieg- en slakkenfractie.

Hergebruik

Aluminium is in principe goed recyclebaar. Hergebruik van aluminiumverpakkingen vindt in Nederland op zeer beperkte schaal plaats. Produkt-

hergebruik vindt voor zover bekend niet plaats en materiaalhergebruik slechts op beperkte schaal. Het betreft bijvoorbeeld de aluminium doppenfractie die afgescheiden wordt bij opwerking van de residufractie van het glasbakkenglas. Problemen bij het materiaalhergebruik vormen het diffuus vrijkomen van de relatief kleine hoeveelheden in Nederland, het ontbreken van een inzamelstructuur en de toepassing in combinatie met andere materialen (laminaten en de deksels van stalen drankblikjes).

Preventie

Preventie in de zin van daling van het specifiek verbruik doet zich op verschillende plaatsen in het productieproces voor.

Bij de primaire aluminiumproductie kan er op gewezen worden dat het specifiek energieverbruik per kg aluminium in de periode 1975-1990 gedaald is met 35% en dat deze trend zich, in gematigde vorm, voortzet: een daling van 3 - 4% in de periode tot circa 1995 [9].

5. VOORBESCHOUWING TAAKSTELLING EN MOGELIJKE OPLOSSINGSRICHTINGEN

5.1 Taakstelling

In 1 is aangegeven dat in het projectprogramma voor metalen verpakkingen de volgende richtinggevende taakstelling is geformuleerd [3]:

De afvalhoeveelheid die, na preventie en hergebruik nog mag vrijkomen, bedraagt:

- 1994 : 50.000 ton
- 2000 : 10.000 ton.

Daarbij gesteld dat voor ferro (blik) in 2000 nagenoeg 100% hergebruik wordt nagestreefd, kan voor aluminium worden afgeleid dat na preventie en hergebruik in 2000 maximaal 10.000 ton/j mag vrijkomen.

Binnen het Project Verpakkingen zal worden gezien hoe bovengenoemde taakstelling het beste kan worden gerealiseerd. In het projectprogramma en op de projectbijeenkomsten is hieromtrent door het Ministerie van VROM aangegeven dat:

- 1) uitgangspunt is dat (over de produktie/consumptieketen) de totale milieubelasting wordt verminderd;
- 2) uitgangspunt is dat preventieve maatregelen de voorkeur verdienen boven hergebruik, zodat de hoeveelheid verpakkingsafval in absolute zin wordt verminderd met tenminste 10% ten opzichte van de hoeveelheid in 1986;
- 3) de te verwachten aanscherping van het nationale milieubeleid consequenties kan hebben met betrekking tot het overheidsbeleid inzake verpakkingen.

Het bedrijfsleven onderschrijft het eerste punt. Met betrekking tot het tweede punt gaat men uit van hergebruik boven kwantitatieve preventie. Milieu- en consumentenorganisaties onderschrijven het VROM-beleid en streven verder naar een sterke beperking van de toepassing van aluminiumverpakkingen.

Het Project Verpakkingen heeft tot doel in overleg met de projectdeelnemers te bezien welke stappen nodig zijn en welke maatregelen het meest geëigend zijn om de taakstelling te kunnen realiseren.

Beoogd wordt langs deze weg te komen tot maatwerk dat breed gedragen wordt door de diverse organisaties die zich bezig houden met zaken betreffende verpakking en milieu.

Het NMP+ geeft voor aluminium en ferro tezamen een taakstelling van 0.3 Mton/jaar CO₂-emissiereductie in 1994/1995. Nadere beschouwing in het CO₂-beleidsrapport leert, dat afvalbeleid inzake verpakkingen hieraan een belangrijke bijdrage kan leveren. Verdere uitwerking volgt in het Strategiedocument.

5.2 Mogelijke oplossingsrichtingen

De taakstelling van het Deelproject Aluminiumverpakkingen kan slechts gerealiseerd worden als door de diverse betrokkenen op verschillende terreinen activiteiten worden verricht. In de volgende fase van het project zal de aandacht worden gericht op de hiertoe te ontwikkelen strategie.

In het kader van aluminiumverpakkingen is produkthergebruik niet aan de orde. Hierna komen achtereenvolgens facetten met betrekking tot kwantitatieve preventie, kwalitatieve preventie en materiaalhergebruik aan de orde.

5.2.1 Kwantitatieve preventie

Hierna wordt de verdere beschouwing gericht op monomateriaalverpakkingen, laminaten en gemetalliseerde verpakkingen.

Als de oplossingsrichting voor kwantitatieve streven de Milieu- en Consumentenorganisaties maximale terugdringing van aluminium als verpakkingsmateriaal na.

Monomateriaalverpakkingen

Wat betreft monomateriaalverpakkingen kan gewezen worden op een belangrijke daling van het specifieke aluminiumverbruik per eenheid produkt. Vergeleken met 1986 wordt nu (1990) circa 12% minder aluminium gebruikt om bijvoorbeeld een liter frisdrank te verpakken (voor bussen). Met betrekking tot bussen wordt nog een verdergaande gewichtsreductie in de orde van grootte van 15 tot 20% verwacht tot 2000 [9].

Het is mogelijk om aluminium steeds dunner te walsen. Ten opzichte van 1987 is nu reeds (in 1990) een gemiddelde verlaging van de dikte van aluminiumfolie van tenminste 15% bereikt (zie bijlage 3).

Voor aluminiumfolie geldt nu veelal een laagdikte van 9 μm als ondergrens.

Foliën worden nog steeds dunner; in de studiegroepen is opgemerkt dat waarschijnlijk een ondergrens van 5 μm geldt.

Deze neergaande trend geldt ook voor aluminiumband, dat wordt ingezet om deksels en bakjes te produceren. Enkele voorbeelden (zie bijlage 3):

- koffiemelkbakjes;

In de zeventiger jaren 110 μm dik en sinds 1988 80 μm . Het bijbehorende dekselband is gereduceerd van 60 μm naar 50 μm .

- luchtvaartcatering;

De meest toegepaste dikte is in de afgelopen jaren gereduceerd van 140 μm tot 110/100 μm .

Laminaten

Soms wordt aluminium in combinatie met andere verpakkingsmaterialen, zoals papier, karton en kunststoffen, ingezet. Er is sprake van laminaten indien meerlagige materialen worden toegepast. Het dunner worden van de aluminiumlaag geldt ook hierbij. Dit is technisch mogelijk door legeren met andere elementen. Ook voor laminaten is na 10 tot 15% reductie de ondergrens genaderd.

Gemetalliseerde verpakkingen

Voor sommige te verpakken produktgroepen worden, in plaats van kunststoflaminaten of aluminiumfolie, gemetalliseerde verpakkingen (dragermateriaal van kunststof of papier/karton, met daarop aluminium opgedampt) toegepast. Voorbeelden van te verpakken produktgroepen zijn koffie en chips.

Indien aluminiumfolie wordt gesubstitueerd zijn gewichtsreducties van 99% met betrekking tot aluminium haalbaar [10].

Het totaalverbruik in Nederland aan gemetalliseerde verpakkingen wordt momenteel geschat op 5.000 ton/j, inclusief circa 8 ton/j aluminium (een laag aluminium van circa 0.02 μm). Door metallisatie wordt 20.000 ton folie (kunststoflaminaten) gesubstitueerd; een folie is circa 4x zo dik en vol bedrukt met bepaalde types inkt om enigszins dezelfde barrière-eigenschappen (met betrekking tot waterdamp, kooldioxide, zuurstof) te bereiken [11].

Vergeleken met de toepassing van sommige kunststoflaminaten en aluminiumfolielaminaten geeft de toepassing van gemetalliseerde verpakkingen gewichtsreducties.

In bijlage 5 is door van Leer aangegeven welke gewichtsreducties opgedampte materialen als mogelijk alternatief voor aluminiumfolielaminaten kunnen geven [10].

5.2.2 Kwalitatieve preventie

Wat betreft de toepassing van lakken/lijmen/coatings wordt het KWS-2000-programma gevolgd en hebben de er op betrekking hebbende thema's de volledige aandacht binnen interne milieuzorgprogramma's.

Monomateriaalverpakkingen

Juist in het kader van vergemakkelijking van het hergebruik past het toepassen van een kleiner aantal materialen naast elkaar, dus het streven naar het ontwerpen van monomateriaalverpakkingen. Binnen dit kader past de overgang naar all-steelcans (voor ferro blikjes), waarbij het aluminium deksel vervangen wordt door een ferro deksel. Met betrekking tot aluminium wordt een reductie van circa 1.600 ton bereikt (zie 3).

Door legeren is het mogelijk dunnere, sterke materialen te produceren. Dit kan echter het hergebruik bemoeilijken; kwantitatieve preventie staat hierbij op gespannen voet met kwalitatieve preventie.

Laminaten

Niet-homogene verpakkingen, zoals laminaten (onder andere kartons voor sappen), passen niet in het streven naar de toepassing van monomateriaalverpakkingen.

Vergeleken met monomaterialen kent het materiaalhergebruik duidelijk grotere organisatorische en technisch-economische knelpunten.

Gemetalliseerde verpakkingen

Indien substitutie optreedt van kunststoflaminaten en/of aluminiumfolielaminaten, is er veelal sprake van kwalitatieve preventie. De aluminiumlaag is duidelijk dunner dan een vergelijkbare inktlaag (de hoeveelheid aluminium per m² is 60x minder dan de drukinkt op krantepapier [10]).

5.2.3. Materiaalhergebruik

In de Tweede Kamer is een statiegeldmotie aangenomen, die de invoering van een retourpremie voor aluminium bussen inhoudt. Momenteel wordt deze motie verder uitgewerkt door VROM. De haalbaarheid staat ter discussie. Aan de industrie is gevraagd om met alternatieven te komen.

De relatief kleine stroom aluminiumverpakkingen (circa 1% van het totaal aan verpakkingen) komt diffuus bij vele bronnen vrij. Ook bij een relatief sterke groei van het aluminiumverbruik blijft de stroom verhoudingsgewijs klein.

Materiaalhergebruik wordt eerder haalbaar als aluminium geconcentreerd vrijkomt. Reële opties zijn metalen, inclusief aluminium te zamen met kunststoffen of glas (aluminiumdoppen worden nu reeds uit de restfractie van het glasbakkenglas teruggewonnen) gescheiden in te zamelen door middel van een haalsysteem. Met behulp van scheidingstechnieken, zoals Eddy-current (de haalbaarheid wordt momenteel onderzocht, onder andere door de VAM), kan alsdan een aluminiumfractie worden geconcentreerd.

De optie van terugwinning van aluminium na verbranding van integraal ingezameld huishoudelijk afval heeft als nadeel dat een belangrijk deel van het aluminium (met name de kleine, dunne folieprodukten) geoxideerd is en naar alle waarschijnlijkheid verspreid in de vliegasafracties van verbrandingsinstallaties wordt teruggevonden.

Monomaterialen en laminaten

Materiaalhergebruik wordt gemakkelijker, eerder haalbaar, als aluminium in geconcentreerde stromen vrijkomt.

In het kader hiervan is voorgesteld aluminium tezamen met andere componenten, bijvoorbeeld kunststoffen en ferro, gescheiden in te verzamelen. Na gescheiden inzameling garandeert de industrie dat zij de recycling en afnamegarantie voor haar rekening neemt.

Aluminium bussen en rigide (= niet flexibele) verpakkingen zijn zonder kwaliteitsverlies om te smelten.

Hergebruik levert energie- en milieuwinst op [9]:

- Het toepassen van secundair aluminium bespaart 95% energie ten opzichte van de produktie van primaire aluminium.
- De emissies naar lucht, water en bodem verminderen met meer dan 90%.

Daarom wordt in principe gescheiden inzameling voorgesteld (concentreren van aluminium voor materiaalherwinning).

Gemetalliseerde verpakkingen

Omdat de aluminiumlaag belangrijk dunner is dan vergelijkbare opdruklaag is hierbij sprake van nagenoeg een monomateriaal. De recyclingmogelijkheden worden daarom veelal bepaald door het dragermateriaal: papier/karton respectievelijk kunststoffen.

91-027/R.22/JPO

18

6. LITERATUUR

- [1] Nationaal Milieubeleidsplan (NMP);
Tweede Kamerstuk, vergaderjaar 1988-1989, 21137, nrs. 1-2;
Den Haag, 25 mei 1989.
- [2] Notitie inzake Preventie en Hergebruik van afvalstoffen;
Den Haag, oktober 1988.
- [3] Project Programma Verpakkingen, Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directoraat-Generaal
Milieubeheer, Directie Afvalstoffen;
Den Haag, 30 november 1989.
- [4] Bijdrage Hoogovens Aluminium ten behoeve van het deelproject
aluminiumverpakkingen, Input analyse aluminiumverpakkingen in
huishoudelijk afval, augustus 1990.
- [5] Informatiedocument verpakkingsafval,
J. Joosten et al.,
RIVM, rap. nr. 738902001, december 1989.
- [6] Sorteerprouven met huishoudelijk afval, resultaten 1986,
A.A.J. Cornelissen,
RIVM, rap. nr. 738505002, oktober 1987.
- [7] Sorteerprouven met huishoudelijk afval, resultaten 1987,
A.A.J. Cornelissen,
RIVM, rap. nr. 738505006, september 1988.
- [8] Fysisch onderzoek naar de samenstelling van het Nederlandse
huishoudelijke afval, resultaten 1988,
A.A.J. Cornelissen,
RIVM, rap. nr. 738505009, september 1989.
- [9] Notities Hoogovens Aluminium, Beverwijk, najaar 1990.
- [10] Notities Van Leer Vacuum Coatings BV, Amsterdam, najaar 1990.

91-027/R.22/JPO

19

[11] Notitie J. Stelder, Smith Foodgroup BV, Broek op Langedijk,
22 augustus 1990.

[12] Aluminium recycling in Nederland, M. Bootsma,
Chemiewinkel Rijksuniversiteit Groningen,
februari 1988.

[13] Metalle in der Umwelt, E. Merian, 1985.

[14] Hoe gevaarlijk zijn milieugevaarlijke stoffen?,
J.W. Copius Peereboom, L. Reijnders,
Amsterdam, 1986.

91-027/R.22/JPO

bijlage 1-1

Bijlage 1

In onderstaande tabel worden achtereenvolgens gegeven [6-8]:

- Het percentage non-ferro in huishoudelijk afval.
- Het percentage aluminium in huishoudelijk afval.
- Het percentage non-ferro verpakkingen in huishoudelijk afval.

	1986 %	1987 %	1988 %	1989 %
Non-ferro (in huish. afval)	0.6	0.6	0.7	0.8
Non-ferro verp. (in huish. afval)	0.37	0.39	0.40	0.45
Aluminium (in huish. afval)	0.42	0.50	0.47	0.50
Aluminium verp. (in hha (ton/j)) ¹⁾	14.100	15.900	17.000	20.700

Aangenomen wordt dat de non-ferro verpakkingen vrijwel volledig uit aluminium bestaan. Tot de non-ferro verpakkingen behoren ook de loden capsules van wijnflessen; circa 1.000 ton/j.

¹⁾ Voor de berekening is het gehalte aan non-ferro verpakkingen vermenigvuldigd met de totale hoeveelheid vrijkomend huishoudelijk afval (zie tabel 2.1) en is er gecorrigeerd voor loden capsules; circa 1.000 ton/j.

Bijlage 2

A. Inputanalyse aluminiumverpakkingen in huishoudelijk afval
=====Inleiding

Voor de onderstaande verpakkingstoepassingen is het ultieme eindverbruik nagegaan uitgaande van het industriële eindverbruik. In overleg met relevante gesprekspartners in de diverse marktsegmenten zijn import- en exportposities getaxeerd teneinde tot het ultieme eindverbruik te komen.

1. Bussen
2. Tubes/aerosols
3. Enkelvoudige folie
4. Laminaten
5. Opgedampt
6. Dekfels/doppen

1. Bussen (inclusief easy-open deksels; 5100 ton alu totaal

1.1 Voor drankenverpakking ca. 2400 ton aluminium

Er worden in Nederland jaarlijks circa 500 mln. aluminium drankbusjes afgevuld (waarvan 90 % voor bier). De binnenlandse consumptie bedraagt 40 mln. busjes per jaar.

Bij 20 gram per stuk (naar boven afgerond) komt dit neer op 800 ton alu.

o Dekfeltjes van stalen busjes.

Op de ca. 1050 mln. stalen busjes die per jaar in Nederland worden afgevuld zit een easy open deksel van aluminium. De binnenlandse consumptie ligt op een niveau van 400 mln. busjes.

Uitgaande van 4 gram per dekfeltje komt dit neer op 1600 ton alu.

1.2 Voor conserven in totaal ca. 2700 ton aluminium

o Groenteconserven.

Getaxeerd wordt dat momenteel in Nederland jaarlijks geconsumeerd worden:

- 20 mln. busjes van 25 cl (voornamelijk) of 50 cl; bij een gemiddeld gewicht van 20 gram is dit 400 ton alu.
- 5 à 10 mln. tomatenpuree-busjes.
- 30 à 40 mln. paté-busjes (10 cl) bij 8½ gram gemiddeld voor beide categorieën, samen ca. 400 ton alu.

o Visconserven.

De Nederlandse huishoudelijke consumptie bedraagt 10 à 15 mln. stuks

Bij een gemiddelde inhoud van 30 cl, en een gemiddeld gewicht van 25 gram per busje, betreft dit een jaarconsumptie van ca. 300 ton alu.

o Kant-en-klaar maaltijden.

Van 400 grams maaltijd-bussen worden er jaarlijks ca. 45 mln. stuks verkocht. Bij 35 gram per stuk komt dit neer op een totaal van ca. 1600 ton alu.

2. Tubes/aerosol, inclusief buisjes; ca. 1100 ton totaal

2.1 Tubes

Aangezien er geen Nederlandse tube-producent is, worden de in Nederland afgevulde tubes geïmporteerd. Op basis van importstatistieken (postnr. 76.12.10.000) wordt het jaarverbruik op vullersniveau geschat op 90 à 100 mln. stuks.

Op grond van de voorlopige aanname dat import en export van gevulde tubes elkaar in evenwicht houden, is de aluminiumconsumptie - bij een gemiddeld gewicht van 6 gram - ca. 600 ton.

2.2 Aerosols

Blijkens gegevens van de Nederlandse Aerosol vereniging werden er in Nederland in 1989 18,1 mln. aluminium aerosolbusjes afgevuld (op een totaal van 65,8 mln. stuks).

Als ook hier voorlopig wordt aangenomen dat import en export van gevulde aerosolbusjes elkaar in evenwicht houden, dan is het totaal hiermee gemoeide alu-gewicht als volgt te becijferen:

busjes met een inhoud van	aantal x 1 mln.	gram/stuk	tonnage
40 à 210 ml	14,7	20	294
270 à 405 ml	2,5	30	75
520 à 1000 ml	0,24	50	12
overige (vnl. 250 ml)	0,7	25	<u>17</u>
			398

Totaal-tonnage alu-aerosols (monobloc/2-delig of koud vervormd) ca. 400 ton.

2.3 Buisjes

Voor medicinale toepassingen, etc., is bij gebrek aan betere info op basis van import waarde (postnr. 76.12.90.100) getaxeerd een jaartonnage van ca. 100 ton.

3. Enkelvoudige folie en bakjes; 2100 ton alu totaal

Hierbij zijn te onderscheiden:

- huishoudfolie;
- frommelbakjes/dieptrekbakjes;
- "naakte" folie (bijvoorbeeld voor chocolade repen).

3.1 Huishoudfolie

De jaarlijkse consumptie in Nederland bedraagt ca. 6 mln. rollen. Voor de verdere calculatie is van belang:

- lengte : ongeveer gelijke mix van 10 en 25 meter lengte;
- breedte: gemiddelde breedte 35 cm;
- dikte : variërend van 9 tot 11 μ ; bij $\emptyset$ 10 μ 27 gram/m²

91-027/R.22/JPO

bijlage 2-3

Gemiddeld rolgewicht op basis van deze gegeven:

$17,5 \times 0,35 = 6 \frac{1}{8} \times 27 \text{ gram} = 165 \text{ gram}$

Totaal-gewicht, bij 6 mln. rollen: ca. 1000 ton alu.

3.2 Frommelbakjes

Uit een in 1988 verricht onderzoek naar het marktpotentieel voor ultradun verpakingsstaal bleek dat in de Nederlandse "catering" markt 2 typen bakjes onderscheiden kunnen worden, te weten frommel- of plooi-bakjes (ten behoeve van bakkerijprodukten e.d. en voor de huishouding) enerzijds en dieptrek-bakjes (voor petfood type Sheba, en gereede maaltijden) anderzijds.

De Nederlandse markt voor frommelbakjes inclusief presenteerschalen en grill-schalen e.d.

3.3 Dieptrek-bakjes

Aangenomen mag worden dat de Nederlandse markt voor petfood en maaltijden/ snacks samen ongeveer 600 ton aluminium verbruikt.

4. Laminaten en gelakte folie: ca. 4.500 ton

Op basis van de eindverbruikersstatistiek over het jaar 1989 van de Nederlandse veredelaars van aluminiumfolie is per gebruikssector zo goed mogelijk beredeneerd wat het ultieme verbruik door de Nederlandse consument zou kunnen zijn.

Voor sommige produkten (sigaretten, boter e.d.) was calculatie vanuit het eindverbruik de beste benadering. Bij andere produkten moest de omweg worden gevolgd via industriëel eindverbruik (leveringsstatistiek Nederlandse aluveredelaars + geraamde leveringen door buitenlandse concurrenten) en aannames met betrekking tot de handelsbalans van het alu verpakte produkt.

Uiteindelijk leverden onze calculaties en infogesprekken het volgende resultaat op:

- boter ruim 100 mln pakjes, voornamelijk 250 gram	(8 µ)	100 ton
- overige zuivel incl. import van gesteriliseerde melk (België) en yoghurt e.d. (België, Duitsland)	(40 µ)	550 à 600 ton
- chocolade/snoep	(8 µ)	ca. 400 ton
- koffie/thee / cacao	(7 µ)	< 100 ton
- brood/biscuits	(9 µ)	50 ton
- tabak (cons. o.m. 16,4 mrd sigaretten)	(7 µ)	≤ 400 ton
- drankkartons (530 mln liter, waarvan 2/3 vruchtensappen)	(7 µ)	≤ 800 ton
- soepen/bouillonblokjes e.d.	(8 µ)	ca. 500 ton
- margarine/vetten e.d.	(8 µ)	250 à 300 ton
- horeca/instit. markt (blokbodemzakken e.d.)	(8 µ)	1100 à 1400 t
- overige (chem./pharmac./ov.voed)		ca. 50 ton

Totaal

4300 à 4700 t

5. Opgedampt

Gezien de zeer geringe dikte (gemeten in Ångstrom), aanzienlijk onder 1μ , stellen wij voor deze categorie te schrappen. Papier of kunststof met een dun laagje aluminium blijft in principe papier c.q. kunststof; veelal worden ander, veel dikkere coating- of laklagen aangebracht, bijvoorbeeld PVDC of PE.

6. Deksels/doppen (exclusief easy open deksels van bussen); ca. 700 ton

6.1 Deksels

Voor het afdekken van in azijn geconserveerde produkten worden alu deksels gebruikt. Gerekend mag worden met een jaarverbruik van ca. 50 mln stuks. Totale consumptie 140 ton.

Import en export zijn (onder meer vanwege warenwetgeving) te verwaarlozen.

6.2 Doppen

Er zijn 2 typen doppen te onderscheiden, de roll-on schroefdop en de zogenaamde pilfer proof (scheur-)dop.

De schroefdop markt in Nederland is goed voor ca. 225 mln stuks (waarvan 65 mln import); bij 2 gram per stuk komt dit neer op een totaal van 450 ton.

Voor de markt van scheurdoppen mag met 100 ton worden gerekend. Samen, bij te verwaarlozen import-/exportsaldo: 550 ton.

91-027/R.22/JPO

bijlage 3-1

Bijlage 3 'WAAROM ALUMINIUM ALS VERPAKKINGSMATERIAAL'
(BIJDRAGE VAN HANDEL/INDUSTRIE)

I. Algemeen

- a. Verpakken is noodzakelijk om "verspilling", in de ruimste zin van het woord, tegen te gaan.
Het doel van verpakken is kort geformuleerd:
- voorkom verspilling van het te verpakken produkt.
 - voorkom belasting van de omgeving door het te verpakken produkt.
 - Maak het mogelijk het te verpakken produkt daar te brengen waar het gewenst wordt met behoud van eigenschappen (transport-, opslag- en andere logistieke factoren);
 - informeer de gebruiker van het te verpakken produkt over gebruiksmogelijkheden, houdbaarheid, samenstelling, etc. om het produkt te gebruiken daar waar het voor gemaakt of geproduceerd is.
- b. Bij de keuze van het verpakkingsmateriaal wordt er naar gestreefd het hiervoor beschreven doel zo goed mogelijk te realiseren rekeninghoudend met economische, technische, milieu en andere factoren als beperking afvalstromen, recyclebaarheid, etc. Valt de keuze op aluminium dan dient dat uitsluitend het gevolg te zijn van "gebruik aluminium daar waar het een functie heeft op basis van de eigenschappen van het aluminium" (dit geldt overigens voor elk verpakkingsmateriaal).
Een analyse van de verpakkingsmaterialen, leert dat het aluminiumaandeel zeer gering is.

II. Eigenschappen van Aluminium

Aluminium biedt een absolute bescherming tegen invloeden van buiten, zoals:

- licht
- zuurstof
- micro organismen
- aroma
- vocht

Aluminium beschermt het te verpakken produkt tegen:

- aroma- en smaakverlies
- chemische omzetting van componenten
- het verloren gaan van voedingswaarden (vitaminen)
- het ontsnappen van vluchtige bestanddelen.

Andere belangrijke eigenschappen van aluminium zijn:

- goede verwerkbaarheid op snellopende inpak-, vul- en sluitmachines, etc.
- vervormen is eenvoudig (dieptrekken, vouwen, etc.)
- vormvastheid
- goede warmte geleiding
- temperatuurbestendigheid
- sterk reflecterend vermogen
- zonder gevaar voor de gezondheid.
- licht in gewicht

III. De keuze van aluminium als verpakkingsmateriaal.

De eisen die aan verpakkingsmateriaal worden gesteld, lopen zeer uiteen. Soms moet zuurstof wel en waterdamp niet kunnen penetreren, in andere gevallen is juist zuurstof uit den boze (koffie), of moet een materiaal combinatie worden gekozen die niet alleen gasen tegenhoudt, maar ook licht.

In sommige gevallen is het belangrijk dat verpakkingen aromadicht zijn, andere moeten microbiologisch bederf en chemische omzettingen tegengaan. Vaak is het belangrijk vocht van buitenaf te weren. In weer andere gevallen moet juist uitdroging en verkleuring worden voorkomen.

De huidige supermarkten staan vol met dit soort kwaliteitsbeschermende verpakkingen.

Vergeleken met het begin van deze eeuw is het aantal levensmiddelen verduizendvoudigd. Alles is bijna het gehele jaar door verkrijgbaar, hetgeen mogelijk is geworden door de moderne conserveringstechnieken en goede beschermende verpakkingen.

Bij een groot aantal van dit soort beschermende verpakkingen wordt aluminium ingezet. Soms alleen, maar ook in combinatie met andere verpakkingsmaterialen als papier, karton en kunststof. In al deze gevallen is de rol van aluminium, gezien zijn eigenschappen, van vitaal belang.

Aluminium wordt door de convertingsindustrie (veredelaars van grondstoffen als kunststoffen, papier, karton, aluminium, etc. die verpakkingsmaterialen maken door middel van drukken, cacheren, dieptrekken, stanzen, zakken maken, etc.) ingezet na overleg met haar afnemers. Deze gesprekken vinden voortdurend plaats om te komen tot een optimale combinatie van het te verpakken produkt en het in te zetten verpakkingsmateriaal.

a. Aluminiumfolie.

Aluminiumfolie wordt ingezet als verpakkingsmateriaal om (flexibele) verpakkingen te produceren ten behoeve van vele marktsegmenten zoals: tabaksindustrie, levensmiddelen (soep, koffie, thee, biscuits, maaltijden, etc.), genotmiddelen, zoetwaren.

Vervanging van aluminiumfolie door andere materialen met als eis dat dezelfde functionele eigenschappen moeten worden gerealiseerd zal leiden tot het gebruik van meer verpakkingsmaterialen met als consequentie een verhoging van de afvalstromen.

Door ontwikkeling en toepassing van verbeterde technieken is het mogelijk gebleken aluminiumfolie dunner te walsen waardoor meer m² per ton aluminium worden verkregen. Sinds 1987 is jaarlijks een belangrijke besparing hierdoor gerealiseerd (situatie 1990 t.o.v. 1987 een gemiddelde verlaging van de dikte van het aluminiumfolie van tenminste 15%) waardoor ook de afvalstromen zijn verminderd.

b. Aluminiumband.

Aluminiumband wordt ingezet om aluminium deksels en bakjes te produceren waarmee o.a. de volgende marktsegmenten worden bediend: zuivel, catering, voedingsmiddelen voor mens en dier, non-food, etc.

Waarom worden aluminiumbakjes gebruikt als verpakking?

- barrière eigenschappen
 - . minder of geen toevoeging van konserverings- en stabilisatiemiddelen aan levensmiddelen.
 - . energie-intensieve koeling tijdens distributie en verkoop kan achterwege blijven.
- warmtegeleiding
 - . energievoordelen bij diepvriezen, opwarmen en steriliseren.
 - . gelijktijdig hierdoor kwaliteitsvoordelen voor het verpakte produkt.
- warmtebestendigheid
 - . geschikt om verpakte produkten te diepvriezen.
 - . geschikt om verpakte produkten op te warmen bij hoge temperaturen.
 - . geschikt om verpakte produkten te steriliseren.
- gewicht en vorm
 - . aluminiumbakjes zijn stapelbaar (konisch) tijdens transport, waardoor lager transportvolume met als gevolg energiebesparing.
 - . aluminiumbakjes zijn lichter en veel dunner dan alternatieve verpakkingen bijv.:
 - koffiemelkverpakking 80 mu aluminium t.o.v. veel dikkere meerlaagse alternatieven.
 - luchtvaartmaaltijd 110 mu aluminium t.o.v. porceleinen schaaltes.
- productie aluminiumbakjes
 - . vorming van aluminiumbakjes gebeurt door dieptrekken met zeer lage energiekosten en geen uitstoot tijdens productie naar lucht en bodem.
- convenience
 - een aluminiumbakje en het bijbehorende dekseltje beschermt het te verpakken produkt, garandeert lange houdbaarheid, is licht en gemakkelijk te openen door de konsument.

Door verdergaande ontwikkelingen op het terrein van legeringen is de toegepaste wanddikte in de afgelopen jaren sterk gereduceerd. Enkele voorbeelden:

- koffiemelkbakjes
 - In de zeventiger jaren 110 mu dik en sinds 1988 80 mu. Het bijbehorende dekselband is gereduceerd van 60 mu naar 50 mu.
- luchtvaartcatering
 - De meest toegepaste dikte is in de afgelopen jaren gereduceerd van 140 mu tot 110/100 mu.

91-027/R.22/JPO

bijlage 3-5

c. Aluminium cans (drankenbus en conservenbus)

Aluminium cans worden overwegend ingezet voor de verpakking van dranken en conserven.

De voordelen van de cans zijn:

1. het is inert: reageert niet met de inhoud, zelfs indien defect in de interne laklaag, dus geen risico op smaak- of kwaliteitsbeïnvloeding.
2. het roest niet, ook niet bij langdurige blootstelling in corrosieve atmosfeer.
3. het is gemakkelijk te openen en "tamperproof"
4. het is licht- en luchtdicht
5. het is licht van gewicht, ideaal voor transport (met name over lange afstanden)
6. het is onbreekbaar, geen gevaar voor snijwonden; bij nieuw design "stay-on-tab" geen wegwerplipjes meer
7. het is gemakkelijk te koelen (dus lager energieverbruik)

d. Eenmalige verpakkingen.

Eenmalige verpakkingen vervullen op de verpakkingmarkt een wezenlijke en niet meer weg te denken functie.

De behoefte aan eenmalige (daarmee is bedoeld: niet-hervulbare) verpakkingen is vooral ingegeven door economische overwegingen van detailhandel en fabrikant en het gemak van de konsument. Door het gebruik van eenmalige verpakkingen hoeft immers niet een veelheid aan retoursystemen in het leven geroepen te worden (laat echter onverlet de noodzaak een structuur op te zetten om eenmalige verpakkingen te verzamelen om te recycleren). Dat betekent ook een forse kostenbesparing. Doordat bij het gebruik van eenmalige verpakkingen, in tegenstelling tot retourverpakkingen, geen behoefte aan uniformiteit van de verpakking bestaat, heeft de fabrikant veel meer mogelijkheden om door het karakter van de verpakking een merk- of produktbeeld op te roepen. Daar eenmalige verpakkingen niet, zoals retourverpakkingen, min of meer aan een bepaald materiaal gebonden zijn, kunnen tevens voordelen behaald worden in termen van gewicht, breekbaarheid, stapelbaarheid, ruimtebeslag e.d. Eenmalige verpakkingen zijn door de genoemde eigenschappen voor de export van zuivel, konserveren, bier en frisdranken van onschatbare waarde. Exporteren van produkten om vervolgens de lege verpakkingen in te zamelen en terug te halen, is namelijk o.a. in verband met concurrentie-overwegingen vrijwel onhaalbaar.

Wat betreft eenmalige drankenverpakkingen geldt in Nederland dat deze vooral worden gebruikt voor reis- en recreatiedoeleinden. Voor thuisgebruik richt de konsument zich voornamelijk op retourverpakkingen, t.w. statiegeldglas. Het aandeel eenmalig op de nederlandse markt voor frisdranken en bier is hierdoor in vergelijking met het gemiddelde in Europa uitzonderlijk laag.

91-027/R.22/JPO

bijlage 3-6

e. Gemetalliseerde verpakkingsmaterialen

Papier, karton en kunststoffen kunnen voorzien worden van een zeer dun aluminium laagje ("opdampen van aluminium"). Deze, z.g. gemetalliseerde materialen, worden gelamineerd met andere materialen.

De barriere eigenschappen van deze laminaten zijn minder dan van aluminiumfolie laminaten maar kunnen voor diverse te verpakken produkten voldoende zijn. Verder speelt bij gemetalliseerde laminaten "eye appeal" een belangrijke rol. De verwerkbaarheid op verpakkingsmachines is niet vergelijkbaar met aluminiumfolie laminaten.

91-027/R.22/JPO

bijlage 4-1

Bijlage 4

Milieu-aspecten bij de winning van aluminiumGrondstoffen

Voor de produktie van 1 ton zuiver aluminium zijn de volgende hoeveelheden grondstoffen nodig:

4.8 ton	bauxiet
0.43 ton	natronloog
0.09 ton	kalksteen

1.9 ton	aluinaarde
0.43 ton	anodes
0.02 ton	AlF ₃

De grondstoffen zijn niet hernieuwbaar. De voorraden zijn gelimiteerd. De huidige schattingen van de reservevoorraden zijn geen absolute grootheden, omdat de reserves mede bepaald worden door de factor 'economische haalbaarheid'.

Aantasting natuur en landschap

Bauxiet wordt in dagbouw gewonnen. Hierbij is er sprake van een aanzienlijke verplaatsing van grond. Een ander belangrijk probleem is het afval dat ontstaat bij de opwerking van bauxiet tot aluinaarde. De zogenaamde 'rode modder' (red mud) is het restant van de bauxiet vermengd met soda en kalk.

De red mud is basisch.

Energie-aspecten

Het energie-aspect speelt een grote rol. Voor de produktie van 1 ton zuiver aluminium zijn de volgende hoeveelheden energie benodigd:

	Bootsma [12] (GJ/ton)	Hoogovens [4] (GJ/ton) ¹⁾	Hoogovens [4] (GJ/ton) ²⁾
Bauxietwinning	3.0	3.0	3.0
Aluinontsluiting	70.7	40.0	40.0
Transport	1.0	1.0	1.0
Electrolyse	150.4	136.5	105.0
-----	-----	-----	-----
Totaal	225.1	180.5	149.0

Emissie naar lucht

Bij de produktie van aluminium uit aluinaarde treedt de volgende fluoremissie op:

- lucht : 1010 g/ton.

Daarnaast treden emissies van PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen), benzo(a)pyreen en KWS (koolwaterstoffen) op.

1) Het electrolyseproces verbruikt 13.5 kWh/kg Al. Het gemiddelde rendement voor elektriciteitsopwekking in de Nederlandse situatie is 40% (voor zowel fossiele brandstof, als bij toepassing van kernenergie). Het energieverbruik van het electrolyseproces is $13.5 \text{ kWh} * 3.6 / 0.4 = 121.5 \text{ MJ/kg Al}$. Inclusief de energie voor de produktie van anodes, AlF_3 en van de corresponderende infrastructuur (transport) bedraagt het energieverbruik van het electrolyseproces 136.5 MJ/kg Al.

2) Het electrolyseproces verbruikt 13.5 kWh/kg Al. De verdeling naar elektriciteitsopwekking, gebruikt voor het electrolyseproces in de westerse wereld is:

- 61% waterkracht ; rendement 90%
- 35% fossiele brandstof ; rendement 33%
- 4% kernenergie ; rendement 33%

Gemiddeld rendement 54%

Het energie verbruik van het electrolyseproces bedraagt dan:
 $13.5 \text{ kWh} * 3.6 / 0.54 = 90.4 \text{ MJ/kg Al}$. Inclusief het overig verbruik (produktie anodes, AlF_3 , transport) bedraagt het energieverbruik 105 MJ/kg Al.

Afval

Bij de produktie van aluinaarde komt vast afval en met name ovenpuin vrij. Dit afval bevat 3.4 kg F/ton Al; 2.4-3.0 kg wordt verwerkt (hoofdzakelijk omgezet in kryoliet), de rest wordt gestort.

Toxicologische aspecten

Aluminium werd lange tijd als een voor de mens onschadelijk element beschouwd. Recent is er echter een discussie ontstaan over de mogelijke rol van aluminium bij schade aan de menselijke gezondheid en het milieu. Deze schade zou worden veroorzaakt door aluminiumionen ('oplosbaar aluminium') zoals deze bijvoorbeeld aanwezig zijn in aluminiumchloride en aluminiumsulfaat. Op dit moment is er geen reden om aan te nemen dat het gebruik van aluminiumverpakkingen voor voedingsmiddelen enig gevaar oplevert.

Opname van aluminiumionen is mogelijk middels eten en drinken en door inademing. Langdurige hoge opnamen van aluminium ionen kunnen leiden tot ernstige aandoeningen van het centrale zenuwstelsel, waaronder diverse vormen van dementie, geheugenverlies, lusteloosheid en trillerigheid.

Zulke hoge innamen kunnen voorkomen in werkomstandigheden, voorts zijn ze waargenomen in de omgeving van bauxietmijnen.

Bij nierdialyse zijn hoge innamen van aluminiumzouten, samenhangend met hoge aluminiumgehalten van het gebruikte water gemeld. Precieze dosis-effectrelaties zijn niet vastgesteld, maar bij meer dan 100 μg Al per liter bloed zijn vergiftigingsverschijnselen waargenomen [14].

91-027/R.22/JPO

bijlage 5-1

Bijlage 5 OPGEDAMPTE MATERIALEN ALS MOGELIJK ALTERNATIEF VOOR
ALUMINIUMFOLIE LAMINATEN

Toepassing	Laagdikte	Vereiste functionele eigenschappen	Huidig * verbruik aluminium x 1.000 kg	Mogelijke materiaalconstructies	Opgedampte laagdikte 0.00003 mm	Neutraal materiaal	Opmerkingen	Besparing aluminium door gemetalliseerd x 1.000 kg
Boter	0.008 mm	Zuurstof-, licht- en vetbarrière	100	V	V	zie opmerking	Het gebruik uitsluitend vetwerend papier is mogelijk, maar gaat ten koste van houdbaarheid	± 100
Zuivelprod. bijv. yoghurt, vla	0.040 mm	Zuurstof en lichtbarrière	600	V	V	X		598
Chocolade	0.008 mm	Licht- en vetbarrière	400	V	V	V	Nieuwe Polypropylene ontwikkeling	399
Koffie, thee	0.007 mm	Zuurstof-, licht- en aroma-barrière	100	V	V	V	PVDC gecoate** folie mogelijk	± 100
Biscuits	0.009 mm	Licht-, waterdamp- en vetbarrière	50	V	V	V	PVDC gecoate folie mogelijk	± 50
Tabak	0.007 mm	a) Waterdamp- en aroma-barrière b) Decoratief	400 binnenverpakking buitenverpakking	V	V	X	Bedrukte karton mogelijk	± 199
Softdrinks	0.007 mm	Lichtbarrière	800	V	V	X		797
Soep	0.008 mm	Waterdampbarrière	500	V	V	V	Polyethylene, Polypropylene mogelijk	498
Margarine, vetten	0.008 mm	Zuurstof-, licht- en vetbarrière	300	V	V	zie opmerking	Uitsluitend vetwerend papier mogelijk, echter kortere houdbaarheid	299
Horeca	0.008 mm	Diversen	1.400	V	V gedeeltelijk	V gedeeltelijk	Geschat 50% vervanging	700
Algemeen (geneesmiddelen)	0.008 mm	Zuurstof- en waterbarrière	50	V	V	X		geen
4.700 =====								± 3.939 = 83% besparing =====

** Verbruik van PVDC gecoate films in Nederland: 100-120 ton (Bron I.C.I.).
Vervanging door gemetalliseerde films zou 0,5 ton aan aluminium betekenen.

* Bron is rapport van Hoogovens Aluminium

V = toepassing van materiaal is mogelijk
X = toepassing van materiaal niet mogelijk