

MILIEUEFFECTRAPPORT LANDELIJK AFVALBEHEERPLAN

Achtergronddocument A5 Uitwerking afvalstroom ‘Batterijen (zinkbruinsteen & alkaline)’

Afval Overleg Orgaan
2002

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	4
2. SAMENSTELLING BATTERIJEN	5
3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES	8
4. SYSTEEMGRENZEN	9
5. ALTERNATIEF ELEKTROSMELTOVEN	11
5.1 Inleiding	11
5.2 Procesbeschrijving	11
5.3 Massabalans en ruimtebeslag	14
5.4 Transport	17
5.5 Verbruik energie	19
5.6 Verbruik bedrijfsmiddelen	20
5.7 Emissies	21
5.8 Leemten in kennis	23
6. ALTERNATIEF PYROLYSE/SMELTEN	24
6.1 Inleiding	24
6.2 Procesbeschrijving	24
6.3 Massabalans en ruimtebeslag	25
6.4 Transport	28
6.5 Verbruik energie	30
6.6 Verbruik bedrijfsmiddelen	31
6.7 Emissies	32
6.8 Leemten in kennis	34
7. ALTERNATIEF PYROMETALLURGISCHE VERWERKING	35
7.1 Inleiding	35
7.2 Procesbeschrijving	35
7.3 Massabalans en ruimtebeslag	36
7.4 Transport	38
7.5 Verbruik energie	40
7.6 Verbruik bedrijfsmiddelen	41
7.7 Emissies	41
7.8 Leemten in kennis	42
8. ALTERNATIEF HYDROMETALLURGISCHE VERWERKING	43
8.1 Inleiding	43
8.2 Procesbeschrijving	43
8.3 Massabalans en ruimtebeslag	45
8.4 Transport	46
8.5 Verbruik energie	48
8.6 Verbruik bedrijfsmiddelen	49
8.7 Emissies	50
8.8 Leemten in kennis	51

BIJLAGEN:

1. Overzicht milieu-ingrepen
2. Literatuurlijst

1. INLEIDING

In het MER voor het LAP worden beheersalternatieven voor diverse afvalstoffen vergeleken, waarbij gebruik wordt gemaakt van Levens Cyclus Analyse (LCA). Alle LCA-berekeningen worden uitgevoerd voor 1 ton afval.

Om LCA-berekeningen te kunnen uitvoeren, dient onder meer de volgende informatie beschikbaar te zijn:

- de samenstelling van de afvalstof
- het energieverbruik van de in de LCA meegenomen processen
- het bedrijfsmiddelenverbruik van de in de LCA meegenomen processen. Onder bedrijfsmiddelen worden in dit verband verstaan chemicaliën, water, etc.
- de emissies naar de milieucompartimenten lucht, oppervlaktewater en bodem van de in de LCA meegenomen processen.

Componenten (verontreinigingen) aanwezig in het afval kunnen diverse wegen “bewandelen” en vervolgens het milieu belasten, bijvoorbeeld het milieucompartiment “lucht” via de rookgassen van een verbrandingsinstallatie of het milieucompartiment “bodem” via uitloging bij het storten of nuttig toepassen van reststoffen van afvalverwerking.

Om de emissies van componenten naar de milieucompartimenten lucht, oppervlaktewater en bodem te kunnen bepalen, dienen de massabalansen op componentniveau bekend te zijn van diverse processen, zoals van afvalscheiding, afvalverbranding, rookgasreiniging, etc.

Ook zullen tijdens het afvalverwerkingstraject stoffen worden vernietigd en nieuwe stoffen ontstaan. Zo worden bij verbranding diverse organische verbindingen in het afval vernietigd en wordt bijvoorbeeld NO_x gevormd. Naast componentgebonden emissies worden derhalve ook procesgebonden emissies onderscheiden.

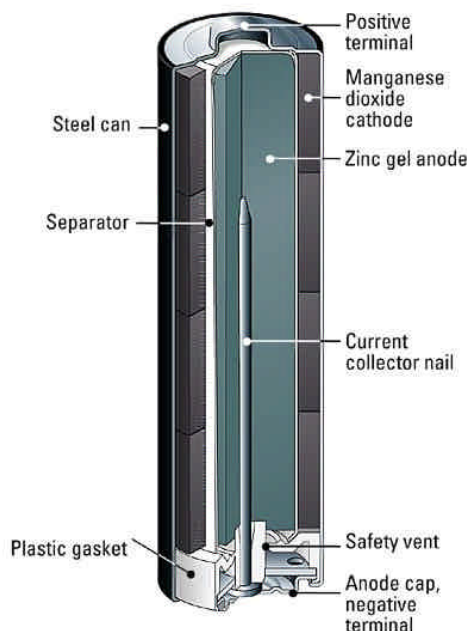
De in de LCA-berekeningen gebruikte informatie wordt in het navolgende gepresenteerd voor de afvalstroom “**batterijen (zinkbruinsteen & alkaline)**”. Daarbij wordt ook aangegeven van welke referentie-installaties is uitgegaan bij het bepalen van de emissies en het energie- en bedrijfsmiddelenverbruik.

2. SAMENSTELLING BATTERIJEN

In het MER voor het LAP wordt uitsluitend aandacht geschonken aan zinkbruinsteen en alkaline batterijen. Deze batterijen vallen onder de categorie primaire (niet-herlaadbare) of droge batterijen. Doordat de processen aan de elektroden niet omkeerbaar zijn, kunnen deze batterijen slechts eenmaal worden gebruikt.

Zinkbruinsteen en alkaline batterijen worden vooral door consumenten gebruikt en komen derhalve met name vrij bij particuliere huishoudens. Ongeveer 85% van de circa 3.000 ton batterijen (de schattingen lopen uiteen) die jaarlijks in Nederland ter verwerking wordt aangeboden bestaat uit (niet-oplaadbare) zinkbruinsteen en alkaline batterijen. De samenstelling van zinkbruinsteen en alkalinebatterijen (zie tabel 2.2), in het bijzonder het kwik- en cadmiumgehalte, is een belangrijk aandachtspunt voor de diverse verwerkers, zoals Nedstaal, die geen batterijen mag accepteren met kwikgehaltenes boven 36 mg/kg.

In de figuren 2.1 en 2.2 is een dwarsdoorsnede van respectievelijk een zinkbruinsteen en een alkaline batterij weergegeven.



Figuur 2.1: Zinkbruinsteenbatterij



Figuur 2.2: Alkaline batterij

In het MER-LAP zal uitgegaan worden van een gemiddelde samenstelling van beide batterijsoorten. Met uitzondering van de toegepaste elektrolyten¹ bevatten beide typen batterijen (nagenoeg) dezelfde componenten. De verschillen op componentniveau zijn verder marginaal. Verder wordt het kwik- en cadmiumgehalte door de Europese en nationale wet- en regelgeving steeds lager en worden in de beschouwde verwerkingsalternatieven beide batterijsoorten nu reeds of in de nabije toekomst samen verwerkt. Het gezamenlijk verwerken maakt het moeilijk de ingrepen van de afzonderlijke alternatieven toe te rekenen naar de beide batterijtypen. Gezien het gezamenlijk verwerken van beide soorten ligt een gescheiden inzameling niet voor de hand.

¹ Voor zinkbruinsteen batterijen wordt NH_4Cl gebruikt en voor alkaline batterijen wordt $\text{K}(\text{OH})$ gebruikt.

Tegen deze achtergrond wordt in dit MER dus uitgegaan van één gemiddelde samenstelling voor beide batterijsoorten. Daarbij worden vooraf de volgende opmerkingen geplaatst.

1. Naast de reeds aangehaalde kleine verschillen in samenstelling tussen alkaline batterijen enerzijds en zinkbruinsteen batterijen anderzijds bestaan er ook minieme verschillen tussen de diverse merken alkalinebatterijen onderling respectievelijk zinkbruinsteen batterijen onderling.
2. Door productinnovaties neemt het kwikgehalte in nieuwe zinkbruinsteen- en alkaline batterijen steeds verder af naar inmiddels al minder dan 5 parts per million (ppm) oftewel 5 mg/kg. Echter, omdat veel batterijen die momenteel nog worden ingezameld tot 8 of meer jaar oud zijn, bevatten ze in de praktijk nog hoge(re) gehalten aan kwik (VROM, 2000).
3. Het verwerken van gebruikte batterijen bij Nedstaal wordt als de standaard in Nederland beschouwd en is in feite ook de enige verwerkingsoptie binnen Nederland. Aangezien Nedstaal alleen batterijen met een kwikgehalte lager dan 36 mg/kg (0,036 kg/ton) accepteert, is voor het kwikgehalte van de gemiddelde samenstelling in dit MER aangenomen dat deze gelijk is aan 36 mg/kg.

De gemiddelde samenstelling van batterijen zoals gehanteerd in het MER-LAP is afgeleid uit een aantal bronnen:

1. Zimaval, 2000a
2. GRS, 2001
3. Umwelt-Handbuch, 1999
4. Tauw, 1995
5. TU Delft, 2000.

De basisinformatie uit de bovenstaande 5 literatuurbronnen is voor de drie belangrijkste metalen weergegeven in tabel 2.1 voor zowel de zinkbruinsteen batterijen als de alkaline batterijen.

Tabel 2.1 Afleiding samenstelling batterijmix voor ijzer, zink en mangaan

		Herkomst samenstelling				
		(Zimaval, 2000)	(GRS, 2001)	(BMZ, 1999)	(Tauw, 1995)	(TU Delft, 2000)
Zinkbruinsteen	Fe	3-26%	20%	25%	15-20%	15-20%
	Zn	16-20%	20%	20%	20%	20%
	Mn	15-22%	25%	20%	15%	15%
Alkaline	Fe	10-35%	20%	35%	20-30%	20-30%
	Zn	15-18%	20%	15%	16%	16%
	Mn	14-23%	30%	30%	23%	23%

Op basis van de gegevens uit tabel 2.1 is het aandeel Fe, Zn en Mn in zinkbruinsteenbatterijen respectievelijk 18,9%, 19,6% en 18,7%. Voor alkaline batterijen is dat 25,5%, 16,7% en 24,9%. Volgens (Tauw, 1995) is het aandeel zinkbruinsteenbatterijen ongeveer 45% en alkaline batterijen 55%. Met deze gemiddelde marktmix komt het aandeel Fe, Zn en Mn gemiddeld op 22,5%, 18% en 22% (iets afgerond).

De spreiding samenstelling voor Fe, Zn en Mn is respectievelijk 18,6%-26,5%, 17,7%-18,4% en 21,3%-22,9%. Voor deze drie componenten is de variatie niet onafhankelijk van elkaar mogelijk. Zo kunnen ze niet alle drie dezelfde kant op gevarieerd worden. Onduidelijk is hoe ze met elkaar in verbinding staan. Om toch enige invulling te geven aan de geconstateerde spreiding wordt een variatie in de gemiddelde samenstelling doorgerekend met zink en mangaan (de twee zeldzaamste componenten van de drie) op hun maximum. Waarbij ijzer als 'sluitpost' van de balans fungeert (ofwel alle variaties in de samenstelling naar boven worden via ijzer naar beneden 'verdisconteerd').

In tabel 2.2 is de gemiddelde samenstelling (alsook de samenstelling voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling") voor de marktmix aan zinkbruinsteenbatterijen en alkaline batterijen weergegeven. De spreiding in de overige componenten is aanzienlijk minder. Voor kwik wordt zoals reeds aangegeven uitgegaan van de voor Nedstaal maximaal toelaatbare concentratie (voor zowel het gemiddelde als in de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"). Voor cadmium wordt een gemiddeld aandeel van 0,3 kg/ton gevonden. Aangezien de acceptatiegrens van dit metaal voor Nedstaal op 0,75 kg/ton ligt wordt deze concentratie doorgerekend in de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Tabel 2.2 Gemiddelde samenstelling batterijen

Component	Samenstelling (kg/ton)	
	Standaard	Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
Zn	180	185
Mn	220	230
Fe	225	209,55
Hg	0,036	0,036
Pb	0,5	0,5
Cu	10	10
Cd	0,3	0,75
Ni	1	1
C	100	100
K(OH)	69	69
NH ₄ Cl	69	69
H ₂ O	125,164	125,164

Naast de in tabel 2.2 aangegeven componenten bevatten batterijen ook allemaal organisch en/of koolstofhoudend verpakkingsmateriaal (vnl. papier en plastic). Dit verpakkingsmateriaal is buiten de systeemgrens gehouden (zie hiervoor hoofdstuk 4) en is derhalve niet meegenomen in de gemiddelde samenstelling van tabel 2.2.

De hoeveelheid mangaan aangegeven in tabel 2.2 (respectievelijk 220 en 230 kg) is mangaanoxide.

3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES

Alle (kwik- en cadmiumarme) zinkbruinsteenbatterijen worden momenteel verwerkt in het elektro-smeltovenproces bij de firma Nedstaal in Alblasterdam. De uitgesorteerde alkalinebatterijen gingen tot voor kort naar de firma Valdi in Feurs (Frankrijk), waar zowel alkaline- als zinkbruinsteenbatterijen worden verwerkt. Alkalinebatterijen in de ongesorteerde fractie (van voor de ingebruikname van de sorteerinrichting) gaan naar Batrec AG in Wimmis, Zwitserland. Sinds kort worden - als gevolg van de afname van het kwikgehalte - ook (kwikarme) alkalinebatterijen verwerkt bij Nedstaal. Dit is in financieel opzicht aantrekkelijk, gelet op de hoge verwerkingskosten van alkalinebatterijen in het buitenland (2.000 à 3.000 gulden/ton exclusief transport).

Naast de verwerkingsalternatieven Valdi en Batrec kan het hydrometallurgische verwerkingsproces voor batterijen van Zimaval (nabij Caen in Frankrijk) als reëel alternatief worden aangemerkt. Dit proces is nu ongeveer een jaar volledig operationeel en heeft in de praktijk bewezen een goed werkend proces te zijn.

In het eerder aangehaalde memo (VROM, 2000) worden nog de volgende verwerkingstechnieken genoemd: de pyrometallurgische verwerkingstechnieken hoogoven (blast furnace), Imperial Smelting Proces en Rotary Hearth Furnace (oxyreducer) en de hydrometallurgische verwerkingstechnieken van Revatech/Erachem (België) en Eurodieuze (Frankrijk). Ook in de Verenigde Staten zijn batterijverwerkingsinstallaties aanwezig. Ofschoon deze technieken in de praktijk bewezen en operationeel zijn, is over deze technieken onvoldoende informatie beschikbaar om een LCA-analyse uit te kunnen voeren. Daarnaast bevinden het Pira-Batenus-proces en het Debattox-proces zich nog in een ontwikkelingsfase.

Gezien het bovenstaande is in het MER-LAP gekozen voor de in tabel 3.1 aangegeven verwerkingsalternatieven voor batterijen.

Tabel 3.1 Verwerkingstechnieken en referentie-installaties

Verwerkingstechniek	Referentie-installatie
Elektrosmeltoven	Nedstaal in Alblasterdam
Pyrolyse/smelten	Batrec in Wimmis (Zwitserland)
Pyrometallurgische verwerking	Valdi in Feurs (Frankrijk)
Hydrometallurgische verwerking	Zimaval in Falaise (Frankrijk)

4. SYSTEEMGRENZEN

Bij de verwerkingsprocessen ontstaan producten en/of reststoffen, die vaak nuttig kunnen worden toegepast. Er is dan sprake van vermeden winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen, zodat in de LCA-berekeningen negatieve milieu-ingrepen worden toegerekend.

De gevolgen van nuttige toepassing van secundaire grondstoffen worden ook in de LCA meegenomen, tenzij de samenstelling en kwaliteit van (de producten van) de secundaire grondstoffen gelijkwaardig is aan die van (de producten van) uitgespaarde primaire grondstoffen. Als sprake is van genoemde gelijkwaardigheid, dan worden uitsluitend de gevolgen meegenomen van de processen die noodzakelijk zijn om de secundaire grondstoffen om te zetten in economisch verhandelbare producten. Binnen de systeemgrens valt dan nog wel het transport naar de locatie waar verder verwerking of inzet plaatsvindt (inclusief het vermeden transport van niet meer aan te voeren primair materiaal). Er wordt vanuit gegaan dat wanneer er sprake is van gelijkwaardigheid aan primair materiaal, daarna met alle vervolghandelingen een vergelijkbare handeling met primair materiaal wordt vermeden.

Uitgaande van de in tabel 3.1 opgenomen referentie-installaties zou een uitspraak gedaan kunnen worden over de transportafstanden die het afval moet afleggen. Belangrijk is echter te realiseren dat de huidige fysieke ligging van de referentie-installaties niet bepalend is voor de transportafstand, omdat deze installaties alleen worden gebruikt om inzage te krijgen in de techniek. Voor het inschatten van de transportafstanden is derhalve gekeken naar marktpotentie van het betreffende alternatief. Met andere woorden: naarmate de verwachting is dat op meerdere plaatsen de betreffende techniek kan worden uitgevoerd, worden de transportafstanden kleiner. Dit geldt evenzeer voor de aanvoer van bedrijfsmiddelen en afzet van stromen naar recyclingsbedrijven.

In het kader van deze studie wordt uitgegaan van de in tabel 4.1 opgenomen transportafstanden (heen en terug). Hierbij wordt uitgegaan van het 'aantal locaties' hetgeen betekent: aantal verwerkers, aantal leveranciers bedrijfsmiddelen, afzetkanalen reststromen, etc..

Tabel 4.1 Gestandaardiseerde transportafstanden

Aantal locaties	Gemiddelde transportafstand (heen en terug) (km)
1	150
2	100
3-5	75
6-10	50
11-15	40
>15	35

Emissies naar water

Voor het verwerken van kleine waterstromen zoals percolaatstromen of waterstromen van het reinigen van apparatuur, wordt voor de ingrepen als ruimtebeslag, energiegebruik, chemicaliëngebruik, etc. gewerkt met een speciaal daartoe ontwikkelde proceskaart in SimaPro. In deze proceskaart zijn dergelijke ingrepen per kuub water opgenomen op basis van de gemiddelde cijfers van een reeks RWZI's. Voor verwerkingsopties met significante proceswaterstromen is meer specifiek gekeken naar de ingrepen die bij de verwerking van dit afvalwater horen.

In alle gevallen is er echter vanuit gegaan dat de resulterende lozing naar het water te sterk afhangt van de karakteristieken van de afvalstroom om ook hiervoor standaardwaarden te hanteren. Dit is dus uitsluitend gedaan voor ingrepen als energiegebruik, ruimtebeslag en dergelijke. Voor de uiteindelijk resterende lozingen is ook bij kleine waterstromen dus wel een relatie gelegd met de samenstelling van de vrijkomende waterstroom (en is dus geen standaard ingreep pakket gehanteerd)

en zijn de in tabel 4.2 gehanteerde zuiveringsrendementen gebruikt (Zuiveringsschap Limburg, 1998)².

Tabel 4.2 Zuiveringsrendementen voor resulterende waterstromen

Kenmerk	Zuiveringsrendement (%)
Zuiveringsrendement CZV	90
Zuiveringsrendement BZV	97
Zuiveringsrendement Kj-N	89
Zuiveringsrendement totaal-N	66
Zuiveringsrendement totaal-P	77
As	80
Ba	75
Cd	72
Co	75
Cr	89
Cu	92
Fe	75
Hg	91
Mn	75
Mo	75
Ni	46
Pb	91
Sb	75
Se	75
Sn	75
V	75
W	-
Zn	75

Inzameling batterijen

De inzameling van batterijen vindt in Nederland plaats via een aantal kanalen. Via de gemeentes worden, met het gevaarlijk afval, ook batterijen ingezameld. Verder kunnen bij de detailhandel batterijen in speciale batterijboxen worden gedeponed. Deze worden opgehaald en centraal verzameld. Uiteindelijk komen alle batterijen bij de sorteerinrichting van AVR terecht, waar na sortering de zinkbruinsteen- en alkaline batterijen naar de diverse verwerkingsinrichtingen getransporteerd worden. Voor alle alternatieven geldt dezelfde inzamelingsroute, zodat deze stappen in het kader van de onderlinge vergelijking achterwege gelaten kunnen worden. De systeemgrens ligt dus bij het verlaten van de sorteerinrichting van AVR.

Verpakkingsmateriaal

Zoals in hoofdstuk 2 vermeld, bevatten batterijen ook componenten die in het verpakkingsmateriaal voorkomen. Deze organische en/of koolstofhoudende componenten worden bij alle alternatieven ingezet als secundaire brandstof. Bij de 3 thermische alternatieven worden ze direct in het proces ingezet, bij ZIMAVAL wordt het verpakkingsmateriaal afgezet naar een verbrandingsinstallatie. Bij de thermische technieken levert de inzet van het verpakkingsmateriaal dus direct terugwinning van energie op, terwijl bij ZIMAVAL het verpakkingsmateriaal indirect voor energietegwinning gebruikt wordt. Gezien de vergelijkbaarheid wordt het verpakkingsmateriaal buiten de systeemgrenzen gelaten.

² Inclusief eigen aannames voor Ba, Co, Fe, Mn, Mo, Sb, Se, Sn en V.

5. ALTERNATIEF ELEKTROSMELTOVEN

5.1 Inleiding

Sinds oktober 1997 worden zinkbruinsteen en alkaline batterijen in de elektrosmeltovens verwerkt bij de firma Nedstaal BV in Alblasterdam (verder aangeduid als Nedstaal). Tot en met december 1998 zijn alleen proefpartijen verwerkt en vanaf 1 januari 1999 gebeurt dit structureel. Nedstaal heeft vergunning gekregen om 3.250 ton kwik- en cadmium-arme (zie ook paragraaf 5.2) batterijen per jaar te verwerken. Nedstaal ontvangt en verwerkt alleen zinkbruinsteen, alkaline en lithium batterijen, die:

- gesorteerd en afkomstig uit Nederland zijn
- < 36 mg/kg kwik bevatten
- < 750 mg/kg cadmium bevatten
- < 0,5% 'vervuild' zijn met andere soorten batterijen.

In de praktijk betekent dit dat Nedstaal alleen de batterijen van ná 1993 verwerkt, omdat de oudere batterijen een te hoog gehalte aan kwik en cadmium bevatten.

De maximale verwerkingscapaciteit bedraagt op dit moment 1.800 ton batterijen per jaar, de voorgenomen nominale capaciteit is 1.200 ton per jaar (aldus Nedstaal). In 1999 heeft Nedstaal 400 ton batterijen verwerkt met 150.000 ton schroot, d.i. 0,26%. In 2000 zal naar verwachting ongeveer 500 ton batterijen worden verwerkt, waaronder deels ook (kwik- en cadmium-arme) alkaline batterijen. De batterijen worden als toeslagstof, energiebron en reductiemiddel nuttig toegepast bij de staalproductie. In de komende jaren zal de verwerkte hoeveelheid batterijen in de richting van de nominale capaciteit groeien. Op basis van de nominale capaciteit is de toevoeging van batterijen ongeveer 0,8%. Er worden op dit moment dus niet in elke batch batterijen aan de smelt toegevoegd.

Naar huidige inzichten doen zich bij de verwerking van de batterijen geen (proces)technologische of emissieproblemen voor; er is geen sprake van corrosie (in ovens) of afnemende staalkwaliteit, en de samenstelling van de rookgassen, die kwik en cadmium kunnen bevatten, blijft binnen de vigerende normen.

Het verwerkingstarief bedraagt gemiddeld ca. 455 euro per ton (Nedstaal, 2000a).

De in dit hoofdstuk beschreven verwerkingsproces en opgenomen gegevens zijn gebaseerd op de door Nedstaal BV verstrekte schriftelijke en mondelinge informatie en aanvullende informatie uit (TU Delft, 2000). Naast het MER van Nedstaal (Tauf, 1995) is tevens gebruik gemaakt van emissiemetingen aan de gezamenlijke afgassen van de elektro-ovens en pannoven tijdens staalbereiding met en zonder batterijen, de evaluatie van het acceptatiebeleid, een onderzoek naar emissiereductie, de evaluatie van de verwerking en het Milieujaarverslag 1999 (Nedstaal, 1994, 2000a, 2000b, 2000c, 2001a en 2001b) en (Tauf, 1994 en 2000).

5.2 Procesbeschrijving

A. Transport en opslag batterijen

De batterijen worden in big-bags (300 kg) of in afsluitbare 5 m³-containers vanaf de Stibatsorteerinrichting bij AVR per vrachtwagen (circa 16 ton per voertuig) vervoerd naar Nedstaal in Alblasterdam. De containers met batterijen worden (droog) opgeslagen in het overkapte grondstofmagazijn.

B. Mengen

Per charge van ongeveer 37 ton schroot wordt een hoeveelheid van ongeveer 300 kg batterijen (0,8%) batchgewijs toegevoegd. Gezien het feit dat niet altijd batterijen worden meeverwerkt met het schroot, ligt het gemiddelde aandeel batterijen rekenkundig lager (0,26-0,33%). De batterijen worden met behulp van een elektromagneet in de chargekorf gebracht. Deze korf wordt gelost in de elektrosmeltoven.

C. Smelten en raffineren

Staalschroot en batterijen worden gesmolten bij een temperatuur van ongeveer 1.600°C. De hiervoor benodigde energie wordt ingebracht in de vorm van elektrische en thermische energie. De oven bevat gaszuurstofbranders, die met aardgas en zuurstof worden gestookt en waardoor de emissie van met name koolmonoxide wordt gereduceerd. Tevens worden verontreinigingen die zich tussen en/of op het schroot bevinden, verbrand onder toevoeging van zuurstof. De toevoeging van zuurstof aan het vloeibare staal geschiedt door middel van het toevoegen van ijzererts of door middel van het inblazen van zuivere zuurstof via een lans. De vrijkomende verbrandingsgassen worden via het vierde gat in het ovendeksel afgezogen en vervolgens ontdaan van stof in een ontstoffingsinstallatie.

Het proces in de oven duurt in totaal 85 minuten en bestaat uit het insmelten (in deze fase wordt circa 80% van de lading vloeibaar gemaakt) en het raffineren (in deze fase wordt de resterende 20% ook vloeibaar gemaakt en het vloeibare staal gezuiverd van ongewenste elementen) door onder meer het toedienen van ongebluste kalk. De ongebluste kalk wordt vanuit een voorraadbunker met behulp van een pneumatisch transportsysteem in de oven geïnjecteerd en dient als slakvormer. De kalk vormt bij hoge temperaturen een vloeibare basische slak die op het vloeibare staal drijft en verontreinigingen uit het staal opneemt.

Ook koolstof in de vorm van antraciet wordt aan het smeltproces toegevoegd. Koolstof lost op in vloeibaar staal en verlaagt het smeltpunt van het staal. Door een deel van de in het vloeibare staal aanwezige koolstof te verbranden met behulp van (extra) zuurstof, ontstaat in het bad een heftige "kookreactie". Deze reactie bevordert enerzijds het contact tussen het vloeibare staal en de basische slak, en dus de zuivering van het staal, en anderzijds een meer volledige verbranding van met name de koolstoffen. Zuivere zuurstof en poederkool worden door middel van twee separate lansen in de oven gebracht. Dit om het smelt- en raffinageproces te optimaliseren.

Wanneer de temperatuur tot circa 1600°C is opgelopen, kan een gedeelte van het in de slak aanwezige ijzeroxide worden teruggewonnen. Hiertoe wordt poederkool in de slak geïnjecteerd met behulp van de lans. Dit proces verloopt volgens de reactie: $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$. Deze omzetting E-vert meer staal en verhoogt dus het materiaalrendement.

De invloed van de batterijen op het smeltproces en op de (bij)producten is globaal als volgt. Met de batterijen worden onder meer kleine hoeveelheden ijzer, (zware) metalen en koolstof aan het staalbad toegevoegd. De procescondities zijn zodanig dat zoveel mogelijk van het toegevoegde ijzer in het staal terechtkomt. De toevoeging van organische en/of koolstofhoudende componenten uit de batterijen vervangt voor een deel de toe te voegen koolstofdragers als energiebron. Door oxidatie van het toegevoegde zink wordt extra energie verkregen.

D. Gieten, walsen en eindbewerking

Zodra het staal voldoet aan de gewenste kwaliteit, wordt het vloeibare staal afgetapt en in het gietbedrijf in blokvormen gegoten. In de normale bedrijfssituatie, vindt na het aftappen nog een korte 'panbehandeling' plaats in een pannoven. Met de panbehandeling wordt vooral het zwavelgehalte van het staal omlaag gebracht. Daartoe wordt 'vloeispaat' (ontzwavelingsmiddel) toegevoegd. Een roerbeweging wordt geïntroduceerd door onder in de pannoven argon te injecteren

Na afkoeling worden de blokken in het stripbedrijf van hun gietvorm ontdaan. De blokken worden vervolgens in de blok- en knuppelwalserij gewalst, eerst tot zogenaamde knuppels en daarna, in de draadwalserij, tot staaldraad. Tenslotte vindt nog een eindbewerking plaats (beitsen), gevolgd door bepaalde processtappen (gloeien, trekken, nogmaals beitsen etc.) die afhankelijk zijn van de gewenste kwaliteit. Laatstgenoemde processen worden uitgevoerd door het zusterbedrijf Nedstaal Draad B.V.

Het gereed product wordt opgeslagen in afwachting van levering aan de klant.

E. Transport

De staalproducten worden getransporteerd voor verdere verwerking.

F. Toepassen staal

De staalproducten worden toegepast bij andere productieprocessen.

G. Reinigen verbrandingsgassen

De verbrandingsgassen worden ontdaan van stof in een ontstoffingsinstallatie. Het afzuigstelsel is een combinatie van ovenafzuiging en ruimteventilatie, waarmee nagenoeg 100% van alle gassen en stoffen worden afgevangen. In het afgaskanaal is een stoffilter aangebracht, waarmee elektro-ovenstof en stofgebonden componenten uit de afgassen worden verwijderd. Elektro-ovenstof komt vrij bij het laden van de ovens, het smelten, het raffineren en gieten van het staal en bevat hoofdzakelijk zink, maar ook cadmium en lood. De gereinigde afgassen worden naar een schoorsteen geleid en op 25 meter hoogte geëmitteerd naar de lucht. De temperatuur van de afgassen bedraagt ca. 70°C, waardoor nog enige pluïmstijging optreedt.

H. Granuleren

Het elektro-ovenstof wordt droog opgeslagen in een silo en stuïfvrij gegraneerd in afwachting van transport naar de metallurgische industrie.

I. Transport

Het elektro-ovenstof in de vorm van granules worden per vrachtwagen (25 ton/vracht) afgevoerd naar twee bedrijven. Ongeveer de helft gaat naar Berzilius Umwelt-Service (BUS) GmbH, een Duits recyclingbedrijf met onder meer een vestiging in Lille (Frankrijk). Dit bedrijf beschikt over een Waelz-oventechniek waarmee het zink als zinkoxide kan worden teruggewonnen.

De andere helft gaat naar Britannia Zinc Ltd, een Brits bedrijf dat behoort tot het M.I.M.-concern. Hier wordt het elektro-ovenstof rechtstreeks als secundaire grondstof aan de input toegevoegd en wordt metallisch zink geproduceerd.

J. Recyclen elektro-ovenstof

BUS GmbH is gespecialiseerd in het recyclen van (elektro-oven)stof dat vrijkomt bij de productie van staal en bij het gieten van ijzer en staal.

Bij dit recyclingproces wordt het elektro-ovenstof met zand, cokesgruis en toeslagstoffen in een draaioven gesmolten bij een temperatuur van ca. 1.000°C. Het hoofdproduct (ca. 60%) is zinkoxide, waarvan briketten worden gemaakt die als secundaire grondstof in een zinkfabriek worden ingezet. De vrijkomende slakken (ca. 40%), die onder meer kleine hoeveelheden lood en cadmium bevatten, worden nuttig toegepast in de wegenbouw (Tauw, 1995) en (Nedstaal, 2000a).

Britannia Zinc Ltd. is een van de grootste zinkproducenten in Europa. Het bedrijf voert het elektro-ovenstof van Nedstaal rechtstreeks toe aan de input. Het ovenstof van Nedstaal bevat door de toevoeging van batterijen ruim 50% zinkoxide, zodat de kwaliteit slechts weinig lager is dan het door BUS geproduceerde Waelz-oxide. Het product is zuiver metallisch zink, terwijl ook cadmium gewonnen wordt en slakken ontstaan.

Gezien het feit dat Nedstaal uit puur commercieel oogpunt de afzet van het ovenstof spreidt en alleen over het Britannia-proces voldoende kwantitatieve informatie voorhanden is wordt hier aangenomen dat het elektro-ovenstof volledig wordt afzet in de zinkindustrie (Britannia).

K. Nuttig toepassen

Het gerecyclede zink uit electro-ovenstof wordt nuttig toegepast als secundaire grondstof in de zinkindustrie.

L. Bewerken staalslakken

Staalslakken komen vrij bij het smeltproces en het gietproces van Nedstaal. De smeltslak en gietslak worden afgekoeld op de 'slakkenstort' (met vloeistofdichte vloer). Na het afkoelen worden de slakken naar de bewerkingsplaats getransporteerd om te worden gezeefd in drie fracties (0-10 mm, 10-45 mm en 45-160 mm) en (magnetisch) ontijzerd.

M. Transport staalslakken

De staalslakken worden getransporteerd naar (wegen)bouwbedrijven.

N. Nuttig toepassen staalslakken

De verkregen zeeffracties worden nuttig toegepast in de wegenbouw als categorie 1 en 2 bouwstof.

5.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval resulteert in producten en/of reststoffen. Tabel 5.1 en 5.2 bevat een overzicht van de hoeveelheden en soorten producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van één ton batterijen.

Om een aantal redenen is het niet mogelijk een volledig sluitende massabalans op te stellen voor de verwerking van batterijen in de elektrosmeltoven van Nedstaal. Zo behoren de meetresultaten bij het verwerken van batterijen inclusief het verpakkingsmateriaal en daarvan is in hoofdstuk 4 juist aangegeven dat deze buiten de systeemgrens gehouden wordt. Verder is het onbekend hoeveel van de verschillende componenten via het staalschroot wordt toegevoegd. Zo worden er bij Nedstaal vier schrootcategorieën onderscheiden, te weten "normaal schroot", "nieuw schroot", "gelegeerd schroot" en "gietijzer". Gelet op de heterogeniteit in de samenstelling van het schroot is het niet mogelijk om een gemiddelde/vaste schrootsamenstelling te bepalen. Wel is bekend dat de samenstelling van het schroot van grote invloed is op de emissies naar de lucht (Nedstaal, 1994). Tenslotte vindt er tijdens het verwerkingsproces een complexe koolstofchemie plaats. Zo wordt koolstof via een aantal ingangsstromen (schroot, batterijen en enkele bedrijfsmiddelen) toegevoegd en wordt het koolstof deels verbrand en als CO₂ geëmitteerd en deels opgelost in het vloeibaar staal. Wel is het mogelijk om op basis van de voorliggende literatuurbronnen (o.a. Tauw, 1995) een indicatie te geven van de massabalans. Zo blijkt over de bestemming van de verschillende batterijcomponenten en bedrijfsmiddelen in de elektrosmeltoven het volgende:

- zink komt nagenoeg volledig als zinkoxide in het elektro-ovenstof terecht
- mangaan(oxide) komt met name in het staal en in de staalslak terecht
- ijzer komt nagenoeg volledig in het staal terecht
- kwik, voor zover aanwezig, wordt voor een deel (40%) geëmitteerd naar de lucht en de rest (60%) komt in het elektro-ovenstof terecht
- lood komt nagenoeg volledig in het elektro-ovenstof terecht
- koper komt nagenoeg geheel in het staal terecht
- cadmium verdwijnt nagenoeg volledig in het elektro-ovenstof
- nikkel komt nagenoeg volledig in het staal terecht

- koolstof (uit batterijen, bitumen, papier, plastic en bedrijfsmiddelen) wordt deels verbrand en als CO en CO₂ geëmitteerd naar de lucht en deels opgelost in het staal
- kaliumhydroxide (KOH) komt als K₂O in het elektro-ovenstof terecht
- NH₄Cl valt uiteen in de componenten stikstof, waterstof en chloor; hiervan wordt het stikstof als NO₂ of N₂, waterstof als H₂O en chloor als HCl geëmitteerd; het merendeel van het HCl wordt aan metalen gebonden en komt in het elektro-ovenstof terecht
- H₂O wordt via de afgassen geëmitteerd
- de toegevoegde kalk komt volledig in de slak terecht
- de bedrijfsmiddelen zuurstof en argon verdwijnen naar de lucht.

Verder is op basis van emissiemetingen bij Nedstaal (Tauw, 1994) bij charges met en zonder batterijen af te leiden dat er een toename aan emissies optreedt ten opzichte van de normale staalbereiding (zonder batterijen) van 78,11 kg CO (komt overeen met 33,48 kg C) en 0,29 kg C_xH_y (aangenomen wordt dat dit overeenkomt met 0,29 kg C). Aangenomen wordt dat de resterende 16,23 kg koolstof (50 (zie tabel 5.1a) minus 33,48 minus 0,29) als CO₂ geëmitteerd wordt. Dit komt dus overeen met 59,51 kg CO₂.

Voor de verwerking van batterijen wordt alleen 75 Nm³ extra zuurstof ingezet. Voor de overige bedrijfsmiddelen, zoals anthraciet, kalk, poederkool, argon, ontzwavelingsmiddel en legeringsstoffen, wordt aangenomen dat deze bij de normale staalbereiding ook en in dezelfde hoeveelheden gebruikt worden. Aan batterijen hoeven derhalve geen extra bedrijfsmiddelen toegerekend worden (zie ook paragraaf 5.6). Of dit exact op zal gaan is een leemte in kennis.

Wanneer geen batterijen worden ingevoerd, wordt extra schroot en/of primair mangaan e.d. verwerkt, zodat door het meeverwerken van de batterijen sprake is van vermeden bedrijfsmiddelgebruik in dezelfde hoeveelheden.

Op basis van deze 'globale' informatie is in tabel 5.1a de verdeling weergegeven van de in batterijen aanwezige componenten (zie ook tabel 2.2) voor de normale situatie en in tabel 5.1b voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Tabel 5.1a Massabalans batterijcomponenten voor de elektrosmeltoven

Comp.	Samenstelling batterijen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)			
		Staal	Slak	Elektro-ovenstof	Lucht
Zn	180,0	0,0	0,1	179	0,9
Mn	220,0	91,2	118,1	10,7	0
Fe	225,0	225	0	0	0
Hg	0,036	0	0	0,022	0,014
Pb	0,5	0	0,02	0,48	0
Cu	10,0	9,8	0,10	0,10	0
Cd	0,3	0	0	0,298	0,002
Ni	1,0	0,91	0,09	0	0
C	100,0	50	0	0	50
K(OH)	69,0	0	0	69	0
NH ₄ Cl	69,0	0	0	46	23
H ₂ O	125,164	0	0	0	125,164
Totaal	1000	376,91	118,41	305,6	199,08

Tabel 5.1b Massabalans batterijcomponenten voor de elektrosmeltoven voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"

Comp.	Samenstelling batterijen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)			
		Staal	Slak	Elektro-ovenstof	Lucht
Zn	185,0	0,0	0,1	183,97	0,93
Mn	230,0	95,34	123,47	11,19	0
Fe	209,55	209,55	0	0	0
Hg	0,036	0	0	0,022	0,014
Pb	0,5	0	0,02	0,48	0
Cu	10,0	9,8	0,10	0,10	0
Cd	0,75	0	0	0,745	0,005
Ni	1,0	0,91	0,09	0	0
C	100,0	50	0	0	50
K(OH)	69,0	0	0	69	0
NH ₄ Cl	69,0	0	0	46	23
H ₂ O	125,164	0	0	0	125,164
Totaal	1000	365,6	123,78	311,507	199,113

De in de tabellen 5.1a en 5.1b aangegeven hoeveelheden metaalverbindingen is aanwezig als oxide of als chloride, afhankelijk van de beschikbaarheid van zuurstof of chloride (Tauw, 1994). Voor dit MER is aangenomen dat het hier gaat om oxiden. Doordat het hier gaat om oxiden³ en niet om de metallische verbindingen is de hoeveelheid elektro-ovenstof in totaal meer dan aangegeven in beide tabellen. Met deze correctie is de totale hoeveelheid elektro-ovenstof in de normale situatie 349,5 kg per ton batterijen. In de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het om 356,7 kg elektro-ovenstof.

De procescondities voor de staalproductie zijn met en zonder de toevoeging van batterijen iets anders. Een neveneffect daarvan zou zijn dat daarmee het smeltrendement toe neemt, hetgeen tot gevolg heeft dat een deel van het ijzeroxide aanwezig in de smeltslakken en het elektro-ovenstof (afkomstig van het schroot) wordt teruggewonnen en in het staal zal komen. Netto zou dat een extra productie van staal opleveren van 122 kg, naast de bijdrage van ijzer uit de batterijen. Daardoor neemt de productie van staalslak en ovenstof uiteindelijk minder toe dan op grond van de batterijcomponenten alleen kan worden verwacht (circa 80 kg minder slak en 42 kg minder ovenstof). Er is dus sprake van vermeden gebruik van grondstoffen (ijzererts/schroot) en vermeden productie van slakken en ovenstof. Omdat niet helemaal duidelijk is of en hoe dit effect volledig te verklaren is wordt in de normale situatie dit effect achterwege gelaten en zal in de gevoeligheidsanalyse "extra staalproductie" het effect van dit proces in kaart gebracht worden. Het gaat daarbij om de vermeden productie van 122 kg secundair staal en de vermeden productie van slakken en elektro-ovenstof.

In tabel 5.1d wordt een overzicht gegeven van de geproduceerde hoeveelheden producten en reststoffen per ton batterijen.

³ Concreet gaat het om de volgende oxiden: ZnO, Hg₂O, PbO, Cu₂O en CdO. De in de tabellen 5.1a en 5.1b aangegeven hoeveelheden Mn in de batterijen zelf betreft al het oxide (MnO), zie ook hoofdstuk 2.

Tabel 5.1d Overzicht producten/reststoffen bij de verwerking van batterijen

Producten	Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Hoeveelheid t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" (kg/ton batterijen)	Hoeveelheid t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "extra staalproductie" (kg/ton batterijen)
Staal	376,9	365,6	498,9
Elektro-ovenstof	349,5	356,7	307,5
Staalslak	118,4	123,8	38,4

Ruimtebeslag

Het totale bedrijfsoppervlak van Nedstaal is 8.000 m². De totale doorzet van schroot is 150.000 ton per jaar (de hoeveelheid toegevoegde batterijen is ongeveer 400 tot 500 ton per jaar). Het ruimtebeslag per ton verwerkte batterijen is gelijk aan 0,053 m²*jr. Aangenomen wordt dat met de inzet van batterijen een vergelijkbaar ruimtebeslag vermeden wordt, i.v.m. het uitsparen van staalproductie met primair materiaal, waardoor er netto geen ruimtebeslag toegerekend hoeft te worden aan de verwerking van batterijen in de elektrosmeltoven.

5.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van batterijen en bedrijfsmiddelen (naar Nedstaal) en van producten en reststoffen van het elektrosmeltproces (staal, elektro-ovenstof en slak).

De batterijen worden vanuit de sorteerinstallatie van AVR (Rozenburg) per vrachtwagen (16 ton) vervoerd naar Nedstaal in Alblasserdam. Aangezien het hierbij gaat om twee specifieke locaties waarvan aangenomen mag worden dat er daarvan niet meer zullen komen wordt hier uitgegaan van de exacte afstand.

De staalstukken zijn in de redelijke omgeving van Nedstaal toepasbaar. Aangenomen wordt dat een afstand van 50 km redelijk is.

Voor het transport van elektro-ovenstof wordt uitgegaan van 25 ton per vracht (Tauw, 1995). Zoals in paragraaf 5.2 aangegeven wordt in het MER-LAP aangenomen dat al het elektro-ovenstof naar Britannia Zinc Ltd. in Bristol vervoerd wordt. Reële afstanden daarbij zijn 800 km over land en 400 km over water (heen en terug).

Het staal wordt op 6 tot 10 locaties toegepast. Conform tabel 4.1 komt dit overeen met een transportafstand van 50 km.

Voor de aanvoer van zuurstof wordt uitgegaan van 2 locaties (Air products in Rozenburg en Hoek Loos in de Botlek). Door deze specifieke locaties wordt uitgegaan van een transportafstand van 60 km.

Voor het vermeden ijzererts, hetgeen grotendeels komt uit China, Australië, Brazilië en Rusland voorziet de proceskaart in SimaPro reeds in aanvoer over water naar Nederland. De verdere transport van ijzererts van 'de haven' naar hoogovens wordt op nul gesteld.

Voor het vermeden zinkconcentraat, hetgeen grotendeels komt uit Canada, Australië en Zuid-Amerika, voorziet de proceskaart in SimaPro reeds in aanvoer over water naar Nederland. Verwerking in Bristol zal ongeveer dezelfde transportafstand opleveren. Er is dan ook alleen rekening gehouden met transport van de haven naar de plaats van gebruik, waarbij veiligheidshalve is uitgegaan van 100 treinkilometers.

Eveneens zijn de vermeden transportafstanden voor zand opgenomen in het kader van de nuttige toepassing van slak. Hierdoor hoeft immers geen zand te worden toegepast. Voor de aanvoer van ophoogzand wordt er vanuit gegaan dat de bulk wordt gewonnen in Noordzee en/of IJsselmeer, en wordt gerekend met een afstand van 50 km over water en tevens 35 km over land.

Op basis van bovenstaande aannames is in tabel 5.2a aangegeven met welke afstanden (in tkm's) rekening gehouden moet worden in de normale situatie en in de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Tabel 5.2a Transportafstanden

Materiaal	Afstand (km)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)	Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)
Batterijen	30	1000	30	1000	30
Staal	50	376,9	18,8	365,6	18,3
Elektro-ovenst.	800 (weg) 400 (water)	349,5	279,6 139,8	356,7	285,4 142,7
Staalslak	50	118,4	5,9	123,8	6,2
Zuivere zuurstof	60	75 Nm ³	8,8 ⁴	75 Nm ³	8,8
Verm. Zn-conc.	100 (rail)	325,5	32,6	334,5	33,5
Verm. zand	35 (weg) 50 (water)	118,4	4,1 5,9	123,8	4,3 6,2

In tabel 5.2b is voor de gevoeligheidsanalyse "extra staalproductie" aangegeven met welke hoeveelheden en afstanden rekening gehouden moet worden. Voor een toelichting bij de afstanden zie tabel 5.2a. Bij de hoeveelheden is aangenomen dat er zoals reeds aangegeven 122 kg meer staal geproduceerd wordt, 80 kg minder staalslakken ontstaan en 42 kg minder elektro-ovenstof. Verder is aangenomen dat het elektro-ovenstof (per ton batterijen) eenzelfde hoeveelheid Zn zal bevatten en daarmee eenzelfde hoeveelheid Zn-concentraat zal vermijden als in tabel 5.2a aangegeven.

Tabel 5.2b Transportafstanden in de gevoeligheidsanalyse "extra staalproductie"

Materiaal	Afstand (km)	Gevoeligheidsanalyse "extra staalproductie"	
		Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)
Batterijen	30	1000	30
Staal	50	498,9	24,9
Elektro-ovenst.	800 (weg) 400 (water)	307,5	246,0 127,0
Staalslak	50	38,4	1,9
Zuivere zuurstof	60	75 Nm ³	8,8
Verm. Zn-conc.	100 (rail)	325,5	32,6
Verm. zand	35 (weg) 50 (water)	38,4	1,3 1,9

Indien een nog uit voeren zwaartepuntanalyse daartoe aanleiding geeft, dient in een separate gevoeligheidsanalyse te worden gerekend met transportafstanden van + of - 50%. Aangenomen

⁴ Voor het bepalen van de transportafstand (in tkm) is aangesloten bij gegevens die bekend zijn over vloeibaar propaan. Vloeibaar propaan heeft een volume dat 260x zo laag is als gasvormig propaan en de dichtheid van vloeibaar propaan is 0,51 kg per liter. Voor vloeibare zuurstof betekent dit dat 75 Nm³ in vloeibare vorm 0,29 m³ is ofwel 147 kg. Via een transportafstand van 60 km komt dit overeen met 8,8 tkm.

wordt dat de transportafstand van het elektro-ovenstof van Nedstaal naar Engeland vrij nauwkeurig bekend is. In een mogelijke gevoeligheidsanalyse wordt deze afstand niet verder gevarieerd.

5.5 Verbruik energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik van de batterijverwerking en de recycling van het electro-ovenstof
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- vermeden energieverbruik door productie van secundaire grondstoffen.

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen is niet van toepassing, aangezien door de electrosmeltoven geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd. Staalslak en electro-ovenstof worden volledig nuttig toegepast.

Energieverbruik batterijverwerking

Batterijverwerking

Bij het meeverwerken van batterijen in het electrostaalproces wordt op zowel directe als indirecte wijze energie verbruikt. Op directe wijze wordt energie toegevoegd in de vorm van elektriciteit en aardgas. In indirecte zin wordt energie geleverd door de oxidatie van koolstof, ijzer en andere metalen. Het netto energieverbruik van het meesmelten, -gieten, -walsen en bewerken van batterijen respectievelijk het granuleren van het electro-ovenstof bedraagt 2.880 MJ per ton batterijen. Het aardgasverbruik bedraagt netto 146 liter per ton batterijen.

Het zeven en ontijzeren van de staalslak vraagt 3,6 MJ per ton batterijen.

Het is onduidelijk wat het energieverbruik is voor zowel de gevoeligheidsanalyse “andere samenstelling” als “extra staalproductie”. Verder blijkt de aangegeven 2.880 MJ enige onnauwkeurigheid te bevatten, omdat het niet eenvoudig blijkt te zijn het energieverbruik exact te relateren aan de meeverwerkte batterijen. In de gevoeligheidsanalyse “meer energieverbruik” en “minder energieverbruik” zal rekening gehouden worden met respectievelijk 3.600 MJ en 2.160 MJ per ton batterijen.

Het energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Staal

Staal wordt ingezet in de metaalverwerkende industrie en vervangt daarmee de inzet van primaire grondstoffen (ijzererts). Aangenomen wordt dat daarmee geen extra energie verbruikt wordt.

Elektro-ovenstof

Er is hierbij sprake van vervanging van een zink-concentraat dat normaal op de locatie van winning van zink-erts wordt geproduceerd en als grondstof wordt ingezet in de zinkproductie. Daar de zinkgehalten in dit zinkconcentraat en in het ovenstof in dezelfde orde van grootte liggen wordt er vanuit gegaan dat inzet zonder verdere specifieke bewerkingen mogelijk is. Het ovenstof wordt rechtstreeks in de zinkindustrie als secundaire grondstof ingezet en vervangt daarmee de inzet van primaire grondstoffen (zinkconcentraat)

Zoals in paragraaf 2 vermeld, wordt in deze MER uitgegaan van volledige verwerking van ovenstof bij Britannia Zinc Ltd.

Staalslak

Staalslakken komen vrij in het smelt- en gietproces bij Nedstaal. De staalslakken worden gezeefd en ontijzerd. De verkregen zeeffracties worden nuttig toegepast in de weg- en waterbouw als categorie 1 en 2 bouwstof. Ten behoeve van de LCA wordt aangenomen dat de slak wordt ingezet als vervanger van zand in funderingslagen. Aangenomen wordt dat het energieverbruik voor het aanbrengen van de slak als zandvervanger in funderingslagen even groot is als het energieverbruik voor het aanbrengen van primair zand. Netto is er dus geen energieverbruik.

Vermeden energieverbruik

Er is sprake van vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het energieverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend.

In tabel 5.3 is aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. Het vermeden energieverbruik wordt in rekening gebracht met behulp van de SimaPro-database.

Tabel 5.3 Overzicht vervangen primaire grondstoffen

Geproduceerde secundaire grondstof	Vervangen primaire grondstof
Staal	IJzererts
Staalslak	Zand/grind
Elektro-ovenstof	Zinkconcentraat

5.6 Verbruik bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van de batterijverwerking inclusief het recyclen van het elektro-ovenstof
- het verbruik bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen
- het vermeden verbruik aan bedrijfsmiddelen.

Bedrijfsmiddelenverbruik batterijverwerking

Het bedrijfsmiddelenverbruik voor het verwerken van de batterijen in de elektrosmeltoven is vergelijkbaar met het verbruik bij de productie uit primaire grondstoffen. Voor batterijen is alleen een extra hoeveelheid zuivere zuurstof van 75 Nm³ nodig (Nedstaal, 2000b).

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Voor het nuttig toepassen van de staalslakken worden geen extra bedrijfsmiddelen verbruikt in vergelijking met het primaire zand.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Het elektro-ovenstof wordt afgezet bij een zinkproducent. In praktijk wordt zinkerts nabij de winningslocatie geconcentreerd van 6% Zn tot ongeveer 55% Zn en vervolgens getransporteerd naar een zinkproducent. In dit MER is uitgegaan van het vermijden van de productie (en het transport) van dit zink-concentraat.

Zoals in tabel 5.1a en 5.1b reeds is aangegeven bevat het elektro-ovenstof respectievelijk 179 en 184 kg Zn. Daarmee wordt respectievelijk 325,5 kg (normale situatie en gevoeligheidsanalyse "extra staalproductie") en 334,5 kg (gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling") vermeden.

5.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies bij de batterijverwerking en recycling van elektro-ovenstof
- de emissies bij de verwijdering van reststoffen
- de emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen
- vermeden emissies door nuttige toepassing van secundaire grondstoffen.

Emissies batterijverwerking en recycling van elektro-ovenstof

Emissies naar lucht

Op basis van de balansen weergegeven in de tabellen 5.1a en 5.1b (welke gebaseerd zijn op de gemiddelde samenstelling zoals gegeven in tabel 2.2) zijn de in tabel 5.4 aangegeven componentgebonden emissies naar lucht te verwachten bij de elektrosmeltoven voor het verwerken van 1 ton batterijen.

Tabel 5.4 Emissies naar lucht bij de elektrosmeltoven

	Emissies naar lucht in de normale situatie (g/ton batterijen)	Emissies naar lucht t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" (g/ton batterijen)
Zn	900	930
Hg	14	14
Cd	2	5
CO	78.110	78.110
C _x H _y	290	290
CO ₂	59.510	59.510
NH ₄ Cl	23.000	23.000
H ₂ O	125.164	125.164

Emissies naar de bodem

Het verwerkingsproces bij Nedstaal is dusdanig ingericht en voorzien van bodembeschermende voorzieningen, dat geen emissies naar bodem plaatsvinden. Bovendien vinden nagenoeg alle verwerkingsprocessen inpandig en/of overkapt (droog) plaats.

Emissies naar (oppervlakte)water

Emissies naar (oppervlakte)water worden buiten beschouwing gelaten, aangezien er geen afvalwater wordt geloosd. Uit de rivier de Noord wordt koelwater betrokken dat via een 'ones-through-systeem' weer op die rivier wordt geloosd en derhalve alleen thermisch 'verontreinigd' is (Nedstaal, 2000b)

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Zoals reeds aangegeven bij het onderdeel "Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen" zijn staalslak en elektro-ovenstof gelijkwaardig aan de uitgespaarde primaire grondstoffen. Aangenomen wordt dat bij het toepassen van deze restproducten geen aanvullende emissies zullen plaatsvinden in vergelijking met de primaire grondstoffen.

De emissies naar bodem bij gebruik van de geproduceerde (staal)slak als zandvervanger in funderingslagen moeten echter wel worden meegenomen. De samenstelling van de staalslak, afkomstig van een charge, waarbij ook batterijen zijn verwerkt, is in tabel 5.5 weergegeven. Hierbij is het van belang op te merken dat in één charge naast 300 kg batterijen ook 37 ton schroot wordt verwerkt (zie procesbeschrijving in paragraaf 5.2). Dit impliceert dat de componenten die uit de batterijen

komen, met een factor 123 worden verdund/vermengd met de componenten uit het schroot en g-zamenlijk in de slak terecht komen.

Tabel 5.5 Samenstelling staalslak (in % m/m)

Component	Samenstelling (gew.%)
SiO ₂	13,8
CaO	32,5
MgO	2,8
MnO	10,8
Al ₂ O ₃	3,5
Fe ₂ O ₃	36,0
Overig	0,6

Door middel van een kolomproef zijn er uitloogproeven gedaan op de staalslak van Nedstaal. De gemeten uitloogwaarden van de staalslak zijn – voor zover deze componenten ook voorkomen in batterijen - weergegeven in tabel 5.6⁵ (Tauw, 2000).

In welke mate de onderscheiden componenten uit de staalslak afkomstig zijn van de batterijen respectievelijk het schroot, is niet bekend. Zoals in paragraaf 5.2 gesteld, zijn er geen gegevens bekend met betrekking tot de (exacte) samenstelling van het schroot. Deze samenstelling is bovendien wisselend van aard. De spreiding in de uitloging van de staalslak is dermate groot, dat het effect van de verwerking van batterijen niet is te traceren.

Voor het bepalen van de uitloging onder praktijkcondities is uitgegaan van een toepassingslaag van 0,2 m en een soortelijk gewicht van de slak van 1,5 ton/m³. Voor de omrekening van mg/m² naar mg/ton batterijen is het volgende gesteld:

- per m² wordt 0,2 m³ staalslak verwerkt
- per m² wordt 0,2 m³ * 1,5 ton/m³ = 300 kg staalslak verwerkt
- 1 ton batterijen leidt tot 118 kg staalslak (1 ton schroot leidt tot eenzelfde hoeveelheid slak)
- gelet op de mengverhouding met schroot (factor 123) komt de 118 kg uit de batterijen uiteindelijk terecht in 14,6 ton staalslak ([1+123]*118)
- de uitloging uit 1 ton batterijen komt dus overeen met de uitloging uit 14,6 ton staalslak.

In de gevoeligheidsanalyse “andere samenstelling” komt de uitloging van 1 ton batterijen overeen met de uitloging van 15,4 ton slakken. In de gevoeligheidsanalyse “extra staalproductie” gaat het om 4,8 ton slakken.

Naast de resultaten van de kolomtest voor staalslakken bevat tabel 5.6 tevens de emissies naar bodem zoals die berekend zijn conform de bovenstaande berekeningen en de in achtergronddocument A1 opgenomen berekeningen voor uitloging naar de bodem.

Uit tabel 5.6 blijkt dat voor de normale situatie en de gevoeligheidsanalyses andere samenstelling en extra staalproductie de uitloging steeds gelijk is aan nul (aangezien alles kleiner is dan de a-waarden (zie ook achtergronddocument A1)). De afwezigheid van deze uitloging kan mede veroorzaakt zijn door de verdunning met een factor 123 (zoals hierboven gesteld). In de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging" wordt uitgegaan met de in tabel 5.6 aangegeven kolomtestresultaten, maar dan vermenigvuldigt met 123 (verdunningsfactor). De dan te verwachten uitloging is tevens weergegeven in tabel 5.6 en moet gezien worden als een worst case.

⁵ Op basis van AP04 en een L/S-verhouding van 10.

Tabel 5.6 Emissies naar de bodem uit staalslakken

	Kolomtest	Normaal		Gevoeligheidsanalyses		
	Uitlozing (mg/kg)	Immissie (mg/m ²)	Emissie naar de bodem (mg/ton batterijen)	Andere samenstelling (mg/ton batterijen)	Extra staalproductie (mg/ton batterijen)	Toch uitlozing (mg/ton batterijen)
Zn	0,1025	0	0	0	0	11.294,3
Pb	0,035	0	0	0	0	3.757,5
Cu	0,014	0	0	0	0	1.567,3
Ni	0,081	0	0	0	0	9.876,4

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen. De emissies van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend met behulp van de SimaPro-database.

5.8 Leemten in kennis

Bij het toerekenen van ingrepen aan batterijen doet zich het probleem voor dat niet duidelijk is wat de samenstelling is van alle ingaande materiaalstromen, met name de vele soorten schroot. Hierdoor is het niet alleen lastig met enige zekerheid ingrepen toe te rekenen aan batterijen, maar worden er tevens grote variaties gevonden bij bijvoorbeeld de uitloogwaarden van de uit schroot en batterijen verkregen staalslakken.

Verder is het onduidelijk hoe en in welke mate het insmelten van batterijen bijdraagt tot een verhoogde insmelt van staal. Via een aparte gevoeligheidsanalyse is hieraan enige aandacht aan gegeven, zonder het effect precies mee te kunnen nemen.

Voor het verwerken van het elektro-ovenstof gebruikt Nedstaal, uit commerciële overwegingen, twee verschillende afzetkanalen. Van de verwerking via BUS GmbH is alleen bekend hoe dit op ongeveer plaatsvindt, zonder daarbij voldoende informatie te hebben om een gedegen LCA-analyse uit te kunnen voeren. Ook het inschatten van deze ingrepen is niet mogelijk gebleken. Gezien deze situatie zijn de ingrepen voor het verwerken van het elektro-ovenstof volledig bepaald op basis van het tweede afzetkanaal: Britannia Zinc Ltd.

Daarnaast is aangenomen dat het geproduceerde elektro-ovenstof volledig en zonder extra energie, bedrijfsmiddelen of emissies inzetbaar is en primair materiaal vervangt. Of dit in werkelijkheid ook zo is, is onduidelijk.

Het is onduidelijk of met de inzet van batterijen ook een extra (of verminderde) inzet van bedrijfsmiddelen bij Nedstaal nodig (of mogelijk) is.

6. ALTERNATIEF PYROLYSE/SMELTEN

6.1 Inleiding

De firma Batrec AG in Wimmis, Zwitserland, is gespecialiseerd in de verwerking van kwikhoudende zinkbruinsteen- en alkalinebatterijen. Ook ongesorteerde knooppellen worden daar verwerkt. Batrec, sinds februari 1999 gefuseerd met de firma Recymet SA uit Aclens, Zwitserland, heeft het door Sumitomo Heavy Industries Ltd. ontwikkelde pyrometallurgisch proces voor de verwerking van batterijen overgenomen en verder ontwikkeld. Daarom wordt dit procédé ook wel aangeduid als het Sumitomo-Batrec-proces.

In essentie bestaat dit verwerkingsproces uit een voorsortering, pyrolyse, smelten en een condensatie- en wasstap. De organische fracties worden gepyrolyseerd en de metaalfracties gescheiden en opgewerkt op basis van hun fysische eigenschappen. Als secundaire grondstoffen resteren ferromangaan, zink(oxide) en kwik. De relatief geringe hoeveelheden vrijkomende hoeveelheden slakken worden gestort. De verwerkingsinstallatie heeft een totale capaciteit van 3.200 ton per jaar; 70% van de daar verwerkte batterijen is afkomstig uit Zwitserland zelf. Het verwerkingstarief voor zinkbruinsteen en alkalinebatterijen bedraagt ongeveer 1.360 euro per ton.

Alle in dit hoofdstuk opgenomen gegevens zijn gebaseerd op schriftelijke en mondelinge informatie van Batrec AG (Batrec, 2000/2001) en het rapport "Umweltaspekte und Leitbild in der Batrec Industrie AG" d.d. 3 mei 2000 (Batrec, 2000). De gegevens uit laatstgenoemd rapport zijn omgerekend naar hoeveelheden per ton batterijen met een samenstelling zoals gegeven in tabel 2.2. De mondeling en schriftelijk verkregen (ken)getallen zijn getoetst aan bewust rapport en, indien corresponderend, als uitgangspunt aangehouden. Over gegevens die niet overeenstemden of substantieel afweken van de omrekening, is nadere (détail)informatie opgevraagd en ontvangen. De werkelijke massabalans (zie ook tabel 6.1) voor het jaar 2000 is door Batrec opgesteld.

De totale input in 2000 bedroeg 3.045 ton aan batterijen en overige afvalstoffen (zoals eindcaps van gasontladinglampen, actief kool, gravel van sportvelden). Het aandeel zinkbruinsteen- en alkalinebatterijen bedroeg 2.750 ton (ofwel ongeveer 90%).

6.2 Procesbeschrijving

A. Transport batterijen

De batterijen worden per vrachtwagen vervoerd vanaf de Stibat-sorteerinrichting bij AVR naar de verwerkingsinrichting in Zwitserland (circa 30 ton/vracht).

B. Voorsortering

Uit de diverse (ongesorteerde) batterijstromen worden de nikkel-cadmium en loodaccu's met de hand uitgesorteerd, afgevoerd en verwerkt bij gespecialiseerde verwerkingsbedrijven. De zinkbruinsteen en alkaline batterijen worden samen met de overige, kwikhoudende batterijen (knooppellen, lithiumbatterijen en big blocs) verwerkt.

C. Pyrolyse

Tijdens de pyrolyse (tot 700°C) in de schachtoven worden water en kwik verdampt en de organische fracties zoals papier, plastics en vulmiddelen tot koolstof gereduceerd.

D. Wassen pyrolysegas

De (kwik)damp uit de pyrolyse wordt gewassen. Kwik wordt uit het waswater teruggewonnen en wordt verkocht aan farmaceutische bedrijven.

E. Smelten

In de smeltoven worden metaaloxiden met koolstof gereduceerd en de metalen gesmolten of verdampt bij een temperatuur van 1500°C. De metalen worden daarbij gescheiden in ferromangaan, zink en slak. Zink verdampt en wordt afgevoerd naar de zinkcondensor. Het vloeibare ferromangaan wordt in vormen gegoten. De achtergebleven slak wordt batchgewijs verwijderd uit de oven. Bij het smeltproces worden cokes en kalksteen, maar ook (zuivere) zuurstof, propaan en grafiet gebruikt.

F. Zink condenseren

In de zinkcondensor wordt het (dampvormige) zink uit het CO-gas gecondenseerd. Het vloeibare zink wordt in staven gegoten.

G. Wassen CO-gas

Het gas uit de zinkcondensor bestaat grotendeels uit CO-gas en wordt als energiedrager via een wasser teruggeleid naar de pyrolyse. Dit gas wordt gewassen in natte filters en dient als brandstof voor het pyrolyseproces.

H. Zinkoxide wassen

Het (losse) zinkoxide wordt van de zinkstaven afgehaald en naar een separate wasser geleid, waarbij zinkoxide ('Zinkdross') resteert.

I. Transport en nuttige toepassing producten

De eindproducten van het verwerkingsproces, zijnde ferromangaan(staven), zink, zinkoxide en kwik worden nuttig toegepast in respectievelijk de ijzer-, de zink(verwerkende)- en de farmaceutische industrie. Het zinkoxide wordt nuttig toegepast bij de productie van zinksulfaat.

J. Transport en storten slakken

De vrijkomende slakken worden momenteel gestort op een stortplaats voor bouw- en sloopafval, ofschoon de slakken in principe in de wegebouw ingezet kunnen worden. Het betreft evenwel een geringe hoeveelheid. Een afnemer wordt wel nog gezocht. Slibben, assen en filtermateriaal worden in het proces teruggevoerd, zodat deze stoffen niet (hoeven te) worden gestort.

K. Waterbehandeling

Het slibhoudende proceswater dat gebruikt is voor de diverse wasstappen wordt in een afvalwaterzuivering behandeld. Het slib wordt ingedikt, gefilterd met behulp van een filterpers, en vervolgens weer in de pyrolyseoven gebracht. Het gezuiverde water wordt verder behandeld met verschillende chemicaliën (bleekwater, waterstofperoxide, zoutzuur, natronloog, ijzer(II)chloride (oplossing) en floccagemiddel) om de laatste restanten slib te verwijderen. Na bezinking wordt dit slib teruggevoerd in de zinkwasser en het water wordt na filtratie over actief kool voor een deel hergebruikt en voor een deel geloosd op het riool.

Bij de verschillende wasstappen (D, G en H) worden drinkwater en verschillende chemicaliën gebruikt, waaronder bleekwater, waterstofperoxide, zoutzuur, fosforzuur, natronloog, ijzerchloride (oplossing) en floccagemiddel. Het merendeel van het water wordt, na reiniging, als waterdamp in de lucht geëmitteerd. Deels komt het water, na zuivering, vrij als afvalwater.

6.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

In tabel 6.1a en 6.1b is de massabalans opgenomen voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling". Deze is, zoals in paragraaf 6.1 al aangegeven, in overleg met

Batrec (Batrec, 2000/2001; Batrec, 2000) bepaald op basis van de prestaties van de installatie en de gemiddelde samenstelling van batterijen zoals meegenomen in dit achtergronddocument.

Zo heeft er voor kwik een correctie plaatsgevonden. De Batrec-installatie is namelijk mede ontworpen om kwik af te vangen en te destilleren. De werkelijke input van de fabriek bevat meer kwik dan de ten behoeve van de LCA gestandaardiseerde batterijsamenstelling. Naast kwikhoudende batterijen wordt bij Batrec ook ander kwikhoudend afval toegevoegd, zoals eindcaps van gasontladinglampen (inclusief glasresten voor een betere slakvorming).

Verder kan gesteld worden dat globaal genomen de bestemming van de verschillende batterijcomponenten en bedrijfsmiddelen als volgt is te typeren:

- zink komt nagenoeg volledig in het zink en in het zinkoxide terecht
- ijzer komt nagenoeg volledig in het ferromangaan terecht
- mangaan belandt voor het grootste deel (70%) in het ferromangaan, bijna 20% komt in de slak en ruim 10% komt in het zinkoxide terecht
- kwik wordt nagenoeg volledig afgevangen en nuttig toegepast. Zeer kleine hoeveelheden kwik belanden echter ook in de slak en de emissies naar water en lucht
- lood komt nagenoeg volledig in het zink en het zinkoxide terecht
- koper belandt in de ferromangaan en de slak
- cadmium verdwijnt nagenoeg volledig in het zink(oxide), maar sporen komen ook voor in de slak en de emissies naar water
- nikkel komt bijna volledig terecht in het ferromangaan
- koolstof wordt deels verbrand en als CO₂ en CO geëmitteerd naar de lucht en deels opgelost in het ferromangaan
- kaliumhydroxide (KOH) en H₂O worden via het proceswater geëmitteerd
- de toegevoegde kalk komt volledig in de slak terecht
- de koolstofbevattende bedrijfsmiddelen cokes en grafiet komen gedeeltelijk terecht in het ferromangaan, maar worden ook naar de lucht geëmitteerd in de vorm van CO en CO₂
- de overige (chemische) bedrijfsmiddelen verdwijnen naar lucht en water.

Tabel 6.1a Massabalans voor de componenten in de pyrolyse/smeltreactor

Comp.	Samenstelling batterijen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)						
		FeMn	Zink	ZnO	Slak	Kwik	Water	Lucht
Zn	180		124,20	55,80				40*10 ⁻⁶
Mn	220	154,00		26,40	39,60			
Fe	225	220,50		2,25	2,25			
Hg	0,036					0,036	2,0*10 ⁻⁶	16*10 ⁻⁶
Pb	0,5		0,25	0,25				
Cu	10	8,32			1,68			
Cd	0,3		0,30				12*10 ⁻⁶	1,8*10 ⁻⁶
Ni	1	1						
C	100	12			4			84
K(OH)	69						69	
NH ₄ Cl	69						69	
H ₂ O	125,164			41,721				83,443
Totaal	1000	395,82	124,75	126,42	47,53	0,036	138,00	167,44

Tabel 6.1b Massabalans voor de componenten in de pyrolyse/smeltreactor t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"

Comp.	Samenstelling batterijen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)						
		FeMn	Zink	ZnO	Slak	Kwik	Water	Lucht
Zn	185		127,65	57,35				41*10 ⁻⁶
Mn	230	161,00		27,60	41,40			
Fe	209,55	205,36		2,10	2,10			
Hg	0,036					0,036	2,0*10 ⁻⁶	16*10 ⁻⁶
Pb	0,5		0,25	0,25				
Cu	10	8,32			1,68			
Cd	0,75		0,75				3*10 ⁻⁵	4,5*10 ⁻⁶
Ni	1	1						
C	100	12			4			84
K(OH)	69						69	
NH ₄ Cl	69						69	
H ₂ O	125,164			41,721				83,443
Totaal	1000	387,68	128,65	129,02	49,18	0,036	138,00	167,44

De in de tabellen 6.1a en 6.1b aangegeven metalen in ZnO zijn aanwezig als oxiden. Doordat het hier gaat om oxiden⁶ en niet om de metallische verbindingen is de hoeveelheid ZnO in totaal meer dan aangegeven in beide tabellen. Met deze correctie is de totale hoeveelheid zinkoxide in de normale situatie 140,1 kg per ton batterijen. In de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het om 143,1 kg zinkoxide.

Naast batterijen worden in het proces ook allerlei bedrijfsmiddelen toegevoegd voor een goede procesvoering en het verkrijgen van afzetbare producten. In tabel 6.1c zijn deze middelen opgesomd inclusief hun verdeling over de producten. De hier aangegeven hoeveelheden zijn afgeleid in paragraaf 6.6 en zijn bepaald op basis van het totale verbruik per jaar en de totale hoeveelheid verwerkte batterijen. Daardoor gelden de getallen in tabel 6.1c zowel voor de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

⁶ Concreet gaat het om de volgende oxiden: ZnO, Hg₂O, PbO, Cu₂O en CdO. De in de tabellen 6.1a en 6.1b aangegeven hoeveelheden Mn betreft in de batterijen al het oxide (MnO), zie ook hoofdstuk 2.

Tabel 6.1c Massabalans voor de 'bedrijfsmiddelen'

Component	Hoeveelheden bedrijfsmiddelen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)						
		FeMn	Zink	ZnO	Slak	Kwik	Water	Lucht
SiO ₂	8,5				8,5			
Al ₂ O ₃	7				7			
Plastic	84							84
KCl	5						5	
Overig	9,5				9,5			
C	31							31
MgO	6				6			
CaO	10				10			
NaOH 30%	43						43	
HCl 33%	4						4	
FeCl ₃ 40%	6				1		5	
H ₂ O ₂ 35%	2						2	
Javel 12-15%	15						15	
Chelaat 40%	3						3	
Totaal	234				42		77	115

Gelet op bovenstaande bestemming van de verschillende componenten en de samenstelling van de batterijen kan een overzicht worden gegeven van de producten en reststoffen per ton verwerkte batterijen. Dit is voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" weergegeven in tabel 6.2. Van de hier aangegeven producten worden ferromangaan, zink, zinkoxide en kwik nuttig toegepast en worden de slakken gestort.

Tabel 6.2 Hoeveelheden secundaire producten en reststoffen per ton verwerkte batterijen

	Secundaire producten en reststoffen (kg/ton batterijen)					
	Ferromangaan	Zink	Zinkoxide	Slakken	Kwik	Water
Normaal	395,82	124,75	140,10	89,53	0,036	215,00
Andere samenstelling	387,68	128,65	143,10	91,18	0,036	215,00

Ruimtebeslag

Het totale bedrijfsoppervlak van de installatie van Batrec bedraagt 851 m². De totale doorzet van batterijen bedraagt 3.045 ton per jaar (waarvan 2.750 ton alkaline en zinkbruinsteen batterijen). Het ruimtebeslag per ton verwerkte batterijen komt daarmee op 0,28 m²*jr.

Verder is er ook nog een ruimtebeslag voor het storten van de slakken. Hiervoor is aangenomen dat gestort kan worden tot een hoogte van 15 m, dat de dichtheid van de slakken ongeveer 1,5 ton/m³ is en dat er geen tussenafdekkingen nodig zijn. Hiermee komt het ruimtebeslag voor het storten van de 89,53 kg slakken (over een periode van 100 jaar) op 0,40 m²*jr. Voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het om 91,18 kg slakken en is het ruimtebeslag gelijk aan 0,41 m²*jr.

6.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van batterijen en van producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen van het batterijenverwerkingsproces. De transportafstanden (in km's en tkm's) zijn voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" weergegeven in tabel 6.3.

Aangezien de realisatie van een dergelijke installatie in Nederland niet realistisch wordt geacht – mede gelet op het aanbod batterijen in Nederland (ca. 3.000 ton per jaar), de batterijverwerking bij Nedstaal en de capaciteit bij Batrec zelf - wordt bij het transport van de batterijen en de (rest)producten uitgegaan van de reële transportafstanden (heen & terug), zoals opgegeven door Batrec: 1700 km.

Met betrekking tot de bedrijfsmiddelen wordt uitgegaan van productie binnen Zwitserland. Daarbij is aangenomen dat gemiddeld genomen elk bedrijfsmiddel op twee locaties wordt geproduceerd. Als verder aangenomen wordt dat Zwitserland in oppervlakte vergelijkbaar is met Nederland kunnen de in tabel 4.1 aangegeven afstanden worden gebruikt. Bij twee locaties kan dus uitgegaan worden van 100 km. Afgerond wordt er ongeveer 100 kg (exclusief het leiding water) bedrijfsmiddelen verbruikt per ton batterijen.

Het bij Batrec geproduceerde ferromangaan wordt in Italië en Zwitserland verwerkt. Gezien de specifieke locaties is hiervoor gebruik gemaakt van de exacte afstanden (260 km). Ook voor de slakken, het zink, het zinkoxide en het kwik is van de specifieke afstanden gebruik gemaakt zoals aangegeven door Batrec (respectievelijk 50 km, 1500 km, 1060 km en 500 km).

Bij vermeden transport zijn het mangaan- en ijzererts naar rato van aanwezigheid in het ferromangaan verdeeld. Mangaanconcentraat wordt vooral in Australië, Georgië, Kazachstan en de Oekraïne gewonnen, terwijl ijzererts in een groot aantal landen gewonnen wordt. De grootste producenten zijn China, Brazilië, Australië en Rusland. Voor het vermeden ijzererts voorziet de proceskaart in SimaPro echter in aanvoer over water naar Nederland.

Voor het vermeden zinkconcentraat, hetgeen grotendeels komt uit Canada, Australië en Zuid-Amerika, voorziet de proceskaart in SimaPro reeds in aanvoer over water naar Nederland. Verwerking in België zal ongeveer dezelfde transportafstand opleveren. Analooq aan hoofdstuk 5 wordt hier uitgegaan van zinkconcentraat met een Zn-gehalte van 55%.

Tabel 6.3 Transportafstanden

Materiaal	Afstand (km)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)	Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)
Batterijen	1700	1000	1700	1000	1700
Ferromangaan	260	395,82	102,9	387,68	100,8
Zink	1500	124,75	187,1	128,65	193,0
Zinkoxide	1060	140,1	148,5	143,1	151,7
Slakken	50	89,53	4,5	91,18	4,6
Kwik	500	0,036	0,02	0,036	0,02
Bedrijfsmiddelen	100	100	10	100	10
Verm. Zn.conc.	100 (rail)	101,5	10,2	104,3	10,4
Verm. kwik	500	0,036	0,02	0,036	0,02

Indien een nog uit voeren zwaartepuntanalyse daartoe aanleiding geeft, dient in een separate gevoeligheidsanalyse te worden gerekend met transportafstanden van + of – 50%. Aangenomen wordt dat de transportafstand van de batterijen en van het zink en zinkoxide nauwkeurig bekend zijn. In een mogelijke gevoeligheidsanalyse worden deze afstanden niet verder gevarieerd.

6.5 Verbruik energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik van het batterijverwerkingsproces
- het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- vermeden energieverbruik door productie van secundaire grondstoffen.

Energieverbruik verwerkingsinstallatie Batrec

Conform (Batrec, 2000/2001) is het energieverbruik van de verwerkingsinrichting gelijk aan ongeveer 5.040 MJ_e, 12,9 kg stookolie en 4,5 liter diesel (voor intern transport) per ton verwerkte batterijen. Bij het elektriciteitsgebruik wordt rekening gehouden met een onnauwkeurigheid van ongeveer 25%: ofwel 3.780 MJ_e voor de gevoeligheidsanalyse “minder energieverbruik” en 6.300 MJ_e voor de gevoeligheidsanalyse “meer energieverbruik”.

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Voor het storten van de slakken wordt uitgegaan van een energiebehoefte van 60 MJ per ton. Voor de normale situatie komt dit overeen met 5,4 MJ en voor de gevoeligheidsanalyse “andere samenstelling” 5,5 MJ.

Het energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Ten aanzien van de secundaire grondstoffen uit het Batrec-proces, ferromangaan, zink, zinkoxide en kwik, wordt aangenomen dat zij gelijkwaardig zijn aan de uitgespaarde primaire grondstoffen. Verder wordt aangenomen dat er geen extra handelingen verricht hoeven te worden in vergelijking met primaire grondstoffen, blijven de milieu-ingrepen van nuttige toepassing buiten beschouwing. In hoeverre dit ook volledig opgaat is een leemte in kennis. Ter toelichting het volgende.

Ferromangaan

Het ferromangaan bevat bijna 40% mangaan en ruim 55% ijzer en wordt direct gebruikt als secundaire grondstof (Mangaanvervanger) in (ijzer)gieterijen in Zwitserland en Italië.

Zink

De vrijkomende hoeveelheden zink worden als secundaire grondstof direct ingezet in verzinkerijen in Duitsland, Frankrijk en de Benelux.

Kwik

Het gewonnen kwik wordt als (zuiver) kwik ingezet in de farmaceutische industrie in Zwitserland en Duitsland.

Zinkoxide

Het zinkoxide is gewassen, waardoor het Kalium er grotendeels is uitgehaald en wordt nuttig toegepast bij de productie van zinksulfaat voor de chemische industrie in België. Voor dit MER wordt uitgegaan van verwerking bij een zinkproducent (aannemer). Er is hierbij sprake van een vervanging van een zink-concentraat dat normaal op de locatie van winning van zink-erts wordt geproduceerd en als grondstof wordt ingezet in de zinkproductie. Daar de zinkgehalten in dit zinkconcentraat en in het metaalslib minimaal in eenzelfde orde van grootte liggen wordt er vanuit gegaan dat inzet zonder verdere specifieke bewerkingen mogelijk is. Zie hiervoor ook hoofdstuk 5.

Vermeden energieverbruik

Er is sprake van vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het energieverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van het vermeden energieverbruik wordt berekend met de SimaPro-database.

6.6 Verbruik bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van het batterijenverwerkingsproces
- het verbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het verbruik bij nuttige toepassing van secundaire grondstoffen
- het vermeden verbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Bedrijfsmiddelenverbruik batterijenverwerking

Bij de processtappen pyrolyse, smelten en wassen worden verschillende (chemische) grond- en hulpstoffen ingezet, te weten met name leidingwater, natronloog, zout en bleekwater, maar ook (zuivere) zuurstof, propaan, grafiet, waterstofperoxide, zoutzuren, fosforzuren, ijzerchloride en floccagemiddelen (zie paragraaf 6.2). Deze hoeveelheden zijn ingeschat op basis van de totale hoeveelheid verwerkte batterijen en de totale verbruiken van de afzonderlijke bedrijfsmiddelen. Daarbij is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende soorten batterijen en ook niet voor de variaties in samenstelling zoals meegenomen in de gevoeligheidsanalyse “andere samenstelling”.

In tabel 6.4 zijn de hoeveelheden bedrijfsmiddelen weergegeven per ton verwerkte batterijen.

Tabel 6.4 Bedrijfsmiddelen per ton verwerkte batterijen

Bedrijfsmiddel	Hoeveelheid per ton batterijen
Cokes	27 kg
Kalk(steen)	8,2 kg
Leidingwater	5 m ³
(zuivere) zuurstof	1,5 liter
Propaan	3 liter
Zout	3,8 kg
Grafiet	0,8 kg
Bleekwater	3,8 liter
Waterstofperoxide	0,5 liter
Zoutzuur	1,4 liter
Fosforzuur	1,6 liter
IJzerchloride-oplossing	2,1 liter
Natronloog (30%)	43 liter
Floccagemiddel	2 liter

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Voor het storten van de slakken zijn geen aanvullende bedrijfsmiddelen noodzakelijk.

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Ten aanzien van de secundaire grondstoffen uit het Batrec-proces kan worden gesteld dat zij gelijkwaardig zijn aan de uitgespaarde primaire grondstoffen en dat er geen extra handelingen hoeven te worden verricht, zodat de milieu-ingrepen van nuttige toepassing buiten beschouwing kunnen blijven.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend en bepaald met behulp van de SimaPro-database.

6.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies van het batterijenverwerkingsproces
- de emissies bij de verwijdering van reststoffen
- de emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen
- de vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen.

Emissies batterijenverwerking

Emissies naar lucht

De emissies naar lucht zijn bepaald aan de hand van (Batrec, 2000; Batrec, 2000/2001). Tabel 6.5 bevat een overzicht van deze emissies voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling". Voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" zijn de verhogingen uit tabel 2.2 naar evenredigheid ook gebruikt in tabel 6.5.

Tabel 6.5 Emissie naar lucht per ton verwerkte batterijen

	Emissies naar lucht (mg/ton batterijen)	
	Normale situatie	Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
Zn	40	41
Hg	16	16
HCl	970	970
HF	80	80
Cd	1,8	4,5
CO	270.000	270.000
CO ₂	308*10 ⁶	308*10 ⁶
NO _x	791.000	791.000
NH ₃	28	28
VOS	25.300	25.300
SO ₂	78	78
Stof	1.380	1.380

Emissies naar bodem

Het verwerkingsproces is dusdanig ingericht en voorzien van bodembeschermende voorzieningen, dat geen emissies naar bodem plaatsvinden.

Emissies naar water

Per ton verwerkte batterijen ontstaat 1,5 m³ te lozen afvalwater. In tabel 6.6 zijn, in milligram per ton verwerkte batterijen, de hoeveelheden batterijgerelateerde componenten vermeld die na zuivering worden afgevoerd naar het oppervlaktewater. Voor het bepalen van deze ingrepen is gebruik gemaakt van de zuiveringsrendementen zoals weergegeven in tabel 4.2. Uitgaande van de verhogingen in tabel 2.2 zijn voor de wateremissies evenredige verhogingen aangehouden voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Tabel 6.6 Emissies naar water per ton verwerkte batterijen

Comp.	Rendement RWZI (%)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		stroom naar RWZI (mg/ton)	emissie naar water (mg/ton)	stroom naar RWZI (mg/ton)	emissie naar water (mg/ton)
Hg	91	2	0,18	2	0,18
Cd	72	12	3,36	30	8,4
CN	0	1,1	1,1	1,1	1,1
F	0	28.700	28.700	28.700	28.700

Naast de uiteindelijke lozing van verontreinigingen uit tabel 6.6, wordt voor de rest van de ingrepen die met het bewerken van dit water samenhangen (ruimtebeslag RWZI, chemicaliëngebruik RWZI, energiegebruik RWZI) gebruik gemaakt van de speciaal daarvoor ontwikkelde proceskaart in SimaPro (zie ook achtergronddocument A2).

De emissies bij de verwijdering van reststoffen

In tabel 6.7 is op basis van de gegevens verstrekt door Batrec de samenstelling van de slakken weergegeven. Aangezien het Batrec-proces uitsluitend gericht is op het verwerken van (kwikhoudende) afvalstoffen zoals batterijen, is de gevormde slak anders van samenstelling dan de bij staalbereiding gevormde slak bij Nedstaal (zie tabel 5.5). Vooral het ijzer- en het kalkgehalte zijn lager, terwijl juist meer mangaan in de slak voorkomt.

Tabel 6.7 Samenstelling slak (in % m/m)

Component	Samenstelling (gew.%)
SiO ₂	18,05
CaO	7,6
MgO	4,75
MnO ₂	51,3
Al ₂ O ₃	3,8
FeO	3,8
Overig	10,7

Door middel van een schudproef (van 48 uur bij L/S=10) zijn er uitloogproeven gedaan op de slak van Batrec AG. De gemeten uitloogwaarden zijn weergegeven in tabel 6.8. Hieruit blijkt dat de gevonden uitloogende componenten op basis van de balansen gegeven in de tabellen 6.1a en 6.1b niet in de slakken voorkomen. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat de zware metalen uit batterijen geen extra uitloging uit de slakken tot gevolg hebben. Evenzo kan gesteld worden dat de balansen te grof zijn voor een exacte beschrijving van de verdeling van de componenten over de diverse deelstromen. Aangenomen wordt echter dat de balans een redelijke beschrijving geeft en er dus in de normale situatie geen uitloging zal plaatsvinden uit de slakken dat toegerekend kan worden aan de batterijen. In een gevoeligheidsanalyse "toch uitloging" wordt aangenomen dat de uitloogresultaten uit tabel 6.8 toch volledig aan batterijen toegeschreven moeten worden, waarbij gerealiseerd wordt dat dit niet volledig aansluit bij de balans.

Op basis van deze uitloogwaarden is een vertaling gemaakt naar de uitloging onder de meest gebruikelijke praktijkcondities (gemiddelde uitloging). Hierbij wordt opgemerkt dat de uitloging gebaseerd is op een schudproef van 48 uur met een L/S-verhouding van 10 in plaats van een kolomproef met L/S=1, op de echte slak van Batrec, waarin door de hogere ingangconcentratie (ruim 1,6 kg/ton in plaats van 0,036 kg/ton) meer kwik aanwezig zal zijn dan in de standaard batterijmix. In het algemeen worden met schudproeven hogere gehalten gemeten dan met kolomproeven vanwege het intensievere contact tussen het water en het monster.

Bij de gemiddelde uitloging is uitgegaan van een storthoogte van 15 meter en een percolatie van 0,5 mm/jr. Het soortelijk gewicht van de slak bedraagt ca. 1,5 ton/m³.

Voor de omrekening van mg/m² naar mg/ton batterijen is het volgende gesteld:

- per m² wordt 15 meter x 1,5 ton/m³ slak verwerkt = 22,5 ton/m²
- uitloging per ton slak is [immissie (mg/m²) : 22.500] x 1000 kg
- 1 ton slak komt overeen met 11,1 ton batterijen (input)
- dus de uitloging per ton batterijen is immissie per ton slak gedeeld door 11,1.

Uit tabel 6.8 blijkt dat de resultaten van de schudproef voor alle componenten onder de a-waarden ligt (zie ook achtergronddocument A1) en dat er dus geen emissie naar de bodem zal optreden.

Tabel 6.8 Emissies naar de bodem t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

Component	Schudproef (mg/kg)	Immissie (mg/m ²)	Emissie naar de bodem t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging" (mg/ton)
Zn	0,4	0	0
Hg	0,005	0	0
Pb	0,3	0	0
Cu	0,2	0	0
Cd	0,01	0	0
Ni	0,2	0	0

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Zoals reeds aangegeven bij het onderdeel "Energieverbruik bij nuttige toepassing" zijn de geproduceerde secundaire grondstoffen (zink, zinkoxide, kwik en ferromangaan) gelijkwaardig aan de uitgespaarde primaire grondstoffen, zodat de milieu-ingrepen door nuttige toepassing niet in de LCA-berekeningen worden meegenomen.

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen. De emissies van de uitgespaarde winning en productie van primaire grondstoffen worden als negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van de vermeden emissies wordt berekend met de SimaPro-database.

6.8 Leemten in kennis

Het geproduceerde zinkoxide of "Zink-dross" wordt volgens opgave van Batrec verwerkt bij Hydrometal, een dochteronderneming van Jean Goldschmidt in Brussel. Van dit proces zijn te weinig gegevens bekend om de verwerking via deze route mee te nemen in deze MER. Vanwege het hoge zinkgehalte is hier uitgegaan van verwerking in de zinkindustrie als vervanging van zinkconcentraat uit erts.

Onduidelijk is of de verkregen secundaire producten volledig vergelijkbaar zijn met de in de vermeden processen ingezette primaire materialen.

7. ALTERNATIEF PYROMETALLURGISCHE VERWERKING

7.1 Inleiding

Met ingang van het vierde kwartaal van 1998 worden (kwikhoudende) alkalinebatterijen uit Nederland verwerkt door de firma Valdi in Feurs, Frankrijk. Valdi is een gezamenlijke dochteronderneming van TREDI (Traitement de Déchets Industriels) en AFE METAL. De installatie in Feurs is sinds 4 april 1997 operationeel. In 1998 en 1999 zijn in Feurs 50 respectievelijk 980 ton alkalinebatterijen uit Nederland verwerkt bij een totale doorzet van respectievelijk 800 en 1.500 ton batterijen.

In de installatie te Feurs, met een totale oppervlakte van 4.500 m², verwerkt Valdi alleen zinkbruinsteen-, zink-lucht- en alkaline batterijen (TU Delft, 2000). De batterijen zijn afkomstig uit Frankrijk, Duitsland en Nederland. De maximale doorzet van de hele installatie is 6.000 ton per jaar gedurende 6.000 uren per jaar, dit is maximaal 1 ton/uur⁷. De totaal vergunde capaciteit voor de verwerkingsinstallatie bedraagt 10.000 ton per jaar. Afhankelijk van het aangeboden tonnage bedraagt het verwerkingstarief van Valdi ongeveer 1.225 euro per ton. Valdi stelt dat 90% van de aangeboden batterijen kan worden gerecycled. De aangeboden batterijen mogen niet meer dan 500 mg kwik per ton bevatten.

Het betreft een verwerkingsproces waarbij zinkoxide, cadmium, lood en kwik (in ovenstof) en (blokken) mangaanoxide uit alkaline en zinkbruinsteenbatterijen worden teruggewonnen. Bij Valdi worden batterijen op een vergelijkbare manier verwerkt als bij Nedstaal. Het verschil zit in de voeding en het product. Nedstaal voegt maximaal 1% batterijen toe aan 99% schroot, terwijl het proces van Valdi 100% wordt gevoed met (zinkbruinsteen en alkaline) batterijen. Waar Nedstaal een eindproduct produceert met een relatief laag gehalte aan mangaan, produceert Valdi een halffabrikaat, ferromangaan, met tussen de 30 en 45 % mangaan (Valdi, 2000a). De in dit hoofdstuk opgenomen gegevens zijn gebaseerd op schriftelijke en mondelinge informatie van de firma Valdi.

7.2 Procesbeschrijving

A. Transport

De batterijen worden in big-bags of afsluitbare containers per vrachtwagen vervoerd naar de verwerkingsinrichting in Feurs.

B. Voorsortering batterijen

De voorsortering bestaat uit het uitsorteren van batterijen groter dan 50 mm. De alkaline- en zinkbruinsteenbatterijen worden vervolgens samen, continu en automatisch d.m.v. een vul/molentrichter in de oven gebracht.

C. Smelten

De batterijen worden bij 1600°C in een electro-smeltoven gesmolten, onder toevoeging van zuurstof (lucht). De oven is geplaatst in een behuizing waarin permanent een onderdruk heerst, met als doel om de procesgassen continu af te voeren naar het gasbehandelingssysteem. Aan het begin van het smeltproces worden, naast een kleine hoeveelheid schroot (5%), ter neutralisatie van de gassen kalk (CaO) en ter reductie van MnO₂ reductiemiddelen (koolstof en FeSi) toegevoegd. Tijdens het smeltproces worden mangaan en ijzer teruggewonnen en in ferromangaanstaven gegoten terwijl de verschillende organische componenten waaronder papier, plastics en teer in het smeltproces geheel worden verbrand. Daarnaast vindt slakvorming plaats en verdampt het zink en wordt het geoxideerd tot zinkoxide en met de gasstroom afgevoerd naar de (gas)filters.

⁷ In werkelijkheid ligt de verwerkingscapaciteit op ongeveer 0,675 ton per uur (zie ook paragraaf 7.7).

D. Reinigen gassen

Tijdens de procesgang naar het filter worden de gassen snel afgekoeld van 1100°C naar minder dan 200°C door middel van toevoeging van koude lucht, ter voorkoming van het ontstaan van dioxines en furanen. Verder wordt actief kool toegevoegd voor het opvangen van piekconcentraties van (zware) metalen, zwavel of chloor en vormt kwik met zink een 'stabiele' amalgaamverbinding. Het chloor en de zwavel worden geneutraliseerd door de in de gassen aanwezige hoeveelheden CaO en basen.

In het filter wordt het ovenstof afgescheiden. Hierin bevindt zich zinkoxide, sporen kwik (amalgaam), actief kool en kalk (bindt zwavel en chloride). Na verwerking vormt zich zinksulfaat dat in de zinkindustrie als basismetaleel weer wordt toegepast.

E. Transport

De eindproducten van het batterijverwerkingsproces van Valdi (ferromangaan, ovenstof, slak) worden getransporteerd naar verschillende bedrijven, die de producten nuttig toepassen.

F. Nuttige toepassing

Alle (rest)producten worden nuttig toegepast. De ferromangaanstaven worden door de metallurgische industrie in Frankrijk verwerkt in nieuwe producten. Het ovenstof met zinkoxide wordt verkocht aan de hydrometallurgische zinkindustrie (Jean Goldschmidt International, België) waar het wordt ontdaan van kwik en verwerkt tot zinksulfaat. Het kwik wordt verwerkt in de loodindustrie en de slak wordt nuttig toegepast als grondstof in de steenwolindustrie in Frankrijk .

7.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De in de volgende paragrafen opgenomen gegevens zijn gebaseerd op de massabalans in tabel 7.1a en 7.1b. Deze massabalans is gebaseerd op de van Valdi ontvangen massabalans (Valdi, 2000a, 2000b). Daaruit blijkt dat de bestemming van de verschillende batterijcomponenten en bedrijfsmiddelen globaal als volgt is:

- zink komt nagenoeg volledig in het zinkoxide terecht
- mangaan komt voor het grootste gedeelte (80%) in het ferromangaan terecht, 15% belandt in de slak en de rest komt in het ovenstof terecht
- ijzer komt bijna volledig (90%) in het ferromangaan terecht, de rest gaat naar de slak en het ovenstof
- kwik wordt nagenoeg volledig afgevangen in het ovenstof en na verwerking elders, nuttig toegepast; kleine hoeveelheden kwik belanden echter ook in de slak en de emissies naar lucht
- lood komt nagenoeg volledig in het ovenstof terecht, maar sporen verdwijnen ook in de slak en de emissies naar de lucht
- koper belandt voor het overgrote deel in het ferromangaan (ruim 80%) en in het ovenstof (circa 15%); een klein deel gaat naar de slak en naar de emissies naar lucht
- cadmium komt vooral terecht in het zinkoxide en wordt op dezelfde manier als kwik behandeld; een klein deel belandt in de slak en de emissies naar de lucht
- nikkel komt bijna volledig terecht in de slak, maar wordt voor een klein deel ook naar de lucht geëmitteerd
- koolstof wordt deels verbrand en als CO en CO₂ geëmitteerd naar de lucht en komt deels terecht in het ferromangaan, de slak en het zinkoxide
- kaliumhydroxide komt deels in het ovenstof en deels in de slak terecht
- H₂O komt via de afgassen volledig in de atmosfeer terecht
- de toegevoegde kalk komt voor het grootste deel in de slak terecht, maar een deel belandt ook in het ovenstof

- het toegevoegde schroot en FeSi komen voor het grootste deel in het ferromangaan terecht, maar deels (Si) ook in de slak.

Tabel 7.1a Massabalans batterijcomponenten voor het Valdi-proces

Comp.	Samenstelling batterijen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)			
		Ovenstof	Ferromangaan	Slak	Lucht
Zn	180,0	179,44	0	0,54	0,02
Mn	220,0	11	176	33	0
Fe	225,0	6,75	202,5	15,75	0
Hg	0,036	0,036	0	0	$2 \cdot 10^{-4}$
Pb	0,5	0,42	0,08	0	$1 \cdot 10^{-5}$
Cu	10,0	1,5	8,2	0,3	0
Cd	0,3	0,3	0	0	$5 \cdot 10^{-6}$
Ni	1,0	0	1	0	0
C	100,0	12	3	30	55
K(OH)	69,0	65,55	0	0	3,45
NH ₄ Cl	69,0	34,5	0	34,5	0
H ₂ O	125,164	0,88	0	0	124,284
Totaal	1000	312,38	390,78	114,09	182,75

Tabel 7.1b Massabalans batterijcomponenten voor het Valdi--proces voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"

Comp.	Samenstelling batterijen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)			
		Ovenstof	Ferromangaan	Slak	Lucht
Zn	185,0	184,42	0	0,56	0,02
Mn	230,0	11,5	184	34,5	0
Fe	209,55	6,29	188,60	14,67	0
Hg	0,036	0,036	0	0	$2 \cdot 10^{-4}$
Pb	0,5	0,42	0,08	0	$1 \cdot 10^{-5}$
Cu	10,0	1,5	8,2	0,3	0
Cd	0,75	0,75	0	0	$1,25 \cdot 10^{-5}$
Ni	1,0	0	1	0	0
C	100,0	12	3	30	55
K(OH)	69,0	65,55	0	0	3,45
NH ₄ Cl	69,0	34,5	0	34,5	0
H ₂ O	125,164	0,88	0	0	124,284
Totaal	1000	317,85	384,88	114,52	182,75

De in de tabellen 7.1a en 7.1b aangegeven metalen in ovenstof zijn aanwezig als oxiden. Doordat het hier gaat om oxiden⁸ en niet om de metallische verbindingen is de hoeveelheid elektro-ovenstof in totaal meer dan aangegeven in beide tabellen. Met deze correctie is de totale hoeveelheid zinkoxide in de normale situatie 356,5 kg per ton batterijen. In de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het om 363,3 kg ovenstof.

Naast batterijen worden in het proces ook allerlei bedrijfsmiddelen toegevoegd voor een goede procesvoering en het verkrijgen van afzetbare producten. In tabel 7.1c zijn deze middelen opgesomd inclusief hun verdeling over de producten. De hier aangegeven hoeveelheden zijn afgeleid in

⁸ Concreet gaat het om de volgende oxiden: ZnO, Hg₂O, PbO, Cu₂O en CdO. De in de tabellen 7.1a en 7.1b aangegeven hoeveelheden Mn betreft in de batterijen al het oxide (MnO), zie ook hoofdstuk 2.

paragraaf 7.6 en zijn bepaald op basis van het totale verbruik per jaar en de totale hoeveelheid verwerkte batterijen. Daardoor gelden de getallen in tabel 7.1c zowel voor de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Tabel 7.1c Massabalans voor de 'bedrijfsmiddelen'

Component	Hoeveelheden bedrijfsmiddelen (kg/ton batterijen)	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)			
		Ovenstof	Ferromangaan	Slak	Lucht
Schroot	50	0	46,25	3,75	0
Kalk	5	1	0	4	0
FeSi	40	0	20	20	0
Koolstof	40	0	1	6	33
Actief Kool	30	30	0	0	0
Totaal	165	31	67,25	33,75	33

Gelet op bovenstaande bestemming van de verschillende componenten en de samenstelling van de batterijen kan een overzicht worden gegeven van de producten en reststoffen per ton verwerkte batterijen. Dit is voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" weergegeven in tabel 7.2. Van de hier aangegeven producten worden ferromangaan, zink, zinkoxide en kwik nuttig toegepast en worden de slakken gestort.

Tabel 7.2 Hoeveelheden secundaire producten en reststoffen per ton verwerkte batterijen

	Secundaire producten en reststoffen (kg/ton batterijen)		
	Ovenstof	Ferromangaan	Slakken
Normaal	387,50	458,03	147,84
Andere samenstelling	394,30	452,13	148,27

Ferromangaan en slak worden direct nuttig toegepast. Het ovenstof met zinkoxide wordt naar Goldschmidt International in België getransporteerd. Daar wordt het stof door middel van een hydrometallurgisch proces verder verwerkt tot zinksulfaat, waarna het wordt ingezet in de zinkindustrie. Na deze zinkextractie gaat het restant (lood, kwik en cadmium met een klein beetje zink) naar een pyrometallurgische verwerkingsinstallatie waar lood, kwik en cadmium worden afgescheiden.

Ruimtebeslag

De totale oppervlakte van de installatie van Valdi te Feurs bedraagt 4.500 m². De maximale capaciteit van de hele installatie is 6.000 ton per jaar (waarvan in 1999 1.500 ton batterijen). Het ruimtebeslag van de installatie komt daarmee op 0,75 m²*jaar.

7.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van batterijen en van producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen van het batterijenverwerkingsproces. De transportafstanden (in km's en tkm's) zijn voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" weergegeven in tabel 7.3.

Aangezien de realisatie van een dergelijke installatie in Nederland niet realistisch wordt geacht – mede gelet op het aanbod batterijen in Nederland (ca. 3.000 ton per jaar), de batterijverwerking bij Nedstaal en de capaciteit bij Valdi zelf - wordt bij het transport van de batterijen en de (rest)producten uitgegaan van de reële transportafstanden (heen & terug), zoals opgegeven door Valdi. Het transport van het naar Valdi is gelijk aan 1800 km (Valdi, 2000b, 2001).

De slak wordt in de steenwolindustrie verwerkt. De dichtstbijzijnde steenwolfabriek bevindt zich in St. Eloy Les Mines op 150 km afstand van Feurs. Het ovenstof gaat naar Ehein in België op circa 725 km van Feurs en het ferromangaan gaat naar de staalindustrie in Autun op circa 200 km.

Met betrekking tot de bedrijfsmiddelen wordt uitgegaan van meerdere leveranciers op korte afstand. Bij gebrek aan concrete informatie wordt hier dezelfde afstand aangenomen als in hoofdstuk 6: 100 km (trein).

Voor het vermeden zinkconcentraat, hetgeen grotendeels komt uit Canada, Australië en Zuid-Amerika, voorziet de proceskaart in SimaPro reeds in aanvoer over water naar Nederland. Verwerking in België zal ongeveer dezelfde transportafstand opleveren. Analooq aan hoofdstuk 5 en 6 wordt hier uitgegaan van zinkconcentraat met een Zn-gehalte van 55%.

Bij vermeden transport zijn het mangaan- en ijzererts naar rato van aanwezigheid in het ferromangaan verdeeld. Mangaanconcentraat wordt vooral in Australië, Georgië, Kazachstan en de Oekraïne gewonnen, terwijl ijzererts in een groot aantal landen gewonnen wordt. De grootste producenten zijn China, Brazilië, Australië en Rusland. Voor het vermeden ijzererts voorziet de proceskaart in SimaPro echter in aanvoer over water naar Nederland. Aangenomen wordt dat de afstand over water naar Nederland vergelijkbaar is met die naar Frankrijk.

Met het gebruik van slak wordt het winnen van vulkanisch rotsgesteente voor de productie van steenwol vermeden. Er zijn geen gegevens bekend van winning van vulkanisch gesteente in Frankrijk. Rockwool Nederland betreft basalt uit Noorwegen, zodat in deze MER de transportafstand van Noorwegen naar Bordeaux over water wordt aangehouden en daarna per trein naar St. Eloy Les Mines. Voor het transport over water wordt uitgegaan van de proceskaart in SimaPro. Het aantal treinkilometers bedraagt 770.

Tabel 7.3 Transportafstanden

Materiaal	Afstand (km)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)	Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)
Batterijen	1800	1000	1800	1000	1800
Ferromangaan	400	458,03	183,2	452,13	180,9
Ovenstof	1450	387,5	561,9	394,3	571,2
Slak	300	147,84	44,4	148,27	44,5
Schroot	100 (rail)	50	5	50	5
Kalk (CaO)	100 (rail)	5	0,5	5	0,5
FeSi	100 (rail)	40	4	40	4
Koolstof	100 (rail)	40	4	40	4
Actief kool	100 (rail)	30	3	30	3
Verm. Zn.conc.	500 (rail)	326,3	163,2	335,3	167,7
Verm. gesteente	770 (rail)	147,84	113,8	148,27	114,2

Op het moment dat de transportafstanden minstens 20% van de milieuscores bepalen wordt in de gevoeligheidsanalyse gerekend met +/- 50%. Aangenomen wordt dat de transportafstand van de batterijen en het ovenstof nauwkeurig bekend zijn. In een mogelijke gevoeligheidsanalyse worden deze afstanden niet verder gevarieerd.

7.5 Verbruik energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik van het batterijenverwerkingsproces
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- vermeden energieverbruik door productie van secundaire grondstoffen.

Energieverbruik batterijenverwerking

Het energieverbruik van het verwerkingsproces betreft alleen het gebruik van elektriciteit en bedraagt ongeveer 3.600 MJ per ton batterijen. Gezien de onzekerheid hierin wordt in de gevoeligheidsanalyses “meer energieverbruik” en “minder energieverbruik” ook rekening gehouden met respectievelijk 4.500 MJ en 2.700 MJ.

Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Ten aanzien van de secundaire grondstoffen uit het Valdi--proces (ferromangaan, slak) wordt aangenomen dat zij gelijkwaardig zijn aan de uitgespaarde primaire grondstoffen en dat zij zonder aanvullende handelingen direct nuttig kunnen worden toegepast, zodat de milieu-ingrepen van nuttige toepassing buiten beschouwing kunnen blijven. In hoeverre dit volledig en voor alle secundaire grondstoffen opgaat is onduidelijk en een leemte in kennis.

Ferromangaanoxide

De ferromangaanstaven worden verkocht aan de staalindustrie, vervangen de primaire grondstoffen ijzer en mangaan en worden direct verwerkt in nieuwe (staal)producten.

Slak

De slak wordt als minerale grondstof direct toegepast in de steenwolindustrie in Frankrijk en vervangt daarbij de primaire grondstof vulkanisch gesteente (basalt).

Elektro-ovenstof

Uit het ovenstof wordt bij een extern verwerkingsbedrijf zinksulfaat teruggewonnen, dat zinkconcentraat uit zinkerts vervangt en nuttig wordt toegepast in de zinkindustrie. Onduidelijk is welke ingrepen verbonden zijn aan deze stap (leemte in kennis).

Er is hierbij sprake van vervanging van een zink-concentraat dat normaal op de locatie van winning van zink-erts wordt geproduceerd en als grondstof wordt ingezet in de zinkproductie. Daar de zinkgehalten in dit zinkconcentraat en in het ovenstof in dezelfde orde van grootte liggen (rond de 50%) wordt er vanuit gegaan dat inzet zonder verdere specifieke bewerkingen mogelijk is. Aangenomen wordt in deze MER, dat het ovenstof rechtstreeks in de zinkindustrie als secundaire grondstof ingezet wordt en daarmee de inzet van primaire grondstoffen (zinkconcentraat) vervangt.

Vermeden energieverbruik

Er is sprake van vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het energieverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van het vermeden energieverbruik wordt berekend met de SimaPro-database.

7.6 Verbruik bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van het batterijenverwerkingsproces
- het verbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- het vermeden verbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Bedrijfsmiddelenverbruik batterijenverwerking

Volgens (Valdi, 2000a) worden per ton verwerkte batterijen de volgende hoeveelheden bedrijfsmiddelen verbruikt:

- 100 liter leidingwater
- 50 kg schroot, waarvan aangenomen wordt dat het gaat om 'afval'; de winning van schroot wordt derhalve niet in rekening gebracht
- 5 kg kalk (CaO)
- 80 kg reductiemiddelen, waarvan 40 kg FeSi en 40 kg koolstof
- 30 kg actiefkool (in het gasreinigingsproces).

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

In paragraaf 7.5 is reeds aangegeven dat het energieverbruik bij het nuttig toepassen van de secundaire grondstoffen vergelijkbaar is met de primaire grondstoffen. Voor het bedrijfsmiddelenverbruik wordt hetzelfde aangenomen.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend en bepaald met behulp van de SimaPro-database.

7.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies van het batterijenverwerkingsproces
- de emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen
- de vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen.

Emissies batterijenverwerking

Emissies naar lucht

Per uur worden 77.000 Nm³ afgassen geëmitteerd en 0,675 ton batterijen verwerkt. Op basis van deze gegevens en de door Valdi opgegeven samenstelling, vracht (in mg/Nm³) van de afgassen (Valdi, 2000a) en de balansen gegeven in tabel 7.1a en 7.1b zijn de emissies naar lucht bepaald. De aldus berekende hoeveelheden die via het stoffilter naar de lucht worden geëmitteerd, zijn weergegeven in tabel 7.4 (voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse “andere samenstelling”).

Tabel 7.4 Emissies naar lucht per ton verwerkte batterijen

	Emissies naar lucht (mg/ton batterijen)	
	Normale situatie	Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
Zn	20.000	20.000
Hg	200	200
Pb	10	10
Cd	5	12,5
CO	$2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$
CO ₂	$200 \cdot 10^6$	$200 \cdot 10^6$
Stof	77.000	77.000

Emissies naar bodem

Het verwerkingsproces bij Valdi is dusdanig ingericht en voorzien van bodembeschermende voorzieningen, dat geen emissies naar bodem plaatsvinden.

Emissies naar water

Uit paragraaf 7.6 blijkt dat er per ton inputmateriaal 100 liter (leiding)water per ton batterijen wordt toegevoegd. De batterijen zelf bevatten ruim 125 liter water (zie ook tabel 2.2). Aangezien Valdi over een nagenoeg volledig gesloten watercircuit beschikt en water alleen verdampt en naar de atmosfeer wordt geëmitteerd, wordt er geen (proces)afvalwater geloosd op oppervlaktewater.

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Zoals reeds aangegeven bij het onderdeel "Energieverbruik bij nuttige toepassing" zijn de geproduceerde secundaire grondstoffen gelijkwaardig aan de uitgespaarde primaire grondstoffen, zodat de milieu-ingrepen door nuttige toepassing niet in de LCA-berekeningen worden meegenomen.

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen. De emissies van de uitgespaarde winning en productie van primaire grondstoffen worden als negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van de vermeden emissies wordt berekend met de SimaPro-database.

7.8 Leemten in kennis

Het geproduceerde elektro-ovenstof wordt volgens opgave van Valdi verwerkt bij Jean Goldschmidt Int. in Brussel. Van dit proces zijn te weinig gegevens bekend om de verwerking via deze route mee te nemen in deze MER. Vanwege het hoge zinkgehalte is hier uitgegaan van verwerking in de zinkindustrie als vervanging van zinkconcentraat uit erts.

Onduidelijk is of de geproduceerde secundaire grondstoffen volledig en allemaal nuttig worden toegepast en of ze daarmee zonder aanvullende ingrepen (als energieverbruik, bedrijfsmiddelengebruik of emissies) primaire grondstoffen vervangen.

8. ALTERNATIEF HYDROMETALLURGISCHE VERWERKING

8.1 Inleiding

Na drie jaar testdraaien in een proefinstallatie is Zimaval (Zinc Manganese Valorisation) Technologies in november 1999 een recyclingfabriek voor batterijen gestart in Falaise, in de buurt van Caen (Frankrijk). Het betreft een methode, waarbij 98% van de batterijen kan worden gerecycled. Het betreft geen pyrometallurgisch, maar een hydrometallurgisch verwerkingsproces.

De operationele jaarcapaciteit van deze fabriek bedraagt 2.400 ton. Daarvan bestaat 2.000 ton (83%) uit alkaline en zinkbruinsteen batterijen. De verwerkingsinstallatie is 3.000 uur per jaar operationeel.

Om de haalbaarheid en rentabiliteit te bewijzen, werd met Europese steun (Eureka-project) tussen 1996 en 1998 de techniek getest in een proefinstallatie op ongeveer 1/10^{de} van de huidige schaal. De techniek is thans operationeel, ISO-gecertificeerd (ISO 9001 en ISO 14001) en kan als bedrijfszeker worden aangeduid.

Het verwerkingstarief voor zinkbruinsteen- en alkalinebatterijen ligt, afhankelijk van het aanbod, tussen 860 euro en 1110 euro. Zimaval krijgt evenals de andere batterijverwerkers in Frankrijk (SNAM en Valdi) 8 Franse francs per kg aangeleverde batterijen en zegt winst te kunnen maken, omdat de herwonnen grondstoffen zeer zuiver zijn en soms zelfs betere eigenschappen zouden bezitten dan nieuwe ertsen. Zo kan het zinkpoeder worden hergebruikt in de antiroestbehandeling van auto's.

De in dit hoofdstuk opgenomen informatie is afkomstig uit (Zimaval, 2000a, 2000b, 2001).

8.2 Procesbeschrijving

A. Transport

De batterijen worden in vaten per vrachtauto aangevoerd (30 ton per vracht) en gewogen en geregistreerd bij binnenkomst.

B. Voorsorteren

Zink-lucht batterijen worden al door de leverancier gescheiden van de overige batterijen. Bij Zimaval vindt scheiding plaats tussen alkaline- en zinkbruinsteenbatterijen in 4 stappen:

- op grootte door middel van zeven
- op vorm door middel van optische herkenning
- op gewicht
- door middel van elektromagnetische technieken (Foucaultstromen).

Deze manier van sortering levert 25 verschillende fracties op, waarbij 99% van de NiCd, NiMH, Li-ion en loodaccu's worden afgescheiden en de alkalinebatterijen bijna volledig worden gescheiden van de zinkbruinsteenbatterijen. Dit laatste is noodzakelijk omdat de alkalinebatterijen separaat van de zinkbruinsteenbatterijen worden verwerkt bij verschillende procesomstandigheden (in dezelfde installatie).

C. Mechanische behandeling

De mechanische behandeling bestaat uit de volgende deelstappen:

- Shredderen: de batterijen worden eerst geshredderd tot 8 mm, waarbij water (bij ZnC) en caustic soda (bij Alkaline) worden toegevoegd
- Ziften en Wassen: daarna worden de 1 mm stukjes uit het shredderafval gezift en gewassen met water of natronloogoplossing en worden verpakkingsmateriaal (papier en plastics) en ijzerdeeltjes uitgespoeld met water
- Elektromagnetische scheiding: de ijzerhoudende componenten worden magnetisch afgescheiden en (uiteindelijk) verwerkt in de ijzer- en staalindustrie. Het verpakkingsmateriaal wordt als secundaire brandstof gepyrolyseerd, waarbij non-ferro metalen (zink naar zinkindustrie, koper/messing, naar kopergieterijen) vrijkomen.

D. Basische behandeling

De fijne fracties (zinkoxides, mangaanoxides en koolstof) worden behandeld met natronloog (caustic soda 7 mol/l) bij 60°C onder atmosferische druk. Kwikamalgaam komt vrij in metallische vorm tijdens het oplossen van zink, hoopt zich op in het onderste deel van de reactor en wordt periodiek afgetapt en afgevoerd naar een kwikverwerkende industrie (farmaceutische industrie). Na filtratie wordt de met zink verrijkte loogoplossing aan de lucht gekoeld en wordt door middel van elektrolyse zinkpoeder gevormd. De filterkoek wordt behandeld in het zure proces (E). Het zinkpoeder wordt afgezet in de auto-industrie voor anticorrosiebehandelingen. De loogoplossing wordt hergebruikt in het alkalineproces.

E. Zure behandeling

De filterkoek met mangaanoxides en koolstof wordt gewassen en behandeld met zwavelzuur (2 mol/l) in aanwezigheid van waterstofperoxide (pH = 0,5 – 1, reducerend milieu) bij kamertemperatuur en atmosferische druk. Het gebruikte zwavelzuur wordt nuttig toegepast bij de recycling van loodaccu's, de resulterende slurry wordt gefiltreerd waarbij de filterkoek, voornamelijk bestaande uit koolstof, wordt opgeslagen en na droging kan worden toegepast in de kunststofindustrie als kleurstof bij de productie van laagwaardige producten zoals klerhangers.

De mangaanoplossing wordt ontdaan van zink en andere zware metalen door toevoeging van Natriumsulfide bij kamertemperatuur en atmosferische druk in een gesloten reactor. Het gevormde zinksulfide zal op termijn in de zinkindustrie (Metaleurop) gebruikt worden. Momenteel wordt het zinksulfide nog opgeslagen om later te verkopen. De mangaansulfaatoplossing wordt daarna gezuiverd van ijzer bij een pH van 4 – 5 door oxydatie en neerslag van ijzerhydroxide, wat wordt afgefiltreerd en gestort.

Tenslotte wordt koolzuurgas bij kamertemperatuur ingeblazen, waardoor mangaancarbonaat gevormd wordt, dat bij pH 6,5 – 7 als produkt neerslaat en wordt toegepast in de mangaanindustrie bij de productie van mangaandioxide.

F. Afvalwaterbehandeling

De oplossingen afkomstig van de diverse basische was- en spoelprocessen (pH = 10/11) worden samengevoegd met de oplossingen afkomstig van het zure proces (na het neerslaan van het carbonaat is de pH = 7). De zo ontstane oplossing wordt door het inbrengen van koolzuur op een pH van 8,5 gebracht. De hierbij ontstane carbonaten en hydroxiden (voornamelijk van zink, maar ook van de andere zware metalen) worden weer in het basische proces teruggevoerd. Het effluent wordt opgevangen in een retentievijver en na analyse geloosd op het oppervlaktewater.

Bij de verschillende processtappen worden grote hoeveelheden water verbruikt. Op jaarbasis wordt ca. 20.000 m³ (drink)water gebruikt bij de verwerking van 2.000 ton (zinkbruinsteen en alkaline) batterijen. Dat komt neer op een verbruik van 10 m³ per ton batterijen. Dit water wordt via een retentievijver geloosd op het gemeentelijk riool. Er wordt continu gemonitord op zink en kwik.

8.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De in de volgende paragrafen opgenomen gegevens zijn gebaseerd op de massabalans in tabel 8.1a en 8.1b. Deze massabalans is gebaseerd op de van Zimaval ontvangen massabalans (Zimaval, 2000b).

Tabel 8.1a Massabalans batterijcomponenten voor het Zimaval-proces

Comp.	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)									
	Staal	Non-ferro	IJzer-hydroxi-de	Zink-deeltjes	Zink-poeder	Zink-sulfide	Man-gaancar-bonaat	Koolstof-residu	Kwik-amalgaan	Water
Zn	0	0	0,06	44,81	100,60	34,42	0	0,1	0	0,0065
Mn	0	0	0,02	0	0	2,26	217,58	0,14	0	0,004
Fe	217,59	0	3,29	0	0	0	0	4,10	0	0,020
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0,036	0
Pb	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Cu	0	9,97	0	0	0	0	0	0,03	0	0,0001
Cd	0	0	0,24	0	0	0	0	0,06	0	0
Ni	0,92	0	0,01	0	0	0	0	0,07	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
K(OH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
NH ₄ Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
H ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,164
Totaal	218,51	9,97	3,62	44,81	100,60	36,68	217,58	105,00	0,036	263,19

Tabel 8.1b Massabalans batterijcomponenten voor het Zimaval-proces voor de gevoeligheids-analyse "andere samenstelling"

Comp.	Bestemming componenten (kg/ton batterijen)									
	Staal	Non-ferro	IJzer-hydroxi-de	Zink-deeltjes	Zink-poeder	Zink-sulfide	Man-gaancar-bonaat	Koolstof-residu	Kwik-amalgaan	Water
Zn	0	0	0,06	46,05	103,40	35,38	0	0,10	0	0,0067
Mn	0	0	0,02	0	0	2,36	227,47	0,15	0	0,0042
Fe	202,65	0	3,06	0	0	0	0	3,82	0	0,019
Hg	0	0	0	0	0	0	0	0	0,036	0
Pb	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Cu	0	9,97	0	0	0	0	0	0,03	0	0,0001
Cd	0	0	0,6	0	0	0	0	0,15	0	0
Ni	0,92	0	0,01	0	0	0	0	0,07	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
K(OH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
NH ₄ Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
H ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,164
Totaal	203,57	9,97	3,75	46,05	103,40	37,74	227,47	104,82	0,036	263,19

De in de tabellen 8.1a en 8.1b aangegeven metalen zijn in werkelijkheid aanwezig als zouten. Aangenomen is dat de metalen in "ijzerhydroxide" aanwezig zijn als hydroxiden⁹. Daarmee komt de totale hoeveelheid ijzerhydroxide op 6,73 kg. In de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het om 6,77 kg ijzerhydroxide. Evenzo wordt de hoeveelheid "zinksulfide" voor de normale situatie en de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" respectievelijk 54,03 en 55,58 kg per ton batterijen en de hoeveelheid mangaancarbonaat 352,11 en 368,11 kg per ton batterijen.

Ruimtebeslag

De totale oppervlakte van de inrichting bedraagt 2.300 m² (dit is inclusief de retentievijver). De totale doorzet van de hele installatie is 2.400 ton per jaar (waarvan 2.000 ton (83%) alkaline- en zinkbruinsteenbatterijen). Het ruimtebeslag per ton verwerkte batterijen komt daarmee op 0,96 m²*jr.

Daarnaast wordt een hoeveelheid ijzerhydroxide gestort. In het kader van deze LCA wordt uitgegaan van een storthoogte van 15 m. Per m² stortoppervlak kan dus 15 m³ afval gestort worden. De dichtheid van het gestorte afval bedraagt ongeveer 1 ton/m³. Dus per ton materiaal is 0,067 m² stortruimte nodig. Per ton batterijen wordt 6,73 kg ijzerhydroxide geproduceerd. Dat geeft een ruimtebeslag van 0,045 m² * jr (voor een periode van 100 jaar). Voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het (afgerond) om hetzelfde ruimtebeslag.

8.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van batterijen en van producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen van het batterijenverwerkingsproces. De transportafstanden (in km's en tkm's) zijn voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" weergegeven in tabel 8.2.

Aangezien de realisatie van een dergelijke installatie in Nederland niet realistisch wordt geacht – mede gelet op het aanbod batterijen in Nederland (ca. 3.000 ton per jaar), de batterijverwerking bij Nedstaal en de capaciteit bij Zimaval zelf - wordt bij het transport van de batterijen en de (rest)producten uitgegaan van de reële transportafstanden (heen & terug), zoals opgegeven door Zimaval. Het transport van en naar Zimaval is gelijk aan 1.600 km.

Zimaval betreft alle bedrijfsmiddelen, behalve water, uit Le Havre op circa 100 km van Falaise. Voor de transportafstand (heen en terug) wordt daarom 200 km aangehouden.

Het mangaancarbonaat wordt afgezet naar de mangaanindustrie in Parijs (transportafstand 500 km).

Het staal gaat naar de ijzerindustrie, die op meerdere plaatsen in Frankrijk en België aanwezig is. Hiervoor wordt een transportafstand van 500 km aangenomen.

De non-ferromaterialen (koper) gaan naar de kopersmelterij waarvan er meerdere op redelijk korte afstand te vinden zijn (Inoforges bij Parijs en bij Brussel bijvoorbeeld). Hiervoor wordt een transportafstand van 500 km aangehouden.

Het zinksulfide en de zinkdeeltjes worden bij Metaleurop in Noyelles-Godault afgezet. De transportafstand is 880 km. Het zinkpoeder gaat naar de producenten van anticorrosieverf. Hiervan zijn er circa 35 in Frankrijk. Als transportafstand wordt daarom 300 km aangehouden.

⁹ Concreet gaat het om de volgende oxiden: Zn(OH)₂, Mn(OH)₂, Fe(OH)₃, Cd(OH)₂ en Ni(OH). De in de tabellen 8.1a en 8.1b aangegeven hoeveelheden Mn betreft het oxide (MnO), zie ook hoofdstuk 2.

De koolstofresiduen worden verkocht aan de kunststofverwerkende industrie in Le Havre, waarvoor een transportafstand van 200 km wordt aangehouden. Het kwik wordt geleverd aan de farmaceutische industrie. Hiervoor wordt een transportafstand van 500 km aangehouden.

Het ijzerhydroxide wordt gestort op de dichtstbijzijnde klasse 1 stortplaats. Hiervoor wordt een transportafstand van 50 km aangehouden.

Voor het vermeden zinkconcentraat (t.b.v. , hetgeen grotendeels komt uit Canada, Australië en Zuid-Amerika, voorziet de proceskaart in SimaPro reeds in aanvoer over water naar Nederland. Verwerking in België zal ongeveer dezelfde transportafstand opleveren. Er is dan ook alleen rekening gehouden met transport van de haven naar de plaats van gebruik (aannee 100 km per trein). Analooq aan hoofdstuk 5 en 6 wordt hier uitgegaan van zinkconcentraat met een Zn-gehalte van 55%.

Mangaanconcentraat wordt vooral in Australië, Georgië, Kazachstan en de Oekraïne gewonnen, terwijl ijzererts in een groot aantal landen gewonnen wordt. De grootste producenten zijn China, Brazilië, Australië en Rusland. Voor het vermeden ijzererts voorziet de proceskaart in SimaPro echter in aanvoer over water naar Nederland. Aangenomen wordt dat de afstand over water naar Nederland vergelijkbaar is met die naar Frankrijk.

Tabel 8.2 Transportafstanden

Materiaal	Afstand (km)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)	Hoeveelheid (kg/ton batterijen)	Afstand (tkm)
Batterijen	1600	1000	1600	1000	1600
Mangaancarbon.	500	352,1	176,1	368,1	184,1
Zinkpoeder	300	100,6	30,2	103,4	31,0
Zinkdeeltjes	880	44,8	39,4	46,1	40,6
Zinksulfide	880	54,0	47,5	55,6	48,9
Staal	500	218,5	109,3	203,6	101,8
Kwik-amalgaan	500	0,036	0,02	0,036	0,02
Koolstof-residu	200	105,0	21,0	104,8	21,0
Ijzerhydroxide	50	6,7	0,3	6,8	0,3
Non-ferro	500	10,0	5	10,0	5
Bedrijfsmiddelen	200	3.054	610,8	3.054	610,8
Verm. Zn-conc.	100 (rail)	62,6	6,3	64,3	6,4
Verm. Kwik	200	0,036	0,007	0,036	0,007

Aangenomen wordt dat de in tabel 8.2 aangegeven transportafstanden redelijk exact bekend zijn en derhalve geen gevoeligheidsanalyse gedaan zal worden op transport. Uitzonderingen daarop vormen het transport van staal, kwik, ijzerhydroxide, non-ferro en bedrijfsmiddelen. Op het moment dat de transportafstanden minstens 20% van de milieuscores bepalen worden die specifieke afstanden in de gevoeligheidsanalyse gevarieerd met +/- 50%.

8.5 Verbruik energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik van het batterijenverwerkingsproces
- het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- het vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Energieverbruik batterijenverwerking

Het energieverbruik bij het gehele verwerkingsproces van Zimaval bedraagt 4.320 MJ per ton batterijen. De meeste energie wordt gebruikt in het basische proces, waar een temperatuur van 60°C gehandhaafd wordt. Gezien de onzekerheid in dit energieverbruik wordt ook rekening gehouden met 3.240 MJ (gevoeligheidsanalyse "minder energieverbruik"). Kijkend naar het 'koude' proces wordt aangenomen dat een variatie van het energieverbruik 'naar boven' (meer energieverbruik) niet aan de orde zal zijn.

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Voor het storten van het ijzerhydroxide wordt een energieverbruik (diesel) aangehouden van 60 MJ per ton te storten reststof. Zoals aangegeven ontstaat per ton batterijen 6,73 kg ijzerhydroxide en is het energieverbruik dus gelijk aan 0,40 MJ. Voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" is 0,41 MJ nodig.

Het energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Ten aanzien van de meeste secundaire grondstoffen uit het Zimaval--proces wordt aangenomen dat zij gelijkwaardig zijn aan de uitgespaarde primaire grondstoffen en dat er geen (extra) behandelingen nodig zijn, zodat de milieu-ingrepen van nuttige toepassing buiten beschouwing kunnen blijven. In hoeverre dit ook werkelijk zo is en voor alle secundaire grondstoffen zal opgaan is onbekend (leemte in kennis). Ter toelichting het volgende:

Mangaancarbonaat

Mangaancarbonaat wordt volledig verwerkt als secundaire grondstof in de chemische (mangaan)industrie. Het mangaangehalte is > 47%, wat betekent dat het rechtstreeks als grondstof kan worden gebruikt bij de productie van ferromangaan of mangaandioxide en op die manier mangaanconcentraat als primaire grondstof vervangt.

Zink

Het zinkpoeder heeft, naar opgave van Zimaval, een metallisch zinkgehalte >95%, bevat minder dan 0,01% onzuiverheden en wordt zonder voorbehandeling verwerkt in anticorrosiemiddelen die worden toegepast in, bijvoorbeeld, de auto-industrie.

Het zinksulfide (zinkgehalte > 65%) wordt afgezet naar de zinkindustrie, waar het als grondstof wordt verwerkt tot zinkproducten als puur zink en/of zinklegeringen en zinkconcentraat vervangt.

De zinkspaanders worden rechtstreeks gebruikt in de tweede smelt van zinksmelterijen.

Metalen

Staal wordt rechtstreeks als grondstof in de staalindustrie verwerkt. Non-ferro (koper) wordt in de kopergietery als grondstof toegepast.

Koolstof

De koolstofresiduen worden nuttig toegepast in de laagwaardige kunststofindustrie (bijvoorbeeld zwarte kleeerhangers) en vervangt daarmee zwarte kleurstoffen (Zimaval, 2001).

Kwik

De beperkte hoeveelheid kwik wordt verwerkt als (zuiver) kwik in de farmaceutische industrie.

Vermeden energieverbruik

Er is sprake van vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het energieverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend.

8.6 Verbruik bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van het batterijenverwerkingsproces
- het verbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het verbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- het vermeden verbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Bedrijfsmiddelenverbruik batterijenverwerking

Het verbruik van bedrijfsmiddelen in het hele verwerkingsproces is weergegeven in tabel 8.3. Deze hoeveelheden zijn bepaald aan de hand van de totaal verwerkte hoeveelheid batterijen en de totale verbruiken aan bedrijfsmiddelen. Daarbij is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende soorten batterijen en ook niet voor de variaties in samenstelling zoals meegenomen in de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Tabel 8.3 Bedrijfsmiddelen per ton verwerkte batterijen

Bedrijfsmiddel	Hoeveelheid per ton batterijen
Water	10 m ³
Natronloog (50%)	310 kg
H ₂ O ₂ (35%)	110 liter
Na ₂ S	62,5 kg
Zwavelzuur (2M)	2,3 m ³
CO ₂	167 kg

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Voor het storten van het ijzerhydroxide zijn geen aanvullende bedrijfsmiddelen noodzakelijk.

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Ten aanzien van de secundaire grondstoffen uit het proces kan worden gesteld dat zij gelijkwaardig zijn aan de uitgespaarde primaire grondstoffen en dat er geen extra handelingen hoeven te worden verricht, zodat de milieu-ingrepen van nuttige toepassing buiten beschouwing kunnen blijven.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik wordt berekend met de SimaPro-database.

8.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies van het batterijenverwerkingsproces
- de emissies bij de verwijdering van reststoffen
- de emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen
- de vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen.

Emissies batterijenverwerking

Emissies naar lucht

Met betrekking tot de emissies naar de atmosfeer wordt in (Zimaval, 2000b) opgemerkt dat deze nihil zijn, omdat het een koud hydrometallurgisch verwerkingsproces betreft en omdat binnen het proces sprake is van nagenoeg gesloten (kringloop)systemen.

Emissies naar bodem

Het verwerkingsproces bij Zimaval is dusdanig ingericht en voorzien van bodembeschermende voorzieningen, dat geen emissies naar bodem plaatsvinden.

Emissies naar water

De laatste stap in het proces (zie ook paragraaf 8.2) is de behandeling en zuivering van het afvalwater. Tijdens deze stap worden de verschillende afvalwaterstromen geneutraliseerd en deels teruggevoerd en gerecirculeerd in het proces. Het effluent wordt, na opslag in een bassin van 250 m³ en analyse, geloosd op oppervlaktewater (rivier). De bedrijfstijd van de eigen zuiveringsinstallatie bedraagt 5.000 uur per jaar; het debiet ca. 4 m³ per uur. Op jaarbasis wordt dus, na zuivering, maximaal 20.000 m³ afvalwater geloosd. Dit komt overeen met 10 m³ per ton batterijen.

De gemiddelde samenstelling van het effluent en de emissie naar oppervlaktewater, zie ook tabel 8.4, zijn gebaseerd op de massabalans van Zimaval. Voor de gevoeligheidsanalyse is uitgegaan van de variatie op de samenstelling volgens tabel 2.2, waarbij de lozingen evenredig gevarieerd werden.

Tabel 8.4 Emissies naar water per ton verwerkte batterijen

Comp.	Rendement RWZI (%)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		stroom naar waterzuivering (mg/ton)	emissie naar water (mg/ton)	stroom naar water- zuivering (mg/ton)	emissie naar water (mg/ton)
Zn	75	6.500	1.625	6.680	1.670
Fe	75	20.300	5.075	18.910	4.728
Mn	75	4.000	1.000	4.180	1.045
Cu	92	100	8	100	8

Ingrepen als ruimtebeslag, chemicaliëngebruik en energiegebruik RWZI zijn reeds opgenomen in de totalen van de vorige paragrafen.

De emissies bij de verwijdering van reststoffen

De emissies naar de bodem t.g.v. het storten van het ijzerhydroxide (op een stortplaats in Frankrijk) zijn onbekend. Dit is een leemte in kennis.

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Zoals reeds aangegeven bij het onderdeel "Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen" zijn de geproduceerde secundaire grondstoffen gelijkwaardig aan de uitgespaarde

primaire grondstoffen en zijn aanvullende opwerkingsstappen niet aan de orde, zodat de milieu-ingrepen door nuttige toepassing van deze stoffen niet in de LCA-berekeningen worden meegenomen.

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen. De emissies van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van de vermeden emissies wordt berekend met de SimaPro-database.

8.8 Leemten in kennis

De emissies t.g.v. het storten van het ijzerhydroxide zijn onbekend.

Tevens is net als bij de overige alternatieven aangenomen dat de secundaire producten afgezet kunnen worden, daarbij primaire grondstoffen vervangen zonder dat dit alles leidt tot enige extra ingrepen in de vorm van emissies, energieverbruik en/of bedrijfsmiddelengebruik.

BIJLAGE 1

Overzicht milieu-ingrepen

Verwerkingsalternatief: Elektrosmeltoven								
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)				
				1 (b)	2 (c)	3 (d)	4 (e)	5 (f)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jr)	installatie	-	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	Batterijen	30 (16)	30	30	als normaal	als normaal	als normaal
		Staal	18,8 (20)	18,3	24,9			
		Elektro-ovenstof (as)	279,6 (20)	285,4	246,0			
		(water)	139,8 (-)	142,7	127,0			
		Staalslakken	5,9 (20)	6,2	1,9			
	Zuivere zuurstof	8,8 (28)	8,8	8,8				
3.	Energiegebruik	Elektriciteit installatie	2.800 MJ	als normaal	als normaal	3.600	2.160	als normaal
		Aardgasverbruik	146 liter			146	146	
		Zeven/ontijzeren slak	3,6 MJ					
4.	Bedrijfsmiddelen	Zuivere zuurstof	75 Nm ³	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
5.	Emissie lucht (g)	Zn	900	930	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
		Hg	14	14				
		Cd	2	5				
		CO	78.110	78.110				
		CxHy	290	290				
		CO ₂	59.510	59.510				
		NH ₄ Cl	23.000	23.000				
		H ₂ O	125.164	125.164				
6.	Emissie water (mg)		-	-	-	-	-	
7.	Emissie bodem (mg)	Zn	0	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal	11.294,3
		Pb	0					3.757,5
		Cu	0					1.567,3
		Ni	0					9.876,4
8.	Finaal afval / te storten rest		-	-	-	-	-	
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	Zand (as)	4,1 (20)	4,3	1,3	als normaal	als normaal	als normaal
		(water)	5,9 (-)	6,2	1,9			
		Zn-conc.	32,6	33,5	32,6			
10.	Vermeden energie		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
11.	Vermeden emissie lucht		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
12.	Vermeden emissie water		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	IJzererts	225 kg	209,6	347	als normaal	als normaal	als normaal
		Zand	118,4 kg	123,8	38,4			
		Zn-concentraat	325,5 kg	334,5	325,5			
15.	Overig		-	-	-	-	-	-

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd. In een dergelijke gevoeligheidsanalyse wordt de afstand voor het elektro-ovenstof niet gevarieerd.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "extra staalproductie"
- (d) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "meer energieverbruik"
- (e) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "minder energieverbruik"
- (f) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging".

Verwerkingsalternatief: Pyrolyse/smelten							
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)			
				1 (b)	2 (c)	3 (d)	4 (e)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jr)	Installatie Stort slakken	0 0,40	0 0,41	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	Batterijen Ferromangaan Zink Zinkoxide Slakken Kwik Bedrijfsmiddelen	1700 (30) 102,9 (20) 187,1 (20) 148,5 (20) 4,5 (10) 0,02 (10) 10 (10)	1700 100,8 193,0 151,7 4,6 0,02 10	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
3.	Energiegebruik	Elektriciteit installatie Stookolieverbruik Dieselverbruik Storten slakken	5.040 MJ 12,9 kg 4,5 l 5,4 MJ	5.040 12,9 4,5 5,5	6.300 12,9 4,5 5,4	3.780 12,9 4,5 5,4	als nor- maal
4.	Bedrijfsmiddelen	Cokes Kalk(steen) Leidingwater (zuivere) zuurstof Propaan Zout Grafiet Bleekwater Waterstofperoxide Zoutzuur Fosforzuur IJzerchloride-oplossing Natronloog (30%) Floccagemiddel	27 kg 8,2 kg 5 m ³ 1,5 liter 3 liter 3,8 kg 0,8 kg 3,8 liter 0,5 liter 1,4 liter 1,6 liter 2,1 liter 43 liter 2 liter	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
5.	Emissie lucht (mg)	Zn Hg HCl HF Cd CO CO ₂ NO _x NH ₃ VOS SO ₂ Stof	40 16 970 80 1,8 270.000 308*10 ⁶ 791.000 28 25.300 78 1.380	41 16 970 80 4,5 270.000 308*10 ⁶ 791.000 28 25.300 78 1.380	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
6.	Emissie water (mg)	Hg Cd CN F	0,18 3,36 1,1 28.700	0,18 8,4 1,1 28.700	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
7.	Emissie bodem (mg)		-	-	-	-	-
8.	Finaal afval / te storten rest	Slakken	89,53 kg	91,18	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	Zn-concentraat (rail) Kwik	10,2 0,02	10,4 0,02	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
10.	Vermeden energie		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
11.	Vermeden emissie lucht		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
12.	Vermeden emissie water		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14	zie 14

Verwerkingsalternatief: Pyrolyse/smelten							
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)			
				1 (b)	2 (c)	3 (d)	4 (e)
14.	Vermeden bedrijfs- middelen	Mn-conc. IJzererts Zn-conc. Zn-conc. Kwik	154 kg 220,5 kg 124,2 kg 101,5 kg 0,036 kg	161 205,36 127,65 104,3 0,036	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal
15.	Overig	Zuiveren afvalwater (f)	1,5 m ³	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal	als nor- maal

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd. In een dergelijke gevoeligheidsanalyse worden de afstanden voor batterijen, zink en zinkoxide niet gevarieerd.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "meer energieverbruik"
- (d) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "minder energieverbruik"
- (e) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging".
- (f) Koppelen aan de proceskaart zuiveren afvalwater.

Verwerkingsalternatief: Pyrometallurgische verwerking						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)		
				1 (b)	2 (c)	3 (d)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jr)	Installatie	0,75	als normaal	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	Batterijen	1800 (30)	1800	als normaal	als normaal
		Ferromangaan	183,2 (20)	180,9		
		Ovenstof	561,9 (20)	571,2		
		Slak	44,4 (20)	44,5		
		Schroot (rail)	5 (-)	5		
		Kalk (rail)	0,5 (-)	0,5		
		FeSi (rail)	4 (-)	4		
		Koolstof (rail)	4 (-)	4		
		Actief kool (rail)	3 (-)	3		
3.	Energiegebruik	Elektriciteit installatie	3.600 MJ	als normaal	4.500	2.700
4.	Bedrijfsmiddelen	Leidingwater	100 l	als normaal	als normaal	als normaal
		Schroot	50 kg			
		Kalk (CaO)	5 kg			
		FeSi	40 kg			
		Koolstof	40 kg			
		Actief kool	30 kg			
5.	Emissie lucht (mg)	Zn	20.000	20.000	als normaal	als normaal
		Hg	200	200		
		Pb	10	10		
		Cd	5	12,5		
		CO	2*10 ⁶	2*10 ⁶		
		CO ₂	200*10 ⁶	200*10 ⁶		
		Stof	77.000	77.000		
6.	Emissie water		-	-	-	-
7.	Emissie bodem		-	-	-	-
8.	Finaal afval / te storten rest		-	-	-	-
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	Zn-concentraat (rail)	163,3	167,7	als normaal	als normaal
10.	Vermeden energie		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
11.	Vermeden emissie lucht		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
12.	Vermeden emissie water		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	zie 14	zie 14	zie 14
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	Mn-conc.	176 kg	184	als normaal	als normaal
		IJzererts	202,5 kg	188,6		
		Zn-concentraat	326,3 kg	335,3		
		Vulk. gesteente	147,84 kg	148,27		
15.	Overig		-	-	-	-

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd. In een dergelijke gevoeligheidsanalyse worden de afstanden voor batterijen en het ovenstof niet gevarieerd.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "meer energieverbruik"
- (d) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "minder energieverbruik"

Verwerkingsalternatief: Hydrometallurgische verwerking					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)	
				1 (b)	2 (c)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jr)	Installatie Stort reststoffen	0,96 0,045	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	Batterijen Mangaan carbon. Zinkpoeder Zinkdeeltjes Zinksulfide Staal Kwik-amalgaan Koolstof-residu IJzerhydroxide Non-ferro Bedrijfsmiddelen	1600 (30) 176,1 (20) 30,2 (20) 39,4 (20) 47,5 (20) 109,3 (20) 0,02 (10) 21,0 (10) 0,3 (10) 5 (10) 610,8 (10)	1600 184,1 31,0 40,6 48,9 101,8 0,02 21,0 0,3 5 610,8	als normaal
3.	Energiegebruik	Elektriciteit installatie Stort reststoffen	4.320 MJ 0,40 MJ	4.320 0,41	3.240 0,40
4.	Bedrijfsmiddelen	Leidingwater Natronloog (50%) H ₂ O ₂ (35%) Na ₂ S Zwavelzuur (2M) CO ₂	10 m ³ 310 kg 110 l 62,5 2,3 m ³ 167 kg	als normaal	als normaal
5.	Emissie lucht		-	-	-
6.	Emissie water (mg)	Zn Fe Mn Cu	1.625 5.075 1.000 8	1.670 4.728 1.045 8	als normaal
7.	Emissie bodem		-	-	-
8.	Finaal afval / te storten rest	IJzerhydroxide	6,73 kg	6,77	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	Zn-concentraat (rail) Kwik	6,3 0,007	6,4 0,007	als normaal
10.	Vermeden energie		zie 14	zie 14	zie 14
11.	Vermeden emissie lucht		zie 14	zie 14	zie 14
12.	Vermeden emissie water		zie 14	zie 14	zie 14
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	zie 14	zie 14
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	Mn-conc. Zn-conc. Zn-conc. Zn-concentraat IJzererts Koperconcentraat Koolstof Kwik	217,58 kg 44,81 kg 100,6 kg 62,6 kg 217,59 kg 9,97 kg 100 kg 0,036 kg	227,47 kg 46,05 kg 103,4 kg 64,3 kg 202,65 kg 9,97 kg 100 kg 0,036 kg	als normaal
15.	Overig		-	-	-

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd. In een dergelijke gevoeligheidsanalyse worden de afstanden voor alleen staal, kwik, ijzerhydroxide, non-ferro en de bedrijfsmiddelen gevarieerd. De overige dus niet.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "minder energieverbruik".

BIJLAGE 2

LITERATUURLIJST

TU Delft, 2000

Batterij Recycling, TU Delft, GT2000A02, maart 2000

Een beschrijving van bestaande methoden en die van de pyrometallurgische methode in het bijzonder

VROM, 2000

Actiepunt 54: Kennisleemte batterijen, Vrom-memo van 6 februari 2000

GRS, 2001

Entsorgung verbrauchter Gerätebatterien, Stiftung Rücknahmesystem Batterien (GRS) Hamburg, maart 2001

Umwelt-Handbuch, 1999

Umwelt-Handbuch, Arbeitsmaterialien zur Befassung und Bewertung von Umweltwirkungen, Umweltkatalog, Umweltverträgliche Batterie-entsorgung und –verwertung, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), 1999

Tauw, 1995

MER Batterijenverwerking Nedstaal BV Alblaserdam, TAUW, juni 1995

Tauw, 2000

Milieuhygiënisch onderzoek smeltslak in het kader van het Bouwstoffenbesluit voor Nedstaal BV, Tauw 2000,

Nedstaal, 2000a

Nedstaal, mondelinge informatie, augustus 2000

Nedstaal, 2000c

Overheids Milieujaarsverslag 1999, Nedstaal, april 2000

Nedstaal, 1994

Recyclen van kwik- en cadmiumvrije primaire batterijen in het elektrostaalproces van Nedstaal, Nedstaal B.V., februari 1994

Tauw, 1994

Recyclen van kwik- en cadmiumvrije primaire batterijen in het elektro-staalproces, technisch onderzoek, R3387968.E01/JIM TAUW, november 1994,

Nedstaal, 2000b

Schriftelijke informatie Nedstaal, oktober 2000

Nedstaal, 2001a

Mondelinge informatie Nedstaal, augustus 2001

Nedstaal 2001b

E-mailcorrespondentie met Nedstaal, augustus 2001

Batrec, 2000

Umweltaspekte und Leitbild in der Batrec Industrie AG, Batrec, mei 2000

Batrec 2000, 2001

Correspondentie met Batrec AG tussen april 2000 t/m november 2001

Valdi, 2000a

Correspondentie met Valdi, september 2000

Valdi, 2000b

Correspondentie met Valdi, oktober 2000

Valdi, 2001

Correspondentie met Valdi, juni - augustus 2001

ZIMAVAL, 2000

Questionnaire Environnement, Verslag met de meeste relevante gegevens over de hydro-metallurgische verwerkingsmethode van ZIMAVAL, zoals batterijsamenstelling, energieverbruik, bedrijfsmiddelenverbruik etc, 2000