

## 6.0 ALGEMEEN

## SMELTEN: RECYCLING VAN STEENACHTIGE RESTSTOFFEN IN DE JAREN '90?

J. Braam\* en H.M.L. Schuur\*

### RESUME

In toenemende mate zullen in de jaren '90 in Nederland steenachtige reststoffen vrijkomen die door de aanwezigheid van zware metalen niet zondermeer voor nuttig hergebruik in aanmerking komen. Naast reststoffen zoals verontreinigde baggerspecie (vrijkomend bij het op diepte houden van vaarwegen en havens) en straalgrit (gebruikt anorganisch materiaal, waarmee onder andere metalen wanden worden gestraald, dat sterk verontreinigd is met zware metalen en/of verf) vormen vooral de slakken en assen van afvalverbrandingsinstallaties een toenemend probleem. Een methode met goede perspectieven om deze probleemstoffen om te zetten in, milieuhygiënisch gezien, onschadelijke stoffen is een smeltprocédé. De reststoffen worden daarbij volledig gesmolten en omgezet in synthetische slak die kan worden toegepast als funderingsmateriaal in de wegenbouw, als toeslagmateriaal in beton of als half-fabricaat voor cement. Het is mogelijk om met deze methode zelfs sterk verontreinigde reststoffen voor 90% om te zetten in milieuhygiënisch schone en nuttig toepasbare producten.

### INLEIDING

In Nederland komen jaarlijks grote hoeveelheden steenachtige reststoffen vrij ondermeer bij verscheidene chemische processen, bij het op diepte houden van vaarwegen, bij bouwen en slopen van bouwwerken, tijdens bodemsaneringsoperaties en bij verbrandingsprocessen. Een deel van de reststoffen wordt gestort en een deel wordt tegenwoordig, al dan niet na een bewerkingsproces, toegepast als bouwmetaal. Voor een aantal reststoffen vormt het gehalte aan zware metalen een beletsel voor

nuttige toepassing, zodat daarvoor momenteel storten de enige oplossing is. Milieuhygiënisch gezien is storten een niet-acceptabele oplossing, maar toch zal door het groeiende milieubewustzijn en de daarmee gepaard gaande strengere regelgeving de thans bekende andere toepassingen beperkt worden. Een duurzame oplossing voor het verwerken van reststoffen, zonder dat storten noodzakelijk is, wordt onontkoombaar.

Als meest perspectiefvolle methode in technisch, economisch en milieuhygiënisch opzicht wordt het smeltprocédé beschouwd, waarmee van de zware metaalhoudende reststoffen een synthetische slak wordt bereid, waarin geen verontreinigende zware metalen voorkomen, zodat nuttige toepassing als bouwmetaal niet op milieuhygiënische bezwaren zal stuiten.

### HUIDIGE RESTSTOFFENSTROMEN EN TOEPASSINGEN

De hoeveelheid in Nederland vrijkomende steenachtige reststoffen bedroeg in 1988 circa 25 miljoen ton. Deze hoeveelheid zal volgens prognose in de jaren '90 nog stijgen.

Een deel van deze reststoffen wordt veelal na een bewerkingsproces hergebruikt als bouwmetaal (zie tabel 1).

Zo worden bouw- en slooafval, na scheiding in steenachtige en niet-steenachtige bestanddelen door middel van een breek- en zeeffproces, verwerkt tot een granulaat dat wordt afgezet als funderingsmateriaal in de wegenbouw.

Hoogovenstukslak, staalslak, fosforslak en slak van afvalverbrandingsinstallaties (zgn. AVI-slak) vinden eveneens hun toepassing als funderingsmateriaal in de civiele techniek (AVI-slak slechts op beperkte schaal). Kolenvliegias dat vrijkomt bij de kolencentrales, is een materiaal dat zijn toepassing voornamelijk vindt als vulstof in cement, asfalt of beton of als grondstof voor lichtgewicht kunstgrind.

\*Drs. J. Braam

\*\*Drs. H.M.L. Schuur

Projectbureau voor industrieel Afval  
Hertogsingel 83, 6211 NE Maastricht  
Postbus 1187, 6201 BD Maastricht  
Tel. 043-218611

RESTSTOF	HOEVEEL- HEID	HER- GEBRUIK	BELANGRIJKSTE TOEPASSINGEN
Verontreinigde baggerspecie (uitgaande van 15% droge stof)	6,0	0%	—
Bouw- en sloopafval	8,0	50%	funderingsmateriaal in wegenbouw; erfverharding
AVI-slakken en AVI-vliegas	0,7-0,8	50%	funderingen en ophogingen
Kolenvliegas	0,7	98%	vulstof in cement, beton of asfalt, grondstof voor kunstgrind in bodemstabilisaties
Hoogovenslak	1,2	100%	grondstof voor hoogovencement; funderingsmateriaal
Staalslak	0,4	50%-100%	funderingsmateriaal in wegenbouw; stort- en filtersteen in waterbouw
Fosforslak	0,7	50%-100%	funderingsmateriaal in wegenbouw; stort- en filtersteen in waterbouw
Zuiveringsslib	0,2*	0%	—
Straalgrit	0,1	0%	—
Fosfo-gips	2,3	0%	—
Rookgas-ontzwavelingsgips	0,3	100%	gipsblokken, gipskartonplaten, stucadoorgips
Opgebroken asfalt	1,0	60%	geregenereerd asfalt
Verontreinigde grond	1,5	10%	Ophoogzand, na reiniging terugvoer in oorspronkelijke locatie
*berekend op droge stof			

Tabel 1: Jaarlijks thans in Nederland vrijkomende asteenachtige bulkreststoffen (100.000 ton/jaar) en hun toepassingen (4,5)

Rookgasontzwavelingsgips wordt afgezet aan de gipsverwerkende industrie voor de fabricage van gipsblokken, gipskartonplaten en stucadoorgips.

#### RESTSTOFFENPROBLEMATIEK

Een groot deel van de vrijkomende reststoffen wordt gedeponerd of geloosd. Het ontbreken van alternatieven hiervoor is voornamelijk het gevolg van te hoge gehalten aan verontreini-

gende bestanddelen in de reststoffen. In de meeste gevallen betreft de verontreiniging zware metalen met gehalten boven de toelaatbare waarden.

Enkele van de meest problematische, met zware metalen verontreinigde, reststoffen die thans worden gedeponerd of geloosd zijn:

- a. verontreinigde baggerspecie
- b. zuiveringsslib (residu van waterzuivering-sinstallaties)
- c. straalgrit (gebruikt voor het stralen van me-

talen wanden)

d. fosfo-gips (reststof bij fosforzuurproductie voor de kunstmestindustrie)

De deponie van deze reststoffen levert groeiende problemen op vanuit het oogpunt van ruimtelijke ordening en milieu en ondervindt een groeiend maatschappelijk verzet.

Een bijkomende ontwikkeling is dat het volume aan AVI-slak en AVI-vliegas nog sterk zal stijgen indien de plannen voor het op grote schaal verbranden van huishoudelijk en bedrijfsafval worden gerealiseerd (1). De huidige toepassing van AVI-slak en vliegas wordt onmogelijk, omdat in het merendeel van de gevallen niet wordt voldaan aan de overheidsrichtlijnen.

Binnenkort zal bovendien het Bouwstoffenbesluit binnen de wet Bodembescherming verschijnen. Dit besluit bevat strenge eisen voor maximale concentraties aan verontreinigende bestanddelen in een bouwstof en aan de maximaal uitloegbare hoeveelheden.

Bij invoering van dit besluit zal de huidige toegestane toepassing van reststoffen, zoals AVI-slak, in sterke mate belemmerd worden. Hierdoor zal een nog groter gedeelte van de geproduceerde reststoffen moeten worden gedeponeerd, dan thans het geval is, indien op korte termijn geen duurzame alternatieven voor de verwerking van de reststoffen beschikbaar komen.

#### HET PBI-SMELTPROCEDE

Voor het verwerken van zware metalen houdende anorganische reststoffen zijn er goede perspectieven voor het smeltprocédé van het Projectbureau voor Industrieel Afval (PBI) te Maastricht, waarop inmiddels octrooi is aangevraagd. PBI heeft in opdracht van het Ministerie van VROM een studie (2) naar de verwerking van anorganische stoffen middels het smeltprocédé uitgevoerd, dat in mei 1989 is afgerond. Hieruit blijkt, dat uiteenlopende reststoffen zoals baggerspecie, zuiveringsslib, straalgrit, AVI-slakken en AVI-assen met dit procédé verwerkt kunnen worden tot producten, die zonder milieuhygiënische bezwaren nuttig kunnen worden toegepast.

In grote lijnen kan het procédé als volgt worden beschreven:

De reststoffen worden eventueel gedroogd en worden zo nodig in combinatie met andere reststoffen, en mogelijke toevoegingen (aluminiumhoudende stoffen en/of kalksteen) homogeen gemengd. Het mengsel wordt toege-

voerd aan een smeltoven, welke elektrisch en/of met gas wordt gestookt. De in de reststoffen mogelijk aanwezige organische stoffen dienen hierbij als steunbrandstof. Afhankelijk van de samenstelling van de smelt, varieert de smelttemperatuur tussen de 1.200°C en 1.500°C. De bij het smeltproces vrijkomende gasvormige producten worden door middel van een rookgasreinigingsinstallatie afdoende verwijderd. De in de smelt aanwezige zware metalen zullen grotendeels sublimeren en hechten zich vervolgens aan het filterstof in de rookgassen. Dit filterstof wordt uit de rookgassen verwijderd; voor de meeste reststoffen zal er bij het smeltproces ongeveer 10% filterstof vrijkomen.

Het filterstof kan eventueel bij een zodanig lage temperatuur (1.200°C) worden gesmolten, dat de aanwezige zware metalen niet of nauwelijks zullen sublimeren. De metalen worden dan volledig in de verglaasde slak geïntertieerd.

Wanneer zorg wordt gedragen voor voldoende verwijdering van zware metalen uit de smelt door sublimatie zal de synthetische slak voldoen aan de eisen van het Bouwstoffenbesluit, waardoor de toepassing niet op milieuhygiënische bezwaren zal stuiten.

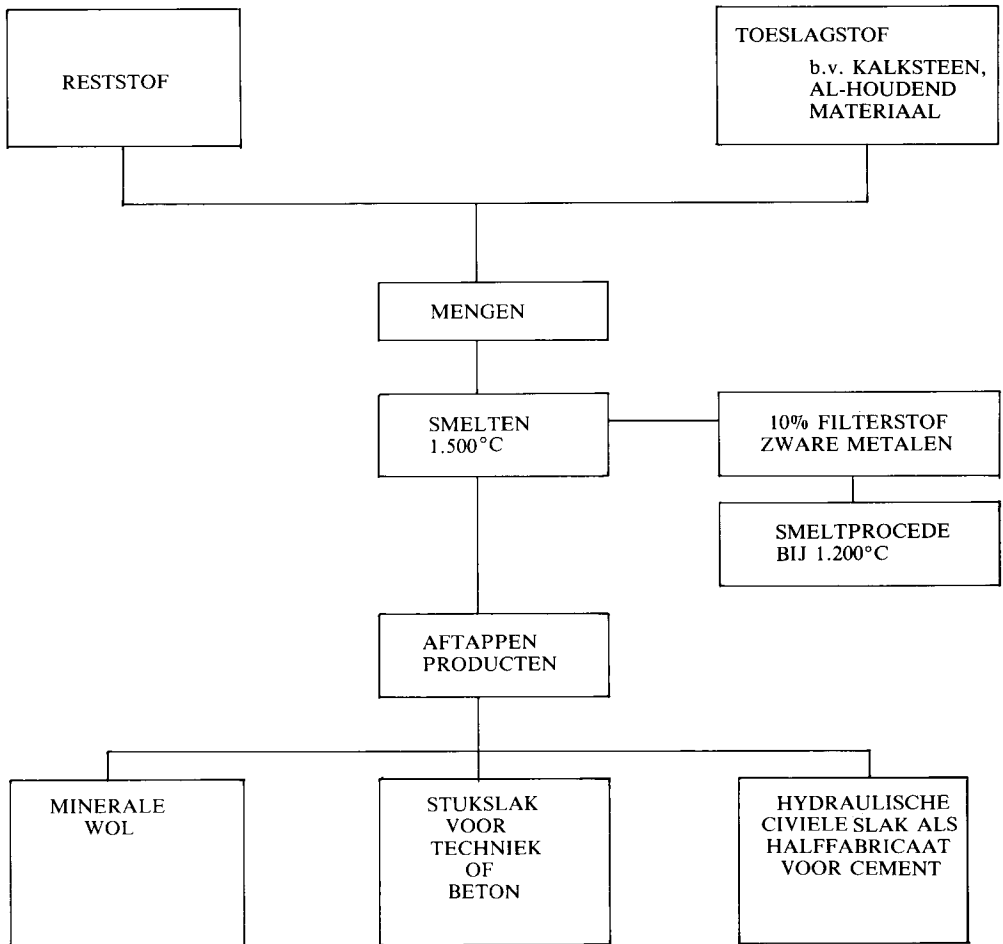
#### SYNTHETISCHE SLAKPRODUCTIE

Afhankelijk van de wijze waarop de smelt wordt afgekoeld kunnen verschillende slaktypes worden geproduceerd. De meest bekende en thans reeds toegepaste slaktypes zijn de geïntertieerde slakken (vergelijk hoogovenslakkenzand) en kristallijne slakken (vergelijk hoogovenstukslak). De mogelijk aanwezige zware metalen zullen daarbij volledig worden geïntertieerd in de slakmatrix. Gegraneerde slakken worden verkregen door de smelt met behulp van een waterstraal onder hoge druk af te koelen zodat zich een glasvormig materiaal vormt. Stukslakken worden verkregen door de smelt aan de lucht te laten afkoelen waardoor zich afhankelijk van de samenstelling diverse kristallijne fasen kunnen vormen. Verder bestaat de mogelijkheid om de smelt te schuimen waardoor een (lichtgewicht) schuimslak ontstaat of te pelletteren en expanderen tot een (lichtgewicht) kogelslak.

#### MOGELIJKE TOEPASSINGEN VAN DE SLAK

Afhankelijk van de kwaliteit (incl. de hydraulische eigenschappen) en de structuur van de slakken kunnen deze worden toegepast als funderingsmateriaal in de wegenbouw, als

Fig. 1. Het PBI-smeltprocédé



toeslagmateriaal in beton of als hoogwaardige grondstof voor cement.

Als grondstof voor cement kan de slak op een viertal verschillende wijzen worden ingezet:

- a. als grondstof voor slak-Portlandcement vergelijkbaar met het huidige hoogovencement.
- b. als grondstof voor alkali-slakcement.
- c. als grondstof voor gesulfateerd cement.
- d. als puzzolane vulstof voor cement.

De bereiding van alkali-slakcement uit hydraulische slak wordt momenteel onderzocht door de NV KoReL (Kolenreststoffen Limburg, een dochteronderneming van PBI b.v. en de NV PLEM).

Bijkomend voordeel bij verwerking van reststoffen tot dit cement is de verminderde inzet van kalksteen in vergelijking met Portland(vliegias)cement en hoogovencement.

#### KOSTEN

De verwerkingsprijs per ton reststof is mede afhankelijk van het organisch stofgehalte, het droge stofgehalte en het type eindproduct. Uitgaande van een droge stofgehalte van 100% van de reststoffen met uitzondering van baggerspecie (40% d.s.), een gloeiverlies afhankelijk van de reststof en een kalksteengehalte van 50% bij het bereiden van een cementeerbare slak, zijn verwerkingsprijzen van Fl. 50,00 (baggerspecie) tot Fl. 105,00 (AVI-slak) realiseerbaar.

Bij het berekenen van de verwerkingsprijzen is geen rekening gehouden met de mogelijke opbrengsten van de slak bij nuttige toepassingen. Bij toepassing in beton of als funderingsmat-

riaal zal de opbrengstprijis per ton slak liggen tussen Fl. 0,00 en Fl. 20,00 en bij toepassing als grondstof voor cement tussen Fl. 20,00 en Fl. 80,00. De financiering voor de verwerking van de reststoffen zou vooral door heffingen, met name via nutsbedrijven, moeten plaatsvinden.

## CONCLUSIE

Gelet op de mogelijkheden van het procédé, om zware metalenhouddende reststoffen te verwerken tot een nuttig toe te passen synthetische slak, het ontbreken van alternatieve verwerkingsmogelijkheden en ook soortgelijke ontwikkelingen in het buitenland, zal in de jaren 90 het verwerken van bulkhoeveelheden anorganische reststoffen in het teken staan van het smelten en nuttig hergebruik.

## REFERENTIES

- (1) Houtskoolschetsen voor de Nederlandse verbrandingsinstallaties voor huishoudelijk afval en daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval in het jaar 2000.
- (2) PBI - verwerking van afvalstoffen middels een smeltprocédé.  
PBI-rapport nr. R 89.018 - 1989.
- (3) T. Fujimoto e.a. - Aufbereitung von Verbrennungsrückständen mit dem Hochtemperaturschmelzverfahren.  
Müll und Abfall - februar 1989.
- (4) CBS - jaarstatistiek - 1988
- (5) ITABB - onderzoeksplan van de interdepartementale werkgroep toepassing van afvalstoffen in de bouwmaterialenindustrie en de bouwnijverheid - juli 1989.

