

Slibverbranding, al of niet gecombineerd met huisvuil

Voordracht uit de 16e vakantiecursus in behandeling van afvalwater 'Slib opnieuw bekeken', gehouden op 7 en 8 mei 1981 aan de TH Delft.

Zware metalen in havenslib en enkele daarop verbouwde gewassen. Inst. Bodemvruchtbaarheid, 1977, Nota 42.

Smilde, K. W. Toxische gehalten aan zware metalen in grond en gewas. Inst. Bodemvruchtbaarheid, 1976, Nota 25.

Driel, W. van. Zware metalen in zuiveringsslib en in rivierslib. Landbk. Tijdschrift pt 91 (1979) p. 177-182.

Phytotoxicity of zinc, nickel, cadmium, lead, copper and chromium in three pasture plant species supplied with graduated amounts from the soil. W. Dijkshoorn, L. W. van Broekhoven and J. E. M. Lampe, Neth. J. Agric. Sci. 27 (1979) 241-253.

Rapport betreffende onderzoek van zuiveringsslib op pesticiden in 1978. W. Fiegggen, Unie van Waterschappen 1980.

Gechlorideerde koolwaterstoffen en extraheerbaar organisch gebonden chloor in opgespoten Rotterdams havenslib en daarop verbouwde gewassen. P. A. Greve en R. C. C. Wegman; RIV Rapport nr. 25/77 Tox. RoB.

Accumulation of dieldrin in soil and herbage following repeated sewage sludge disposal. F. A. M. de Haan and S. Voerman in Agrochemicals in Soils. Editors A. Banin and U. Kafkafi.

Uptake of pesticides from water and soil by earthworms. K. E. Lord, G. G. Briggs, M. C. Neale and R. Manlove. Pestic. Sci. 1980, 11, 401-408.

1. Slib als brandstof

Wanneer we spreken over de verbranding van slib kunnen we ons in eerste instantie afvragen: wat gaan we verbranden? Wanneer we ons beperken tot het slib afkomstig van rwzi's welke in hoofdzaak huishoudelijk afvalwater behandelen dan bestaat dit slib voornamelijk uit:

- organische stoffen
- anorganische stoffen
- water.

Van deze componenten vormen de organische stoffen de eigenlijke brandstof terwijl



IR, TH. A. A. VAN OVERBEEK

DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV
te Amersfoort

de anorganische stoffen en het water als balaststoffen voor het verbrandingsproces kunnen worden beschouwd.

De verhouding tussen de verschillende componenten wordt o.a. bepaald door het type afvalwaterbehandelingsproces, het al dan niet aanwezig zijn van een slibstabilisatie (afbraak van organische stoffen) en de wijze van mechanische slib-ontwatering. In tabel I wordt een globaal overzicht gegeven van de verhouding organische stoffen/anorganische stoffen voor enkele slibsoorten al dan niet na toepassing van een slibstabilisatie.

De wijze van mechanische ontwatering kan ook invloed hebben op de verhouding organische-anorganische stof indien anor-

ganische hulpstoffen worden gebruikt zoals $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en FeCl_3 ingeval van filterpersen. In tabel II is als voorbeeld voor een tweetal slibsoorten aangegeven hoe de verhouding organisch/anorganisch wijzigt t.g.v. de ontwatering m.b.v. filterpersen met dosering van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en FeCl_3 . Zoals reeds eerder gesteld vormen de organische stoffen in het slib de eigenlijke brandstof. Uit onderzoek is gebleken dat de verbrandingswaarde van de organische stof in slib afhankelijk is van de slibsoort. Zo zou de verbrandingswaarde van organische stof in primair slib ca. 23.000 kJoules/kg drogestof (5.500 kcal/kg drogestof) bedragen en in een mengsel van primair + actief slib ca. 21.000 kJoules/kg drogestof (5.000 kcal/kg drogestof).

Afhankelijk van de verhouding organische stof/anorganische stof, het watergehalte van de slibsoort en de verbrandingswaarde van de organische stof in het slib kunnen we nu de verbrandingswaarde van een bepaald slib/watermengsel gaan bepalen.

De relatie drogestof gehalte te verbranden slib en stookwaarde afhankelijk van het organische stofgehalte is weergegeven in afb. 1.

Met behulp van afb. 1 kunnen we uitgaande van het drogestofgehalte van het slibwatermengsel en de verbrandingswaarde van de slibdroge stof de verbrandingswaarde van het te verbranden mengsel bepalen.

In tabel II is voor een aantal slibsoorten en slibontwateringsprocessen deze stookwaarde bepaald.

Voor een verbrandingsproces is het van belang te weten of de stookwaarde van het te verbranden produkt zo hoog is dat het

• Slot van pagina 117

2. Eggink, dr. ir. H. I. De capaciteit van de wervelbedoven in Oyen. H_2O (11) 1978, nr. 13.

3. Daesdonk, A. J. van en Sande, ing. A. J. van de. Slibverbranding in een wervelbedoven. H_2O (12), 1979, nr. 14.

4. Burg, L. v. d. Gevudo, Vuilverbranding, Rioolwaterzuivering, Eiland van Dordrecht.

5. Zeltner, ing. E. Bewährte und neu-entwickelte Klärsschlamm-Behandlungsverfahren. Chemische Rundschau 30 (1977), nr. 15.

6. Marchand, A. Boues d'égout + ordures = mâchefers (Von Roll A.G., Zürich).

7. Verbranding van zuiveringsslib. SVA lezing gehouden op het NVA symposium dd. 24 november 1978 te Zwolle.

8. Tanner, R. Gemeinsame Verbrennung von Müll und Klärsschlamm mit Abwärme verwertung zur Schlamm-trocknung. VGB Fachtagung 'Müllverbrennung 1971', 3 september 1971 in Essen.

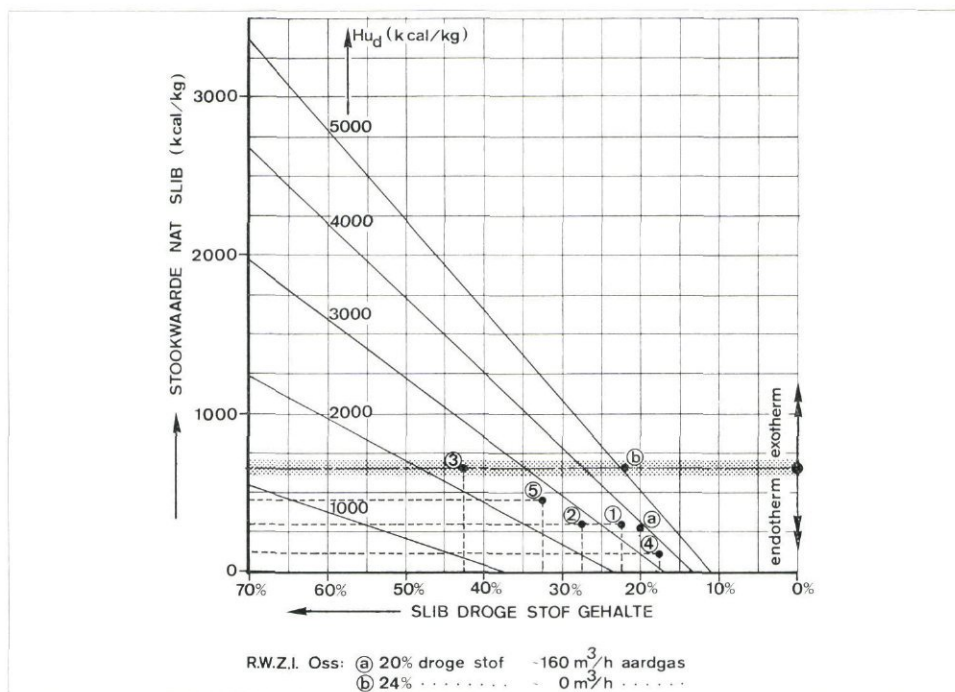
9. Sluymers, J. J. Gecombineerde installatie voor het verbranden van stedelijk afval en zuiverings-slib in Krefeld (werkbezoek NVA slibcommissie dd. november 1979).

TABEL I - Verhouding organische stoffen/anorganische stoffen in verschillende slibsoorten.

Slibsoort	totaal g/i.e. . d	anorganisch g/i.e. . d	organisch g/i.e. . d	anorganisch %	organisch %
1. Niet gestabiliseerd					
- primair slib	54	18	36	33	67
- actief slib	25	5	20	20	80
- primair + actief slib	79	23	56	30	70
2. Gestabiliseerd					
- primair + actief slib na gisting	51	23	28	45	55
- oxidatiesloot	45	13,5	31,5	30	70

TABEL II - Wijziging organische/anorganische stofverhouding bij ontwatering in filterpersen m.b.v. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en FeCl_3 toevoeging.

Slibsoort	voor ontwatering organisch %	anorganisch %	dosering gew. % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + FeCl_3	na ontwatering organisch %	anorganisch %
primair + actief					
slib uitgegist	55	45	20	47	53
oxidatiesloot	70	30	40	50	50



Afb. 1 - Stookwaarde van nat slib als functie van de stookwaarde van de slibdroge stof (H_{ud}) en het watergehalte.

verbrandingsproces zonder bijvoeging van andere brandstoffen op gang kan worden gehouden (exotherm verbrandingsproces). Het al dan niet exotherm zijn van een verbrandingsproces is naast de brandstof ook afhankelijk van het type oven en de mate van warmteterugwinning uit de rookgassen.

In afb. 1 is tevens aangegeven wanneer met voor slib gebruikelijke verbrandingsinstallaties (wervelbedovens en etage-ovens) een exotherm verbrandingsproces mogelijk is. Ter illustratie: de wervelbedoven op de rwzi Ooijen werkt exotherm bij een slibdrogestof gehalte van 24 % (verbrandingswaarde slib drogestof 4.125 kcal/kg, alleen primair slib). Bij een slibdrogestof gehalte van 20 % en een verbrandingswaarde van de slib drogestof van 3.850 kcal/kg, (mengsel primair + secundair slib) moet ca. 160 m³/h aardgas worden bijgestookt om het verbrandingsproces gaande te houden.

Zoals uit de afb. 1 te zien is heeft de keuze van het type ontwatering een invloed op de verbrandingswaarde van het slib. Indien men tot een slibverbranding besluit zou men op grond van de verbrandingswaarde de voorkeur geven aan met filterpersen ontwaterd slib. In hoeverre deze keuze ook financieel gezien de juiste is laat navolgende kostenvergelijking zien. Het betreft hier de resultaten van een in 1978 uitgevoerde studie welke als doel had het vaststellen van de bedrijfstijd (40 h of 80 h) en de keuze van het type ontwateringsapparatuur (bandpersen of filterpersen).

Het betrof in deze studie 3 zuiveringen welke het slib centraal zouden verbranden. De jaarlijkse kosten zijn berekend uitgaande van:

kosten voor onderhoud:

mech./elektr. 3 % 40-urige werkweek
5 % 80-urige werkweek

bouwkundig 0,5 %

energieverbruik:

bandpersen 2,2 kWh/m³ te ontwateren slib

filterpersen 3,0 kWh/m³ te ontwateren slib

energiekosten:

elektriciteit 12 cent/kWh

gas 20 cent/m³

kapitaalslasten:

rente 8 %

afschrijvingstermijn: bouwkundig 40 jaar
mechanisch 15 jaar

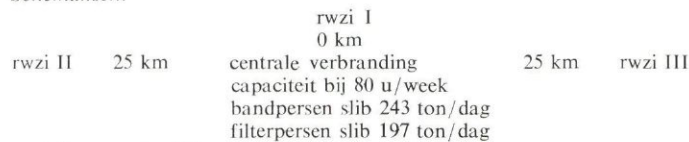
annuïteit: bouwkundig 0,0839
mechanisch 0,1168

De resultaten van de kostenvergelijking zijn samengevat in de tabellen IV en V. Uit de tabellen valt af te lezen dat in geval van bandpersen de energiekosten duidelijk

TABEL III - Verbrandingswaardebepaling enkele slibsoorten.

Slibsoort	Ontwatering	% drogestof	% organische stof	Kcal/kg verbrandingswaarde slibdroge stof	Kcal/kg verbrandingswaarde mengsel
1. primair + secundair (niet gestabiliseerd)	bandpers/centrif.	20-25	70	3500	ca. 300
2. primair + secundair (uitgegist)	bandpers/centrif.	25-30	55	2750	ca. 300
3. primair + secundair (uitgegist)	filterpersen	40-45	47	2350	ca. 650
5. oxidatiesloot	bandpersen	15-20	70	3500	ca. 125
4. oxidatiesloot	filterpersen	30-35	50	2500	ca. 450

Schematisch:



aantal persen en slibhoeveelheid:

Zuiveringen I en III	40 u/week	80 u/week	slibhoeveelheid
bedrijfstijd			
filterpersen	3 st.	2 st.	40 % ds 66 ton/dag
bandpersen	4 st.	2 st.	25 % ds 53 ton/dag
Zuivering II	40 u/week	80 u/week	slibhoeveelheid
bedrijfstijd			
filterpersen	5 st.	3 st.	91 ton/dag
bandpersen	7 st.	4 st.	112 ton/dag

Op basis van prijspeil 1978 waren de resultaten van de studie:

Investerings:

x 10³ guldens

bedrijfstijd	ontwatering m.b.v.:			
	bandpersen		filterpersen	
	40 u/week	80 u/week	40 u/week	80 u/week
ontwatering verbranding*	9.950	5.973	28.377	18.656
(80 u/week)	15.031	15.031	14.141	14.141
Totaal	24.981	21.004	42.518	32.797

* wervelbedovens

TABEL IV - Overzicht jaarlijkse kosten bandpersen + verbranding (in gld).

	bandpersen bedrijfstijd		verbran- ding 80 u/week	totaal bij	
	40 u/week	80 u/week		bedrijfstijd 40 u/week	ontwatering 80 u/week
onderhoud	214.000,—	210.000,—	490.000,—	704.000,—	700.000,—
energie elektrisch	97.000,—	97.000,—	315.000,—	412.000,—	412.000,—
gas	—	—	637.000,—	637.000,—	637.000,—
salarissen	312.000,—	578.000,—	565.000,—	877.000,—	1.143.000,—
chemicaliën	—	—	—	—	—
ontwatering	1.595.000,—	1.595.000,—	—	1.595.000,—	1.595.000,—
asafvoer (9.170 ton/jaar)	—	—	138.000,—	138.000,—	138.000,—
kapitaalslasten	—	—	—	2.712.000,—	2.274.000,—
Totaal jaarlijkse lasten				7.075.000,—	6.899.000,—

TABEL V - Overzicht jaarlijkse kosten filterpersen + verbranding (in gld).

	filterpersen bedrijfstijd		verbran- ding 80 u/week	totaal bij	
	40 u/week	80 u/week		bedrijfstijd 40 u/week	ontwatering 80 u/week
onderhoud	622.000,—	681.000,—	466.000,—	1.088.000,—	1.147.000,—
energie elektrisch	132.000,—	132.000,—	210.000,—	342.000,—	342.000,—
gas	—	—	—	—	—
salarissen	312.000,—	578.000,—	565.000,—	877.000,—	1.143.000,—
chemicaliën	—	—	—	—	—
ontwatering	1.199.000,—	1.199.000,—	—	1.199.000,—	1.199.000,—
asafvoer (15.800 ton/jaar)	—	—	237.000,—	237.000,—	237.000,—
kapitaalslasten	—	—	—	4.662.000,—	3.596.000,—
Totaal jaarlijkse lasten				8.405.000,—	7.664.000,—

hoger zijn dan in geval van filterpersen, maar dat dit kostenverschil vooral gecompenseerd wordt door de lagere kapitaalslasten in geval van bandpersen.

Naast de kosten spelen bij de keuze van het type ontwatering in relatie met het verbrandingsproces nog een rol:

- de belasting van de oven met $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en FeCl_3 in geval van filterpersen
- de hoeveelheid restproduct welke in geval van filterpersen ca. 2 x zo groot is dan in geval van bandpersen.

2. Verbranding van slib alleen

Het verbrandingsproces van slib vindt theoretisch in de volgende fases plaats:

- voordroging
- vergassing
- verbranding.

Afhankelijk van het type oven vinden deze fases simultaan of afzonderlijk plaats. De voornaamste typen ovens welke gebruikt worden voor de verbranding van slib zijn:

- de etage-oven
- de wervelbedoven.

De etage-oven (afb. 2 en 3) is een tegenstroomreactor waar het slib van boven naar beneden de reactor passeert en de verbrandingslucht + eventuele hulpbrandstof

lager gelegen etages en zorgen tevens voor een verkleining van mogelijke klonten slib.

Als voordelen van de etage-oven kunnen worden genoemd:

- hoog rendement
- relatief weinig vlieggas in de rookgassen.

Al nadeel kan worden genoemd de kans op stankoverlast doordat de rookgassen welke de oven verlaten in de voordroging uit het slib vrijkomende stankstoffen mee kunnen voeren.

In Nederland is een etage-oven voor de verbranding van slib in bedrijf bij de Gevudo te Dordrecht.

Bij de wervelbedoven (afb. 4 en 5) wordt het slib gebracht in een geëxpandeerd zandbed. In dit wervelende zandbed vindt bij een temperatuur van ca. 800 °C een verkleining en vergassing van het slib plaats. In de ruimte boven het zandbed vindt de verdere verbranding plaats.

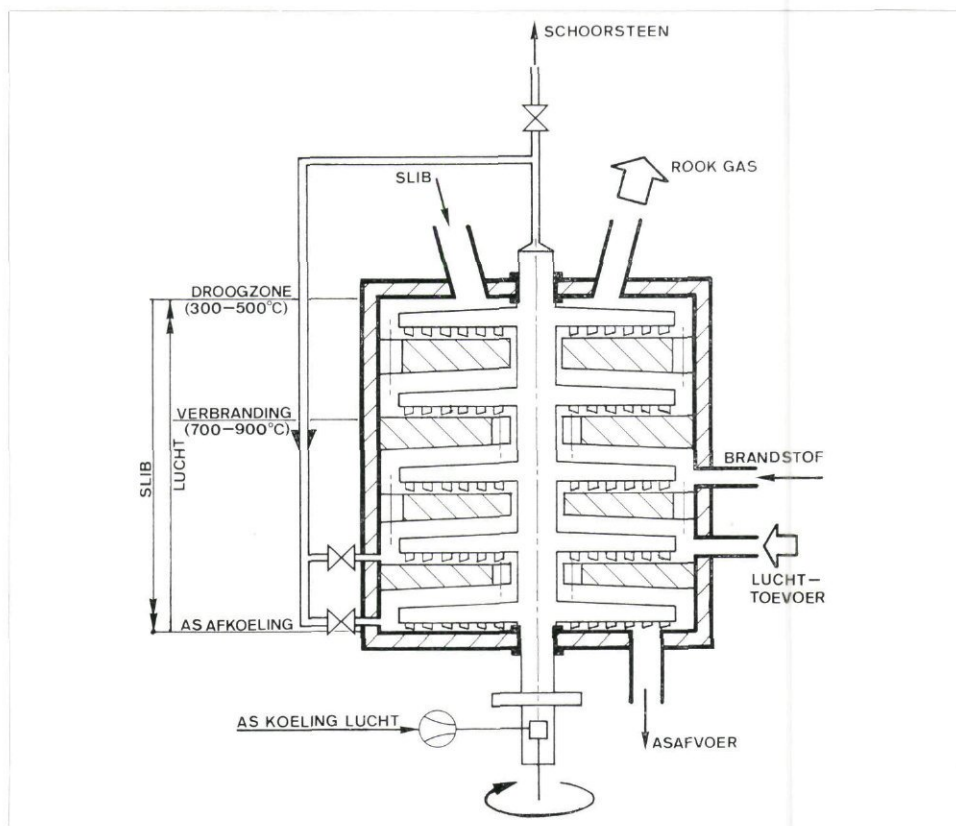
Het zandverbruik van de wervelbedoven bedraagt ca. 1 % van de te verbranden hoeveelheid slib drogestof.

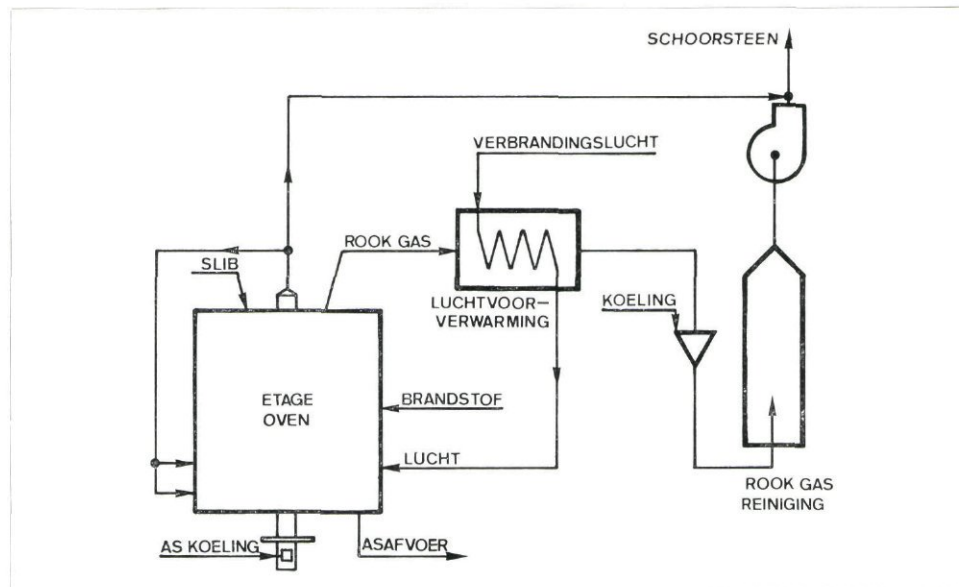
Als voordelen van de wervelbedoven kunnen worden genoemd de homogene verbranding, de geringe luchttoevermaat en een geringe kans op stank.

Als nadeel kan worden genoemd de kans op sinteren.

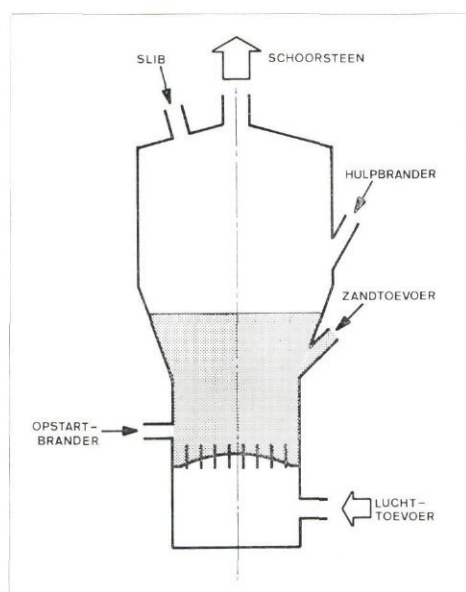
In Nederland is een wervelbedoven voor

Afb. 2 - Etage-oven (schematisch).



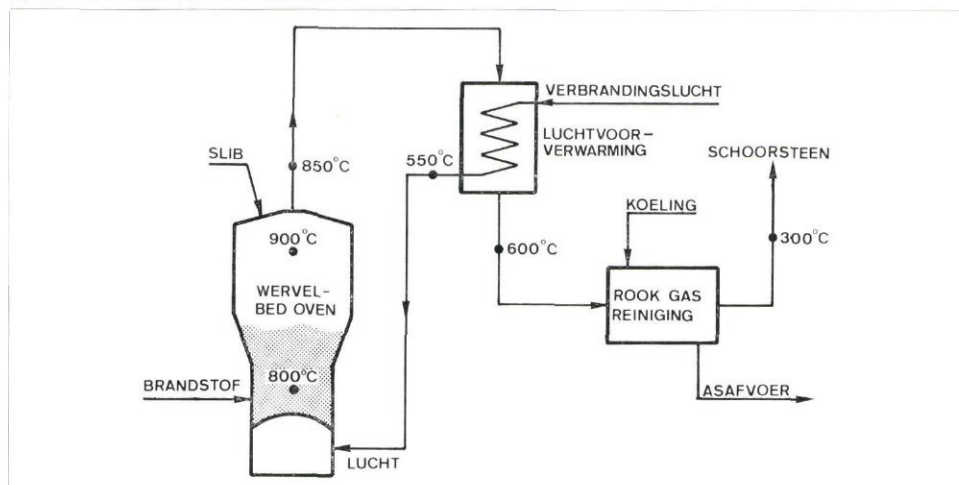


Afb. 3 - Flowschema etage-oven.



Afb. 4 - Wervelbedoven (schematisch).

Afb. 5 - Flowschema wervelbedoven.



De huisvuilproduktie bedraagt ca. 1 kg/inwoner per dag met een verbrandingswaarde van 1800-1900 kcal/kg.

Uit afb. 6 kan afgelezen worden dat uitgaan de van een verbrandingswaarde van het huisvuil van 1900 kcal/kg m.b.v. de bij verbranding vrijkomende warmte ca. 0,5 kg H₂O/kg huisvuil uit het slib kan worden verdampt.

Dit betekent dat het drogestof gehalte van het slib uit de indikker van 5 op 11 % kan worden gebracht en het slib uit de mechanische ontwatering van 20 % op theoretisch 100 % uitgaande van de per inwoner per dag geproduceerde hoeveelheden zuiveringsslib en huisvuil.

Uit deze vergelijking blijkt dat indien slib samen met huisvuil wordt verwerkt er in het algemeen een voorontwatering zal moeten plaatsvinden wil er sprake zijn van een exotherm verbrandingsproces.

de verbranding van slib in bedrijf op de rwzi Ooijen (Waterschap de Maaskant).

3. Gecombineerde verwerking van slib met huisvuil

Alvorens in te gaan op de mogelijke verwerkingssystemen is het van belang te weten hoe de verhouding ligt tussen de per inwoner geproduceerde hoeveelheid huisvuil met bijbehorende verbrandingswaarde en de hoeveelheid zuiveringsslib per inwoner.

Uitgaande van een slibproduktie van 50 g drogestof per inwoner per dag betekent dit:

na indikking		
1 kg slib	waarin	950 g H ₂ O
(5 % ds)		50 g slib drogestof

na mechanische ontwatering (bandpers)		
0,25 kg slib	waarin	200 g H ₂ O
(20 % ds)		50 g slib drogestof

Bij de verwerking van slib samen met huisvuil zijn een aantal systemen mogelijk:

- gezamenlijke verbranding in dezelfde vuurhaard
- directe droogprocessen al of niet gevolgd door verbranding
- indirecte droogprocessen al of niet gevolgd door verbranding.

ad a. *Gezamenlijke verbranding in dezelfde vuurhaard*

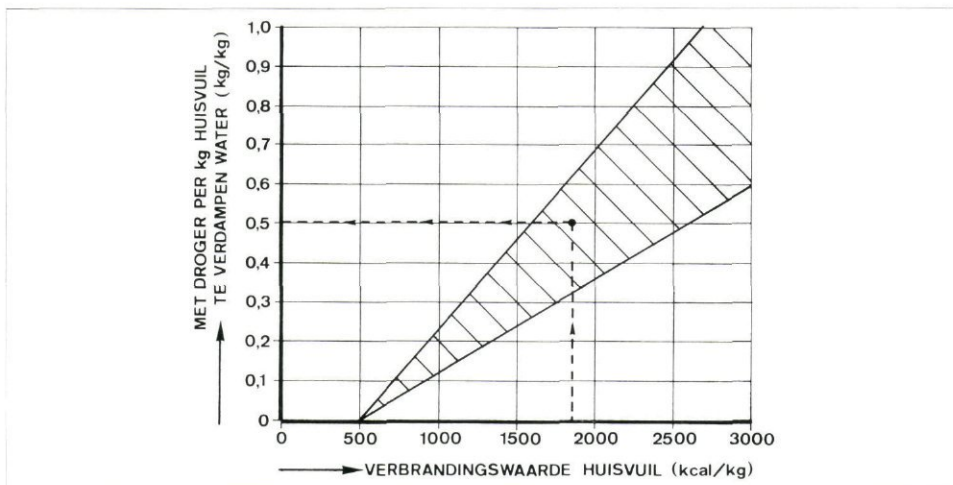
Bij dit systeem zijn er een tweetal toegepaste technieken:

- mengen van slib met huisvuil in de voorraadbunker
- doseren van slib in de vuurhaard.

Een bezwaar van de eerstgenoemde methode is dat bij de menging van slib en huisvuil in de voorraadbunker de kans op stankoverlast erg groot is terwijl bij een slechte menging er ook niet volledige verbranding van het slib kan optreden.

Bij de dosering van slib direct in de vuurhaard met behulp van een zogenaamde werpstoker wordt voorontwaterd slib over het brandende huisvuil verspreid. In Nederland zijn met een werpstoker proeven gedaan bij de vuilverbrandingsinstallatie van de Roteb (Rotterdam). De conclusies van de aldaar uitgevoerde proeven waren:

- geen meetbare toename van de brandbare rest in de slakken
- geringe verhoging brandbare rest in de vliegas
- een toename van de hoeveelheid vliegas in de rookgasen maar na de E-filters geen meetbare verhoging.



Afb. 6 - Met droger per kg verbrand huisvuil te verdampen water als functie van de verbrandingswaarde van het huisvuil.

In februari 1981 is een dergelijk systeem in bedrijf gegaan bij de nieuwe huisvuilverbrandingsinstallatie te Genève.

ad b. Directe droogprocessen

Hieronder worden verstaan processen waarbij de hete rookgassen van de vuilverbranding in direct contact komen met het te drogen slib/te verbranden slib. Verder is onderscheid te maken tussen processen waarbij het slib gedroogd wordt en vervolgens verbrand zonder dat eventueel afvoer van het gedroogde slib mogelijk is en processen waarbij nog gekozen kan worden tussen een mogelijk hergebruik van het gedroogde slib of een verbranding van het gedroogde slib. Een voorbeeld van een systeem waarbij de droging en verbranding in één systeem plaatsvinden is de combinatie van een vuilverbranding en een etage-oven voor slibverbranding zoals toegepast voor de installatie van de GeVuDo te Dordrecht. In afb. 7 is schematisch de opzet van deze installatie weergegeven.

Een systeem waarbij men nog kan kiezen wat te doen met het gedroogde slib is de toepassing van een maaldroger of trommeldroger. Het gedroogde slib kan vervolgens worden hergebruikt of apart worden verbrand (afb. 8).

Voorbeelden van de toepassing van een maaldroger zijn installaties te Krefeld, van Bayer Elbersfeld en te Wenen.

T.o.v. de etage-oven heeft de maaldroger het nadeel dat bij laatstgenoemd proces er een toename van de vliegashoeveelheid in de rookgassen optreedt.

ad c. Indirecte droogprocessen

Onder indirecte droogprocessen worden verstaan die processen, waarbij de warmte van de rookgassen eerst wordt omgezet in

stoom waarna de stoom gebruikt wordt voor de droging van het slib (afb. 9). Bij deze processen vindt dus geen direct contact plaats tussen de rookgassen van de verbranding en het te drogen slib. De systemen bieden een grote flexibiliteit omdat de stoom behalve voor de slibdroging ook gebruikt kan worden voor andere doeleinden zoals elektriciteitsopwekking. Een installatie van een dergelijke type (filmdroger gevoed met stoom van huisvuilverbranding) is in bedrijf bij de stad Dieppe (Frankrijk).

Of men al of niet kiest voor de combinatie van huisvuilverbranding met slibverbranding zal mede afhangen van de kosten. Bij de kostenbepaling is een belangrijk gegeven of men de warmte welke vrijkomt bij het verbrandingsproces van het huisvuil gratis als afvalwarmte kan krijgen of dat men deze warmte moet betalen. In onderstaand voorbeeld zijn 2 uitersten met elkaar vergeleken nl. warmte gratis of

warmte te betalen met als basis de prijs van aardgas, uitgaande van f 0,35 per m³ aardgas betekent dit f 11,— per GigaJoule.

Uitgangspunten kostenvergelijking (prijsspeil 1980):

— slibhoeveelheid 40.000 ton/jaar

— 8.500 ton slib drogestof

— 31.500 ton water

— rentevoet 10 %

— afschrijvingstermijn 15 jaar

— energiekosten

• elektriciteit f 0,20/kWh

• gas f 0,35/m³

• warmte vuilverbranding a. gratis

b. f 11,—/GJoule
*1

— bedrijfstijd verbranding 100 uur/week

— verbrandingskosten gedroogd slib in de

huisvuilverbrandingsovens f 70,— per ton

— asafvoer f 15,— per ton.

*1 1 m³ aardgas = 31,65 MJoule = f 0,35

1 GigaJoule = f 11,—

De resultaten van de studie zijn verzameld in de tabellen VI en VII.

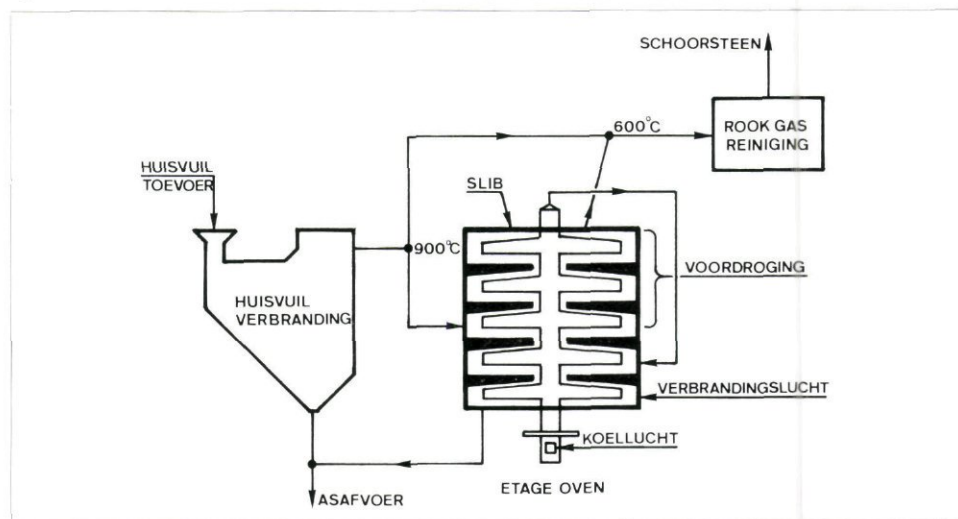
Uit de tabel VII valt af te lezen dat indien men een hoge prijs moet betalen (aardgas-equivalent) voor de afvalwarmte een

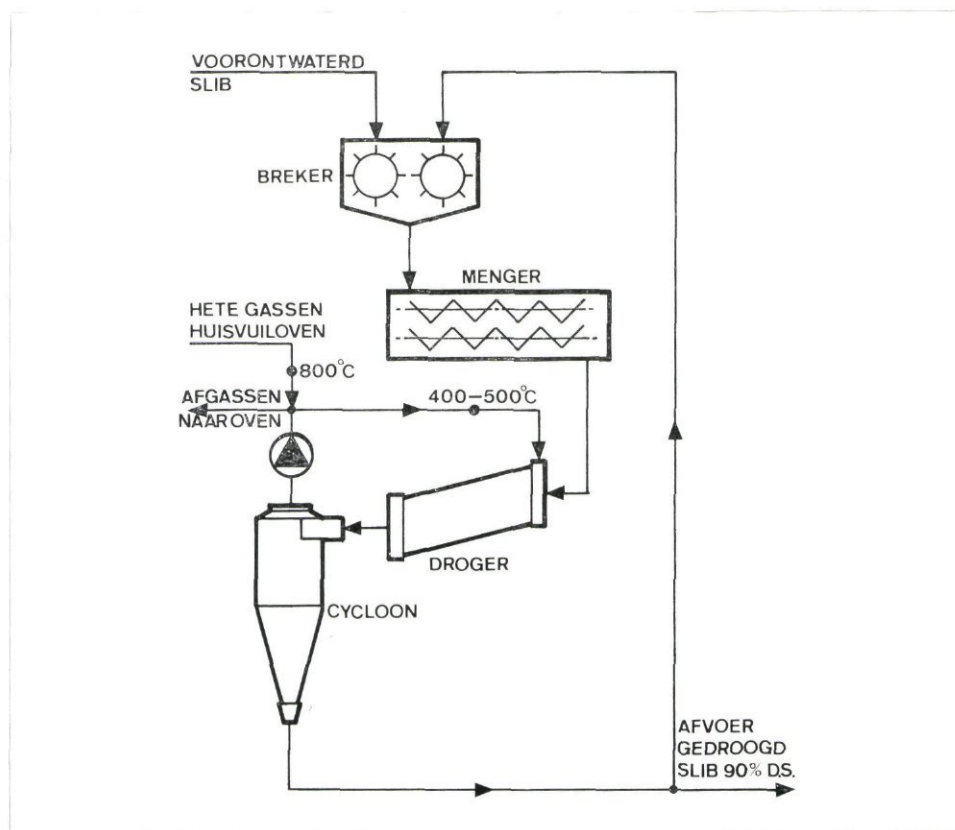
TABEL VI - Overzicht investeringen in 10% gulden.

		restproduct
1. wervelbedoven	f 13,25	as
2. werpstoker in huisvuiloven		
direct drogers:	2,5*2	as
3. — trommeldroger	9,75	90% ds
4. — maaldroger	7,94	90% ds
indirect droger		
5. — filmdroger	10,31	50% ds

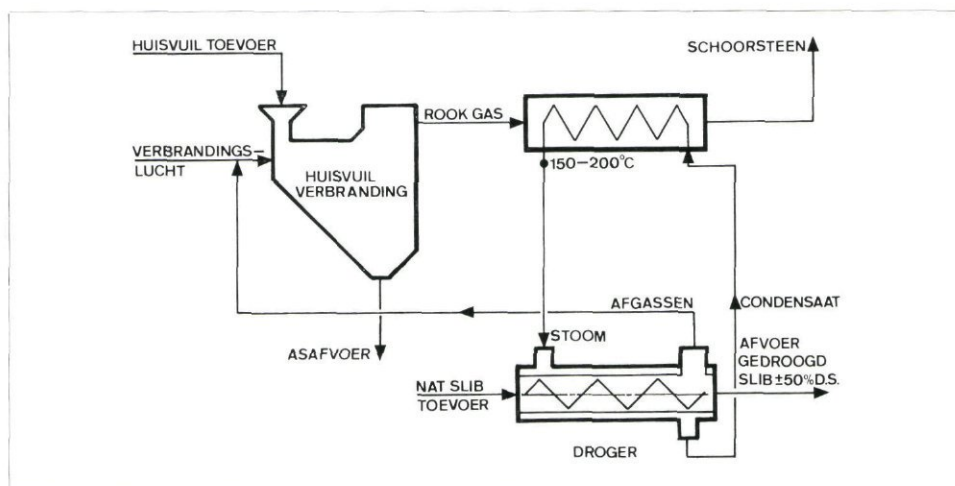
*2 excl. eventuele aanpassing rookgasreiniging.

Afb. 7 - Flowschema combinatie huisvuilverbranding - etage-oven (Dordrecht).





Afb. 8 - Flowschema directe droging met behulp van trommeldroger of maaldroger.



Afb. 9 - Flowschema indirecte droging met behulp van filmdroger.

TABEL VII - Overzicht resultaten kostenvergelijking in 10⁶ gulden.

	warmte huisvuiloven gratis bij 3, 4 en 5		warmte f 11,-/GJoules bij 3, 4 en 5	
	inclusief verbranden gedroogd slib	exclusief verbranden* gedroogd slib	inclusief verbranden gedroogd slib	exclusief verbranden* gedroogd slib
1. wervelbedoven	3,7	n.v.t.	3, 6	n.v.t.
2. werpstoker in huisvuiloven	3,26	n.v.t.	3,7	n.v.t.
3. trommeldroger	2,87	2,21 (90 % ds)	4,29	3,63 (90 % ds)
4. maaldroger	2,7	2,04 (90 % ds)	4,11	3,45 (90 % ds)
5. filmdroger	3,16	1,97 (50 % ds)	4,23	3,04 (50 % ds)

* excl. afvoerkosten gedroogd slib bij 90% ds 9.450 ton/jaar.
bij 50% ds 17.000 ton/jaar

combinatie huisvuilverbranding-slibverbranding uit het oogpunt van kosten niet zinvol is.

4. Emissieproblematiek

Een belangrijk aspect bij de verbranding van zuiveringsslib is de daaruit voortvloeiende belasting van het milieu met de rookgassen en de as.

Wanneer we ons beperken tot de zware metalen kan — uitgaande van een relatieve emissie schatting (bron lezing slibverbranding, 24 november 1978 SVA) — geschat worden welk deel van de in het slib aanwezige zware metalen via de rookgassen in de atmosfeer komen en welk deel in de as achterblijft. In tabel VIII is, uitgaande van de gemiddelde slibkwaliteit zoals vastgesteld in de NVA slibenquête over 1978, berekend wat de uitworps is aan zware metalen en welk deel in de as achterblijft.

TABEL VIII - Emissie zware metalen bij slibverbranding.

Ele- ment	Gemidd. conc- NVA slib- enquête 1978 (mg/kg)	relatieve emissie (%)	uitworp per lucht (g)	ton ds as (g)
Zn	1.231	3	37	1.194
Cu	591	0,2	1,2	589,5
Cr	203	0,3	6	197
Pb	385	1	3,9	381,1
Ni	60	< 0,1	—	60
Cd	10	3	0,3	9,7
Hg	5	100	5	—

Uit de tabel blijkt dat het overgrote deel van de zware metalen, uitgezonderd kwik, achterblijft in de as.

5. Conclusies

Geconcludeerd kan worden, dat het technisch zeer goed mogelijk is slib al of niet in combinatie met huisvuil te verbranden. Indien men tot een dergelijke slibverwerkingsmethode besluit dient men zich te realiseren, dat de kosten hoog zijn en dat het energieverbruik in het algemeen aanzienlijk is.

De belasting van het milieu door in de rookgassen verspreide elementen, alsmede door in de as achterblijvende elementen is een belangrijk aspect.

Vrijwel alle zware metalen, welke in het te verbranden slib aanwezig zijn, vinden wij in de as terug.

Literatuur

1. Engers, Van. *NVA-enquête betreffende productie, bestemming en kwaliteit van zuiveringsslib in Nederland in 1978.*

• Vervolg op pagina 112