1132-34

Er is in Nederland een aanzienlijk tekort aan verwerkingscapaciteit voor de groeiende hoeveelheid brandbaar afval. Jaarlijks wordt nog veel brandbaar afval gestort, terwijl dit milieutechnisch gezien ongewenst is. Om een deel van dit afval beter te verwerken, onderzoekt de NV Huisvuilcentrale N-H de mogelijkheden om de afval-verbrandingsinstallatie in Alkmaar uit te breiden met een vierde verbrandingslijn waarin, zoveel mogelijk voorgescheiden, afval zal worden verbrand.
In dit milieu-effect rapport wordt aangegeven wat de milieu-effecten zijn van een uitbreiding van de Huisvuilcentrale met een vierde lijn. Hierbij worden voor- en nadelen van verschillende verwerkingstechnieken met elkaar vergeleken. De provincie Noord-Holland, als bevoegd gezag, zal dit milieu-effect rapport gebruiken voor de vergunning.

NV HUISVUILCENTRALE N-H

Postbus 9199, 1800 GD Alkmaar • telefoon 072 54 11 311 • fax 072 54 11 344
info@huisvuilcentrale.nl • www.huisvuilcentrale.nl

4e lijn Huisvuilcentrale

Samenvatting milieu-effect rapport

November 2001

P 1132- 34

4e lijn Huisvuilcentrale

Samenvatting milieu-effect rapport

November 2001

NV HUISVUILCENTRALE N-H

ROYAL HASKONING

0. SAMENVATTING

0.1 Inleiding

De NV Huisvuilcentrale N-H (HVC) is een organisatie met een breed scala aan activiteiten binnen de afvalverwerkingsketen. Zo is de HVC mede-eigenaar van twee scheiding- en sorteerinstallaties, namelijk Sortiva vof en West-Friesland Recycling vof en van de composteerinstallatie PURVA. Ook heeft de HVC een afvalinzamelbedrijf (Flevocollect) in oprichting.

In Alkmaar heeft de HVC een afvalverbrandingsinstallatie, de Huisvuilcentrale, voor de thermische verwerking van en energieterugwinning uit huishoudelijke en bedrijfsafvalstoffen. De afvaldoorzet van de Huisvuilcentrale bedraagt ruim 450.000 ton per jaar, bij een elektrisch opwekkingsvermogen van circa 42 MW. De HVC is voornemens de verwerkingscapaciteit van de Huisvuilcentrale uit te breiden met circa150.000 ton per jaar door de bouw van een vierde verbrandingslijn.

In dit milieu-effect rapport (MER) worden de voorgenomen activiteit, de alternatieven en de effecten hiervan op het milieu behandeld. Het MER is een bijlage bij de aanvragen voor de benodigde milieu-vergunningen. Het is tot stand gekomen op basis van richtlijnen die door het bevoegd gezag zijn opgesteld. De definitieve beslissing tot bouw van een vierde lijn zal pas worden genomen nadat dit MER en de vergunningsprocedures zijn afgerond.

0.2 Probleemstelling en doel

0.2.1 Probleemstelling

Momenteel bestaat er in Nederland een aanzienlijk tekort aan verwerkingscapaciteit voor brandbaar afval. In het concept capaciteitsplan thermische verwerking (AOO, juni 2001) is sprake van een overschot aan brandbaar afval van minimaal vier miljoen ton in 2012. Er is voor dit type afval een stortverbod van kracht, maar door tekort aan verwerkingscapaciteit en het achterblijven van hergebruik, wordt op dit moment nog veel brandbaar afval gestort.

Mede gezien deze situatie is de HVC voornemens om de bestaande verbrandingscapaciteit uit te breiden.

Een uitbreiding van de verbrandingscapaciteit heeft een positief gevolg voor hergebruik van afval. Het residu uit de scheidingsinstallaties van de HVC, nog altijd zo'n 50% van het totaal, moet worden verbrand. Voor dit relatief hoog calorische afval is geen verbrandingscapaciteit meer beschikbaar waardoor het naar een stortplaats moet worden afgevoerd. Dit is milieuhygiënisch ongewenst en duur en zorgt ervoor dat activiteiten op het gebied van afvalscheiding niet verder kunnen worden uitgebreid. Door uitbreiding van de verbrandingscapaciteit wordt het rendabel een grotere stroom, met name bedrijfsafval, te scheiden, waardoor het hergebruik wordt bevorderd. Dit leidt dus tot minder afval naar de stortplaats.

Uit informatiebijeenkomsten is gebleken dat de aandeelhouders van de HVC (46 gemeenten in Noord-Holland Noord en Flevoland en Energie Noord West) zich wel kunnen vinden in een uitbreiding met een vierde lijn onder de volgende voorwaarden: een volledige benutting van de capaciteit moet voor de levensduur van de installatie zijn gegarandeerd, de bedrijfszekerheid van de installatie moet bijdragen aan een gezonde exploitatie, het HVC initiatief moet passen binnen het landelijk beleidskader en de gestelde milieueisen, de uitbreiding moet een gunstig effect hebben op de ontwikkeling van de kosten en er mogen geen negatieve effecten op scheidingsactiviteiten plaatsvinden.

HVC wil met de uitbreiding een hoger energetisch rendement realiseren dan op dit moment met de huidige lijnen wordt bereikt. Hierbij moet wel worden benadrukt dat een hoger rendement alleen zin heeft als dat gepaard gaat met een goede beschikbaarheid.

0.2.2 Nationaal afvalbeleid

Landelijk Afvalbeheersplan (LAP)
In het LAP wordt het landelijk afvalstoffenbeleid voor de komende jaren vastgelegd. Het LAP bevat de visie op afvalbeheer in de 21st eeuw: gedetailleerd van 2002 tot 2006 met een doorkijk tot 2012. Ten tijde van het opstellen van dit MER was het LAP nog niet definitief gereed, maar was wel het voorontwerp van het beleidskader beschikbaar dat in de Tweede Kamer wordt behandeld. Op verzoek van de commissie MER en het Afval Overleg Orgaan (AOO) is in dit MER zoveel mogelijk geanticipeerd op het in ontwikkeling zijnde LAP.

Het LAP zet in op een versterking van de marktwerking in het afvalbeheer. Voor het overgrote deel van de afvalstoffen, namelijk die afvalstoffen die *nuttig worden toegepast*, is de marktwerking nagenoeg volledig. Voor die afvalstoffen gelden binnen de Europese Unie nauwelijks geografische beperkingen.
Ook voor het verbranden van afvalstoffen als vorm van *verwijdering* wordt toegewerkt naar een Europese markt. Die markt kan ontstaan wanneer er in de verschillende landen sprake is van vergelijkbare milieuvoorzieningen, afvalsturende regelgeving en beschikbaarheid van verwerkingscapaciteit ("level playing field"). Zolang dit nog niet het geval is houdt Nederland in principe de landsgrenzen gesloten.

Capaciteitsplan thermische verwerking
Het capaciteitsplan thermische verwerking is onderdeel van het LAP en geeft aan voor welke afvalstoffen de thermische verwerkingscapaciteit wordt gereguleerd en aan welke eisen de nieuwe en bestaande installaties voor thermische verwerking dienen te voldoen. Hiertoe wordt onderscheid gemaakt in drie categorieën afvalstoffen:
- *D10-stromen:* afvalstromen waarvoor een specifieke verwijderingsstructuur is opgezet met capaciteitsregulering (moratorium) en gesloten nationale grenzen (zoals specifiek ziekenhuisafval) en stromen met een stookwaarde < 11,5 MJ/kg;
- *D10-slibstromen:* slibstromen met een stookwaarde < 11,5 MJ/kg, die niet onder de voornoemde D10-stromen vallen. Hiervoor is geen capaciteitsregulering van toepassing en gelden open nationale grenzen;
- *R1-stromen:* dit betreft afvalstromen voor R1-handeling (hoofdgebruik als brandstof of andere wijze van energieopwekking) met een stookwaarde van meer dan 11,5 MJ/kg. De thermische verwerking van deze afvalstromen in installaties met energieopwekking wordt beschouwd als nuttige toepassing. Hiervoor is geen capaciteitsregulering van toepassing en gelden open nationale grenzen.

Het initiatief van de HVC betreft thermische verwerking van R1-stromen en valt derhalve binnen de kaders van de in het LAP gestelde eisen voor nuttige toepassing. Volgens de prognoses in het LAP *(volgens het "beleidscenario") bedraagt het aanbod van R1-stromen in 2012 ongeveer 4 miljoen* ton. Dit betreft een langjarig 'duurzaam' overschot.

0.2.3 Afval voor het HVC initiatief

De in de Huisvuilcentrale verwerkte hoeveelheid afval bedroeg in 2000 circa 450.000 ton. Hiervan was ruim 100.000 ton bedrijfsafval. De overige 350.000 ton betrof huishoudelijk en te verkleinen afval, afkomstig van de aandeelhouders van de HVC.

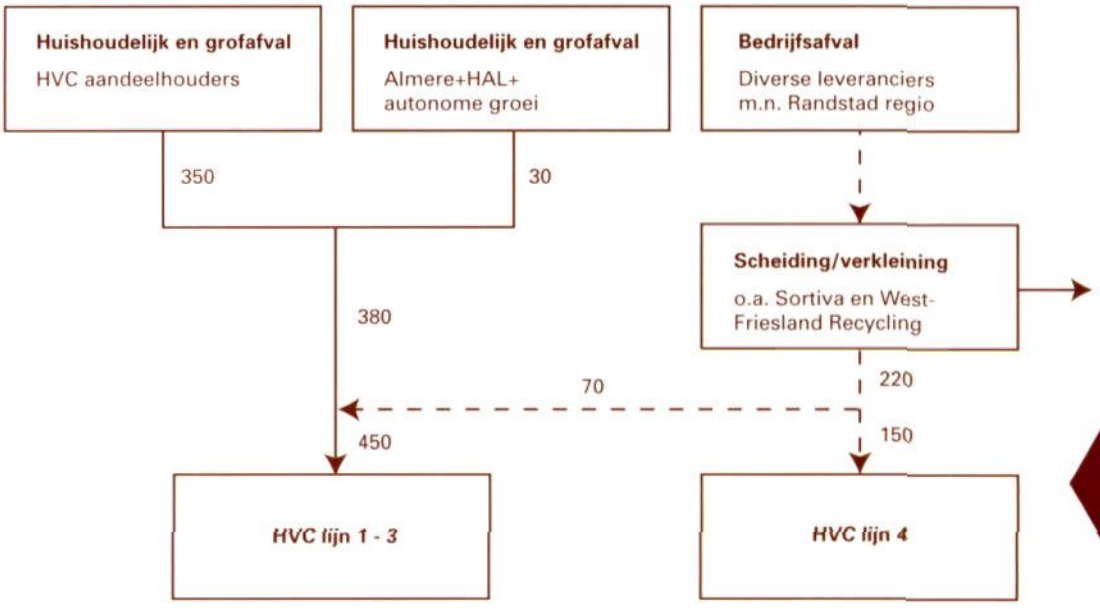
De groei van het afvalaanbod in Flevoland zal binnen enkele jaren leiden tot een extra productie van te verbranden huishoudelijk afval van minimaal 30.000 ton per jaar. Verder zal de uitbreiding van het HAL-woningbouwgebied (Heerhugowaard Alkmaar Langedijk) naar verwachting tot een verhoogde afvalaanvoer leiden. Dit afval zal in de huidige afvalverbrandingsinstallatie moeten worden verwerkt.

Hierdoor komt minimaal 30.000 ton bedrijfsafval beschikbaar dat nu in de huidige installatie wordt verwerkt. Dit afval past bij uitstek in de voorgenomen uitbreiding van de Huisvuilcentrale die is bestemd voor de verwerking van dit, veelal voorgescheiden, bedrijfsafval met een hoge stookwaarde.

De 30.000 ton uit de huidige installatie vrijgekomen bedrijfsafval zal worden aangevuld met 120.000 ton bedrijfsafval afkomstig uit de Randstad-regio. Het betreft hier met name niet-herbruikbaar bedrijfsafval, zoals het residu van eigen sorteerinstallaties (Sortiva vof en West-Friesland Recycling vof). Dit afval maakt momenteel nog deel uit van het landelijke afvaloverschot waarvoor de aanbieders momenteel, bij gebrek aan voldoende thermische verwerkingscapaciteit, veelal zijn aangewezen op stortplaatsen. Op deze wijze draagt de uitbreiding van de HVC bij aan de mogelijkheid van een vergroting van de scheidingscapaciteit.

HVC heeft begin 2000 langjarige contracten voor de levering van dit bedrijfsafval gesloten. De bedrijfsafval-aanbieders zullen de aanvoer ervan effectueren zodra de nieuwe verbrandingslijn is gerealiseerd. Daarmee is volledige benutting van de nieuwe lijn gegarandeerd.

In figuur 0.1 is een indicatief schema opgenomen van de afvalhoeveelheden na de uitbreiding van HVC met een vierde lijn.



Figuur 0.1: Indicatie van afvalhoeveelheden na uitbreiding van de HVC met een vierde lijn (in kton per jaar)

0.2.4 Toetsingskader nieuwe initiatieven

Voor de thermische verwerking van afval waarvoor geen capaciteitsregulering geldt, kunnen nieuwe initiatieven worden gerealiseerd. De vergunningaanvragen voor installaties voor nuttige toepassing worden conform de Wet milieubeheer op doelmatigheid getoetst. De doelmatigheidstoetsing stelt als voorwaarde dat het beheer van afvalstoffen op effectieve en efficiënte wijze geschiedt. Op basis hiervan worden eisen gesteld aan de kwaliteit en kwantiteit van emissies en reststoffen na verbranding. Verder is de totaal geproduceerde energie en het gerealiseerde energetisch rendement een belangrijk aandachtspunt.

0.2.5 Motivatie uitbreiding Huisvuilcentrale

Met de voorgenomen uitbreiding beoogt de Huisvuilcentrale bij te dragen aan de vermindering van het afvaloverschot. De uitbreiding van de HVC betreft een moderne afvalverbrandingsinstallatie volgens de laatste stand der techniek die afvalstromen verwerkt in een energetisch hoogwaardig proces. Er worden geen specifieke afvalstromen uit de markt afgenomen, waarvoor een realistische hoogwaardige(r) verwijdering voorhanden is.

De uitbreiding van de afvalverbrandingsinstallatie van HVC heeft een aantal milieuhygiënische en bedrijfseconomische voordelen:
- in een vierde verbrandingslijn kan het residu uit scheidingsinstallaties op een milieuhygiënische en marktconforme wijze verwerkt worden, dit leidt tot uitbreiding van de huidige scheidingscapaciteit en meer hergebruik van afvalstromen;
- bij het ontwerp van de Huisvuilcentrale is reeds rekening gehouden met de bouw van een vierde lijn, zodat van een groot aantal gemeenschappelijke voorzieningen gebruik gemaakt kan worden. Het realiseren van een vierde lijn is daardoor relatief eenvoudig en goedkoop. Bovendien kan HVC, door een verlaging van de kostprijs, de concurrentiepositie verbeteren, met name wanneer de provincie- en landsgrenzen voor de verwerking van brandbaar afval wegvallen. Dit heeft tevens een gunstig effect op de tariefstelling wat in het belang is van de aandeelhouders;
- een toename van de productie van duurzame energie, in combinatie met een verdere verbetering van het overall-energetische rendement als gevolg van de afzet van restwarmte aan afnemers op het industrieterrein Boekelermeer-Zuid, waarnaar momenteel reeds onderzoek wordt uitgevoerd;
- door de gunstige ligging van de HVC, kan het afval over water aangevoerd worden. In juli 2001 is onder meer hiervoor de Leeghwater Haven aan het Noord-Hollands kanaal in gebruik genomen. Via deze haven wordt momenteel afval aangevoerd vanuit Flevoland en Zaanstad. Naast de milieuhygiënische voordelen van deze transportwijze, biedt dit voordelen ten aanzien van de verkeersdrukte. Bovendien kan het op lange termijn een kostenbesparing opleveren;
- de reststoffen van HVC zijn van dusdanige kwaliteit dat zij vrijwel volledig worden hergebruikt. Alleen het rookgasreinigingsresidu (zouten en filterkoek) wordt vooralsnog gestort. De hoeveelheid te storten materiaal bedraagt slechts circa 0,4 volumeprocent van de totale hoeveelheid verwerkt afval.

0.2.6 Doel van de voorgenomen activiteit

Het doel van de voorgenomen activiteit ligt direct in het verlengde van het doel van de bestaande Huisvuilcentrale en kan als volgt worden geformuleerd:

"Het uitbreiden van de bestaande Huisvuilcentrale door realisatie van een thermische verwerkingsinstallatie voor R1-stromen met een capaciteit van 18 - 20 ton per uur, ofwel circa 150.000 ton per jaar, gebaseerd op toepassing van moderne verbrandingstechnologie met optimale terugwinning van energie en vergaande rookgasreiniging en waarbij reststoffen van een milieuhygiënisch verantwoorde kwaliteit worden geproduceerd en nuttig worden toegepast."

0.3 Te nemen besluiten

De belangrijkste publiekrechtelijke besluiten in het kader van de uitbreiding zijn beschikkingen van het bevoegd gezag voor de volgende vergunningen:
- vergunning ingevolge de Wet milieubeheer waarin de aspecten energie, gevaar, geluid, bodem, mobiliteit, schade en hinder alsmede de doelmatigheid van de verwerking en de milieueffecten naar lucht worden behandeld;
- vergunning ingevolge de Wet verontreiniging oppervlaktewateren waarin de directe of indirecte lozing van afvalwater en/of koelwater wordt behandeld;
- bouwvergunning in gevolge de Woningwet. Een randvoorwaarde voor het verlenen van de bouwvergunning is dat het bouwwerk past in het bestemmingsplan.

0.4 De voorgenomen activiteit, alternatieven en varianten

0.4.1 Voorgenomen activiteit

Ontwerpgrondslagen

De voorgenomen activiteit bestaat uit een uitbreiding van de bestaande installatie van HVC met een vierde lijn. In de vierde lijn zal bedrijfsafval worden verwerkt. De voorziene technische uitvoering van de vierde verbrandingslijn zal, mede door het verschil in type afval, verschillen van de huidige installatie.

In het MER is een tweetal uitvoeringen voor de oven uitgewerkt. Voorgenomen activiteit A bestaat uit een roosteroven waarbij het rooster, in tegenstelling tot de ovens van de bestaande lijnen, watergekoeld wordt uitgevoerd (aangegeven in de tekst als "roosteroven (A)"). Voorgenomen activiteit B bestaat uit een circulerend wervelbedoven (aangegeven in de tekst als "wervelbedoven (B)").De ontwerpgrondslagen, voor zowel de roosteroven (A) als de wervelbedoven (B), zijn opgenomen in tabel 0.1.

Tabel 0.1: Ontwerpgrondslagen voor de vierde lijn en bestaande situatie

Parameter	Eenheid	Ontwerp bestaande lijnen	Ontwerp vierde lijn
Aantal verbrandingslijnen		3	1
Nominale doorzet per lijn	Ton/uur	18,5	20*
Verbrandingswaarde afval	MJ/kg	10	13,5*
Thermische capaciteit per lijn	MWth	51	75
Jaarlijkse vollasturen	Uur/jaar	7.000	7.500
Jaarlijkse verwerkingscapaciteit	Ton/jaar	385.000	150.000
Emissie-eisen rookgassen	Conform Besluit Luchtemissies Afvalverbranding		

*) afhankelijk van de verbrandingswaarde van het afval zal de afvaldoorzet variëren.

Bij tabel 0.1 moet worden aangetekend dat de oven is ontworpen voor een verbrandingswaarde van 13,5 MJ/kg en een afvaldoorzet van 20 ton per uur (ontwerppunt). Echter, in verband met de benodigde flexibiliteit in bedrijfsvoering is er in de praktijk een variatie in de verbrandingswaarde en afvaldoorzet mogelijk. Op deze wijze kunnen fluctuaties in hoeveelheid en samenstelling van het geleverde bedrijfsafval worden opgevangen.

Afvalaanvoer, acceptatie, opslag en voorbewerking

Tijdens het ontwerp van de bestaande installatie is reeds rekening gehouden met een mogelijke toekomstige uitbreiding van de installatie met een vierde verbrandingslijn. Er kan veelal gebruik gemaakt worden van bestaande voorzieningen (weegbrug etc.). Aangezien het type afval voor een vierde lijn verschilt van het afval voor de bestaande lijnen zullen de voorzieningen ten aanzien van met name voorbewerking en opslag enigszins verschillen van de bestaande situatie. Voor de wervelbedoven (B) geldt dat er een uitgebreidere voorbewerking en intensievere controle van het afval noodzakelijk is dan voor de roosteroven (A). De overige voorzieningen zullen voor beide initiatieven vrijwel identiek zijn.

HVC heeft ervoor gekozen om het scheiden en sorteren van afval buiten het terrein van de HVC uit te voeren. Hiervoor maakt de HVC gebruik van de scheidings- en sorteerinstallaties Sortiva vof en West Friesland Recycling vof, waarvan de HVC mede-eigenaar is. Bovendien wordt een deel van het afval door derden gescheiden en als zodanig aan HVC geleverd.

De aanvoer van bedrijfsafval vindt plaats over de weg en over water. Elk inkomend transport wordt gewogen. De aard van het afval wordt gecontroleerd en geregistreerd in een geautomatiseerd dataverwerkingssysteem. Op het terrein is een aantal opstelplaatsen voorzien om controle mogelijk te maken dan wel om niet-geaccepteerde wagens of containers met afval separaat te kunnen behandelen.

Na acceptatie wordt het aangevoerde afval vanuit de containertransportwagens via een toegang in de bestaande ontvangsthal, in een ontvangstbunker gestort.

De afvalvoorbewerking voor de roosteroven (A) en de wervelbedoven (B) komen niet geheel overeen. Dit heeft te maken met het feit dat de wervelbedoven hogere eisen stelt aan de deeltjesgrootte en samenstelling van de brandstof.

Roosteroven (A)
Vanuit de ontvangstbunker wordt het bedrijfsafval door een kraan naar een tweetal rotorscharen getransporteerd. De rotorscharen verkleinen het bedrijfsafval tot circa 250 mm. Vanuit de rotorscharen wordt het bedrijfsafval in een tweetal brandstofbunkers opgeslagen.

Wervelbedoven (B)
In aanvulling op de verkleinstap zoals beschreven bij de roosteroven (A), moet het bedrijfsafval verder verkleind worden tot maximaal 100 mm. Deze verkleinstap is tevens voorzien van een zeef, zodat grove delen afgescheiden worden en teruggevoerd worden naar de rotorschaar. Daarnaast zal middels magnetische afscheiders en non-ferro afscheiding ijzer en non-ferro van het bedrijfsafval worden gescheiden en indien mogelijk in de metaalindustrie als laagwaardig schroot worden afgezet (bij de roosteroven wordt schroot na de verbranding in de slakopwerkingsinstallatie afgescheiden en als hoogwaardig schroot ingezet). Bovendien leert de ervaring dat ook uitgebreide visuele inspectie noodzakelijk is om stoorstoffen (onder andere laagsmeltende materialen) in het bed te voorkomen.

Verbranding

Roosteroven (A)
Vanuit de vultrechter wordt het bedrijfsafval via een vulschacht gedoseerd op een watergekoeld rooster. Het water in het rooster doorloopt de roosterstaven in een gesloten kringloop en geeft zijn warmte af aan de verbrandingslucht.

Op het rooster doorloopt het afval met behulp van de aanwezige warmte en de door het rooster aangevoerde primaire verbrandingslucht de diverse stadia van het verbrandingsproces, te weten drogen, ontgassen, verbranden en uitbranden. Na een verblijftijd van ruim een uur is het afval verbrand en vallen de vaste, onbrandbare resten (bodemas) in een verzamelbassin gevuld met water (de ontslakkers).
De temperatuur die bij het verbranden van afval wordt bereikt, ligt tussen de 850 °C en 1.100 °C. De verblijftijd in de oven in deze temperatuurrange bedraagt minimaal twee seconden. Daarnaast is de oven voorzien van start- c.q. ondersteuningsbranders die automatisch ingeschakeld worden indien de vuurhaardtemperatuur een waarde van 850°C onderschrijdt.

Wervelbedoven (B)
Bij circulerend wervelbedverbranding wordt een brandstof verbrand in een verticale verbrandingsluchtstroom, waarbij de (kleine) deeltjes onder invloed van de tegengestelde luchtweerstand en zwaartekracht worden gefluïdiseerd. Dit leidt tot een zeer intensieve turbulentie (menging) in het bed, maar stelt eisen aan de maximale deeltjesgrootte van de brandstof (circa 100 mm). In de luchtstroom bevindt zich veelal een extra fluïdisatiemedium, meestal zand.

De temperatuur die bij het verbranden van afval wordt bereikt voldoet aan de gestelde eisen, maar is in het algemeen wat lager dan in een roosteroven. Ook de wervelbedoven is voorzien van start- c.q. ondersteuningsbranders die automatisch ingeschakeld worden indien de vuurhaardtemperatuur een waarde van 850°C onderschrijdt.

Verschillen rooster- en wervelbedoven
Een aantal kenmerkende verschillen tussen een watergekoelde roosteroven (A) en een wervelbedoven (B) worden hierna genoemd:

- een wervelbedinstallatie is minder geschikt voor slakvormende brandstoffen (in verband met verstopping van het wervelbed). Derhalve dienen er strengere eisen aan de afvalsamenstelling te worden gesteld en is uitgebreide voorsortering en voorbewerking van het afval noodzakelijk;
- de brandstof voor een wervelbedoven dient een redelijk homogene deeltjesgrootte te hebben die beduidend kleiner is dan bij een roosteroven;
- de voeding van brandstof in een wervelbedoven levert in de praktijk meer problemen op dan in geval van een roosteroven;
- de mechanische uitvoering van een wervelbed is eenvoudiger, een mechanisch en thermisch belast rooster ontbreekt. Daarentegen is abrasieve slijtage van de vuurhaard en ketel door asdeeltjes hoger;
- het eigen elektrisch verbruik van een wervelbed is hoger dan bij een rooster (de bedweerstand dient te worden overwonnen);
- bij een wervelbed is in principe toepassing van askoeling mogelijk, hiermee kunnen theoretisch hogere stoomcondities gerealiseerd worden. Echter, op dit moment zijn er nog onvoldoende positieve bedrijfservaringen met de toepassing van askoeling in een wervelbedoven voor verbranding van bedrijfsafval. Dit betekent dat de kans op storingen en bedrijfstijd niet goed in te schatten zijn;
- met het verbranden van heterogeen bedrijfsafval in een wervelbedoven is weinig bedrijfservaring ten opzichte van een roosteroven.

Stoomproductie

Na de vuurhaard, in geval van de roosteroven (A), en de heetgascycloon, in geval van de wervelbedoven (B), passeren de rookgassen het stralingsdeel en vervolgens het zogenaamde convectiedeel van de ketel. Hierin wordt de nog in de rookgassen aanwezige warmte teruggewonnen. In de stoomketel wordt circa 95 ton/uur stoom geproduceerd met een temperatuur van 400°C en een druk van 40 bar.

Rookgasreiniging

De rookgasreinigingsinstallatie van de voorgenomen activiteit bestaat in hoofdzaak uit de volgende onderdelen:
- een cycloon voor de voorafscheiding van vliegas (alleen in geval van een wervelbedoven);
- een eerste elektrofilter voor nagenoeg volledige vliegasafscheiding;
- een sproeidroger voor verwerking van het afvalwater uit de wasser;
- een tweede elektrofilter voor zoutafscheiding;
- een meertraps-natte wasser voor de verwijdering van zure gassen, vluchtige zware metalen en zwaveldioxide;
- een warmtewisselaar waarmee met behulp van stoom de rookgassen worden opgewarmd;
- actief kooldosering voor adsorptie van dioxines en eventueel restanten kwik;
- een doekfilter waarin de met verontreinigingen beladen actief kool uit de rookgasstroom wordt verwijderd;
- een zuigtrekventilator die zorgt dat de stromingsweerstand van vuurhaard, ketel en rookgasreiniging wordt overwonnen;
- een $DeNO_x$-installatie waarmee de bij de verbranding gevormde stikstofoxiden uit de rookgassen worden verwijderd op basis van selectieve katalytische reductie);
- een schoorsteen waarmee de gereinigde rookgassen naar de omgeving worden afgevoerd.

Behandeling reststoffen

Tijdens het verbrandings- en rookgasreinigingsproces komen diverse soorten reststoffen vrij. Het betreft met name de volgende stoffen die voor het grootste deel nuttig worden toegepast:
- bodemas in geval van de roosteroven (A): de bodemas wordt behandeld in de bestaande slakkenopwerkingsinstallatie (SOI). Schroot en non ferro worden in de metaalindustrie als hoogwaardig materiaal afgezet en de resterende bodemas wordt afgezet als ophoogmateriaal (secundaire bouwstof) voor civiele toepassingen;
- bedas in geval van de wervelbedoven (B): de bedas is anders van samenstelling en kwaliteit dan de bodemas uit de roosteroven. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat de assen separaat in de bestaande SOI behandeld kunnen worden. Indien voor een wervelbedoven gekozen wordt moet

hiernaar nog nader onderzoek worden uitgevoerd. De herbruikbaarheid en de afzetmogelijkheden van dit product zijn nog onzeker. Vooralsnog wordt er desondanks van uitgegaan dat dit materiaal kan worden hergebruikt;
- ketelas uit de rookgassen afgevangen in de ketel wordt gevoegd bij respectievelijk de bodemas en de bedas;
- vliegas uit de rookgassen verwijderd in het elektrofilter wordt toegepast als vulstof in de wegenbouw en als opvulmateriaal voor mijnschachten. De hoeveelheid geproduceerde vliegas bij wervelbedverbranding (voorgenomen activiteit B) is hoger dan bij roosterverbranding. Bovendien zal de samenstelling van het vliegas in geval van wervelbedverbranding verschillen ten opzichte van het vliegas van de huidige drie lijnen. Het is nog onduidelijk of dit materiaal voor dezelfde toepassing, dan wel andere vormen van hergebruik geschikt is. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat dit materiaal moet worden gestort;
- zouten afgescheiden in het elektrofilter achter de sproeidroger worden opgeslagen in een daarvoor bestemde deponie;
- filterkoek afkomstig uit de filterpers van de afvalwaterbehandeling worden opgeslagen in een daarvoor bestemde deponie.

Gebouw en infrastructuur

Verschillende gebouwen zullen voor het realiseren van een vierde lijn moeten worden uitgebreid. Beide varianten zullen slechts beperkte invloed hebben op de uitvoering van de gebouwen of de infrastructuur. Uitgangspunt is om de contouren van de bestaande installatie te handhaven.

Energiebenutting

De uitbreiding van het bestaande systeem bestaat uit een nieuwe condensatie stoomturbine parallel aan de bestaande turbine, uitbreiding van de luchtcondensors en condensaat- en voedingswatersystemen. In het uitgebreide systeem zal de reservecapaciteit van de bestaande turbine volledig worden benut en de overige stoom gaat naar de nieuwe turbine. Uit de nieuwe stoomturbine zal alleen stoom op 2 bar niveau worden afgetapt voor warmtelevering aan derden. De bestaande turbine voorziet in 6 bar stoom voor eigen gebruik voor de HVC (condensaatopwarming, verbrandingsluchtvoorwarming, ontgasserstoom en rookgasopwarming).

Procesbalansen

Tabel 0.2 geeft een overzicht van de hoeveelheden verwerkte afvalstoffen, de daarbij vrijkomende reststoffen en de opgewekte energie.

Tabel 0.2: Overzicht dimensioneringsgegevens van de roosteroven (A) en de wervelbedoven (B)

	Bestaande installatie	Roosteroven (A)		Wervelbedoven (B)	
		Ontwerp vierde lijn	HVC incl. vierde lijn	Ontwerp vierde lijn	HVC incl. vierde lijn
Afvaldoorzet [ton/uur]	3x18,5	20	75,5	20	75,5
Productie reststoffen [ton/uur]					
- bodemas (ruw)/ bedas	11,1	3,7	14,8	1,7	12,8
- vliegas	0,7	0,2	0,9	3,0	3,7
- ferro/non-ferro	1,3	0,4	1,7	0,4	1,7
- zouten	0,5	0,2	0,7	0,2	0,7
- filterkoek	0,3	0,1	0,4	0,1	0,4
Bruto opgewekte elektriciteit [kWh/uur]	38,3	19,3	57,6	19,3	57,6
Warmtelevering aan derden [GJ/uur] (gemiddelde waarde[1])	-	26,7	26,7	26,7	26,7

[1] Dit betreft een waarde bij een continu afnamepatroon (= theoretisch). In de praktijk is deze waarde seizoensafhankelijk en wordt door buffering geoptimaliseerd.

Optredende emissies

In tabel 0.3 is een overzicht van de emissieconcentraties, de relevante voorschriften (Besluit Luchtemissies Afvalverbranding) alsmede de bijbehorende emissievrachten voor de totale inrichting (vier lijnen) weergegeven.

Tabel 0.3: Overzicht schoorsteenemissies van de vierde lijn en de totale emissievracht van HVC na uitbreiding met een vierde lijn

	Emissieconcentratie, lijn 4					Emissievracht, HVC na uitbreiding		
	Eenheid	Norm BLA	Norm EU[4]	Worst case [1]	Verwachting [2]	Eenheid	Worst case[5]	Verwachting[6]
Stof	mg/m_0^3	5	10	3	1,8	ton/jr	10,7	6,4
Zuurvormende gassen								
HCl	mg/m_0^3	10	10	5	1,5	ton/jr	17,8	5,3
HF	mg/m_0^3	1	1	0,5	0,06	ton/jr	1,8	0,21
SO_2	mg/m_0^3	40	50	30	5,2	ton/jr	107	18,5
NO_x	mg/m_0^3	70	200	70	57	ton/jr	249	203
Zware metalen								
Hg	mg/m_0^3	0,05	0,05	0,03	0,0013	kg/jr	107	4,6
Cd	mg/m_0^3	0,05	0,05	0,02	0,0042	kg/jr	71,1	14,9
Overige[3]	*mg/m_0^3*	*1*	*0,5*	*0,25*	*0,0031*	*kg/jr*	*889*	*11,0*
Onvolledig verbrande koolstofverbindingen								
CO	mg/m_0^3	50	-	25	12	ton/jr	88,9	42,7
C_xH_y	mg/m_0^3	10	10	5	0,4	ton/jr	17,8	1,4
PCDD/ PCDF's als TEQ	ng/m_0^3	0,1	0,1	0,05	0,0022	g/jr	0,18	0,01

1) Voor vier lijnen, gebaseerd op de garantiewaarden van bestaande drie lijnen
2) Voor vier lijnen, gebaseerd op het gemiddelde over de drie bestaande lijnen, in 2000
3) Bestaande uit: Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Co, Ni, Se en Te
4) EU Richtlijn 2000/76/EG, 28 december 2000, daggemiddelden
5) Gebaseerd op worst case emissieconcentraties lijn 1 t/m 4
6) Gebaseerd op verwachte emissieconcentraties lijn 1 t/m 4

Water

In de huidige situatie wordt er geen procesafvalwater geloosd op het oppervlaktewater. Er is alleen een afvalwaterstroom regenwater, afkomstig van daken, wegen en overige verharde oppervlakken. Bij uitbreiding met een vierde lijn zal dit oppervlak niet worden uitgebreid aangezien de locatie *waarop lijn 4 wordt gebouwd nu reeds voorzien is van een vloeistofdichte afwerking. Dit betekent* dat de af te voeren hoeveelheid water gelijk blijft.

Verkeer en geluid

De bronnen van geluidsuitstraling van de HVC bij normaal gebruik zullen niet veranderen door de uitbreiding met de vierde verbrandingslijn. De belangrijkste toename in geluidemissie is te verwachten van de luchtcondensors, welke worden uitgebreid van 10 naar 18 ventilatoren.

0.1.2 Alternatieven en uitvoeringsvarianten

In tabel 0.4 is een overzicht weergegeven van de onderzochte alternatieven en uitvoeringsvarianten.

Tabel 0.4: Overzicht van de in het MER onderzochte alternatieven en uitvoeringsvarianten

Nulalternatief	Het niet doorgaan van de voorgenomen activiteit: de bestaande toestand van het milieu, met autonome ontwikkeling, blijft gehandhaafd.
Technische uitvoeringsvarianten	De technische uitvoering van de voorgenomen activiteit wordt aangepast. Hiervoor zijn de volgende uitvoeringsvarianten beschouwd: - toepassing van zuurstofverrijking; - toepassing van selectieve niet katalytische reductie van NO_x; - toepassing van een hoge temperatuur OXY-kat; - rookgasreiniging met lage temperatuur katalysator; - toepassing van semi-droge rookgasreiniging; - toepassing van extra warmtelevering aan derden; - koppeling HVC met een STEG.
Meest milieuvriendelijke alternatief (MMA)	Het MMA is een samenvoeging van die elementen uit de uitvoeringsvarianten, die de beste mogelijkheden voor de bescherming van het milieu presenteren.

0.5 Bestaande toestand van het milieu en autonome ontwikkeling

In dit hoofdstuk zijn de bestaande toestand van het milieu en de autonome ontwikkelingen beschreven. Daarbij wordt onder de autonome ontwikkelingen verstaan: de toekomstige ontwikkeling van het milieu, als noch de voorgenomen activiteit noch één van de alternatieven daarvoor wordt gerealiseerd. Daarbij wordt wel rekening gehouden met de effecten van voltooide en in uitvoering zijnde ingrepen en ingrepen die als gevolg van reeds vastgelegd beleid worden voorzien. De volgende milieuaspecten zullen voor de beoordeling van de voorgenomen activiteit worden beschouwd: lucht, geur, geluid, water en verkeer.

0.6 Verwachte gevolgen voor het milieu

0.6.1 Voorgenomen activiteit

Effecten op lucht

De maximale jaargemiddelde immissieconcentratie wordt bereikt op een afstand van circa 1.600 m van de bron in oost-noordoostelijke richting. In tabel 0.5 is voor de diverse componenten aangegeven wat als gevolg van de schoorsteenemissies van de complete HVC inrichting, de jaargemiddelde immissieconcentraties ter plaatse van het maximum zullen zijn.

Tabel 0.5: "Worst case" emissie- en immissieconcentraties ter plaatse van het immissiemaximum voor de complete HVC inrichting

Voorgenomen activiteit "worst case" waarden van HVC inclusief uitbreiding met vierde lijn

Component	Emissie-concentratie mg/m_0^3 jaargem.	Immissie ng/m_0^3 jaargem.	Bijdrage in % t.o.v. achter-grondcon.	Achtergrond-concentratie ng/m_0^3 jaargem.	Immissie ng/m_0^3 99,5 perc. (1)	Grens-waarde ng/m_0^3
Stof	3	13,7	0,043	32.000 (2)	357	40.000
Zuurvormende gassen:						
HCl	5	22,9	-	-	595	-
HF	0,5	2,29	0,38	600 (4)	59,5	-
SO_2	30	137	4,57	3.000 (2)	3.570	500.000
NO_x	70	320	2,67	12.000 (2)	8.330	175.000
Zware metalen:						
Hg	0,03	0,137	2,74	5	3,57	-
Cd	0,02	0,091	30	0,3	2,38	5
Overig	0,25	1,14	-	-	29,8	-
Onvolledig verbrande organische verbindingen:						
PCDD/PCDF als TEQ	0,05E-06	2,29E-07	0,011	2E-03 (3)	5,95E-06	-
PAK's	0,13E-03	5,94E-04	-	-	1,55E-02	1
PCB's	0,018E-03	8,23E-05	-	-	2,14E-03	-

(1) op basis van uurgemiddelden;
(2) op basis van gemiddelde luchtkwaliteit De Zilk en Wieringerwerf (daggemiddelde);
(3) op basis van landelijk gemiddelde;
(4) op basis van landelijk maandgemiddelde

Uit de tabel blijkt dat de berekende jaargemiddelde immissieconcentraties van de geëmitteerde stoffen zeer gering zijn in verhouding tot de reeds aanwezige achtergrondconcentraties. Dit geldt ook voor de vergelijking tussen de 99,5 percentiel immisies (waarden die slechts 0,5% van de tijd worden overschreden) en de grenswaarden2.

Geconcludeerd kan worden dat de rookgasemissies van de HVC inrichting slechts een zeer beperkte invloed hebben op de reeds aanwezige concentraties van diverse stoffen in de omgeving. Verder geldt dat de piekimmisies van de HVC inrichting (99,5 percentiel waarden) ver onder de maximaal toegestane grenswaarden uit het NeR liggen.

Effecten van geur
Aangezien de verwachte geuremissie verwaarloosbaar is worden de milieu-effecten hiervan niet meegenomen.

Effecten van geluid
Op basis van de resultaten van het uitgevoerde akoestische onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:
- het equivalente geluidniveau ten gevolge van de geprojecteerde uitbreiding bedraagt ter hoogte van de nabijgelegen woningen maximaal 37 dB(A) in zowel de dag-, avond- als nachtperiode;
- het equivalente geluidniveau ten gevolge van HVC inclusief de geprojecteerde uitbreiding bedraagt ter hoogte van de nabijgelegen woningen maximaal 52, 48 en 43 dB(A) in respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode;

[2] Uitzondering betreft Cadmium, waarbij wel bedacht moet worden dat de aangegeven emissie-concentratie de "worst case" waarde is, terwijl de verwachte emissieconcentratie voor cadmium een factor 5 lager ligt ("worst case": 0,02 mg/m_0^3 en verwachting: 0,0042 mg/m_0^3)

- de berekende geluidbelasting ten gevolge van HVC inclusief geprojecteerde uitbreiding is ruimschoots lager dan de "gereserveerde" geluidruimte voor HVC in het zonebewakingsmodel. Aldus is de thans berekende geluidbelasting ten gevolge van HVC inclusief geprojecteerde uitbreiding inpasbaar binnen de zone;
- ten gevolge van de geprojecteerde uitbreiding zullen er geen wijzigingen optreden ten aanzien van de hoogte van de reeds optredende (en vergunde) piekniveaus (L_{max}).

Effecten op water
Zoals reeds gesteld zullen er alleen niet verontreinigde stromen worden geloosd op het oppervlaktewater. Er zijn derhalve geen effecten op aquatische levensgemeenschappen in het locale oppervlaktewater te verwachten.

Effecten op verkeer
Ten opzichte van de huidige situatie neemt de verkeersdrukte van en naar HVC toe met circa 70 voertuigen per dag. Dit komt overeen met een toename van het verkeer op de Diamantweg (circa 8.000 voertuigen per dag) met minder dan 1%.

Energie-aspecten
Bij uitvoering van de voorgenomen activiteit wordt uit het verwerkte afval energie teruggewonnen in de vorm van elektriciteit en warmte. Na aftrek van het eigen verbruik resteert voor de vierde lijn een jaarlijks aan het openbare net af te zetten hoeveelheid van circa 104 GWh (roosteroven A) en circa 101 GWh (wervelbedoven B). Daarnaast wordt bij beide varianten jaarlijks circa 200 TJ warmte geleverd aan derden. Ook in het rookgasreinigingproces wordt aardgas verbruikt.

Uitgaande van een doorzet van 150.000 ton per jaar, resulteert de opwekking van elektriciteit en warmte in een overall energierendement van circa 28,5% en 27,4% voor respectievelijk de roosteroven (A) en de wervelbedoven (B). Deze energieterugwinning betekent een besparing op verbruik van fossiele brandstoffen zoals aardgas, olie en steenkool.

Risico's voor gezondheid
Er zijn van de voorgenomen activiteit geen additionele effecten te verwachten die kunnen leiden tot risico's voor de gezondheid.

0.6.2 Alternatieven en varianten

In tabel 0.6 zijn de in het MER beschouwde alternatieven en uitvoeringsvarianten met elkaar vergeleken.

0.6.3 Definitie meest milieuvriendelijk alternatief

Op basis van de resultaten van de vergelijking van de varianten zoals weergegeven in tabel 0.6 wordt het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) als volgt gedefinieerd:
1. toepassing van een watergekoelde roosteroven (voorgenomen activiteit A);
2. toepassing van een rookgasreiniging met een hoge temperatuur OXY-kat;
3. toepassing van extra warmtelevering aan derden.

ad. 1 watergekoeld rooster
De keuze voor een watergekoelde roosteroven in plaats van een wervelbedoven is gebaseerd op het iets hogere rendement (lagere eigenverbruik), de kleinere hoeveelheid geproduceerde reststoffen en de gegarandeerde kwaliteit en afzetmogelijkheden van de reststoffen. Tevens speelt mee dat er geen duidelijke voordelen, maar wel onzekerheden aan een wervelbedoven zijn verbonden.

ad. 2 rookgasreiniging met een hoge temperatuur OXY-kat
In plaats van een rookgasreiniging zoals beschreven in de voorgenomen activiteit wordt uitgegaan van een rookgasreiniging voorzien van een oxydatie-katalysator (OXY-kat) die bij een relatief hoge rookgastemperatuur wordt bedreven.

In deze OXY-kat worden enerzijds stikstofoxiden (NO_x) omgezet in stikstof en water (vergelijkbaar met SCR-DeNO$_x$) en anderzijds dioxines afgebroken. De OXY-kat vereist een bedrijfstemperatuur van circa 300°C en wordt derhalve voorin de rookgasreiniging geplaatst. Voordeel van deze locatie in de rookgasreiniging is dat de rookgassen niet hoeven worden opgewarmd. In vergelijking met de voorgenomen activiteit wordt per uur circa 280 m_0^3 aardgas bespaard. Ook is de elektriciteitsproductie hoger door een verminderde weerstand in de rookgasreiniging.

Tabel 0.6: Vergelijking van de alternatieven voor vierde lijn

Alternatief/variant	Lucht	Geur	Risico's en gezondheid	Geluid	Water	Verkeer	Rest stoffen	Energie aspect	M.M.A.	Bedrijfs-zekerheid	Kosten
Voorgenomen activiteit A	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
Voorgenomen activiteit B	0	0	0	0	0	0	-	(-)		-	(-)
Zuurstofverrijking	(+)	0	-	0	0	(-)	(+)	(-)		-	(-)
SNCR-DeNO$_x$	-	(-)	0	0	0	0	-	+		-	(+)
Hoge temperatuur OXY-kat	0	0	0	0	0	0	0	+	*	(-)	+
Rookgasreiniging met LT-katalysator	0	0	0	0	0	0	0	(+)		0	(+)
Extra warmte-levering aan derden	0	0	0	+	0	0	0	++	*	0	-

De toelichting bij de tabel luidt als volgt:

- "++" betekent dat een variant een zeer gunstige invloed heeft ten aanzien van het desbetreffende milieucompartiment;
- "+" betekent dat er een positieve invloed op de milieueffecten optreedt;
- "(+)" betekent dat deze gunstige invloed zeer beperkt is;
- "0" betekent dat er qua milieueffecten geen invloed te verwachten is, vanwege de aard van de variant;
- "(-)" betekent, dat de negatieve invloed op de milieueffecten zeer beperkt is;
- "-" betekent dat er een negatieve invloed op de milieueffecten optreedt;
- "--" betreft een grote negatieve invloed;
- in de kolom M.M.A wordt middels een "*" aangegeven of de variant wordt meegenomen in het meest-milieuvriendelijk alternatief;
- in de laatste twee kolomen wordt een beoordeling van enkele niet milieugerelateerde onderwerpen aangegeven.

De installatie bestaat in hoofdzaak uit de volgende onderdelen (zie figuur 0.2):
1. een eerste elektrofilter (drie velds);
2. een hoge temperatuur OXY-kat;
3. een economiser (onderdeel warmteterugwinning);
4. een sproeidroger;
5. een tweede elektrofilter;
6. een tweetrapswasser met ringjet;
7. een zuigtrekventilator;
8. een schoorsteen.

ad. 3 extra warmtelevering
In de voorgenomen activiteit wordt de uit het afval in de vorm van stoom teruggewonnen energie geëxpandeerd in een bestaande en een nieuwe stoomturbine. Uit de bestaande stoomturbine zal stoom worden afgetapt voor onder andere warmtelevering aan derden (circa 200 TJ/jaar). Door het aftappen van stoom wordt er minder elektriciteit geproduceerd.

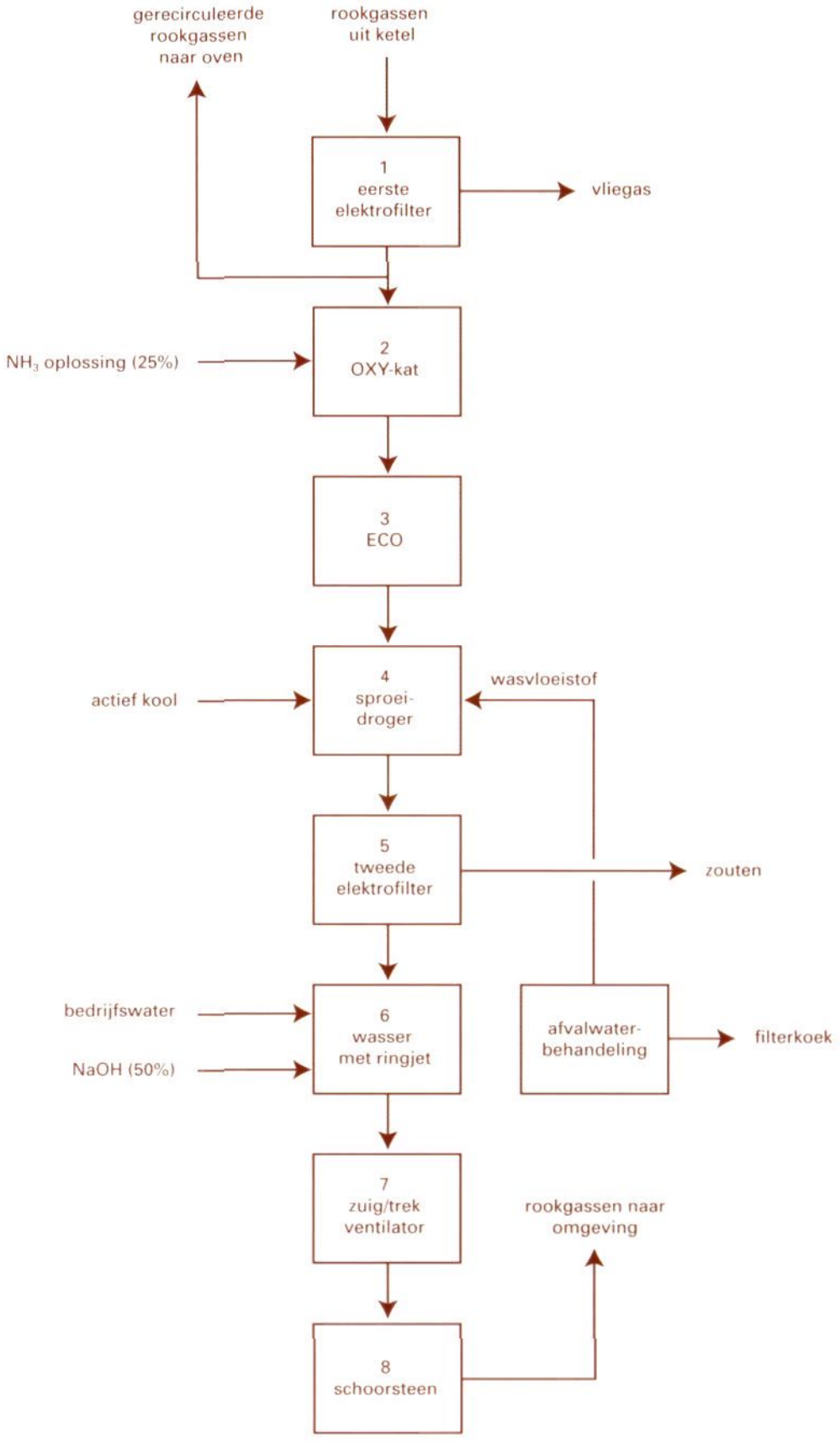
Aan de andere kant wordt door extra warmtelevering vanuit HVC lokale warmteproductie bij de afnemer vermeden. Het verwachte netto energierendement van de installatie zoals hiervoor beschreven wordt circa 29,8% bij 200 TJ/jaar warmte-afzet oplopend tot 38,0% bij 400 TJ/jaar warmte-afzet.

0.7 Keuze uitvoering vierde lijn

Op basis van de resultaten van het MER zal HVC vergunning aanvragen voor een vierde verbrandingslijn, waarbij de uitvoering voor een groot deel overeenkomt met het hiervoor geformuleerde meest milieuvriendelijk alternatief. Alleen ten aanzien van de omvang van de extra warmtelevering is HVC natuurlijk wel afhankelijk van de toekomstige mogelijkheden op dit gebied.

Dit betekent dat de vierde verbrandingslijn als volgt kan worden gekenmerkt:
- de verbrandingslijn zal worden uitgelegd voor een doorzet van 20 ton bedrijfsafval per uur bij een nominale stookwaarde van 13,5 MJ/kg. Dit resulteert, bij een beschikbaarheid van 7.500 vollasturen op jaarbasis, in een afvaldoorzet van 150.000 ton op jaarbasis;
- er wordt een separate afvalontvangst, opslag en voorbewerking voor de vierde lijn voorzien;
- de oven wordt uitgevoerd met een watergekoeld rooster;
- de rookgasreiniging wordt uitgerust met achtereenvolgens een E-filter, een hoge temperatuur OXY-kat, een economiser, een sproeidroger, een tweede elektrofilter en een tweetraps natte wasser met ringjet;
- voor de energiebenutting wordt uitgegaan van de benutting van de restcapaciteit van de bestaande turbine aangevuld met een condensatieturbine;
- afhankelijk van de mogelijkheden zoveel mogelijk benutting van (rest)warmte ten behoeve van derden.

Figuur 0.2: Rookgasreiniging met hoge temperatuur OXY-kat



0.8 Leemten in kennis en informatie

Bij het opstellen van het MER zijn de volgende belangrijkste leemten in kennis en informatie geconstateerd, die invloed kunnen hebben op de te verwachten milieueffecten:
- toepassing van askoeling;
- zuurstofverrijking.

De aspecten waarover leemte in kennis bestaat hebben betrekking op alternatieven en varianten. Dit betekent dat de leemten in kennis geen wezenlijke consequenties voor het te nemen besluit hebben.

0.9 Evaluatieonderwerpen

De evaluatie zal naar verwachting de volgende onderdelen omvatten:
- het werkelijk behaalde energierendement van de voorgenomen activiteit en de werkelijke emissies per MW energie en per ton afval;
- de mogelijkheden tot het afzetten van stoom en restwarmte bij woonwij-ken en bedrijven in de omgeving, zoals op het toekomstige bedrijventerrein Boekelermeer-Zuid;
- de ontwikkeling van de afvalmarkt;
- de kwaliteit en nuttige toepassing van de reststoffen;
- de werkelijke frequentie van start en stops en de gevolgen daarvan;

de werkelijk verdeling van het transport per schip en as en de gevolgen daarvan.

NV HUISVUILCENTRALE N-H

ROYAL HASKONING

Colofon

Opgesteld door:
Royal Haskoning

Ontwerp omslag:
Opzet, Santpoort-Zuid

Drukwerk:
Finesse Druk