

Ter bescherming van de koelwaterinlaatkanalen en de condensorpijpen tegen afzetting van bacteriën en andere slijmvormende organismen en dergelijke wordt in het koelwater chloorbleekloog (NaOCl) gedoseerd. In het koelwaterfiltergebouw wordt een chloorbleeklooginstallatie opgesteld. Deze installatie bestaat uit een opslagtank met een inhoud van circa 30 m^3 en 2 doseerpompen. Het doseerpunt bevindt zich direct achter de trommelzeven in het filtergebouw. Het aantal doseringen is afhankelijk van het seizoen. Gemiddeld wordt 5x per etmaal gedurende 15 minuten gedoseerd. De hoeveelheid per dosering bedraagt circa 280 kg ($18,7 \text{ kg/min}$). De concentratie voor de condensor bedraagt maximaal $0,5 \text{ mg/l}$ werkzaam chloor. Ter voorkoming van aangroei van mosselen kan het nodig zijn maximaal één maal per jaar gedurende twee à drie weken continu NaOCl te doseren met een doseersnelheid van $9,3 \text{ kg/min}$.

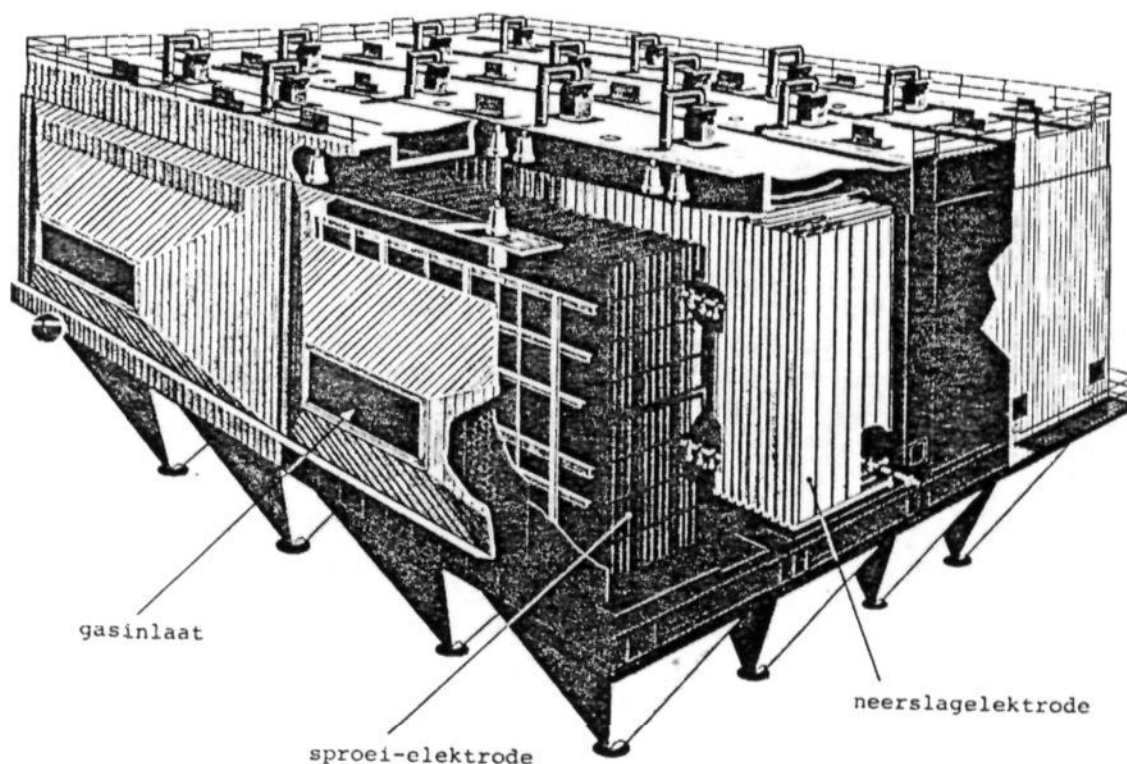
Ter bescherming van de condensorpijpen tegen corrosie wordt ferrosulfaat gedoseerd. Het ferrosulfaat wordt, gemengd met demiwater, naar buffervaten gepompt, van waaruit het in de koelwaterleidingen geïnjecteerd wordt. Tijdens bedrijf wordt gemiddeld 1x per etmaal gedurende 1 uur gedoseerd met een concentratie van 1 mg Fe per liter koelwater.

3.1.8 Stofvangers (elektrostatistische vliegsvangers)

De rookgassen van E8 verlaten de ketelinstallatie via twee elektrostatistische vliegsvangers (ESV), die de rookgassen van stof reinigen.

De installatie is van zodanige capaciteit, dat bij het verstoken van kolen de uitlaatconcentratie aan stof na de ESV maximaal 50 mg/m_0^3 rookgas zal bedragen.

Elektrostatistische vliegsvangers bestaan uit een omkasting, waarin zich rijen verticale platen, de neerslagelektroden, bevinden met daartussen rijen verticale draden of stangen, de sproei-elektroden. De rookgassen doorstromen het geheel in horizontale richting (zie figuur 3.1.8).



Figuur 3.1.8 Elektrostatistische vliegascvangers

De sproei-elektroden staan onder een hoge negatieve gelijkspanning van circa 50 kV. Lawines van elektronen komen vrij en treffen gasmoleculen, waardoor negatieve ionen ontstaan. Deze verbinden zich op hun beurt met de stofdeeltjes, die hierdoor door de neerslagelektroden agetrokken worden en zich hierop vasthechten. Verwijdering van het neergeslagen stof vindt plaats door periodiek kloppen of trillen van de elektroden, waarbij de afzetting als plakken of brokken in de onder de vliegascvanger gelegen trechters valt.

Elektrostatistische vliegascvangers hebben een goed vangstrendement voor deeltjes groter dan $2\text{ }\mu\text{m}$ en kleiner dan $0,1\text{ }\mu\text{m}$. In het gebied daartussen kan het rendement tot onder 99% dalen. Het totale ontwerpvangstrendement kan echter bij een inlaatconcentratie van 20 g/m^3 op minstens 99,75% gesteld worden.

De betrouwbaarheid van ESV's is bijzonder hoog. Dit wordt mede bereikt door de installatie elektrisch te verdelen in diverse zones, zowel in doorstroomrichting als parallel. Ook bij storing in één of twee zones kan de installatie vlieggas tot onder 50 mg/m_0^3 afscheiden. Gemiddeld over langere perioden zal de uitlaatconcentratie lager dan 25 mg/m_0^3 zijn.

De bereikbare uitlaatconcentratie is onder meer sterk afhankelijk van de soortelijke elektrische weerstand van de vlieggas en daarmee van de kolen, die gestookt worden. Daar niet precies bekend is welke soorten kolen in de toekomst gestookt gaan worden, zal een ruime dimensionering van de ESV gekozen worden om zeker te zijn dat aan de emissie-eis voldaan wordt.

De stofuitworp zal door achterschakeling van een ontzwavelingsinstallatie, waarin nog een gedeelte (circa 60%) van het doorgelaten stof wordt gevangen, verder worden gereduceerd. De jaargemiddeld verwachte stofconcentratie bij uitlaat van de schoorsteen bedraagt maximaal 10 mg/m_0^3 (droog, 6% O_2). Zowel voor 50 mg/m_0^3 (vergunningaanvraagwaarde) als voor 10 mg/m_0^3 zullen immissieberekeningen worden gemaakt (zie paragraaf 6.1).

De verwachte hoeveelheid gevangen stof (vlieggas) bedraagt circa 115 000 ton per jaar uitgaande van een gemiddeld asgehalte van 11%. De elektrostatische vlieggasvangers zullen bij het stoken van kolen permanent in bedrijf zijn.

Stofconcentratie bij reiniging ketel en luchtvoorwarmers

Ook tijdens reiniging van de ketel en luchtvoorwarmers tijdens bedrijf door stoom- of luchtblazen zal bij de kolengestookte eenheden de stofuitworpconcentratie na de vlieggasvanger niet boven 50 mg/m_0^3 komen. De invloed op de uitworpconcentratie van deze reiniging bij kolengestookte ketels is in tegenstelling tot oliegestookte eenheden, zeer gering daar bij kolengestookte ketels het blazen van de diverse oppervlakken van vuurhaard en ingebouwde pijpenbundels niet tegelijkertijd maar volgens een bepaald programma, dat geruime tijd in beslag neemt, wordt afgewerkt. Het totale programma neemt, afhankelijk van de uitvoering, 50-75% van de bedrijfstijd in beslag.

Kortdurende overschrijdingen van 50 mg/m^3 zouden zich kunnen voordoen als een klein deel van de vlieggas, die door de E.S.V. is doorgelaten, in de achterliggende rookgaskanalen afgezet wordt en daar onder vochtige omstandigheden zoals bij opstoken (met aardgas) tot conglomeraten (samenklontering) wordt gevormd, en vervolgens met de rookgassen wordt meegevoerd. Dit kan worden vermeden door in bedrijf nemen van de ROI voordat met opstoken wordt begonnen.

3.1.9 Rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI)

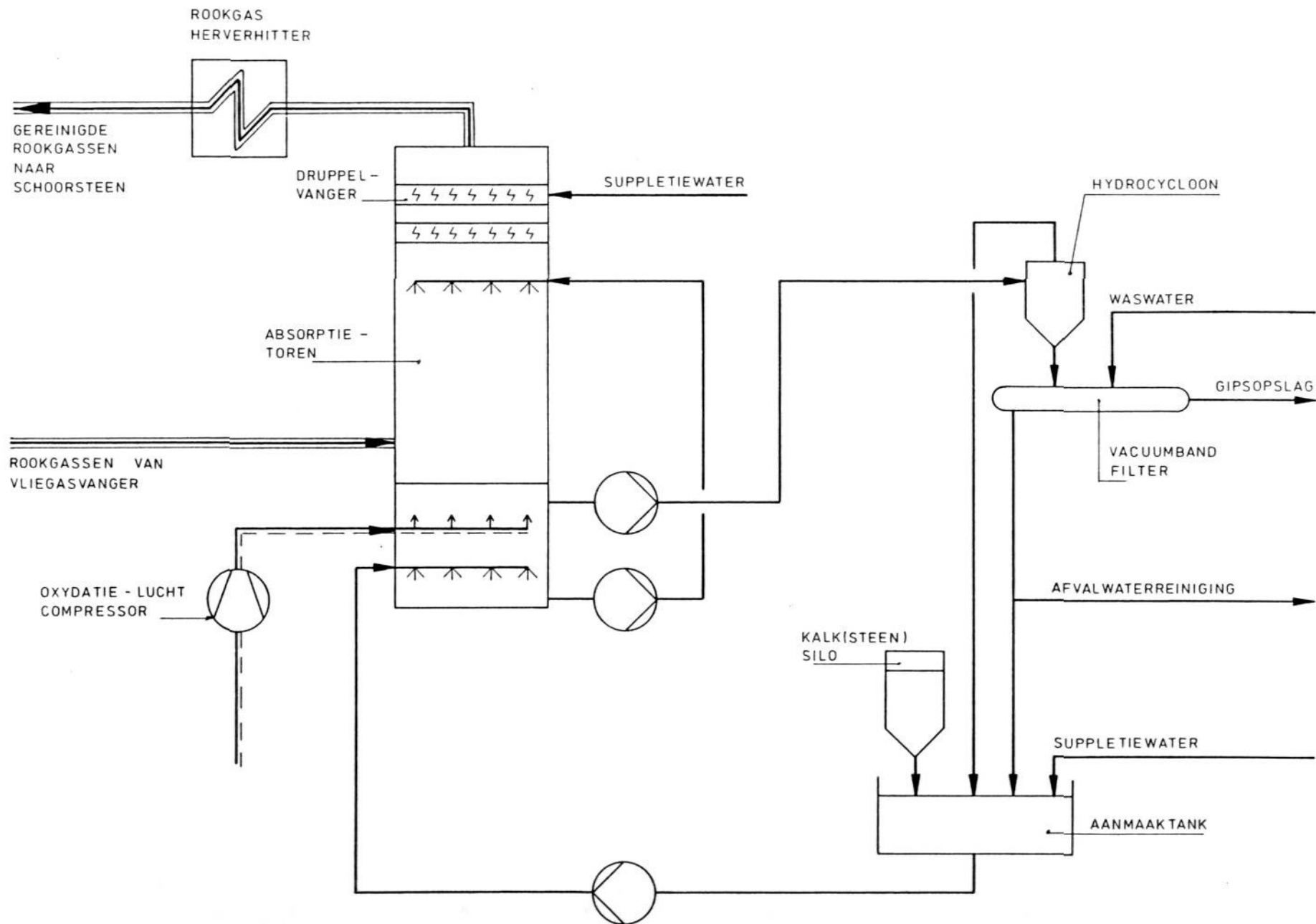
Volgens het Besluit emissie-eisen Stookinstallaties WLW (zie paragraaf 4.2) dient de volledige rookgasenstroom van E8 te worden ontzwaveld met een rendement van minstens 85% en tot een maximale uitlaatconcentratie van 400 mg/m^3 (etmaalgemiddelde waarde). Om hieraan te kunnen voldoen bij het maximale zwavelgehalte in de kolen van 1,5%, dient het ontwerprendement van de ROI bij dit zwavelgehalte op minstens 88% te liggen. De maximale emissiewaarde, die bij het stoken van kolen met 1,5% zwavel zal optreden, is dus 400 mg/m^3 .

Op lange termijn gezien zal het zwavelgehalte in de kolen op hooguit 1% liggen (zie paragraaf 3.1.3, met name tabel 3.1.4.). Voorts zal het bedrijfsontzwavelingsrendement circa 90% bedragen. Dit blijkt ook uit de praktijk bij diverse rookgasontzwavelingsinstallatie, die in Duitsland en onlangs in Nederland in bedrijf zijn gesteld. De verwachte jaargemiddelde uitlaatconcentratie bedraagt dien-
tengevolge 205 mg/m^3 . Er zullen immissieberekeningen worden gemaakt, zowel voor de maximaal denkbare emissiewaarde van 400 mg/m^3 als voor de gemiddelde verwachtingswaarde van 205 mg/m^3 (zie paragraaf 6.1).

De ontzwaveling zal plaatsvinden volgens het natte-kalk-(steen)-ontzwavelingsproces met als eindprodukt gips (zie figuur 3.1.9). In paragraaf 3.2.2 is aangegeven welke overwegingen ten grondslag liggen aan de keuze voor dit proces. De ROI heeft één wasvat, zonder voorwassers. In dit vat worden de rookgassen in tegenstroom gewassen met een kalk(steen)houdende slurry, waardoor SO_2 wordt uitgewassen.

Omtrent de afzetmogelijkheden van gips wordt verwezen naar paragraaf 3.1.15. Als absorptiemiddel wordt uitgegaan van kalk(steen), die uit eigen land, België, BRD of Engeland zal worden betrokken. Per jaar is bij een gemiddeld zwavelgehalte in de kolen van 1% circa 19 500 ton kalk of 34 500 ton kalksteen nodig. Aan suppletiewater is nodig 60-125 t/h. Aan gips wordt uitgaande van de bovengenoemde absorptiemiddelhoeveelheid per jaar 58 000 ton (droog) geproduceerd.

Figuur 3.1.9. KALK(STEEN)GIPS - PROCES



De benodigde kalk(steen) wordt aangevoerd in poedervorm per schip (1 x per 3 of 4 dagen in ladingen van 300 of 400 ton) en wordt pneumatisch verladen naar een gesloten silo met een vollastcapaciteit van 2 à 3 weken. De kalk(steen)silo wordt uitgevoerd met een stoffilter waardoor de stofuitlaatconcentratie maximaal 50 mg/m_0^3 zal bedragen. Het kalk(steen)poeder wordt, vermengd met water, als slurry via een gesloten pijpleiding naar de ROI gevoerd.

Om zeker te stellen dat de rookgassen na het verlaten van de schoorsteen geen uitregenverschijnselen geven, zullen deze met circa 10°C worden herverhit. Dit is mogelijk door een bepaald percentage van de ontwavelde rookgassen op te warmen door middel van aftapstoom en deze bij te mengen in de hoofdstroom of door een bepaalde hoeveelheid warme secundaire verbrandingslucht door middel van een mengstuk toe te voegen aan de ontwavelde rookgassen.

Bij het natte-kalksteen-gipsproces dient water, met chloride, fluoride, vliegasbestanddelen en verontreinigingen afkomstig uit de kalk(steen), gespuid te worden omdat in het proces vooral het chloridegehalte in de waskringloop niet te hoog mag oplopen en in sommige gevallen de concentratie van bepaalde verontreinigingen, in verband met de kwaliteit van het gips als bijproduct, een bepaald niveau niet te boven mag gaan.

3.1.10 Afvalwaterbehandelingsinstallatie ROI

Zoals hiervoor aangegeven komt afvalwater vrij bij het ontwavelingsproces. De hoeveelheid bedraagt maximaal $40 \text{ m}^3/\text{h}$. Dit afvalwater zal gereinigd worden om het water te neutraliseren en het zwevend stofgehalte en de zware metaalconcentraties te verlagen. In theorie zouden de concentraties van zware metalen in het afvalwater, die afkomstig zijn uit de vliegas, de kalk(steen) en het suppletiewater, berekend kunnen worden uit de massabalansen van het systeem. Er is echter een groot aantal onzekerheden ten aanzien van de wijze waarop de verontreinigingen zich over de diverse stromen verdelen. Daarom kan alleen van praktijkcijfers worden uitgegaan, die voornamelijk bij ROI's in Duitsland, beschikbaar waren. Hieruit zijn de in tabel 3.1.6 vermelde maximale concentraties voor de belangrijkste zware metalen in ongereinigd afvalwater afgeleid.

Tabel 3.1.6 Verwachte maximale concentraties zware metalen in ongereinigd afvalwater

Element		Concentratie in µg/l
Arseen	As	200
Cadmium	Cd	200
Chroom	Cr	200
Koper	Cu	500
Kwik	Hg	500
Nikkel	Ni	500
Lood	Pb	500
Antimoon	Sb	200
Seleen	Se	500
Tin	Sn	200
Zink	Zn	2000

De pH zal 4 à 5 bedragen en het vaste stofgehalte circa 100 mg/l.

De hoofdredenen om het afvalwater te behandelen zijn dienvolgende:

- neutralisatie
- verlagen zwevend stofgehalte
- verlagen zware metaalconcentraties.

De waterbehandelingsinstallatie zal in principe bestaan uit een reactor waarin Ca(OH)_2 of NaOH, Na_2S en een vlokkingshulpmiddel gedoseerd worden. Hierna volgt een bezinkinstallatie. Het hieruit afgevoerde slib wordt op een band- of trommelfilter ontwaterd. Dit slib (vaste stof circa 20 kg/h) kan vervolgens teruggevoerd worden naar de stookinstallatie van de ketel, door het over de kolenhoop te verspreiden of bij de kolen op de transporttoevoerband te voegen. De droge stof in het slib bestaat voor een groot deel uit gips (70%) en voor het overige uit vliegashoeveelheid (25%) en inerte bestanddelen uit de kalk(steen) (5%). Het terugstoken van het slib heeft als voordeel dat deponie van het slib niet nodig is en daardoor het milieu niet wordt belast. De afzetbaarheid en samenstelling van de vliegashoeveelheid wordt slechts op ondergeschikte wijze beïnvloed. Van de totale vliegashoeveelheid wordt namelijk het grootste deel, circa 99,8%, door de vliegashoeveelheid afgescheiden. Voorts wordt aangenomen, dat alle doorgelaten vliegashoeveelheid in het slib terecht komt (ongunstige aanname). Diverse elementen zijn "verrijkt" in deze vliegashoeveelheid; de meeste elementen een factor 2 tot 6, maar voor Cd en Se een factor van respectievelijk 10 en 15 (zie tabel 6.1.10). Zelfs bij de factor 15 zal de verhoging van het Se-gehalte in de af te zetten vliegashoeveelheid slechts $0,2 \times 15 = 3\%$ bedragen.

Deze variatie is klein vergeleken met de spreiding(en) die natuurlijkerwijze reeds voorkomen. Zowel op de toepassingsmogelijkheden als op de kwalificatie van de vliegasheeft het terugstoken van het slib dus geen invloed. Ook de zware metaalconcentraties in het rookgas zullen maximaal enkele procenten toenemen.

De pH van het afvalwater zal na behandeling 7 à 9 bedragen en het zwevend stofgehalte minder dan 20 mg/l. Voor de zware metalen gelden de streefwaarden zoals aangegeven in tabel 3.1.7.

Tabel 3.1.7 Voorlopige streefwaarden zware-metaalconcentratie na afvalwaterbehandeling en daarop gebaseerde maximale vrachten

Element		Etmaalwaarden in µg/l		Max. vracht
		Gem (n = 10)	Max.	g/h
Arseen	As	20	40	1,6
Cadmium	Cd	1	2	0,08
Chroom	Cr	15	30	1,2
Koper	Cu	10	20	0,8
Kwik	Hg	1	2	0,08
Nikkel	Ni	15	30	1,2
Lood	Pb	50	100	4
Zink	Zn	50	100	4

De streefwaarden zijn gebaseerd op onderzoek, dat bij de KEMA heeft plaatsgevonden. Bij de vergunningverleningsprocedures voor de kolenombouwprojecten van Borssele en Maasvlakte is voor het eerst aan de orde gekomen, dat de zware metaalgehalten zoals genoemd in tabel 3.1.6 voor lozing veel te hoog geacht werden. Er is toen een nieuwe ROI-afvalwaterbehandelingsmethode voorgesteld op basis van toevoeging van natriumsulfide (Na_2S). Proeven op laboratoriumschaal wezen al snel uit dat met deze methode in principe zeer goede resultaten behaald konden worden ten aanzien van de verwijdering van zware metalen, waarbij nog in het bijzonder op cadmium en kwik gelet werd. Daar echter laboratoriumproeven zeker geen definitief beeld kunnen geven van wat met een werkelijke installatie mogelijk is, heeft de KEMA in opdracht van de Sep een semi-technisch onderzoek uitgevoerd.

Over dit onderzoek dat circa 2 jaar in beslag nam, is uitvoerig gerapporteerd (KEMA, 1986). De totale conclusie van het onderzoek is, dat op semi-technische schaal (100 l/h) zware metalen, met name cadmium en kwik, op basis van het proces met natriumsulfidetoevoeging goed verwijderbaar zijn. Het voorgestelde proces is echter gevoelig voor diverse invloedsfactoren, hetgeen betekent, dat het waarschijnlijk een grote inspanning zal vergen deze resultaten ook bij installaties op industriële schaal te bereiken.

Andere belangrijke conclusies zijn nog:

- de concentratie aan sulfide in het effluent bedraagt minder dan 0,2 mg S⁼/l
- indien het afvalwater voldoende ijzer bevat (> 3 mg/l) is het doseren van ijzer(III)-chloride niet noodzakelijk om de overmaat sulfide weg te nemen. ROI-afvalwater bevat meestal voldoende ijzer.

Naar aanleiding van deze resultaten werd besloten de afvalwaterbehandelingsinstallaties bij Borssele en Maasvlakte op basis van dit principe te bouwen. Daar nog niet vastgesteld kon worden welke effluentconcentraties uiteindelijk behaald konden worden, zijn in de WVO-vergunningen waarden opgenomen, die als "streefwaarden" op te vatten zijn en waaraan uiteindelijk 2 jaar na inbedrijfstelling van de installatie voldaan moet worden. Deze waarden komen overeen met die in tabel 3.1.7. Voor Sb, Se en Sn werden geen streefwaarden vastgesteld. Later is ook voor de Amercentrale deze aanpak gevolgd. Daar wordt bij eenheid 8 momenteel eveneens een afvalwaterbehandelingsinstallatie op basis van natriumsulfidetoevoeging gebouwd, terwijl voor eenheid 9 een zelfde installatie is voorgesteld.

Daar de eerste installaties op basis van de Na₂S-toevoeging pas onlangs in bedrijf zijn gesteld, zijn momenteel nog geen uitspraken over de definitief bereikbare uitlaatconcentraties te doen. Daarom zijn ook voor dit geval in de aanvraag dezelfde streefwaarden opgenomen. Wegens het ontbreken van ervaring zijn hiervan geen frequentieverdelingen aan te geven.

De ROI-afvalwaterbehandelingsinstallatie kan eventueel ook voor andere afvalwaterstromen gebruikt worden, zoals bijvoorbeeld afloopwater van de kolenopslag (zie tabel 3.1.2).

In de afvalwaterbehandelingsinstallatie worden vrijwel geen chloriden en fluoriden verwijderd. Voorts zullen een aantal componenten in niet detecteerbare hoeveelheden of in het geheel niet in het afvalwater voorkomen. Dit is in tabel 3.1.8 aangegeven.

Tabel 3.1.8 Concentraties en vrachten van diverse elementen en componenten in te lozen afvalwater

	Concentratie	Vracht	
		gem.	max.
Cl ⁻	10-25 g/l	400 kg/h	1000 kg/h
F ⁻	1-2,5 g/l	40 kg/h	100 kg/h
SO ₄ ⁼	4 g/l	-	160 kg/h
PAK	n.a.		n.a.
NH ₃ ¹⁾	n.a.		n.a.
CN ⁻	n.a.		n.a.
CNS ⁻	n.a.		n.a.

n.a. = niet aantoonbaar

1) geen voorschakeling van selectieve katalytische denitrificatie (zie 3.2.5.4)

3.1.11 Schoorsteen

De schoorsteen bestaat uit een betonnen schacht, waarin een rookgasafvoerkanaal is aangebracht en heeft een totale hoogte van circa 175 m, gemeten vanaf het maaiveld. De hoogte is gekozen, omdat bij schoorsteenhoogtes boven de 150 m de immissieconcentraties van SO₂, NO_x en stof op het punt van de maximale waarden (zie paragraaf 6.1.2.2) reeds minder dan 0,1 µg/m³ afnemen per 25 m verhoging. Als extra zekerheid is de hoogte nog 25 m groter genomen. De rookgassen worden bij maximale belasting met een uittreesnelheid van circa 20 m/s in de atmosfeer gebracht.

De uittredediameter van de schoorsteen bedraagt circa 7 m. De rookgasuittredetemperatuur bij kolenstoken is 60 °C en bij gasstoken 105 °C.

Van de rookgassen zullen de hieronder genoemde metingen continu worden uitgevoerd:

- a CO
- b O₂
- c temperatuur
- d SO₂
- e NO_x
- f stof.

In het rookgaskanaal zal een voorziening worden getroffen voor het nemen van controlemonsters.

3.1.12 Afvoer en opslag kolenreststoffen

I Gips (jaarproductie 58 000 ton)

Het geproduceerde gips van de ROI zal vóór afzet naar de verwerkende industrieën tijdelijk worden opgeslagen in een gipshal of -silo, welke een opslagcapaciteit zal bezitten van in totaal 5000 ton (2 à 3 weken vollast). Het geproduceerde gips bevat nog circa 10% vrij vocht zodat er bij overslag en transport geen stofoverlast zal plaatsvinden. Het vochtige gips zal per schip en/of tankauto naar de gipsverwerkende industrie worden afgevoerd. Per werkdag zal gemiddeld circa 235 ton gips worden geproduceerd (berekend op een gemiddeld zwavelgehalte in de kolen van 1%), hetgeen eens in de vier dagen per schip (1000 ton laadvermogen) kan worden afgevoerd.

II Vliegas (jaarproductie 115 000 ton)

Op diverse plaatsen in de ketel wordt vliegas verzameld en wel in hoppers (trechters) onder de economiser, de luchtvoorwarmers en de vliegasvangers. De in deze hoppers verzamelde vliegas, bij vollast circa 20 t/h, wordt met behulp van perslucht door pijpleidingen naar gesloten verzamelsilo's met een capaciteit van circa 15 000 ton (circa 1 maand vollast) gestuwd om van hieruit droog of bevochtigd te worden afgevoerd naar afnemers ofwel bevochtigd naar de tijdelijke open vliegasopslag. Deze tijdelijke open vliegasopslag is noodzakelijk om perioden van stagnaties in de afzet en om vakantie- en vorstperiodes te kunnen overbruggen.

De open vliegasopslag is geprojecteerd in het Westelijke Havengebied (zie figuur 3.1.3). De omvang van de opslag zal circa 200 000 ton bedragen. De open vliegasopslag heeft ter voorkoming van eventuele milieu-effecten:

- een situering boven grondwaterniveau
- een voorziening van een waterondoorlatende laag op de bodem van de opslag
- voorzieningen om controle uit te kunnen oefenen, dat geen ontoelaatbare bodemverontreiniging optreedt
- wallen of wanden dan wel een goot- of greppelsysteem die de opslag omringen; afloop- en percolatiewater wordt opgevangen en verzameld en eventueel behandeld
- een besproeiingsinstallatie, die de bovenlaag van de vliegasberg ter voorkoming van stofoverlast op een vochtgehalte van minstens 10% houdt
- een afdekking, als een gemiddeld vochtgehalte van 25% dreigt te worden overschreden
- stortfronten die verdicht en glad afgewerkt worden.

Deze voorzieningen zijn gebaseerd op praktijkonderzoek door de N.V. KEMA bij de open vliegasproefopslag bij de Amercentrale en zijn mede afgeleid van de conclusies en aanbevelingen van de Heidemij, die in 1984 in opdracht van het Bureau Energie Onderzoek Projecten (BEOP) een studie heeft uitgevoerd naar "milieutechnisch verantwoorde poederkoolvliegasopslag".

De opslag zal in 2 of meer compartimenten worden verdeeld. Hemelwater uit compartimenten, waarin geen vliegas is opgeslagen, wordt geloosd op het buitenwater. Water uit met vliegas gevulde compartimenten wordt hergebruikt voor het besproeien van de vliegasopslag. Overschotten worden gebufferd en indien noodzakelijk gereinigd in een afvalwaterbehandelingsinstallatie alvorens te worden geloosd.

Verdere details van de opslag, zoals storthoogte, zullen vermeld worden in de separate vergunningaanvraag voor deze opslag op grond van de Afvalstoffenwet (zie paragraaf 4.1).

Het transport van de afgevangen vliegas van E8 naar de open opslag zal na bevochtiging van de vliegas plaatsvinden per schip (maximaal circa 60 ladingen van 1000 ton per jaar) en eventueel kortdurend per vrachtauto. Naar gebruikers zullen jaarlijks ongeveer 100 scheepsladingen van circa 1000 ton afgevoerd worden.

III Bodemas(slak) (jaarproduktie 16 500 ton)

Zoals in paragraaf 3.1.5 vermeld, wordt de bodemas verzameld in bunkers, vanwaar afvoer per vrachtauto of binnenschip mogelijk is. Het aantal scheepsladingen bedraagt dan circa 17 per jaar. Voor niet afgenomen bodemas is een tijdelijke opslag met een waterdichte bodem met een capaciteit van 1700 ton beschikbaar. De afzet van de bodemas wordt besproken in paragraaf 3.1.15.

3.1.13 Overige installaties

Demineralisatie-installatie

Het voor de installaties benodigde suppletiewater zal worden aangemaakt in een bestaande demineralisatie-installatie met een capaciteit van circa 650 m³/dag. De opslag van het demiwater zal plaatsvinden in een drietal tanks elk met een inhoud van 400 m³. De demi-installatie is voorzien van een zuurregeneraerstation, een loogregeneraerstation en een zoutdoseerinstallatie. De regeneratiecyclus bedraagt circa 8 uur per dag. Het regenerant wordt naar een zogenaamde neutralisatiekelder gevoerd.

Condensaatreinigingsinstallatie

Om de gevolgen van een condensorlekkage - inbreuk van brak koelwater vanaf de condensor - te kunnen opvangen alsook om het condensaat te zuiveren wordt een condensaatreinigingsinstallatie in het condensaatstelsel ingebouwd. De capaciteit bedraagt per straat circa 390 kg/s en is daarmee geschikt om de totale condensaatstroom te kunnen behandelen. De installatie maakt gebruik van hetzelfde regenererestation als hiervoor vermeld. Het regenerant wordt eveneens in de neutralisatiekelder gevoerd. De regeneratiecyclus zal circa 1x per maand plaatsvinden.

Afvalwater van de behandelingsinstallatie (neutralisatiekelder)

Ten behoeve van de behandeling van de hiervoor genoemde regeneranten wordt in het centralegebouw een voorraadkelder aangebracht. De netto-inhoud van deze kelder wordt circa 200 m³, gesplitst in 2x100 m³. De inhoud van elk deel is zodanig, dat 2x per week gespuid moet worden. Elke kelder wordt voorzien van elektrisch gedreven roerwerken, een handbediende doseerinstallatie ten behoeve van het neutraliseren van het regenerant, een pH-meter en de nodige afvoerpompen (2 stuks) voor het verpompen van het geneutraliseerde regenerant (pH circa 7 1/2). De geneutraliseerde vloeistof wordt via het koelwaterafvoerkanaal geloosd in de Jan van Riebeeckhaven. Voor samenstelling en hoeveelheid wordt verwezen naar paragraaf 6.2.3.

Hulpketel

Teneinde bij stilstand van de eenheid verzekerd te zijn van hulpstoom, welke noodzakelijk is voor onder andere het verwarmen van het centralegebouw en het voedingwater bij de start, wordt een hulpketel geïnstalleerd in het ketelhuis. Deze ketel wordt gestookt met aardgas en als reserve met lichte stookolie (S-gehalte max. 0,3%). De ketel levert 6 kg stoom per seconde met een druk van circa 16,5 bar en een temperatuur van circa 200 °C. Het brandstofverbruik bedraagt bij vollast circa 0,63 m³/s aardgas. De rookgasemissie is 6,2 m³/s. De rookgas-temperatuur bedraagt maximaal 400 °C. De uitstoot van zwavel- en stikstofoxiden is verwaarloosbaar. Het aantal bedrijfsuren per jaar is circa 85. De rookgassen worden via een schoorsteen met een hoogte van circa 100 m boven het maaiveld en een inwendige diameter van 1000 mm afgevoerd met een uittreesnelheid van circa 17 m/s.

Voorzieningen in verband met stroomuitval

Van een "black-out" (totale stroomuitval) is sprake indien ten gevolge van een vanuit het koppelnet of uit de installatie optredende storing de gehele ketel en turbogeneratorinstallatie uitvalt en de eigenbedrijfsvoorzieningen niet meer kunnen worden gehandhaafd. Ter bescherming van het bedieningspersoneel en de installatie zijn de volgende voorzieningen getroffen:

- de noodstroomvoorziening, bestaande uit tweediesel-aggregaten elk met een vermogen van 800 kW waarmee in de black-out-situatie de benodigde elektrische energie voor verlichting, pompen, compressoren, liften, en dergelijke, verzorgd kan worden
- een noodkoelwaterpomp welke is aangesloten op dat gedeelte van het interne koelsysteem, waarin koelers voor vitale delen van de installatie zijn opgenomen. Deze pomp kan met noodstroom van de dieselaggregaten gevoed worden
- een noodbrakkoelwaterpomp en -koeler, waarmee het koelwater van het hierboven genoemde deel van het interne koelwatersysteem gekoeld kan worden. Ook deze pomp kan door de noodstroomaggregaten gevoed worden.

De dieselaggregaten worden bedreven met lichte olie waarvan het zwavelgehalte de 0,3% niet overschrijdt. Bij het ontwerp van de totale eenheid is wat de dieselaggregaten betreft uitgegaan van maximaal 15 bedrijfsuren per aggregaat per jaar. Het brandstofverbruik per aggregaat bedraagt circa 30 g/s. De uitstoot van zwaveldioxide bedraagt circa 0,2 g/s.

Blusinstallaties

In het centralegebouw wordt een brandbluspomp opgesteld, voorzien van een leidingsysteem. In het gehele gebouw worden op gemakkelijk bereikbare plaatsen de nodige handblusmiddelen aangebracht.

De transformatoren zijn voorzien van een nevelblusinstallatie met een binnen opgestelde watertank, inhoud circa 50 m³, welke in geval van brand met behulp van de druk van CO₂-gas wordt leeggeblazen.

De ketel en de turbinegenerator worden eveneens voorzien van een nevelblusinstallatie. De watervoorziening hiervan wordt verzorgd door een pomp (met een reservepomp) van circa 400 m³ per uur, die zijn water pompt uit een kelder met een inhoud van circa 200 m³.

Alle elektrische eigen bedrijfsruimten zullen worden voorzien van branddetectie-apparatuur.

3.1.14 Opslag gevaarlijke stoffen

Bulkopslag chemische stoffen

De benodigde chemicaliën ten behoeve van de waterbehandeling (ferrichloride, natronloog 50%, zoutzuur 30%, zwavelzuur 96%) zullen deels in reeds bestaande en deels in nieuwe tanks worden opgeslagen.

Opslag chloorbleekloog

Ten behoeve van het chloren van het koelwater zal nabij het koelwaterfiltergebouw een chloorbleekloogtank met een capaciteit van 30 m³ worden opgesteld.

Opslag ammonia 25%

De ammonia 25% zal in de reeds bestaande buiten opgestelde tank met een inhoud van 8 m³ worden opgeslagen. Uitbreiding in verband met E8 is niet noodzakelijk.

Onder alle bovengenoemde tanks bevinden zich vloeistofdichte met chemisch bestendige verf behandelde betonnen opvangbakken. Iedere opvangbak kan de maximaal daarboven opgeslagen hoeveelheid vloeistof bevatten. Tevens bevatten de opvangbakken een overstroomleiding naar de regenerantkelder.

Opslag chemische stoffen in kleinverpakking/chemische afvalstoffen

Chemische stoffen in kleinverpakking worden in het bestaande opslaggebouw gecompartmenteerd opgeslagen.

Opslag lichte stookolie

Lichte stookolie voor de hulpketel en de nooddiesel-aggregaten zal worden opgeslagen in de bestaande opslagtank van 280 m³. Deze tank is omgeven door vloeistofdichte keermuren.

Opslag van industriële gassen in cylinders

De opslag van propaan, zuurstof, waterstof, acetyleen, stikstof en koolzuur vindt plaats in cylinders. Deze opslagen voldoen aan de eisen van de Arbeidsinspectie, die onder meer zijn vastgelegd in publicatieblad P. nr.14.

3.1.15 Afzet van kolenreststoffen

Ter bewerkstelling van een doelmatige afzet van kolenreststoffen hebben de kolenstokende elektriciteitsbedrijven de Vliegasunie B.V. opgericht. De door de elektriciteitsbedrijven geproduceerde poederkoolvliegass, bodemas en rookgasontzwavelingsbijprodukten, waaronder die van E8, zullen aan de Vliegasunie worden geleverd die voor verdere afvoer naar de gebruikers zorgdraagt. De Vliegasunie houdt zich ook bezig met het stimuleren van de ontwikkeling van nieuwe toepassingsmogelijkheden voor kolenreststoffen om daarmee het afzetgebied te verbreden.

De perspectieven voor afzet van vliegass, bodemas en gips zullen hier achtereenvolgens worden behandeld.

Vliegass

De wijze van verwerking van de poederkoolvliegass van E8 is dusdanig gekozen dat een zo groot mogelijke vliegassafzet kan worden bewerkstelligd. Een zo groot mogelijke afzet van vliegass kan worden beschouwd als de voor het milieu minst belastende oplossing. De afzet van poederkoolvliegass is onder andere door de gecentraliseerde aanpak sterk toegenomen zoals moge blijken uit tabel 3.1.9 (Vliegassunie, 1987).

Tabel 3.1.9 Afzet van poederkoolvliegass in Nederland (t/a)

	1983	1984	1985	1986
Vliegassproduktie	431 000	493 300	452 200	531 500
Cementindustrie	201 000	278 600	273 100	319 900
Asfaltvulstof	51 100	68 800	59 500	46 000
Kunstgrind (Lytag)	-	-	35 600	84 000
Vulstof in beton	3 000	3 900	9 200	27 400
Wegenbouw	46 200	2 550	2 200	18 300
Diversen	2 200	2 050	4 100	3 400
Totale afzet	303 500	355 900	383 700	499 000
Toepassingspercentage	70,4	72,1	84,9	93,9

De op dit moment bestaande toepassingsmogelijkheden zijn de volgende:

Cementindustrie

In de cementindustrie wordt vliegas op grote schaal gebruikt:

- bij de fabricage van portlandklinker, de grondstof voor vele cementsoorten
- bij de samenstelling van portlandvliegasement.

Onderzoek wordt uitgevoerd naar de toepassing van vliegas:

- bij de fabricage van hoogovencement
- bij de fabricage van alkali-slakcement.

Asfaltvulstof

- Bij de toepassing van bitumineuze wegverhardingen worden mengsels met vliegas als vulstof gebruikt.

Betonmortel en betonwaren

Bij de produktie van betonmengsels wordt de vliegas als vulstof ter vervanging van de fijne fractie van het zand en een deel van het cement ingezet. Certificering van vliegas uit bepaalde ketels wordt nagestreefd.

Kunstgrind

Door middel van verschillende produktieprocessen kunnen uit vliegas kunstgrindkorrels worden gemaakt. In de nabijheid van de centrale, Gelderland in Nijmegen heeft B.V. VASIM een fabriek met een capaciteit van circa 200 000 t/a in bedrijf die gesinterde kunstgrindkorrels produceert (Lytag). Deze lichtgewichtaggregaten zijn geschikt als vulmiddel in beton.

Constructief lichtgewicht beton en gasbeton

In Nederland is in 1984 een proeffabriek opgestart voor de fabricage van lichtgewicht betonelementen, waarbij vliegas wordt gebruikt (Gascon). Proeven met gasbeton zijn in uitvoering (Durox).

Grofkeramiek

Bij met name de fabricage van metselstenen en straatstenen kan vliegas worden gebruikt als verschrallingsmiddel voor klei. Onderzoek hiernaar is in uitvoering.

Wegfunderingen en ophogingen

Vliegass kan hier gebruikt worden als vervanging voor zand in wegfunderingen of bij ophogingen. Op het moment zijn demonstratieprojecten in voorbereiding. Vooral bij ophogingen kunnen zeer grote partijen verwerkt worden.

Kalkzandsteen

Vliegass kan bij deze toepassing een gedeelte van het bij de fabricage benodigde zand vervangen. Deze toepassing verkeert in de demonstratiefase en biedt gunstige perspectieven.

Verder is nog een aantal toepassingsmogelijkheden te noemen die merendeels in de fase van onderzoek en ontwikkeling verkeren:

- het winnen van metalen, met name aluminium, uit vliegass
- de fabricage van kunstpuin voor de wegenbouw
- toepassing bij de fabricage van het zgn. "Polysil-beton".

Door de Vliegassunie wordt gewerkt aan de verdere ontwikkeling van toepassingen en aan de uitbreiding van bestaande markten. Voor afzetscenario's wordt verwezen naar paragraaf 3.2.3.10.

Bodemas (slak)

Bodemas heeft een aantal nuttige toepassingsmogelijkheden. Voor Nederland zijn de volgende toepassingen mogelijk:

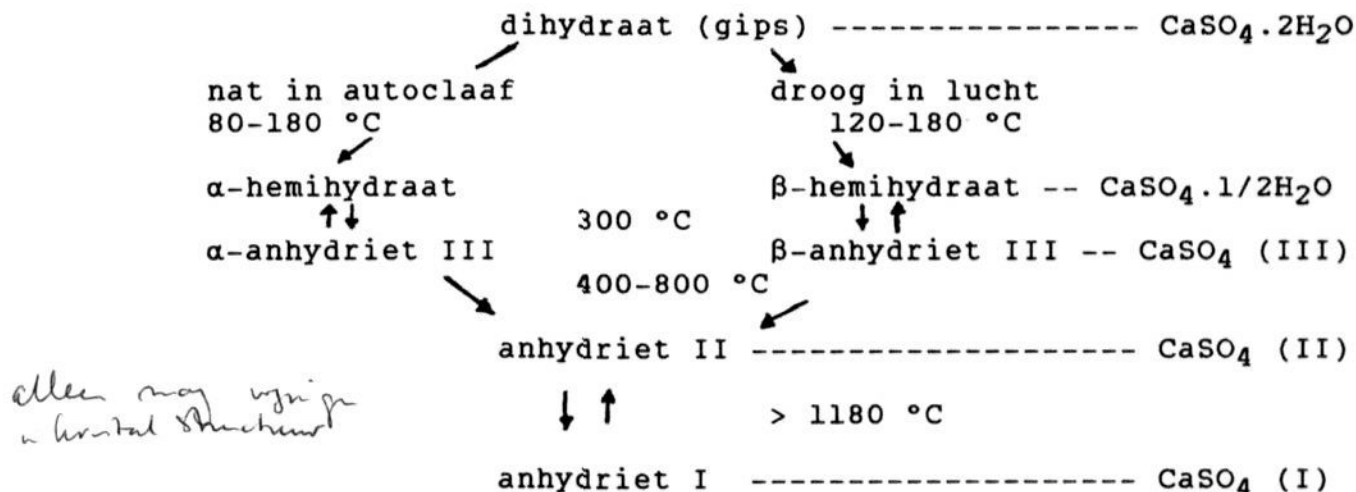
- als vervanging van licht funderingsmateriaal in de wegenbouw
- als drainage- of filterbedmateriaal
- als lichtgewicht toeslagmateriaal in beton.

Al vele jaren wordt verreweg het grootste deel van de in Nederland geproduceerde bodemas als licht funderingsmateriaal op zettingsgevoelige gronden ingezet. Dit betreft vaak gebieden in het westen van het land waarbij de hoge grondwaterstand contact met de fundering mogelijk maakt. Daar de uitloogbaarheid van bodemas evenwel gering is, levert dit geen problemen voor het milieu op. De resterende hoeveelheid bodemas wordt in de betonwarenindustrie in het buitenland verwerkt.

Verwacht mag worden dat er voor de door de E8 geproduceerde bodemas een nuttige toepassingsmogelijkheid zal zijn. Slechts indien besloten wordt het aandeel kolenvermogen in Nederland tot 70% uit te breiden, wordt tot het jaar 2000 een gecumuleerd overschot bodemas in Nederland geschat van circa 400 000 ton (DHV, 1986); zie verder paragraaf 3.2.3.10.

Gips

In het spraakgebruik worden met het woord "gips" veelal alle vormen van calciumsulfaat (CaSO_4) aangeduid. De term gips is echter alleen juist voor het dihydraat: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Afhankelijk van de hoeveelheid kristalwater en de wateroplosbaarheid worden de volgende vormen onderscheiden: dihydraat, hemihydraat en anhydriet III, II en I. De onderlinge samenhang van de verschillende vormen van CaSO_4 is hieronder aangegeven.



Figuur 3.1.10 Onderlinge samenhang tussen de verschillende vormen van CaSO_4

Het gips- en anhydrietverbruik in Nederland bedroeg in 1985 circa 680 000 ton. Deze hoeveelheid werd vrijwel geheel geïmporteerd. Hiervan werd 490 000 ton in de bouw en 190 000 ton als bindtijdregelaar van cement gebruikt. De 490 000 ton in de bouw is onder te verdelen in 150 000 ton gipskartonplaten (waarvan de helft wordt geïmporteerd en de andere helft in Nederland wordt gemaakt), 210 000 ton gipsblokken (150 000 import, 60 000 Nederlandse productie), 70 000 ton stucadoorsgips en 60 000 ton diversen.

Gipskartonplaten en gipsblokken worden gefabriceerd door een specie van water en β-hemihydraat te laten uitharden. Stucadoorsgips en de gipsmortels bestaan uit een mengsel van β-hemihydraat (en eventueel anhydriet III) met toevoegingen, zoals versnellers/vertragers in stucadoorsgips en kalk/zand in gipsmortels.

Spuitgips bevat ongeveer gelijke delen β -hemihydraat en anhydriet III en eventueel organische toevoegmiddelen. Het spuitgips is enige jaren geleden in Duitsland ontwikkeld en dient ter vervanging van de arbeidsintensieve gipsmortels. Verwacht mag worden dat ook in Nederland de gipsmortels in de komende jaren meer en meer door spuitgips zullen worden vervangen. De verwachting is dat de Nederlandse markt voor gips in de huidige bouwmaterialen zich zal stabiliseren. Door introductie van nieuwe typen bouwelementen kan aan de bestaande bouwgijsmarkt nog wel uitbreiding gegeven worden.

De werking van gips/anhydriet II als bindtijdregelaar voor cement berust op de vorming van de stof ettringiet, die ontstaat door reactie van één van de klinkermineralen met CaSO_4 en water. Toepassing komt bij drie soorten cement voor. Ten eerste bij de portland-cementfabricage, waar klinker met $\pm 5\%$ gips/anhydriet tot cement wordt vermalen. In verband met de wijze waarop deze vermalings van cementklinker en gips bij de belangrijkste Nederlandse cementfabrikant plaatsvindt, moet het grootste deel van het gips/anhydriet-mengsel als anhydriet worden toegevoegd. Tevens is een gepelleteerde vorm wenselijk. Aan hoogoven-cement, dat bestaat uit een mengsel van gedroogde, gegraneleerde, basische hoogovenslak en portland-cementklinker, wordt tijdens het vermalen $\pm 5\%$ anhydriet toegevoegd. Tenslotte vindt toepassing plaats bij de bereiding van gesulfateerd cement, dat gebruikt wordt indien aantasting door sulfaten kan worden verwacht. Het marktaandeel van deze laatste cementsoort is echter gering.

De kwaliteit van het gips/anhydriet voor toepassing als bindtijdregelaar in cement is minder kritisch, vergeleken met de eisen voor toepassing in de bouwwereld. De bedragen welke door de cementfabrikanten betaald worden voor natuurgips/anhydriet zijn vrij laag en worden voor een groot deel door de transportkosten bepaald. Rookgasontzwavelingsgips (RGO-gips) zal dan ook door de eis ten aanzien van het anhydrietdeel en de prijs van het toegepaste natuurgips op dit moment nog niet op een economisch aantrekkelijke wijze in de cementindustrie verwerkt kunnen worden.

Toepassingsmogelijkheden voor RGO-gips in Nederland

Het gips, dat in een ROI geproduceerd wordt, is dihydraat dat circa 10% aanhangend water bevat. Dit gips dient voor verdere verwerking tot β -hemihydraat eerst gedroogd te worden, hetgeen in principe zowel bij de centrale als bij de gipsverwerkende industrie kan geschieden.

De rookgasontzwavelingsinstallaties bij de Nederlandse elektriciteitscentrales zullen bij een gemiddeld zwavelpercentage van 1% in de kolen, na inbedrijfname van Amercentrale, eenheid 9 in 1993 en Hemweg E8 in 1994, 385 000 ton gips per jaar produceren. Dit RGO-gips zal voornamelijk als bouw materiaal toegepast gaan worden. Voor dit doel wordt nu ruim 450 000 ton gips geïmporteerd. Ook wordt in Nederland momenteel een fabriek voor een nieuw produkt, "gipsspaanplaat", gebouwd, waarin het gips van één 600 MW (el.) eenheid verwerkt zal gaan worden.

Het toepassen van RGO-gips als bindtijdregelaar in cement stuit, zoals hiervoor toegelicht, voor de grootste Nederlandse cementproducent vooral op praktische problemen. Bij hoogovencement kan alleen anhydriet toegepast worden.

Nieuwe grootschalige toepassingsmogelijkheden kunnen ontstaan wanneer op goedkope wijze α -hemihydraat geproduceerd kan worden. Er is onderzoek gaande om hiertoe te komen op basis van een proces met een zuur reactiemedium. Een in Nederland gestart demonstratieproject is gestopt; in de BRD en België loopt het onderzoek wel verder. De produkten, die uit α -hemihydraat vervaardigd kunnen worden, hebben een grote sterkte. Voor toepassing wordt gedacht aan de mijnbouw en in de bouwindustrie voor vloei-vloeren.

Voor de toepassing van anhydriet als vulstof in papier, verf en kunststoffen mag in de toekomst geen ruime afzet worden verwacht. In Nederland is voor landbouw gips geen markt aanwezig. In geheel nieuwe bouwprodukten en in de wegenbouw zouden zeer grote hoeveelheden gips te verwerken zijn. Gedacht kan worden aan bij voorbeeld:

- gipsstenen in plaats van kalkzandstenen (circa 2×10^6 ton/jaar)
- gips in plaats van zand voor taluds
- gesulfateerd cement als vervanging van portland- en hoogovencement (circa 10^6 ton/jaar)
- watervast gips
- gewapend gips.

Voor deze toepassingen zijn echter nog omvangrijke onderzoeken nodig. De eerste studies hieromtrent zijn gaande.

De afzetmogelijkheden in het buitenland zijn hier verder buiten beschouwing gebleven. Mogelijkheden hiertoe zijn echter zeker aanwezig, waarbij bij voorbeeld aan België gedacht kan worden, waar op dit moment vrijwel geen concrete plannen bestaan voor rookgasontzwaveling en dat op het ogenblik fosforgips verwerkt en natuurgips uit Frankrijk invoert.

Resumerend kan gesteld worden, dat het Nederlandse RGO-gips in eerste instantie als grondstof voor gipskartonplaten, gipsblokken en stucadoorsgips toegepast zal kunnen worden, waarbij zowel aan binnenlands gebruik als aan gebruik in België gedacht moet worden. Daarnaast is er nog een aantal toepassingsmogelijkheden die verder perspectief voor de toekomst bieden. Na inbedrijfname van E8 in 1994 zullen de kolenstokende centrales in Nederland gezamenlijk 385 000 ton produceren, terwijl de binnenlandse afzetmarkt voor die tijd op ruim 450 000 ton geraamd wordt. Hieruit kan afgeleid worden, dat er ook voor de nieuwe ROI-installatie van E8 nog voldoende mogelijkheden voor gipsafzet zijn.

Ook door een door DHV in opdracht van de OGKR uitgevoerde studie (DHV, 1986) wordt dit bevestigd. In deze studie wordt, indien het kolenaandeel in de elektriciteitsopwekking beperkt blijft tot 40%, het cumulatieve overschot geraamd op 100 000 ton. Met de huidige in het Elektriciteitsplan opgenomen uitbreidingen loopt het kolenaandeel echter pas tot 30% op, zodat dan nog geen overschot ontstaat (zie verder 3.2.3.10).

3.1.16 Geluidvoorzieningen (Peutz, 1988)

Bij de opzet van E8 is uitgegaan van toepassing van akoestische maatregelen welke voldoen aan de kwalificatie "Best Practicable Means" (B.P.M.). Om bij de dichtstbijgelegen geluidgevoelige bestemmingen (zie hoofdstuk 6 en figuur 4.4) een geluidbijdrage ten gevolge van de toekomstige situatie van ten hoogste circa 45 dB(A)-etmaalwaarde te realiseren, wordt uitgegaan van verdergaande maatregelen. Hierbij is gekomen tot een situatie waarbij met betrekking tot de nieuw te plaatsen installaties betreffende de E8 alsmede het kolenpark, de akoestische maatregelen deels gekwalificeerd kunnen worden als "Best Practicable Means" (B.P.M.), deels als verdergaand kunnen worden beschouwd.

Er is rekening gehouden met de wettelijke regelingen ten aanzien van het geluidniveau op de arbeidsplaats. Het equivalent geluidniveau op de arbeidsplaats mag niet hoger zijn dan 85 dB(A) tenzij zulks redelijkerwijs niet gevergd kan worden.

Bij de prognoseberekeningen inzake de geluidemissies en -immissies (zie hoofdstuk 6) zijn de volgende uitgangspunten en voorzieningen gehanteerd:

A Machinezaal

A.1 Bouwkundig

- gevels, opgebouwd uit dubbelwandig staal, waartussen mineraalwol, en enkelvoudig glas
- dak, opgebouwd uit gesloten staalplaat voorzien van thermische isolatie, gecombineerd met een geluidabsorberend plafond
- goede geluidisolierende deuren
- goede ruimte-akoestiek (onder andere geluidabsorptie aan onderzijde van tussenvloeren en gedeelte van wanden).

Bij met name de stalen gevelbeplatingen zal extra aandacht besteed worden aan een goede kierafdichting bij zowel de horizontale als verticale aansluitingen.

A.2 Ventilatie

Geluiddempende voorzieningen (geluidgedempte roosters of coulissengeluiddempers) bij de ventilatie-openingen.

A.3 Installaties

- omkastingen van onder andere de turbogeneratorinstallatie (boven de bedieningsvloer), de voedingspomp(en), de hoofdcondensaatpompunits
- akoestische/thermische isolatie van de hoofdstoomleidingen
- plaatselijke afschermingen aan de onderzijde van de turbogeneratorinstallatie
- concentreren van de belangrijkste geluidbronnen (regelolie- en smeeroliesets e.d.) onder de bedieningsvloer en plaatsing in aparte ruimten c.q. omkastingen.

Hiermee is een nagalmgeluidniveau van circa 85 dB(A) boven de bedieningsvloer en van circa 90 dB(A) onder de bedieningsvloer realiseerbaar.

B Machinetransformator

De machinetransformator zal in een cel geplaatst worden (bovenzijde open), terwijl de eigen bedrijfstransformatoren naar de omgeving akoestisch afgeschermd zullen worden.

C Ketelhuis

C.1 Bouwkundig en ventilatie

Conform machinezaal, uitgezonderd het geluidabsorberend plafond.

C.2 Installaties

- geluidarme installatie-onderdelen (bij voorbeeld poederkoolmolens)
- omkastingen en geluiddempers bij grote ventilatoren
- akoestische ommantelingen bijvoorbeeld bij stoomleidingen en luchtkanalen
- ten behoeve van de aanzuigverbrandingslucht: lange geluiddempers.

Op deze wijze is een nagalmgeluidniveau van 90 à 85 dB(A) te realiseren voor een hoogte tot circa 13⁺ m en van 85 à 80 dB(A) voor het gedeelte boven 13⁺ m.

D Buiteninstallaties

D.1 Rookgasventilatoren en rookgaskanalen

- lange geluiddempers (resonantietype) aan de zuigzijde van de rookgasventilatoren ter beperking van de geluiduitstraling van de rookgaskanalen en de ESV, of bij het achterwege blijven van zuigzijdige geluiddempers, toepassing van zware akoestische isolatie bij de ESV en zuigzijdige kanaaldelen
- lange geluiddempers (resonantietype) aan de perszijde van de rookgasventilatoren ter beperking van de geluiduitstraling van rookgaskanalen, de rookgasontzwoelingsinstallatie en via de top van de schoorsteen
- akoestische ommantelingen van een gedeelte van de rookgaskanalen
- zeer goede akoestische ommanteling of inbouwen (omkassen) van de rookgasventilatoren.

D.2 ESV

Toepassing van een thermische of akoestische isolatie.

D.3 ROI

- toepassing van zuig- en persdempers bij de eventueel toe te passen opjaagventilatoren
- omkastings van ventilatoren, pompen, e.d.
- akoestische isolatie bij een gedeelte van de kanalen
- thermische isolatie van (een gedeelte van) de wasser, enz.

D.4 Top schoorsteen

Met behulp van persdempers bij de rookgasventilatoren en rekening houdend met de aanwezigheid van een ROI is de L_{wr} -waarde van een schoorsteentop te beperken tot circa 105 dB(A) (geluidvermogen circa 110 dB(A)).

E Kolenpark

E.1 Transportbanden

Hierbij is onderscheid tussen een niet ingebouwde versie, en een versie die ingebouwd dient te worden.

Transportband (rubber, niet ingebouwd)

- toepassen van getrokken stalen rollen, met extra eisen ten aanzien van rondlooptrouwkeurigheid en oppervlakteruwheid
- beperking bandsnelheid tot maximaal 3,5 m/s
- speciale aandacht met betrekking tot lagering van de rollen en de trillingsoverdracht naar de constructie
- speciale aandacht met betrekking tot het vervuiliingsaspect van rollen en band

Transportband (rubber, in te bouwen)

- toepassen standaard (rubber) transportband
- enkelvoudige aandacht met betrekking tot trillingsoverdracht naar de draagconstructie van de omkasting

E.2 Aandrijf/overstortstations

Binnengeluidniveaus van maximaal circa 90 dB(A) bij een bouwkundige uitvoering met behulp van enkelvoudige stalen beplating, of maximaal circa 85 dB(A) bij toepassing van dubbelwandige gevelconstructies.

E.3 Afgraver/opwerper

Geluidarme uitvoering c.q. inbouwen van aandrijvingen, bekleden van diverse installatie-onderdelen (bij voorbeeld trechters), toepassen van trillingsisolatoren teneinde constructiegeluidafstraling te beperken. Transportbanden conform E.1 (niet ingebouwd).

3.1.17 Warmtelevering E8

Bij het ontwerp van E8 zal rekening gehouden worden met de mogelijke toekomstige levering van warmte tot maximaal 260 MW(th). Op het moment bestaan er echter nog geen warmteleveringscontracten.

Indien naast elektriciteit ook warmte kan worden afgezet, heeft dit een positieve uitwerking op het totale energetische rendement van de eenheid. Voorts zal de warmteafgifte op het oppervlaktewater lager zijn. Aangezien echter met name de zomermaanden bepalend zijn voor eventuele effecten van koelwaterlozingen op het aquatisch milieu en er in deze maanden nauwelijks warmtelevering door E8 zal plaatsvinden zal warmtelevering door E8 naar verwachting geen invloed hebben op de eventuele milieu-effecten van de koelwaterlozing op het oppervlaktewater door E8.

In droge jaren bestaat echter juist in de winter de kans dat maatregelen moeten worden genomen om overschrijding van koelwaterrichtlijnen te voorkomen. Warmtelevering in de winter verkleint deze kans.

3.2 Alternatieven in verband met de voorgenomen activiteit

3.2.1 Inleiding

De alternatieven in verband met de voorgenomen activiteit die in dit MER worde beschouwd zijn te verdelen in:

- nulalternatief
- uitvoeringsalternatieven
- milieu-vriendelijkste alternatief.

De twee varianten van het nulalternatief zoals in de richtlijnen voor dit MER aangegeven, komen nagenoeg overeen met de in hoofdstuk 5 "Bestaande toestand van het milieu rond de Hemwegcentrale" beschreven situatie, anno 1990.

De uitvoeringsalternatieven en varianten, die in dit MER worden beschouwd, zijn:

- varianten met betrekking tot de rookgasontzwaveling
- varianten met betrekking tot de stofemissiereductie
- diverse methoden voor NO_x-uitwerpbepierking
- varianten met betrekking tot de lozing van ROl-afvalwater
- methoden inzake aangroeibestrijding in koelwatersystemen
- condensorkoelwaterkoeling met een koeltoren
- kolenopslag in silo's
- tijdelijke vliegiasopslag in silo's
- varianten met betrekking tot geluidvoorzieningen.

Verder zullen conform de richtlijnen voor het MER scenario's voor de afzet van kolenreststoffen gegeven worden. Daarnaast zal, voor zover dit bij de voorgenomen activiteit niet reeds behandeld is, aangegeven worden waarom bepaalde denkbare alternatieven niet redelijkerwijs voor uitvoering in aanmerking komen. Hiertoe behoren:

- varianten op het kolentransport
- voorschakelen van gasturbines
- gefaseerde bouw.

Het milieuvriendelijkste alternatief kent volgens de richtlijnen voor deze MER twee varianten. Het eerste is het alternatief, waarbij de meest milieuvriendelijke uitvoeringsalternatieven voor installaties van een poederkoolgestookte elektriciteitsproduktie-eenheid, zoals bij de uitvoeringsalternatieven behandeld, worden samengevoegd.

Het tweede milieuvriendelijkste alternatief bestaat uit kolenvergassing geïntegreerd met elektriciteitsopwekking. Hoewel deze techniek momenteel niet voor realisering op 600 MW (el.)-schaal in aanmerking komt, zal, gezien het gestelde in de MER-richtlijnen en de grote belangstelling, die er voor deze techniek bestaat, dit als een volwaardig alternatief behandeld worden.

3.2.2 Nulalternatief

mdudelyh
Het nulalternatief, als het alternatief waarbij de bouw van E8 niet zou plaatsvinden, is niet te beschouwen als reëel alternatief, op grond van de besluiten zoals reeds genomen in het Elektriciteitsplan 1987-1996 (zie hoofdstuk 2 en 4). De eerste variant van het nulalternatief, zoals aangegeven in de richtlijnen voor dit MER, namelijk de situatie E7, als combi alleen in bedrijf, komt nagenoeg overeen met de in hoofdstuk 5 beschreven bestaande situatie anno 1990 omdat E5 en E6 rond 1990 nog maar een zeer beperkt aantal draaiuren zullen maken. Ook vanwege het gegeven dat het vermogen van deze eenheden relatief klein is, zullen bij voorbeeld de emissies van met name van NO_x ten gevolge van de Centrale Hemweg niet significant verschillen met de situatie wanneer E7, als combi, alleen in bedrijf zou zijn. De tweede variant van het nulalternatief, volgens de richtlijnen voor het MER E8, waarbij E5 en E6 langer in bedrijf gehouden zouden worden, komt ook overeen met de in hoofdstuk 5 beschreven situatie anno 1990. Er zal dientengevolge geen aparte beschouwing over de milieubeïnvloeding voor deze twee nulalternatieven gegeven worden.

3.2.3 Uitvoeringsalternatieven

3.2.3.1 Rookgasontzwaveling

I Inleiding (KEMA, 1985)

Bij het stoken van kolen wordt SO₂ gevormd, welke met de rookgassen naar de schoorsteen wordt gevoerd. De hoeveelheid SO₂ welke uit de schoorsteen geëmitteerd wordt kan op verschillende manieren beperkt worden.

De meest voor de hand liggende methode is het stoken van brandstoffen met zeer lage zwavelgehaltes. De voorraden hiervan zijn echter beperkt. Bij kolen kan het zwavelgehalte verlaagd worden door pyrietverwijdering. Hiermede is echter slechts een gedeeltelijke verwijdering van zwavel te bereiken (zie ook paragraaf 3.1.3). Andere methoden ter beperking van SO₂-uitworp zouden gevonden kunnen worden door andere verbrandingstechnieken, bijvoorbeeld kolenvergassing, toe te passen. Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 3.2.4.2. Als enige methode voor SO₂-uitworpbeperking voor een kolengestookte centraleketel blijft over rookgasontzwaveling. Een aantal van de technieken, die hiervoor ontwikkeld zijn, blijkt in de praktijk goed te voldoen.

II Overzicht van de rookgasontzwavelingsprocessen

De rookgasontzwavelingsprocessen worden ingedeeld in vier hoofdgroepen:

- natte processen
- processen op basis van sproeidroogabsorptie
- droge processen
- processen op basis van toevoeging van het absorbens in het ketelsysteem.

Bij een nat proces worden de rookgassen in contact gebracht met een waterige oplossing of suspensie waarin de zwaveloxiden worden gebonden.

Bij de processen gebaseerd op sproeidroogabsorptie wordt een suspensie of oplossing van het absorptiemiddel fijn verstoven in de te ontzwavelen rookgassen. De SO_2 reageert met het absorptiemiddel terwijl het water uit de druppels verdampt door de warmte uit de rookgassen. Het droge reactieprodukt wordt met behulp van stoffilters van de rookgassen gescheiden.

De droge processen zijn gebaseerd op binding van de zwaveloxiden aan het oppervlak van een vaste stof.

Tenslotte kan het absorptiemiddel direct in de vuurhaard of in de rookgaskanalen worden geïnjecteerd waarbij de SO_2 al in het ketelsysteem wordt gebonden.

De hoofdgroepen kunnen verder worden onderverdeeld naar het wel of niet opnieuw gebruiken van het absorptie- of adsorptiemiddel en naar de aard van het zwavelhoudende bijproduct, te weten:

- wegwerpprocessen
- processen met een eenmalig gebruik van het absorptiemiddel en een bruikbaar eindproduct
- regeneratieve processen waarbij de zwaveldioxide in geconcentreerde vorm voor verdere verwerking beschikbaar komt.

Bij de wegwerpprocessen ontstaat een zwavelhoudend bijproduct waarvoor geen toepassingsmogelijkheden bestaan en dat derhalve moet worden opgeslagen of moet worden gedeponeerd. Bij de processen met een eenmalig gebruik van het absorptiemiddel en een bruikbaar bijproduct reageert het absorptiemiddel met SO_2 en ontstaat aan het eind van het proces een produkt dat voor verdere industriële toepassing geschikt is. De regeneratieve processen worden gekenmerkt door een absorptie- of adsorptiefase waarin de SO_2 uit de rookgassen wordt gebonden en een regeneratiefase waarin de gebonden SO_2 weer wordt vrijgemaakt en geconcentreerd. Het absorptie- of adsorptiemiddel circuleert over de beide processtappen. Het geconcentreerde SO_2 kan in een volgende processtap bij voorbeeld worden omgezet in zwavelzuur of zwavel.

De rookgasontzwavelingsprocessen kunnen volgens de hierboven geschetste categorieën als volgt worden ingedeeld.

a Natte processen

Wegwerpprocessen

- a.1 kalk(steen)-slib
- a.2 indirect kalk(steen)-slib
- a.3 zeewater

Processen met eenmalig gebruik van chemicaliën en een bruikbaar eindprodukt

- a.4 kalk(steen)-gips
- a.5 indirect kalk(steen)-gips (dubbel-alkali proces)
- a.6 ammoniak-ammoniumsulfaat

Regeneratieve processen met SO₂-produktie

- a.7 natriumsulfiet-SO₂
- a.8 magnesiumoxide-SO₂

b Processen gebaseerd op sproeidroogabsorptie

Sproeidroogprocessen met een éénmalig gebruik van chemicaliën

- b.1 kalksuspensie - CaSO₃/CaSO₄-poeder.

c Droge processen

Regeneratieve processen met SO₂-produktie

- c.1 actief kooks-SO₂
- c.2 koperoxide-SO₂

Overige droge processen

- c.3 elektronenbestraling.

d Processen gebaseerd op absorbens-toevoeging in het ketelsysteem

Wegwerpprocessen

- d.1 kalk- of kalksteentoevoeging in de vuurhaard
- d.2 kalkinjectie in de rookgaskanalen.

III Selectiecriteria

De selectiecriteria om te komen tot de keuze van een rookgasontzwavelingsproces zijn:

- zwavelhoudende bijprodukten: wat zijn de mogelijkheden voor afzet
- beschikbaarheid grondstoffen: hoe is de aanvoer, zijn de grondstoffen over de totale gebruiksduur van de installatie verkrijgbaar en blijft daarnaast de prijs op een aanvaardbaar niveau
- betrouwbaarheid: deze is af te leiden uit ontwikkelingsstatus, ondervonden problemen en complexiteit
- bereikbaar ontzwavelingsrendement en flexibiliteit bij wisselend zwavelgehalte in de brandstof
- nieuwe milieubelastingen, die installatie van een ROI met zich brengt, moeten acceptabel zijn, vooral te denken aan geluid, afvalwater en visuele invloed
- kosten: investeringen en bedrijfskosten.

Aan deze onderwerpen zal eerst separaat aandacht besteed worden.

III-1 Zwavelhoudende bijprodukten

Het bijproduct of de bijprodukten die bij een rookgasontzwavelingsinstallatie ontstaan worden bepaald door het gekozen proces. De hoeveelheden zijn aanzienlijk, zoals blijkt uit tabel 3.2.1 waarin voor een 600 MW (el.)-eenheid de jaarlijkse hoeveelheid van de verschillende mogelijke bijprodukten is gegeven.

Tabel 3.2.1 Mogelijke jaarlijkse hoeveelheden zwavelhoudend bijproduct (1% S in kolen en $\eta = 90\%$)

calciumsulfietslib ($\text{CaSO}_3/\text{CaSO}_4$)/vliegas)	100 000 ton
gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	58 000 ton
ammoniumsulfaat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)	44 500 ton
zwaveldioxide (SO_2)	21 500 ton
zwavel (S)	11 000 ton
zwavelzuur (H_2SO_4)	33 000 ton
sproeidroogbijproduct	
- excl. vliegas	50 000 ton
- incl. vliegas *	165 000 ton
natriumsulfaat **	4 500 ton

* asgehalte kolen 11%

** tweede bijproduct bij het natriumsulfiet- SO_2 -proces

Voor sulfietslib bestaan geen toepassingsmogelijkheden. In de V.S., waar dit veelal het bijprodukt van de rookgasontzwaveling is, wordt het, al dan niet met toevoegmiddelen gestabiliseerd, gestort. Dit is in Nederland vanwege milieu- en ruimteoverwegingen niet mogelijk.

Zwavelzuur en zwavel

Een aantal van de genoemde processen levert aan bijprodukt SO_2 . Dit zwaveldioxyde kan omgezet worden in zwavelzuur of zwavel. Daar in Nederland de meeste zwavel in zwavelzuur wordt omgezet en het bij een rookgasontzwavelingsinstallatie eenvoudiger is om SO_2 in zwavelzuur om te zetten dan er zwavel van te maken, zal in eerste instantie zwavelzuurproduktie het meest voor de hand liggen. Omdat er twee natte regeneratieve processen zijn die zwavel als bijprodukt geven, worden ook de afzetmogelijkheden van zwavel behandeld.

In tabel 3.2.2 wordt een overzicht gegeven van de productie van zwavelzuur in Nederland, het daarvan beschikbare deel voor de markt en de import- en exporthoeveelheden.

Tabel 3.2.2 Zwavelzuurhoeveelheden in Nederland

jaar	produktie (t/a)	beschikbaar voor markt (t/a)	import (t/a)	export (t/a)
1983	1 451 000	556 000	419 000	170 200
1984	1 609 000	696 000	537 600	261 800
1985	1 508 000	611 000	560 700	158 700
1986	1 266 000	517 000	587 800	194 000

De productie van zwavelzuur is voor een belangrijk deel geïntegreerd in chemische industriële complexen zoals bij de productie van fosfaatmeststoffen of het roosten van sulfidische ertsen. Het is derhalve niet geheel duidelijk of het voor de markt beschikbare deel door zwavelzuur uit een ROI vervangen zou kunnen worden. Dit geldt uiteraard wel voor het verschil tussen de im- en exporthoeveelheden, zodat gerekend kan worden dat minstens 250 000 t/a afgezet kan worden. Productie van zwavelzuur bij een ROI eist een verzekerde afzet in verband met de benodigde opslagcapaciteit in tanks.

Verreweg de belangrijkste gebruiker van het zwavelzuur is de kunstmestindustrie. Hierbij moet wel bedacht worden, dat de zwavel momenteel als sulfaation in het milieu komt en dat er daarom naar andere oplossingen gezocht wordt. Kleinere hoeveelheden zwavelzuur worden gebruikt bij de nylonfabrikage, in de petrochemische industrie en bij verfproductie.

Zwavel wordt op dit moment in grote hoeveelheden geïmporteerd. De in rookgasontzwavelingsinstallaties te produceren zwavel is naar verwachting van zodanige kwaliteit dat industrieel gebruik mogelijk is. In tabel 3.2.3 zijn de import- en exportcijfers van zwavel in Nederland over de afgelopen jaren samengevat.

Tabel 3.2.3 Import en export van zwavel in Nederland (t/a)

Jaar	Import *	Export *
1983	300 000	15 000
1984	375 000	26 000
1985	378 000	22 000
1986	289 000	29 000

* CBS, Heerlen

De produktie van zwavel in Nederland vindt plaats in raffinaderijen en bij zuivering van aardgas. De huidige produktiecapaciteit bedraagt circa 250 000 t/a. Deze produktie zal zeker nog toenemen door de tendens zo diep mogelijk te raffineren. De mogelijke zwavelproduktie van een 600 MW (el.)-eenheid is in vergelijking met de huidige importcijfers slechts klein, zodat afzet op de Nederlandse markt zonder problemen mogelijk moet zijn. In Nederland wordt zwavel voornamelijk gebruikt voor de eerdergenoemde zwavelzuurproduktie.

De conclusie betreffende de afzetmarkten voor zwavelzuur en zwavel is, dat er vooralsnog voldoende mogelijkheden zijn voor de afzet van zwavelzuur of zwavel, dat als bijprodukt bij rookgasontzwaveling zou ontstaan.

Het bijproduct van sproeidroogabsorptie

Het bijproduct van sproeidroogabsorptieprocessen op basis van kalk bevat als belangrijkste bestanddelen CaSO_3 , CaSO_4 , CaCl_2 , Ca(OH)_2 en vliegias. De onderlinge verhouding van deze componenten is afhankelijk van de kolensamenstelling en van het al dan niet aanwezig zijn van een vliegiasvoorvanger. Tabel 3.2.4 geeft voorbeelden van de invloed van de kolensamenstelling bij afwezigheid van een vliegiasvoorvanger.

Tabel 3.2.4 Variatie in bijproduktsamenstelling, bij variaties van de kolensamenstelling (as 5-20%, S-gehalte 0,5-1,5%, Cl-gehalte 0,2%)

Asgehalte kolen	S-gehalte kolen	Cl-gehalte kolen *	Samenstelling bijproduct kg/ton kolen		Max. % Cl
			vliegias	sulfaat + sulfiet	
5%	<	0,5%	43	22	3,1%
		1,5%	43	66	1,8%
20%	<	0,5%	170	22	1,0%
		1,5%	170	66	0,8%

* Het Cl-gehalte in het bijproduct varieert evenredig met het Cl-gehalte in de kolen.

De mogelijke variatie is groot; de onderlinge verhouding van vliegias en sulfiet + sulfaat kan variëren van 2:3 tot 8:1. Het Cl-gehalte bedraagt maximaal 3,1%.

De verhouding tussen sulfiet en sulfaat varieert weinig en bedraagt ongeveer 2.

Er zijn voor de Nederlandse situatie diverse toepassingsmogelijkheden overwogen. De hoge chloride- en sulfaatgehaltes bleken daarbij belangrijke hinderpalen te zijn. Het hoge chloridegehalte beperkt de gebruiksmogelijkheden in cement van anhydriet, dat door oxidatie van het sproeidroogabsorptiebijproduct kan worden verkregen; het hoge sulfaatgehalte geeft zwellingsproblemen bij gebruik als vulmiddel in asfalt (beton).

Toepassingsmogelijkheden, die perspectief bieden, zijn:

- in poedervorm
 - . als ophoogmateriaal
 - . in de wegebouw in de gebonden stabilisatielaag
- in de vorm van korrels (kunstgrind)
 - . in de wegebouw in de stabilisatielaag
- in de vorm van blokken
 - . in gasbeton
 - . in kalkzandsteen
 - . in gebruiksblokken.

De stand van zaken ten aanzien van deze mogelijkheden is als volgt:

- als ophoogmateriaal:
Dit wordt bekeken zodra bekend is op welke wijze vliegas als zodanig toegepast kan worden
- in de stabilisatielaag van wegen in poedervorm:
Voor deze toepassing heeft op beperkte schaal civiel-technisch en fysisch onderzoek plaatsgevonden en is ook het uitlooggedrag bekeken. De eerste resultaten zijn veelbelovend. Vervolgonderzoek is in voorbereiding
- in de stabilisatielaag van wegen als korrels:
hieromtrent wordt civieltechnisch onderzoek uitgevoerd door DHV/Intron
- in gasbeton:
Voor deze toepassing wordt geen apart onderzoek uitgevoerd, daar onderzoek betreffende toepassing in kalkzandsteen (zie hierna) in grote lijnen hetzelfde is
- in kalkzandsteen:
De KEMA heeft hieraan in samenwerking met de industrie op laboratoriumschaal uitgebreid onderzoek gedaan. Onderzoek op semi-technische schaal is in uitvoering. Deze toepassing biedt redelijk perspectief
- in gebruiksblokken:
De sterkte-eisen die hieraan gesteld worden zijn zo hoog, dat met het sproeidroogbijproduct er niet aan voldaan kan worden. Alternatief is dumpblokken. Milieuonderzoek is gestart.

Ook in het buitenland wordt gezocht naar toepassingsmogelijkheden. In de West-Duitsland is een installatie gebouwd, waarin het SDA-bijprodukt in een wervelbed wordt geoxideerd tot anydriet, dat door het relatief hoge chlooridegehalte beperkt toepassing vindt in de cementindustrie. Deze installatie kent echter grote procestechnische problemen. In Oostenrijk zijn toepassingsmogelijkheden overwogen in ongewapende betonwaren (bij voorbeeld buizen) en in de gecombineerde produktie van cement en zwavelzuur. In Scandinavië gaan de gedachten uit naar een laagwaardige betonsoort die als vulmateriaal gebruikt kan worden.

Resumerend kan gesteld worden, dat het sproeidroogabsorptiebijprodukt mogelijk voor enkele toepassingen geschikt kan zijn, maar dat het nog veel onderzoekswerk zal vergen voordat het tot daadwerkelijke toepassing kan komen. Hierbij moet aan een termijn van enkele jaren gedacht worden. Momenteel zijn er geen gegarandeerde afzetmogelijkheden.

Gips

Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 3.1.15.

Ammoniumsulfaat

De oorspronkelijke gedachte was dat ammoniumsulfaat in drie vormen uit de ROI kan worden verkregen: in oplossing, als poeder of in de vorm van korrels.

De ervaring bij de eerste grootschalige installatie in West-Duitsland heeft geleerd, dat het poedervormige produkt, verkregen door sproeidroging van de oplossing, zeer veel problemen tijdens met name transport en opslag geeft. De mogelijke bijproduktvormen zijn dan ook beperkt tot 2 varianten: in oplossing en, het meest voor de hand liggend bij grotere transportafstanden, in korrelvorm. De korrels worden daarbij direct uit de oplossing geproduceerd.

Sinds de 60-er jaren wordt ammoniumsulfaat niet meer als hoofdprodukt kunstmest gefabriceerd, daar dit niet meer economisch was. De reden is allereerst de grote nevenproduktie van ammoniumsulfaat bij de nylonbereiding en ten tweede de opkomst van kunstmestsoorten met hogere stikstofgehaltes. De overproduktie van ammoniumsulfaat werd zo groot dat er nylonfabricageprocédé's ontwikkeld zijn, waarbij minder sulfaat als bijprodukt verkregen wordt.

De huidige markt van ammoniumsulfaat in West-Europa bedraagt circa 4 miljoen ton per jaar. In Nederland wordt circa 600 000 ton geproduceerd. Ondanks de spanning op de markt van ammoniumsulfaat bestaat zowel in Nederland als in West-Duitsland belangstelling voor het afsluiten van langlopende contracten voor afname, in de regel gecombineerd met een leveringscontract voor de benodigde ammoniak. Dit houdt onder meer verband met de ontwikkeling van nieuwe N-S meststoffen waarvoor een oplossing van ammoniumsulfaat nodig is.

III-2 Beschikbaarheid grondstoffen

De voor de diverse processen benodigde grondstoffen zijn alle in voldoende mate tegen een redelijke prijs verkrijgbaar. Indien van kalk (CaO) als absorptiemiddel uitgegaan wordt, zal bij de fabricage ervan CO_2 ontstaan. Wordt kalksteen (CaCO_3) als absorptiemiddel gebruikt, dan zal dezelfde hoeveelheid CO_2 tijdens het ontzwavelingsproces ontstaan. De hoeveelheid is echter ondergeschikt ten opzichte van de CO_2 hoeveelheid, die tijdens de verbranding van de kolen ontstaat: 15 000 t/a respectievelijk 3.10^6 t/a.

III-3 Betrouwbaarheid

Installaties op basis van de natte wegwerpprocessen zijn alle met een voldoende betrouwbaarheid te bedrijven. De kalk/kalksteen-gips processen hebben reeds een lange ontwikkeling achter zich en zijn met grote betrouwbaarheid te bedrijven. De initiële problemen, zoals gipsafzettingen, verstoppingen, erosie van de circulatiepompen en onbalans van de ventilatoren zijn alle door een betere procesbeheersing overwonnen. De betrouwbaarheid van installaties op basis van deze processen is voldoende om deze voor de voorgestelde activiteit in aanmerking te laten komen. Het indirecte kalk(steen)-gipsproces, dat ontwikkeld werd om de afzettingsproblemen die in de beginfase bij de gewone kalk(steen)-gipsprocessen optraden te verhelpen, is gecompliceerder en duurder dan de gewone kalk(steen)-gipsprocessen. De indirecte processen worden daarom voor nieuwe installaties niet meer toegepast.

De eerste grote installatie ter grootte van 240 MW (el.) volgens het ammoniak-ammoniumsulfaatproces is gebouwd in de Bondsrepubliek Duitsland. Deze installatie is in november 1983 in bedrijf gegaan. Bij deze installatie hebben zich grote problemen voorgedaan, weliswaar niet op het gebied van de SO₂-verwijdering zelf, maar ten eerste bleek het zeer moeilijk de rookgassen van zeer fijne ammoniumzoutdeeltjes (aerosolen) te zuiveren met als gevolg een blauwachtige pluim, en ten tweede was het tot korrels vormen (pelletieren) van het als poeder vrijkomende ammoniumsulfaat een probleem. Dit heeft ertoe geleid, dat de installatie niet door de opdrachtgever is overgenomen en deze begin 1988 afgebroken wordt. Inmiddels lijkt het aerosolprobleem opgelost, terwijl voor de verwerking van het bijproduct een andere weg bewandeld zal worden.

Van de natte en droge regeneratieve processen is alleen het natriumsulfiet-SO₂-proces tot commerciële schaal ontwikkeld. De andere regeneratieve processen zijn wegens de complexiteit en de relatief hoge kosten hooguit tot de demonstratiefase gekomen. Ook het natriumsulfiet-SO₂-proces is, vergeleken met het kalk(steen)-gips-proces, zeer gecompliceerd en erg duur. Het wordt dan ook alleen in bijzondere gevallen, zoals bij zeer hoog-zwavelige kolen en/of in combinatie met andere chemische installaties, toegepast. De beschikbaarheid van installaties op basis van dit proces heeft nog niet het niveau van dat van kalk(steen)-gips processen bereikt.

De installaties, die werken volgens het sproeidroogabsorptieprincipe, hebben ook reeds een ruime ontwikkelingstijd achter de rug. Deze zijn ook als betrouwbaar aan te merken.

Rookgasontzwaveling door middel van elektronenbestraling, waarbij als uiteindelijk bijproduct een mengsel van ammoniumsulfaat en ammoniumnitraat (er wordt ook NO_x verwijderd) ontstaat, wordt momenteel op beperkte demonstratieschaal beproefd. Dit proces is nog lang niet zover ontwikkeld, dat dit voor de voorgestelde activiteit in aanmerking kan komen. Injectie van kalk of kalksteen in het ketelsysteem staat vooral in de belangstelling in de V.S. voor gebruik bij ketels met een nog beperkte levensduur. Het bijproduct wordt gemengd met de vliegafgas afgescheiden, is slecht gedefinieerd en maakt bovendien de verdere verwerking van de vliegafgas discutabel.

III-4 Bereikbaar ontzwavelingsrendement en flexibiliteit

Hoewel bij de natte wasprocessen, afhankelijk van proces-technische uitvoering en keuze van het absorptiemiddel, graduele verschillen in ontzwavelingsrendement mogelijk zijn, is het maximaal bereikbare ontzwavelingsrendement binnen deze groep ongeveer hetzelfde. Bij het sproei-droog-absorptieproces is het ontzwavelingsrendement eerder begrensd. Met al deze processen evenals met de droge processen is in principe aan de huidige normen te voldoen. Met SO_2 -verwijdering door absorbens-toevoeging in het ketelsysteem worden ontzwavelingsrendementen van slechts circa 50% bereikt. Deze methode komt voor de voorgestelde activiteit dan ook niet in aanmerking.

De flexibiliteit ten opzichte van het zwavelgehalte is noch bij de gipsproducerende processen noch bij het ammoniak-ammoniumsulfaatproces een probleem. Bij de eerste wordt het maximum S-gehalte door de gipsverwerkingsstap bepaald en bij de tweede door de ammoniumsulfaatverwerking. Ook bij de regeneratieve processen zijn hier geen restricties. Deze processen zijn bij uitstek geschikt voor zeer hoge S-gehalten (rond de 5%). Het sproeidroogabsorptieproces wordt vooral toegepast bij lagere S-gehalten.

III-5 Milieu-implicaties

De belangrijkste nadelige milieu-implicaties van de toepassing van een ROI liggen op het gebied van geluid, afvalwater, visualisatie en veiligheidsaspecten. Voor alle processen geldt, dat tegen acceptabele kosten zodanige maatregelen genomen kunnen worden, dat buiten het centrale terrein geen extra geluidsbelasting optreedt. Bij het zeewaterproces wordt het water, dat voor de rookgaswassing is gebruikt, in zee geloosd. Daar E8 geen kustlokatie betreft, komt dit proces toch al niet in aanmerking. De gipsproducerende processen en de natte regeneratieve processen met SO_2 -productie geven, met de huidige uitvoering, een afvalwaterstroom. Met een adequate waterbehandeling kunnen de concentraties van verontreinigingen zover terug gebracht worden, dat lozing acceptabel geacht mag worden. Bij het ammoniak-ammoniumsulfaatproces en de droge processen is geen afvalwaterstroom, daar de chloriden in het bijproduct opgenomen worden. Het sproeidroogabsorptieproces geeft in zijn basisvorm evenmin een afvalwaterstroom. Extra visuele invloed van ROI's is bij alle processen aanwezig.

De natte wasprocessen vergen in het algemeen hoge wasters. De visuele invloed hiervan zal groter zijn, dan bij andere processen, echter ondergeschikt in het totale visuele beeld van de centrale. Het opslaan van ammoniak, nodig voor het ammoniak-ammoniumsulfaatproces en het werken met toxische gasmengsels bestaande uit SO_2 en H_2S bij de produktie van zwavel bij de betreffende regeneratieve processen, vraagt bijzondere aandacht.

III-6 Kosten

De kosten, die met rookgasontzwaveling gemoeid zijn, bestaan uit de volgende deelposten:

- investering van de installatie inclusief fundering, montage, meet- en regelinstallatie, de extra rookgaskanalen, afvalwaterbehandeling en bijproduktopslag, pre-engineering, verzekeringen
- onderhoudskosten voor de installatie
- personeelskosten
- kosten voor chemicaliën
- elektrisch energieverbruik, inclusief het extra gebruik van de rookgasventilator
- stoomverbruik
- waterverbruik
- eventuele brandstof voor herverhitting of regeneratie
- afvoerkosten bijprodukt.

De eventuele opbrengst van het bijprodukt kan op de kosten in mindering worden gebracht.

De totale kosten voor de kalk(steen)-gipsprocessen liggen, bij een eenheidsgrootte van 600 MW (el.), een annuïteit van 9,4% en 1% zwavel in de kolen op circa 0,8 ct/kWh (globaal: kapitaalslasten 0,3 ct/kWh, energie en water 0,2 ct/kWh en personeel, chemicaliën en onderhoud 0,3 ct/kWh). De kosten van het zeewaterproces en van het sproeidroogabsorptieproces liggen ongeveer 10% lager. De kosten voor het ammoniak-ammoniumsulfaatproces zullen circa 20% hoger uitkomen, terwijl die voor de regeneratieve processen met zwavel of zwavelzuurproduktie 40% tot 80% hoger uitkomen. Op jaarbasis betekent een verschil van 20% circa NLG 8 miljoen.

IV Selectie van de voor E8 in aanmerking komende processen

Op basis van de genoemde selectiecriteria zal nagegaan worden welke ROI-processen voor E8 in aanmerking komen.

- Bijprodukt

Zoals aangegeven komen processen die slib produceren niet in aanmerking. Voor het sproeidroogabsorptiebijprodukt zijn geen gegarandeerde afzetmogelijkheden. Op grond van dit criterium komen de processen met deze bijprodukten (a1, a2 en b1) niet in aanmerking. Ook de processen gebaseerd op absorbens-toevoeging in het ketelsysteem zijn wat dit criterium betreft problematisch.

- Beschikbaarheid grondstoffen

Dit criterium geeft momenteel geen belemmeringen.

- Betrouwbaarheid

Het ammoniak-ammoniumsulfaat, de natte en droge regeneratieve processen en het elektronenstraalproces worden niet voldoende betrouwbaar geacht. Hiermee vervallen de processen a6, a7, a8, c1, c2 en c3.

- Bereikbare ontzwavelingsgraad en flexibiliteit

Op basis van dit criterium vallen de processen gebaseerd op absorbens-toevoeging in het ketelsysteem d1 en d2 af, daar slechts rendementen tot circa 50% bereikbaar zijn.

- Milieu-implicaties

Op het gebied van geluid, visualisatie en veiligheid zullen geen van de processen doorslaggevende belemmeringen op te hoeven leveren. Het zeewaterproces (a3) komt niet in aanmerking vanwege de zeer grote afvalwaterstroom. Diverse andere natte processen geven een beperkte afvalwaterstroom. Hoewel dit op zich een nadeel is, lijkt het mogelijk, mede daar het hier een lokatie aan brak water betreft, tot een acceptabele oplossing te kunnen komen.

- Kosten

Vanzelfsprekend moet getracht worden, binnen het kader van de overige criteria, de ontzwaveling tegen de laagst mogelijke kosten plaats te laten vinden. In dit opzicht is van de overgebleven processen het kalk(steen)-gipsproces (a4) in het voordeel ten opzichte van het indirecte kalk(steen)-gipsproces (a5).

V Eindconclusie ten aanzien van rookgasontzwaveling

Uit het voorgaande blijkt, dat op basis van de selectiecriteria, alleen de processen a4 en a5 in aanmerking kunnen komen. Daar a4 van deze beide als de goedkoopste uitkomt, is op dit proces, het kalk(steen)-gipsproces, de uiteindelijke keuze gevallen.

Tot slot nog een opmerking over de simultane processen. Deze processen, dat wil zeggen processen waarmee zowel NO_x als SO_2 uit de rookgassen kunnen worden verwijderd, komen ook ter sprake bij het onderwerp rookgasdenitrificatie (paragraaf 3.2.3.3). Het merendeel van deze processen is alleen nog op laboratoriumschaal ontwikkeld. Het elektronenstraalproces en het niet-selectieve adsorptieproces (onder andere actief-kooks proces) hebben de demonstratiefase gehaald. Berekeningen wijzen echter uit, dat SO_2 - en NO_x -verwijdering op basis van deze processen minstens 0,8 ct/kWh duurder uitkomt dan rookgasontzwaveling op basis van het kalk(steen)-gips proces gecombineerd met selectieve katalytische NO_x -verwijdering (SCR). Op jaarbasis is het verschil NLG 29 miljoen.

3.2.3.2 Stofemissiereductie

Inleiding

De belangrijkste soorten vliegassvangers zijn: cyclonen, natte gaswassers, elektrostatistische vliegassvangers en doekfilters.

Cyclonen, waarvan de vangstwerking op centrifugaalkracht berust, zijn alleen geschikt voor de afscheiding van grovere deeltjes ($>3 \mu\text{m}$), waardoor het vangstrendement van vliegass voor poederkool vrij laag is: 75-90%. Uitlaatconcentraties onder 50 mg/m^3 zijn dan ook niet bereikbaar.

Natte gaswassers, waarbij de stofdeeltjes gevangen worden door ze te laten botsen met vloeistofdruppeltjes, hebben hoge vangstrendementen. De benodigde hoeveelheid energie is echter erg hoog en daarmee ook de bedrijfskosten, die een factor 10-15 hoger liggen dan die van elektrostatistische vangers. Een tweede belangrijk nadeel van natte gaswassers is dat de rookgassen sterk afgekoeld worden, hetgeen corrosie tot gevolg kan hebben. Ook verschijnt alle gevangen vliegass in natte vorm, hetgeen de toepasbaarheid sterk benadeelt.

Voor de werking van de tot de voorgenomen activiteit behorende elektrostatische vliegenvangers wordt verwezen naar 3.1.8. Uitlaatconcentraties van de vliegenvangers onder $50 \text{ mg}/\text{m}^3$ zijn voor alle in Nederland te verstoken kolensoorten haalbaar. De kosten van deze wijze van vliegenvangst behoren tot de laagste.

Op het alternatief doekfilters zal hieronder worden ingegaan.

Doekfilters (D.F.)

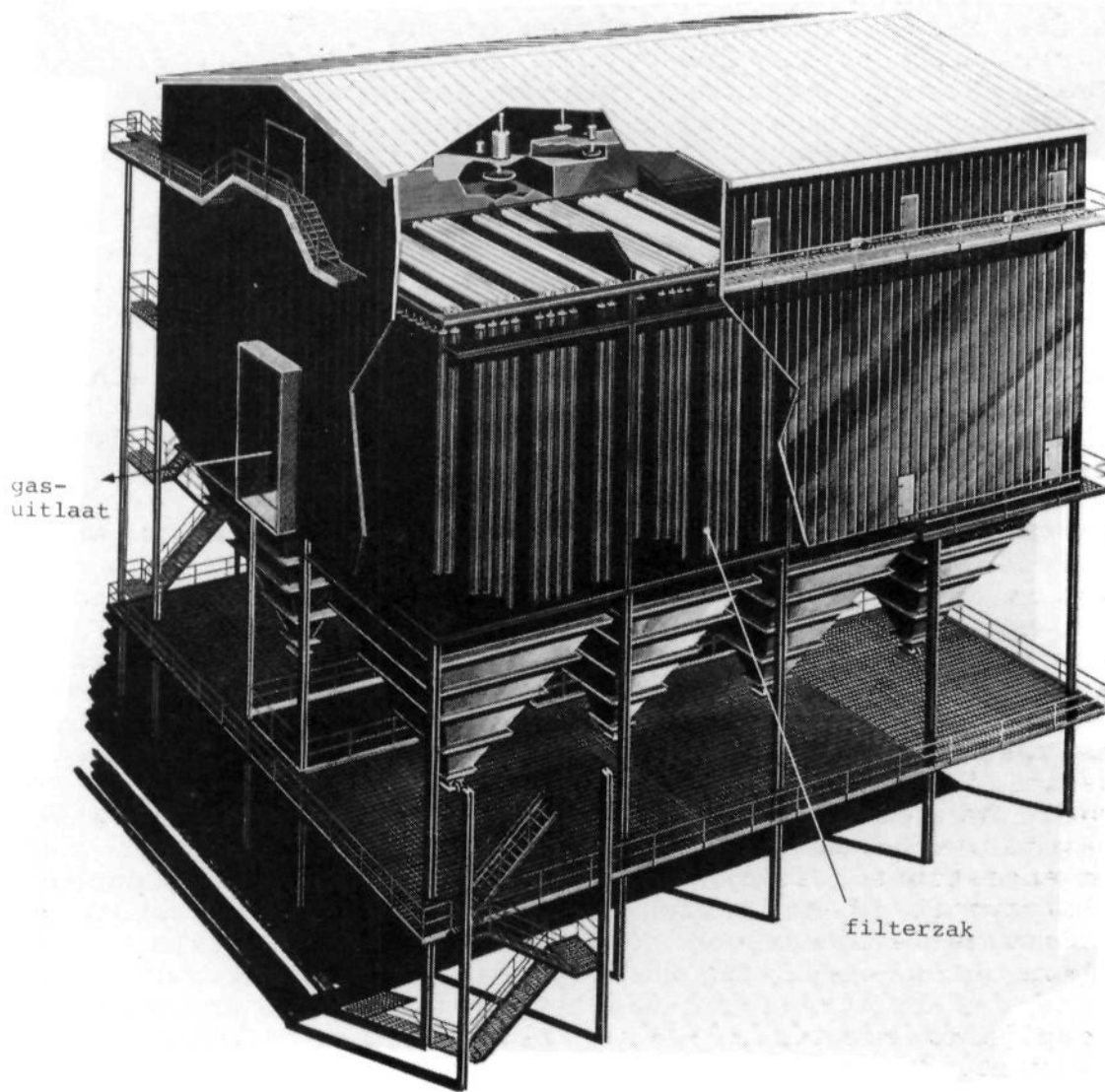
De werking van doekfilters berust op het filteren van de rookgassen met doekmateriaal. Het doekmateriaal wordt gebruikt in de vorm van lange ronde zakken (zie figuur 3.2.1).

Afhankelijk van het type filter vindt periodieke reiniging plaats door omkeren van de stromingsrichting, schudden of puls-inblazing. De op het filterdoek verzamelde vliegenvangst valt dan in hoppers en wordt afgevoerd.

Doekfilterinstallaties bestaan uit een omkasting, waarbinnen lange, ronde zakken met een middellijn van 200 mm à 300 mm en lengtes tot 13 m zijn opgehangen. Afhankelijk van het systeem worden de zakken van binnen naar buiten of van buiten naar binnen door de rookgassen doorstroomd. De eerste methode, waarbij de gevangen stof zich aan de binnenzijde van de filterzak verzamelt, is de meest toegepaste. Het D.F. is verdeeld in een aantal (10 tot 20) onafhankelijk van elkaar af te sluiten compartimenten, hetgeen zowel de reiniging als onderhoud tijdens bedrijf mogelijk maakt. De doekmaterialen, die voor filterinstallaties bij kolengestookte ketels in aanmerking komen zijn:

- glasvezel, bekleed met teflon, siliconengrafiel of een combinatie hiervan
- kunststofvezels, zoals acryl, teflon of nomex.

Er zijn twee typen doekmateriaal te onderscheiden: geweven en vilt. De eerste behoort bij stroming van binnen naar buiten. De filtrerende werking wordt voornamelijk gegeven door de stoflaag die zich op het weefsel vormt. Acryl kan slechts tot 130°C toegepast worden, terwijl zowel teflon als nomex erg duur zijn. In de V.S., waar D.F.'s in belangrijke mate gebruikt worden, wordt vrijwel uitsluitend glasvezelmateriaal met teflon B-bekleding toegepast.



Figuur 3.2.1 Doekfilter

De belangrijkste reinigingsmethoden zijn de terugstroommethode, waarbij iedere keer één compartiment met gereinigde gassen in omgekeerde richting doorstroomd wordt, en de leegloop- en schudmethode. Bij deze laatste reinigingswijze wordt met een zeer geringe terugstroming gewerkt en worden de filterzakken zachtjes geschud.

De geschatte levensduur van de filterzakken loopt nogal uiteen. Standtijden boven de 5 jaar zijn niet onmogelijk. De garanties gaan echter niet verder dan twee à drie jaar.

Het vangstrendement van D.F.'s is, in het geval van kolenstoken, voor deeltjes groter dan $1\text{ }\mu\text{m}$ en kleiner dan $0,1\text{ }\mu\text{m}$ zeer hoog, boven de 99,9%. Voor deeltjes tussen $0,1\text{ }\mu\text{m}$ en $1\text{ }\mu\text{m}$ is het vangstrendement ook nog boven de 99%, waardoor aan de emissielimiet van 50 mg/m^3 normalerwijs ruimschoots voldaan kan worden. Theoretisch zouden lagere waarden haalbaar moeten zijn. Bij het grote aantal filterzakken (voor een 600 MW-eenheid circa 10 000) zijn incidentele kleine defecten echter nauwelijks te vermijden. Vandaar dat in de praktijk blijkt, dat een ruime marge ten opzichte van de theoretische haalbare waarde vereist is.

De ervaringscijfers voor de rookgaszijdige weerstand, ook weer voor het geval van kolenstoken, lopen sterk uiteen. Waarden tot 35 mbar komen voor. Reinigingscyclus en kolensoort spelen hierbij een belangrijke rol. De meest gebruikelijke waarden liggen tussen 15 en 20 mbar.

Bij het stoken van kolen is bij D.F.'s een zekere gevoeligheid voor de kolensoort vastgesteld. Dit hangt samen met de klevende eigenschappen van de as. Bij kolenstoken is, vooral in de V.S., bewezen dat D.F.'s met grote betrouwbaarheid bedreven kunnen worden. De initiële problemen zijn opgelost. Er wordt vooral nog gewerkt aan verlenging van de levensduur van het doekmateriaal en aan verlaging van de drukval.

Een wezenlijk onderscheid tussen de situatie in de V.S. en die in Nederland ten aanzien van doekfilters is dat deze in de V.S. meestal voor één of soms twee kolensoorten gebruikt worden, terwijl in Nederland deze voor vele (en soms andere typen) kolensoorten geschikt zouden moeten zijn. Voordat toepassing in Nederland verantwoord is, dient daarom eerst onderzoek plaats te vinden om vast te stellen welke filtertype (reinigingsmethode) en doekmateriaal het meest geëigend is.

Verder is het onzeker dat een combinatie van DF en ROI een lagere stofuitworp zal waarborgen dan de combinatie ESV+ROI.

Concluderend kan worden opgemerkt dat het in principe mogelijk moet zijn naast de door N.V. UNA voorgenomen elektrostatische vliegassvangers met doekfilters ook in Nederland vliegass uit rookgassen af te scheiden waarbij uitlaatconcentraties van minder dan 50 mg/m_0^3 gehaald worden. Zoals in 3.1.8 reeds vermeld is de verwachte gemiddelde uitlaatconcentratie na de ROI circa 10 mg/m_0^3 . Met een D.F. + ROI zal ook ongeveer deze waarde bereikt worden. Uit milieuoogpunt is er dan ook geen voordeel door toepassen van een D.F. te bereiken. Voorts is er nog geen ervaring met het toepassen van doekfilters voor de wisselende kolensoorten zoals die in Nederland worden verstoekt. Voordat toepassing in Nederland verantwoord is, zal eerst nader onderzoek plaats dienen te vinden, inzake filtertype (met reinigingsmethode) en doekmateriaal.

3.2.3.3 NO_x -uitworpbeperking

I Factoren, die de vorming van NO_x beïnvloeden

Bij de verbranding van kolen worden stikstofoxiden (NO_x , dat wil zeggen NO en NO_2 te zamen) gevormd, door oxidatie van stikstof in de brandstof (brandstof- NO_x) en door reactie van stikstof uit de verbrandingslucht met zuurstof (thermisch NO_x).

- Het stikstofgehalte in de brandstof

De chemisch gebonden stikstof is veelal aanwezig in heterocyclische verbindingen met een hoog moleculair gewicht. Bij minder oude fossiele brandstoffen is het grootste deel te vinden in de vorm van aminen en aminozuren. Het stikstofgehalte van steenkool ligt in het algemeen tussen 1 en 1,7%. De omzettingsgraad in NO_x is sterk afhankelijk van de omstandigheden tijdens het verbrandingsproces.

- Ontwikkeling en overdracht van warmte

Voor de vorming van thermisch NO_x is de hoeveelheid warmte, die in een bepaalde ruimte ontwikkeld wordt, alsmede de verhouding van koelend oppervlak ten opzichte van vuurhaardvolume van groot belang. Bij de vergelijking van verschillende brandstoffen speelt de verbrandingssnelheid een rol, maar ook de warmte-overdracht door straling. De grootte van de vuurhaard is essentieel. Bij een ruime vuurhaard kan men immers langere vlammen toelaten, waarbij de verbranding niet zeer intens is. Dit heeft een gunstig effect op zowel de NO_x -vorming in het vlamfront als op de vorming van brandstof- NO_x .