

4 VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN ALTERNATIEVEN

4.1 De voorgenomen activiteit

4.1.1 Opzet van de beschrijving en planning

Opzet beschrijving

In de onderhavige paragraaf 4.1 wordt de voorgenomen activiteit op de beoogde locatie nader omschreven en de samenstelling van de brandstoffen wordt nader toegelicht. In paragraaf 4.2 worden de technische installaties van de RWE-centrale beschreven. Deze paragraaf geeft een gedetailleerde beschrijving van de voorgenomen activiteit zoals capaciteit, brandstof, emissies, de belangrijkste onderdelen van de installatie, aansluitingen op de verschillende netwerken en koelwater- en afvalwaterstromen.

Paragraaf 4.3 geeft de milieu-emissies van de voorgenomen activiteit weer en de massa- en energiebalansen van de scenario's worden behandeld. In paragraaf 4.4 worden de alternatieven beschreven die volgens de richtlijnen voor dit project in beschouwing genomen moeten worden. Tabel 4.1.1 geeft een overzicht van de voorgenomen activiteit en de alternatieven.

Tabel 4.1.1 Overzicht van de voorgenomen activiteit en de alternatieven

voorgenomen activiteit	nulalternatief	uitvoeringsalternatieven	meest milieuvriendelijke alternatief
Basisvariant (A) Kolengestookte centrale met een bruto productie van circa 1600 MW _e en waar mogelijk stoom en/of warmtelevering aan nabijgelegen industrie en kassen Variant (B en C) Idem met (10 energie % biomassa)	Nulalternatief De voorgenomen activiteit wordt niet gebouwd en de elektriciteit wordt geproduceerd door het Nederlandse elektriciteitspark of geïmporteerd	1 wervelbed en vergassing (concepten) 2 verdere beperking van de stofemissie 3 alternatieve koeltechnieken 4 alternatieve conditioneringmiddelen m.b.t. koelwater 5 voorzieningen ter beperking van de geluidemissies 6 CO ₂ -uitstoot reductie 7 minimalisatie koelwaterdebiet	Combinatie van de voorgenomen activiteit met de alternatieven die de beste mogelijkheden bieden voor milieubescherming

Tegenover de voorgenomen activiteit staat het nulalternatief. Dit is het alternatief, waarbij geen nieuwe centrale door RWE op het terrein van de Eemshaven zal worden gebouwd. Als nulalternatief wordt het huidige elektriciteitspark gepresenteerd.

De RWE-centrale valt onder de IPPC-richtlijn, te weten categorie 1.1 "stookinstallaties met een thermisch vermogen van 50 MW of meer". De indeling van deze paragraaf 4.1 volgt globaal de indeling van de BREF LCP voor kolen en biomassa. Dit BREF wordt als leidend voor dit initiatief beschouwd.

Algemene uitgangspunten van het ontwerp en de bedrijfsvoering worden per paragraaf behandeld. Het ontwerp zal in het algemeen volgens de huidige stand der techniek worden uitgevoerd en de bedrijfsvoering zal aan alle relevante "good practice" eisen waaronder een compleet milieuzorgsysteem (zie paragraaf 4.3.10) voldoen.

De planning van het project

De voorgenomen activiteit bestaat uit de bouw en exploitatie van twee kolengestookte eenheden (A en B) van ieder 800 MW opgesteld vermogen.

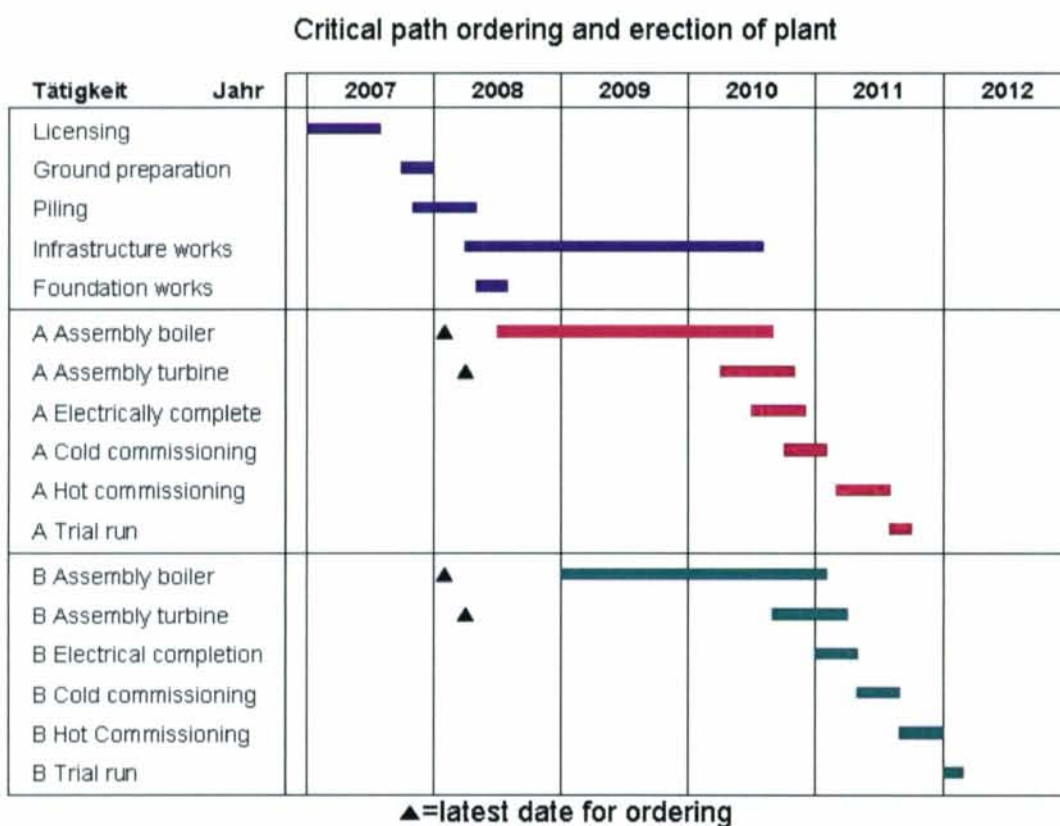
De indicatieve planning van het project is als volgt:

– indiening vergunningaanvraag en MER	eind 2006
– verlening vergunning	medio 2007
– start van de bouw	2008
– commerciële bedrijfsvoering	2011/2012.

Omdat volgens de huidige planning (zie figuur 4.1.1) de installaties niet binnen drie jaar na onherroepelijke vergunningverlening voltooid zijn, wordt in de vergunningaanvraag gevraagd om conform artikel 8.18 sub 2 Wm een termijn van vijf jaar vast te stellen waarbinnen – nadat de vergunning onherroepelijk is geworden – de inrichting moet zijn voltooid en in werking gebracht. Voor een dergelijke complexe installatie is de periode tussen keuze leverancier en definitieve inbedrijfstelling namelijk langer dan drie jaar.

Het bouwen van één blok van centrale op een volledig voorbereid terrein zonder testen duurt al drie jaar, zonder marge voor uitloop. Naast de directe bouw is ook tijd nodig voor heien, voorbereiding grondstuk, samenstelling boiler vóór de bouw en koude commissioning, warme commissioning en test runs ná de bouw. Beide blokken worden zo veel mogelijk in overlap gebouwd om doorlooptijd te besparen maar exact tegelijkertijd bouwen is onpraktisch. Ten eerste kan tijdens de bouw van het eerste blok waardevolle ervaring opgedaan worden en ten tweede kunnen experts tweemaal worden ingezet.

De planning vereist dus een vergunningsduur van vijf jaar. Hiermee wordt echter geen rekening gehouden met onvoorziene omstandigheden. Projecten van deze orde van grootte kunnen vertraging oplopen door externe factoren die lastig te voorspellen zijn. Een evaluatie in 2010 van het bouwproces zou dan ook kunnen beoordelen of het bouwproject op schema ligt en of er redenen zijn om de vergunningsperiode te wijzigen.



Figuur 4.1.1 Planning van de bouw van de twee eenheden

4.1.2 Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit betreft de bouw en exploitatie van een kolengestookte elektriciteitscentrale met een netto elektrisch vermogen van circa 1600 MW_e op het industrieterrein van de Eemshaven. De centrale zal bestaan uit twee (identieke) poederkoolgestookte eenheden van 800 MW_e en wordt voorbereid voor het meestoken van 10% (op energiebasis) biomassa. De werkelijke inzet van biomassa evenals inspanningen om synergie te bereiken met de overige activiteiten op het terrein zoals warmtelevering aan industriële klanten zullen

mede afhangen van technische en economische factoren. Deze centrale zal elektriciteit opwekken die aan het net zal worden geleverd. Voorts zal voldoende ruimte in lay-out en proces gereserveerd worden om op termijn CO₂-afscheiding (post-combustion) en -opslag te kunnen realiseren.

Verder betreft de voorgenomen activiteit het realiseren en bedrijven van voorzieningen voor:

- de overslag en opslag van kolen en biomassa
- de afvoer van elektriciteit
- de aan- en afvoer van koelwater
- de afvoer en reiniging van rookgassen
- de afvoer en berging van reststoffen, zoals:
 - vliegashoudend stof
 - bodemas
 - gips.

De RWE-centrale zal beginnen met 100% kolen als brandstof. Na verloop van tijd kan gestart worden om biomassa mee te stoken, waarvan de hoeveelheid langzaam zal worden verhoogd. Uitgangspunt voor RWE is om te starten met schone biomassa (volgens de "witte lijst" van VROM/Infomil). Het totale netto elektrische rendement waarmee de kolen en de biomassa worden omgezet bedraagt 46%.

RWE wil met name de volgende categorieën biomassa meestoken:

- snoeihout (A-hout)
- onbehandeld gebruikt hout (houtpellets, zaagsel)
- suikerrietafval.

Meer gedetailleerde informatie over de gebruikte brandstoffen is vermeld in paragraaf 4.1.4.

4.1.3 Beschrijving locatie

De keuze van de locatie is reeds in hoofdstuk 2 gemotiveerd. De locatie is gelegen aan de oostzijde van de Eemshaven (zie figuur 4.1.2). De locatie is bijzonder geschikt voor de vestiging van de RWE-centrale omdat het mogelijkheden biedt op gebied van:

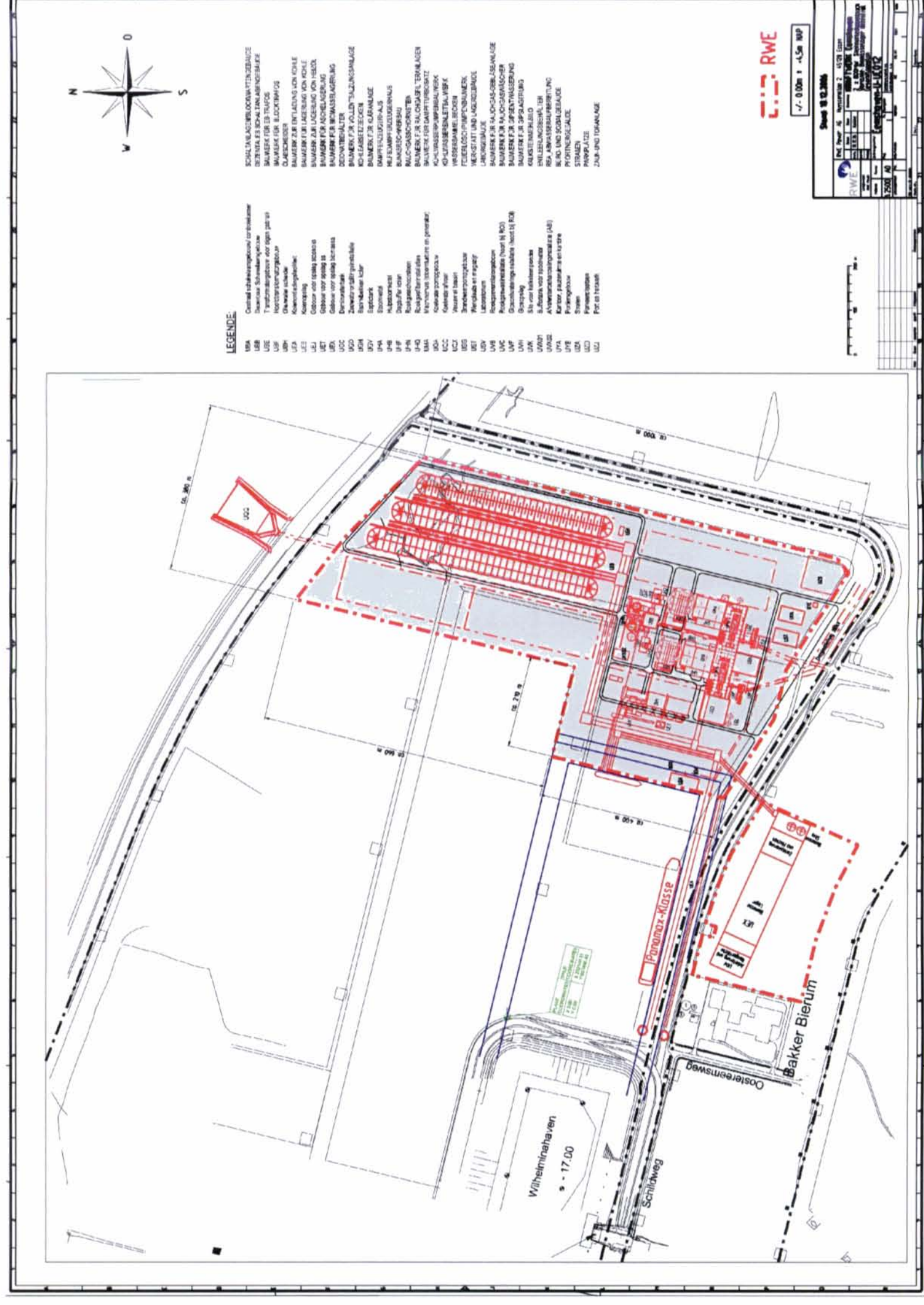
- logistiek
 - laden/lossen van zeegaande kolenschepen
 - afvoer van geproduceerde nevenproducten (gips, vliegashoudend stof, bodemas, enz.)

- nabijheid van laad- en losfaciliteiten
- koelwater
 - inname in de haven
 - lozing aan de noordzijde in de Eems gelegen zonder risico voor recirculatie of aantasting van de koelmogelijkheden van derden, zoals de Eemscentrale
- inrichting
 - vorm en oppervlak van het terrein zijn toereikend om alle huidige en toekomstig benodigde functies onder te brengen
 - terrein is al in gebruik voor industriële doeleinden
- aansluiting op de infrastructuur zoals het koppelnet
- warmte
 - integratie
 - stoom en/of warm waterleverantie aan industriële of publieke gebruikers.

Een tekening van de locatie met daarin aangegeven de plaats van de RWE-centrale wordt getoond in figuur 4.1.2. Aan de noordzijde achter de dijk komt de koelwaterlozing en de inzuiging van het koelwater geschiedt vanuit de (door te trekken) haven. Ten noorden van de geplande eenheden en ten westen van de kolenopslag is reeds rekening gehouden met bouwruimte voor een CO₂-afvangstelsysteem. Voor de situering van de installaties binnen de centrale en de gereserveerde bouwruimte voor het CO₂-afvangstelsysteem wordt verwezen naar tekening 4.1.3.

Het proces flow diagram van de RWE-centrale met daarin de belangrijkste componenten en massastromen is opgenomen als tekening IV in de vergunningaanvraag.





Figuur 4.1.3 Plattegrondschets van de centrale met de belangrijkste onderdelen

4.1.4 De brandstoffen

In de centrale zullen de volgende vaste brandstoffen worden verwerkt:

- kolen
- schone biomassa (volgens de "witte lijst" van VROM/Infomil).

Binnen de beschikbare capaciteit kan ingezet worden: 100% kolen, of kolen en biomassa tot een maximum van 10% biomassa op energiebasis (oftewel 15 - 20% op massabasis) tot een totaal vermogen van circa 1600 MW_e. Voor het opstarten van de installatie zal gebruik worden gemaakt van lichte olie. In deze paragraaf zal nader worden ingegaan op de samenstelling, eigenschappen en eisen van de kolen, biomassa en lichte olie. Met deze gegevens zijn de emissies naar de lucht berekend (zie paragraaf 4.3.2.).

Kolen

Omdat moeilijk te voorspellen is hoe de kolensamenstelling op de RWE-centrale zich de komende jaren zal ontwikkelen is in dit MER uitgegaan van de gemiddelde kolensamenstelling van blends (kolenmengsels) zoals verstoekt door Nederlandse centrales in 2004¹. Deze samenstelling is weergegeven in tabel 4.1.2. Ter illustratie zijn ook de uit milieuoogpunt conservatieve waarden (gebaseerd op statistische spreidingen: MAX 2004) vermeld. Alleen voor zwavel- en kwikgehaltes in de kolen zijn hogere waarden gekozen dan vermeld in de tabel. Voor zwavel (S) is 0,8% gekozen en voor kwik (Hg) is 0,14 mg/kg gekozen.

¹ bron: NNG 2004; Nieuw Nederlands gemiddelde kolen samenstelling

Tabel 4.1.2 Gemiddelde samenstelling en afwijkingen van kolen, behalve stookwaarde en vocht zijn de overige waarden gebaseerd op droog gewicht. De afwijkingen komen nooit tegelijk voor alle componenten voor

	STKL NNG gem 2005 db STKL gem-db		NNG min 2005 db STKL min-db		NNG max 2005 db STKL max-db	
macro-elem	%		%		%	
Al		1.71		0.9		3.2
Ca		0.35		0.06		1.03
Cl	<	0.015	<	0.0012		0.18
Fe		0.54		0.27		3.76
K		0.12		0.05		0.44
Mg		0.13		0.03		0.24
Na		0.04		0.01		0.15
P		0.04		0.004		0.13
Si		3.02		1.8		4.8
Ti		0.10		0.04		0.24
spoor/micro-elem	mg/kg					
As		2.8		1.2		8.7
B		50		18		154
Ba		197		24		410
Be		1.1		0.3		3.4
Br		1.2		0.2		18
Cd	<	0.13		0.02		0.5
Ce		8		1.6		22
Co		5.6		1.8		12
Cr		24		8		51
Cs		0.8		0.3		2.5
Cu		10		4.9		23
Eu	<	0.4		0.10		0.7
F		108		21		282
Ge		14		1.2		23
Hf		1.3		0.4		2.8
Hg		0.07		0.03		0.33
I	<	2.3	<	0.1	<	6
La		9		2.4		28
Mn		43		10		115
Mo		2.4		0.5		6.8
Ni		16		7.6		30
Pb		5.2		2.0		18
Rb	<	9		2.9		41
Sb		0.6		0.1		1.7
Sc		4.2		1.7		8.7
Se	<	3.1		0.4		7.1
Sm		1.8		0.4		4.4
Sn	<	1.3	<	0.2	<	4
Sr		179		15		882
Te	<	1.6	<	0.4	<	3
Th		3.7		0.9		9.3
Tl	<	0.9	<	0.1	<	3
U		1.2		0.3		3.0
V		30		13		62
W		0.7		0.2		3.6
Zn		17		6.1		35
hoofdelem	%		%		%	
C		71.0		64.7		75.6
H		4.6		3.4		6.9
N		1.5		1.0		2.1
S		0.7		0.3		4.4
O (berekend)		9.8				
H ₂ O-tot, ar		10.0		3.0		15.0
as-gehalte	MJ/kg		MJ/kg		MJ/kg	
Stookwaarde, ar		25.2		23.3		27.3

Biomassa

RWE zal tot maximaal 10% op energiebasis (oftewel 15 - 20% op gewichtsbasis) schone biomassa mee gaan stoken naast de kolen als hoofdbrandstof. Hierbij wordt met name gedacht aan de combinatie van de volgende categorieën biomassa: snoeihout (A-hout), suikerrietafval en onbehandeld gebruikt hout zoals houtpellets en zaagsel.

Voor het meestoken van de biomassa zijn de volgende uitgangspunten gekozen:

- het meestoken moet technisch en economisch verantwoord zijn
- bedrijfsvoering mag niet nadelig beïnvloed worden
- emissies moeten blijven voldoen aan de van toepassing zijnde emissie-eisen
- nuttige toepassing van restproducten mag niet in gevaar komen.

Snoeihout

Gesnoeid hout van veelal bomen dat is verhakseld tot houtsnippers.

Houtpellets

Houtpellets zijn gestandaardiseerde cilindervormige brandstofdeeltjes, gemaakt uit samengeperst zaagsel, droog zaagsel, spaanders van schoon hout van houtzagerijen en de houtverwerkende industrie. In dit productieproces worden geen lijmstoffen of andere chemische componenten toegevoegd.

Zaagsel

Zaagsel dat vrijkomt bij het oogsten van bomen/takken en bij de verwerking van boomstammen in houtzagerijen.

Suikerrietafval

Bij de productie van suiker uit suikerriet worden de sappen afgescheiden door vermaling. De overblijvende vezels bevatten geen of nauwelijks suikers en kunnen worden ingezet als biomassa.

Voor verdere bepaling van de emissies van de activiteit zijn de volgende brandstofpakketten aangenomen:

Scenario A: base case scenario

Voeding: 100% kolen

gemiddelde samenstelling:

zoals vermeld in tabel 4.1.2, alleen S = 0,8% a.r. en Hg = 0,14 mg/kg

Scenario B: meest ongunstige scenario ("worst case")

Voeding: 90% kolen (energiebasis) en 10% (energiebasis) biomassa

10% biomassa bestaat uit: 100% onbehandeld A-hout

Scenario C: meest gunstige scenario

Voeding: 90% kolen (energiebasis) en 10% (energiebasis) biomassa

10% biomassa bestaat uit: 30% A-hout, 20% houtpellets, 20% suikerrietafval, en 30% zaagsel

De stookwaarde en samenstelling van de verschillende biomassastromen staan vermeld in tabel 4.1.3 en liggen tussen 8,2 en 15,2 MJ/kg, voor respectievelijk zaagsel en suikerrietafval. De concentraties in de tabel zijn op basis van droge stof, behalve vocht en stookwaarde (a.r.). Het totale netto elektrische rendement waarmee de kolen en de biomassa worden omgezet is 46%.

Tabel 4.1.3 Stookwaarden en samenstelling van de biomassa brandstoffen

MER-RWE Brandstofsamenstelling	stkl		biomassa				scen. C
	scenario A STKL	scen. B	scenario C				
			A-hout	A-hout	hout- pellets	suikerriet afval	
aandeel in biom-pakket (m/m, ar)		100%	30%	20%	20%	30%	100%
aandeel in biom-pakket (m/m, ds)			33%	23%	23%	20%	100%
Macro-elementen	%	%	%	%	%	%	%
Cl	< 0,015	0,065	0,065	0,082	0,08	0,03	0,07
Spoor- en micro-elelementen	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	2,8	4,0	4,0	0,5	1,0	0,2	1,7
Cd	< 0,13	1,6	1,6	1,4	0,04	0,1	0,9
Co	5,6	15	15	0,9	1,4	0,2	5,6
Cr	24	50	50	6	16	4	23
Cu	10	130	130	5	15	3	48
F	108	100	100	120	120	70	103
Hg	0,16	0,26	0,26	0,06	0,04	0,10	0,13
Mn	43	105	105	99	68	38	81
Ni	16	50	50	4	4	2	19
Pb	5,2	900	900	54	0,2	0,2	311
Sb	< 0,6	12	12	0,9	0,2	0,5	4
Tl	< 0,9	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	0,9
V	30	20	20	1,0	13	1,0	10
Hoofd-elementen	%	%	%	%	%	%	%
C	71,0	48,1	48,1	47,8	46,2	49,9	48,0
H	4,6	6,0	6,0	6,2	5,5	3,4	5,4
N	1,5	2,8	2,8	0,3	1,6	0,3	1,4
S	0,89	0,14	0,14	0,22	0,16	0,12	0,16
Totaal water*	10,0	15,0	15,0	10,8	10,4	48,1	23,2
As-gehalte	12,3	7,1	7,1	3,4	7,0	0,5	4,9
Energie-inhoud	MJ/kg						
Stookwaarde ar*	25,2	15,0	15,0	15,1	15,2	8,2	13,0

Lichte olie

De ketels worden opgestart met lichte olie (= dieselolie). Hiertoe hebben de ketels in elke branderlaag oliebranders. Tevens zijn de ketels voorzien van aansteekbranders op lichte olie. De opslag voor lichte olie bestaat uit 1 tank van 400 m³. De tank wordt opgesteld in een tankput die de volledige inhoud van de opslagtank kan opvangen. Het regenwater uit de tankput wordt afgevoerd door een ter plaatse in te schakelen pomp naar een olieafscheider. Na passage van de olieafscheider wordt het water geloosd op het openbaar riool. Eventuele lekkage wordt door een oliesensor gedetecteerd waarop de ontwateringspomp geblokkeerd wordt en de controlekamer een signaal krijgt.

4.1.5 Toepassing restwarmte en synergie

De beste plaatsen voor benutting van restwarmte (geschatte afzet per jaar in GJ) in Nederland blijken nabij:

- nieuwe bedrijfsterreinen
- glastuinbouw
- woningbouw.

Hierbij moet wel opgemerkt worden dat wezenlijke hoeveelheden warmte slechts economisch afzetbaar zijn bij grote locaties waarop een of meer van deze activiteiten plaatsvinden. Wat betreft woningbouw zijn die op de Eemshaven niet aanwezig en is er daar ook geen perspectief op. Glastuinbouw komt wellicht tot ontwikkeling en RWE zal daarbij actief inspelen op de zich voordoende kansen. De meest concrete opties doen zich voor bij de industrie.

RWE heeft de mogelijkheden geïnventariseerd van samenwerking met de thans aanwezige of geprojecteerde industrie. Deze zijn samengevat weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4.1.4 Energie uitwisselingsmogelijkheden

Partij	Samenwerkingsmogelijkheden
ConocoPhilips/Essent	Warmte/koude-uitwisseling Voor de benodigde warmte, wordt momenteel ingeschat dat er voor 5 BCM (billion cubic meter) aan gasconversie (de initiële ontwerp-grootte van de LNG terminal) zo'n 93 MW _{th} nodig is. Dit moet geschieden middels aanlevering van water van een temperatuur van zo'n 25-30 °C. De terminal wordt mogelijk verder uitgebreid tot 12 BCM, wat gepaard gaat met een lineaire stijging wat betreft de benodigde warmte-input
NUON	– aanvoer van brandstoffen en afvoer van reststoffen – gezamenlijk inlaatwerk koelwater

N.B. De hier geïdentificeerde synergieopties zijn op dit moment theoretische mogelijkheden. Nader onderzoek en realisering van de genoemde initiatieven zijn bepalend voor de uiteindelijk te bereiken mate van synergie.

Op energiegebied lijken de mogelijkheden met de geprojecteerde LNG-terminal het meeste perspectief te bieden. Voordeel is dat dit project ook nog in ontwikkeling is en dat de besluitvorming redelijk parallel verloopt met die van de RWE-centrale.

4.2 Procesbeschrijving

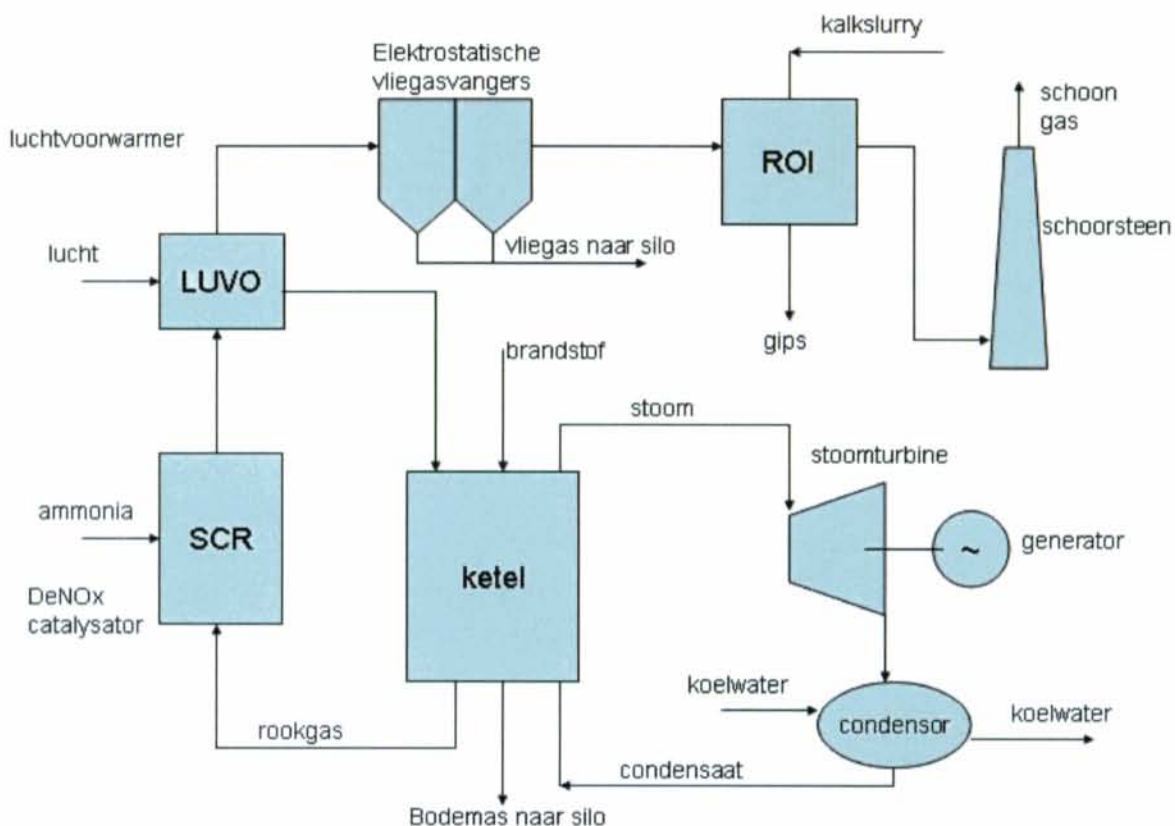
De navolgende (proces)beschrijving is gebaseerd op het voorontwerp van de voorgenomen activiteit. Dit ontwerp zal in overleg met leveranciers nog verder uitgewerkt worden. Aantallen en de waarden van capaciteiten van de diverse onderdelen zijn bepaald aan de hand van dit voorontwerp en geringe afwijkingen kunnen in het uiteindelijke ontwerp optreden. Voor de emissies naar het milieu zijn maximale waarden aangegeven, waarvoor vergunning aangevraagd wordt. Deze waarden zullen gelden ongeacht het verdere detailontwerp en de gekozen leverancier. Voor de toetsing van het voornemen aan de relevante BREF's wordt verwezen naar paragraaf 6.6.

De RWE-centrale bestaat in hoofdzaak uit de volgende installatieonderdelen of componenten:

- verladings- en logistieke installaties
- brandstofvoorbehandeling
- ketelinstallatie, branders en stoomproductie
- NO_x-beperkende maatregelen
- rookgasreiniginginstallaties
- stoomturbine- en generatorinstallatie
- koelwater systemen
- water- en afvalwatersystemen
- afvalwaterbehandelinginstallatie
- beveiligingssystemen
- overige voorzieningen

Bovengenoemde componenten en installatieonderdelen worden in de volgende paragrafen in detail besproken.

Het principeschema van de (poederkoolgestookte) nieuwe RWE-centrale wordt getoond in figuur 4.2.1.



Figuur 4.2.1 Principeschema (poederkoolgestookte) RWE-centrale (betreft alleen hoofdstromen)

Het proces verloopt op hoofdlijnen als volgt. Hoofdzakelijk vanuit de haven komen kolen, kalksteen en (schone) biomassa op het terrein. Schone biomassa (onder andere hout) wordt deels als pellets of andersoortig grofkorrelig materiaal aangevoerd, dat wil zeggen deels als poedervormig materiaal en deels als grover, te bewerken materiaal.

De biomassa wordt op de volgende manieren verwerkt:

- opgeslagen in een gesloten opslag (hal of silo)
- gemalen in speciale molens (maalinrichting zoals een hamermolen)
- (pneumatisch) vervoerd naar de poederkoolleidingen
- ingeblazen in de ketel
- verwerkt via kolenband (dat wil zeggen meemalen in de kolenmolens).

In de ketel wordt de brandstof (kolen en biomassa) verbrand. De thermische energie die bij de verbranding in de ketel vrijkomt, wordt benut voor de omzetting van water in stoom van hoge druk en temperatuur. Met de stoom wordt via een (stoom)turbine een generator aangedreven waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Na doorstroming van de turbine wordt de stoom naar de condensor gevoerd. De stoom wordt in de condensor met koelwater gecondenseerd. Het water dat daarbij ontstaat wordt weer naar de ketel gepompt, waarna de procesgang zich herhaalt. De niet-brandbare (brandstof)delen komen deels als bodemas onder in de ketel terecht en worden in het bodemasafvoersysteem gekoeld en uiteindelijk afgevoerd als restproduct.

Bij de verbranding ontstaan rookgassen. Na het verlaten van de ketel worden deze gereinigd in de volgende installaties:

- in de “high dust” DeNO_x worden de stikstofoxiden in de rookgassen met ammoniak omgezet in stikstof en water. Door de DeNO_x zal ook de kwikemissie afnemen
- in het elektrostatische filter (vliegassvanger) worden de kleine stofdeeltjes (inclusief zware metalen) afgevangen en afgevoerd. De vrijwel stofvrije rookgassen worden vervolgens door middel van de rookgasventilator naar de rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI) gevoerd
- in de ROI worden de rookgassen gereinigd van SO₂ en daarna via een schoorsteen van voldoende hoogte geloosd. In de ROI worden tevens HCl en stof met sporenelementen verwijderd
- in de afvalwaterbehandelinginstallatie (ABI) wordt het bij afscheiding van gips vrijkomende water gereinigd. Het gips ontstaat uit de reactie van kalksteen met de afgevangen SO₂. Het gereinigde water wordt geloosd op het oppervlaktewater.

De waterhuishouding van de RWE-centrale wordt schematisch weergegeven in figuur 4.2.4. Voor de productie van deminwater en ander proceswater wordt water uit de haven (zeewater) ingenomen. Dit water wordt na voorreiniging door middel van een eerste Reversed Osmose proces (RO 1) verwerkt tot gebruikswater. Bij een eventuele storing van RO 1 kan ook drinkwater gebruikt worden voor gebruikswater. Daarna wordt in een tweede Reversed Osmose (RO 2) stap en na het passeren van een mengbedfilter deminwater geproduceerd. Deminwater wordt voornamelijk gebruikt als suppletiewater voor het stoomsysteem.

De vrijkomende afvalwaterstromen worden grotendeels naar de ROI gevoerd. Het van de ROI vrijkomende afvalwater wordt naar de ABI gevoerd. Het afvalwater van de ABI- en septic tank zal naar de Eems worden afgevoerd.

4.2.1 Verladings- en logistieke installaties

Aanvoer en opslag van kolen, biomassa, kalksteen en andere stoffen

Bulkmaterialen worden doorgaans per schip via de zee aangevoerd. Kleinere partijen kalksteen en biomassa kunnen eventueel ook per as worden aangevoerd. De voorraden (exclusief de dagvoorraden) steenkool worden in de openlucht opgeslagen. De kalksteen en biomassa worden overdekt opgeslagen.

Zowel de open als de overdekte opslagen worden voorzien van vloeistofkerende vloeren. Het percolatiewater wordt via een bezinkingsput, waarin het kolengruis wordt afgevangen, separaat opgevangen en via het afvalwaterriool en een olieafscheider naar de ROI gevoerd. De kolenopslag wordt voor zover noodzakelijk met water en de langdurige voorraden met een speciale (cellulose)vloeistof bespoten om stofoverlast te verhinderen. Hiertoe wordt een sproei-installatie toegepast. Bij harde wind kan niettemin een kleine hoeveelheid stof verwaaien. Visueel waarneembare stofverspreiding wordt te allen tijde voorkomen. Hierop zal door een medewerker toezicht worden gehouden. De kade zal schoon gehouden worden zodat geen (kolen)stof in het water of naar de omgeving kan waaien.

Kolen

Aan de kade of op een schip staan verplaatsbare/roterende loskranen met gesloten grijpers om de stofbelasting naar de lucht tot een minimum te beperken. De kolen worden via een transportband naar het kolenverlading- en opslagsysteem (of rechtstreeks) naar de kolen-dagbunkers getransporteerd. Het kolenopslagsysteem heeft een opslagcapaciteit van circa 540 000 ton. Deze opslag bestaat uit drie langwerpige (meng)opslagvelden van ieder circa 180 000 ton.

Het kolenverlading- en -opslagsysteem is hiertoe uitgerust met verplaatsbare opwerpers en portaalschrapers. De verwerking van de steenkool gebeurt volledig automatisch vanuit één bedieningsruimte. De maximale hoeveelheid die in een kolendagbunker wordt gestort is de hoeveelheid kolen die nodig is voor ongeveer 10 uur productie (circa 5000 ton), dus circa 1250 ton in elk van de vier bunkers. Wanneer de dagbunker(s) half leeg zijn, wordt de vulcyclus gestart, waarbij de bunkers opeenvolgend worden gevuld. Beide eenheden worden voorzien van vier dagbunkers.

Milieumaatregelen bij de kolen-handling

Kolen-handling kan milieubelastend zijn indien verstuiving in grote mate plaatsvindt. Om dit te voorkomen worden de volgende maatregelen genomen:

- ontlading
De kolenontlading (vochtigheidsgraad > 8%) uit het schip vindt batchgewijs plaats via een kraan in een verhoogde hopper of continu via afgesloten ontladingsband met aangekoppelde bakken (een zogeheten becherwerk)
- windafscherming
Daar waar windinvloeden bij het kolentransport te verwachten zijn en waar dit technisch mogelijk is, zullen deze invloeden worden beperkt door afscherming. De transportbanden zullen geheel omhuld uitgevoerd worden. Waar nodig vindt transport plaats binnen een waterfilm
- beperkte valhoogte
Waar kolen gestort worden, zowel met de opwerpmachine als in trechters, zal de valhoogte beperkt worden tot circa 1 m
- besproeiing
Aan de omtrek van elk opslagveld is een besproeiingsinstallatie geïnstalleerd, waarmee de kolen op het minimaal benodigde vochtgehalte ter voorkoming van ontoelaatbare verstuiwing kunnen worden gehouden. De kolenopslag wordt voor zover noodzakelijk met water (zoveel mogelijk opgevangen regenwater) en de langdurige voorraden met een speciale (cellulose)vloeistof bespoten om stofoverlast te verhinderen
- beperking relatieve bewegingen
Alle genoemde transportbanden werken volgens het principe van meenemen, waarbij geen relatieve verplaatsing tussen kolen en band optreedt. Door bovendien relatief lage bandsnelheden van circa 3,5 m/s toe te passen worden luchtwervelingen gereduceerd en daarmee de stofontwikkeling beperkt
- afzuigventilatie
De dagbunkers bevinden zich in een apart deel van het ketelhuis. Tijdens het vullen van de bunkers worden de bunkers afgezogen teneinde diffuse lucht- en stofemissies te voorkomen. De afgezogen lucht wordt van zwevend kolenstof gereinigd. De reiniging gebeurt met behulp van een doekenfilter. De stofconcentratie na het filter bedraagt maximaal 5 mg/m³. Het debiet bedraagt circa 42 m³/s

- gesloten systemen
De kanalen naar de kolenmolens en de leidingen van de kolenmolens naar de branders zijn gesloten systemen.

Biomassa

Het streven is om zoveel mogelijk van de biomassa per schip aan te voeren. Aanvoer per vrachtwagen en trein is echter ook een mogelijkheid. Het biomassaopslagsysteem heeft een overdekte opslagcapaciteit van circa twee dagen en bedraagt circa 20 000 ton/80 000 m³. Voor de opslag van biomassa zal worden voorzien in gesloten opslag in de vorm van een hal. Afhankelijk van de vorm waarin de biomassa wordt aangevoerd vinden verschillende voorbehandelingen plaats om de biomassa op specificatie voor verbranding te brengen. Omdat geen sterk geurende stoffen worden ingezet, zijn geen geurbeperkende maatregelen nodig. Voor het meestoken van biomassabrandstoffen zijn er de volgende voorzieningen en installaties:

- scheepsontlader
- vrachtwagenontlader
- opslaghal
- silo's bij de eenheid
- zeef- en maalinstallatie
- overslag op het kolenmengveld
- overslag bij de kolentoevoer.

Hieronder worden de verschillende voorzieningen meer in detail beschreven.

- Scheepsontlader
De scheepsontlader is gelegen naast de loskranen voor de kolenoverslag. De loscapaciteit bedraagt maximaal 200 ton per uur. Het materiaal wordt met een grijper uit het schip gehaald. Uit de scheepsontlader wordt het materiaal gestort op een gesloten transportband, die het materiaal naar de opslaghal brengt. De stortpunten in de scheepsontlader en naar de transportband zijn gesloten uitgevoerd.
- Vrachtwagenontlader
Naast de silo zijn ook vier ontladingsplatforms voor vrachtwagens met biomassa.
- Transport naar de opslaghal
Met een gesloten transportband wordt het materiaal van de ontladers naar de opslaghal gevoerd.

– Opslaghal

De opslaghal heeft een maximale opslagcapaciteit van 20 000 ton/80 000 m³ en is ongeveer 10 meter hoog. De betonnen vloer bestaat uit één geheel en is vloestofkerend uitgevoerd. De aansluiting van de wanden op de vloer is vloestofkerend uitgevoerd. Alle opslag en transportfaciliteiten worden voorzien van een geschikte ventilatie. De compartimenten in de hal worden naar behoefte gevormd uit verplaatsbare scheidingswanden. De opslaghal wordt afgezogen teneinde diffuse lucht- en stofemissies te voorkomen. De afgezogen lucht wordt van zwevend biomassastof gereinigd. De reiniging gebeurt met behulp van doekenfilters. De stofconcentratie na de filters bedraagt maximaal 5 mg/m³.

– Afvoer en verbranding biomassabrandstoffen

Met een shovel wordt het opgeslagen materiaal in de afvoerbunker gestort. Bij dit stortpunt wordt continu lucht afgezogen. De afvoerbunker is voorzien van een walkingfloor of transportschroef. Met behulp hiervan wordt het materiaal op een gesloten band gestort.

Hierna zijn er drie mogelijkheden:

- 1 afvoer naar silo's en daarna verbranding
- 2 afvoer naar de kolentoevoer naar de eenheid
- 3 afvoer naar de kolentoevoer naar de mengvelden.

Ad 1

Het materiaal wordt met een transportband naar de silo's bij de eenheden gevoerd. De silo's hebben elk een opslagcapaciteit van 600 m³. Vanuit de silo's wordt het materiaal in een gesloten installatie gezeefd en gemalen. Vervolgens wordt het materiaal met de poederkool in de vuurhaard van de ketel geblazen waar de verbranding plaatsvindt. Het is ook mogelijk om direct silowagens in de silo's te lossen.

Ad 2

Het materiaal wordt via een stortpunt op de kolentransportband naar de dagbunkers gestort. Op deze wijze worden de biomassabrandstoffen gemengd met de kolen. Vanuit de dagbunkers wordt het kolen/meestookmengsel met behulp van voeders naar de kolenmolens geleid. Hierin wordt het mengsel tot de juiste fijnheid gemalen. Vervolgens wordt het fijngemalen mengsel met lucht geblazen naar de branders van de ketel.

Ad 3

Het materiaal wordt via een stortpunt op de kolentransportband naar de kolenmengvelden gestort. Hiermee wordt bereikt dat de biomassa goed gemengd wordt met de kolen. Het kolen/biomassa mengsel wordt naar de dagbunkers getransporteerd. Na maling in de kolenmolens wordt de biomassabrandstof samen met de kolen in de ketel verbrand.

Brandstofacceptatie

In de vorige paragrafen is aangegeven wat de beoogde biomassabrandstoffen zijn, die verstoekt zullen worden. De door RWE gevolgde procedure ten aanzien van deze brandstoffen is als volgt:

- de leveranciers dienen voor iedere vracht die zij aanbieden een samenstellinganalyse op te stellen
- bij iedere aflevering wordt de vracht (visueel) vergeleken met de bijbehorende samenstellinganalyse
- bij afwijking wordt de vracht geweigerd.

Het is mogelijk dat ook andere (dan de beoogde) categorieën “witte lijst” biomassastromen aangeboden worden, die meegestookt kunnen worden. In dat geval zal de procedure worden gevolgd zoals vermeld in bijlage G van de vergunningaanvraag.

Kalksteen

Kalksteen wordt toegevoegd aan de rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI) voor het verwijderen van verontreinigde stoffen (zoals verzurende stoffen als zwaveldioxide, HCl, HF) uit het rookgas. Kalksteen wordt opgeslagen in 2 of 3 kalksteensilo's met een totale opslagcapaciteit van circa 9000 ton (gemiddeld in opslag 7700 ton).

Rest- en afvalproducten**Bodemas**

Bodemas is een restproduct. Per jaar wordt circa 50 000 ton droge bodemas geproduceerd. De bodemas wordt meestal nat uit de ketel gevoerd. Een ketelconfiguratie die beschikt over een uitbrandrooster aan de bodem waar de as droog kan worden gekoeld en afgevoerd wordt geëvalueerd. Voor beide opties wordt vergunning aangevraagd. Bodemas wordt gebruikt als grondstof in de wegenbouw en betonindustrie. De bodemas wordt overdekt opgeslagen, totale capaciteit bedraagt 1000 ton. In geval van natte bodemas, dient de opslagplaats ook over een ontwatering te beschikken. De overdekte opslag wordt voorzien van een

lekbak met een vloeistofkerende vloer. Het percolatiewater wordt naar de ROI geleid. De bodemas wordt vervolgens afgevoerd per binnenvaartschip of vrachtwagen.

Vliegas

De geproduceerde hoeveelheid vliegas bedraagt circa 500 000 ton per jaar (droog). Vliegas is een restproduct dat wordt gebruikt als grondstof voor de bouw, onder andere als cement-ervanger voor beton. Bij de verbranding van verschillende brandstoffen ontstaan verschillen in de karakteristieken van het geproduceerde vliegas. De opslag hiervan vindt gescheiden plaats in 4 + 1 silo's (4 opslag, 1 vuil) met een totale opslagcapaciteit van 16 000 ton. Afvoer vindt doorgaans per schip plaats. Bij een NH_3 -concentratie tot maximaal 100 mg/kg is de vliegas herbruikbaar als grondstof in asfalt. Daarboven kan de vliegas niet meer verwerkt worden door de bouwindustrie en moet deze als afval worden afgevoerd.

Gips

De jaarlijkse productie van gips bedraagt circa 150 000 ton (gebaseerd op 10% vocht). Het geproduceerde gips wordt opgeslagen in een gipsloods. Deze loods heeft een opslagcapaciteit van 20 000 ton. Het gips wordt afgegraven met een afgraafmachine en door middel van een gesloten band naar de laadinstallatie bij de haven gevoerd. Met behulp van de laadinstallatie wordt het schip beladen. Gemiddeld wordt er één maal per week een scheepslading van circa 2500 ton afgevoerd. Voor nood is er de mogelijkheid van afvoer per vrachtauto. Het gips wordt afgezet naar de gipsverwerkende industrie.

Slib

De hoeveelheid slib geproduceerd door de afvalwaterbehandelinginstallatie is beperkt, er wordt circa 1500 ton slib per jaar verwacht. Opslag zal plaatsvinden door middel van een container(s) met een opslagcapaciteit van 90 ton. Het slib wordt uitgeperst en (afhankelijk van de kwik concentratie) in de ketel verbrand of afgevoerd naar erkende verwerkers.

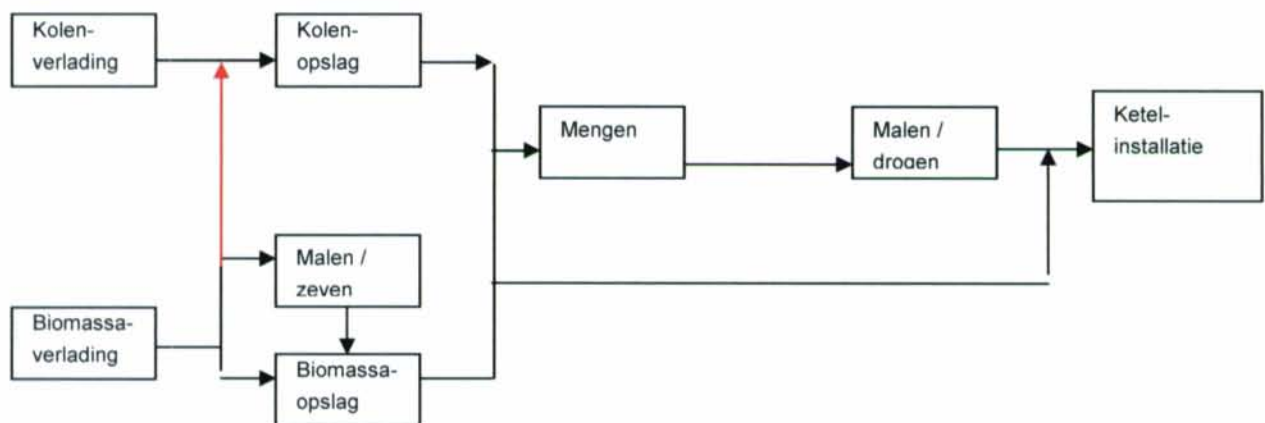
Overige afvalstoffen

Tevens zullen beperkte hoeveelheden bedrijfsafvalstoffen vrijkomen. Dit wordt nader omschreven en toegelicht in paragraaf 3.3 van de vergunningaanvraag.

4.2.2 Brandstofvoorbehandeling

De verladings-, opslag-, maal- en zeefinstallaties zijn weergegeven in figuur 4.2.2.

De ruwe kolen worden gevoed aan de kolenmolens. In deze kolenmolens worden de kolen gemalen en gedroogd. Droging van de poederkool (en vervolgens transport naar de branders) vindt plaats door middel van primaire lucht. Afhankelijk van de vorm waarin de biomassa wordt aangevoerd zullen verschillende voorbehandelingen plaatsvinden om de biomassa op specificatie voor verbranding te brengen.



Figuur 4.2.2 Schematische weergave verladers-, opslag-, maal- en zeefinstallaties

- Indien de biomassa geheel wordt aangeleverd als (droge) poeder zal de opslag plaatsvinden zonder voorbewerking in het biomassaopslagsysteem. Tussenvormen (dat wil zeggen aanlevering deels als poeder, deels als pellets) worden voorafgaande aan opslag in het biomassaopslagsysteem in een gescheiden maalinrichting (bijvoorbeeld een hamermolen) op specificatie gebracht. Biomassapoeder wordt vervolgens vanaf het biomassaverladings- en -opslagsysteem afgevoerd naar de biomassa buffersilo's. De opslagcapaciteit van de biomassa buffersilo's bedraagt de behoefte van 1 uur (circa $2 \times 75 \text{ m}^3$). Vanuit de biomassa buffersilo's worden de ketelinstallaties gevoed met biomassastof door middel van pneumatisch transport.
- Biomassasoorten met een hoog watergehalte (bijvoorbeeld olijfresiduen) zijn moeilijk pneumatisch te transporteren. Voor droging en verkleining wordt dit materiaal (vanuit gescheiden silo's) via een overstortpunt op de kolentransportband naar de dagbunkers gestort. Op deze wijze worden de meestookstoffen gemengd met de kolen. Het kolen/meestookmengsel wordt vervolgens met de transportband naar de dagbunkers van de eenheden getransporteerd. Vanuit de dagbunkers wordt het kolen/meestookmengsel naar de kolenmolens getransporteerd. Hierin wordt het mengsel tot de juiste fijnheid gemalen.

Vervolgens wordt het fijngemalen mengsel met primaire lucht geblazen naar de branders van de ketelinstallaties.

- Voor houtpellets geldt dat ze of gemengd met de kolen naar de kolenmolens worden geleid of in de gescheiden maalinrichting kunnen worden verwerkt.

4.2.3 Ketelinstallatie, branders en stoomproductie

De twee identieke ketelinstallaties zijn ultra-superkritisch. De voordelen van de ultra-superkritische installatie zijn de volgende:

- hoog rendement als gevolg van de hoge temperaturen en stoomdrukken
- hoog rendement bij deellast
- goede koude starteigenschappen
- eenvoudige exploitatie
- goede regelbaarheid
- lage emissies
- ruime kennis over de werking van de componenten doordat de techniek op veel punten niet afwijkt van de traditionele kolencentrale.

De belangrijkste gegevens voor elke ketelinstallatie zijn:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| – bruto vermogen | 815 MW _e |
| – netto vermogen | 780 MW _e |
| – netto rendement | 46,1% |
| – aantal vollasturen | 8000 h/a |

Verse stoom

- | | |
|--|----------|
| – Nominale stoomproductie: | 610 kg/s |
| – Stoomdruk aan de uitlaat
van de oververhitter: | 285 bar |
| – Stoomtemperatuur aan de
uitlaat van de oververhitter: | 600 °C |

Herverhitte stoom

- Stoomproductie herverhitter: 500 kg/s
- Stoomdruk aan de uitlaat
van de herverhitter: 62,2 bar
- Stoomtemperatuur aan de
uitlaat van de herverhitter: 610 °C

De thermische energie die bij verbranding in de ketel vrijkomt, wordt benut voor de omzetting van water in stoom van hoge druk en temperatuur. Met de stoom wordt via een (stoom)turbine een generator aangedreven waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Dit proces kent een waterzijde en een gaszijde. In de waterzijde van het proces vindt de stoomvorming en de turbineaanrijving plaats. De bij verbranding vrijkomende rookgassen volgen een andere weg. Hieronder worden de *waterzijde* en de *gaszijde* van het proces beschreven.

Waterzijdige procesgang

Door een gesloten stoom-watercircuit zijn ketel, turbine en condensor met elkaar verbonden. De waterzijdige procesgang verloopt als volgt. In de ketel worden kolen (al dan niet met biomassa) verbrand. Het water van het voornoemde circuit stroomt door pijpen van de ketel die zich rond de vuurhaard bevinden. Het water verdampt daarbij en er ontstaat stoom van hoge temperatuur en druk, welke naar de turbine wordt gevoerd. In de turbine drijft de expanderende stoom de turbine-as aan. Op deze manier wordt de vrijkomende (kinetische) energie omgezet in mechanische energie om vervolgens in een aan de turbine-as gekoppelde generator te worden omgezet in elektrische energie. Na doorstroming van de turbine wordt de stoom naar de condensor gevoerd. De stoom wordt in de condensor met koelwater gecondenseerd. Het water dat daarbij ontstaat wordt weer naar de ketel gepompt, waarna de procesgang zich herhaalt.

Gaszijdige procesgang

De verbrandingslucht wordt aangevoerd door twee verbrandingsluchtventilatoren. Het grootste gedeelte van de verbrandingslucht wordt na voorwarming rechtstreeks aan de ketel toegevoerd. Het andere gedeelte van de voorverwarmde lucht wordt als primaire lucht gebruikt om de poederkool in de poederkoolmolens te drogen en naar de branders te transporteren.

Bij de verbranding ontstaan rookgassen. Het grootste deel van de in de rookgassen aanwezige warmte wordt afgegeven aan de verdamper-, oververhitter- en herverhitterpijpen waarin de stoom wordt geproduceerd respectievelijk wordt oververhit. De rookgassen worden vervolgens door de economiser geleid, waarin het voedingwater wordt voorverwarmd. Na de

economiser passeren de rookgassen de DeNO_x-installatie. Daarna worden de rookgassen door een luchtvoorwarmer geleid en afgekoeld tot circa 120 °C. Hierbij wordt de verbrandingslucht opgewarmd. Vervolgens worden de rookgassen gereinigd van vliegias in twee elektrostatische vliegiasvangers.

De afvoer van de rookgassen gebeurt door twee rookgasventilatoren, die na de vliegiasvangers zijn opgesteld. Hierdoor wordt tevens een lichte onderdruk in de vuurhaard gehandhaafd waardoor geen stof naar buiten treedt. Vervolgens gaan de rookgassen door de wastoren van de rookgasontzwavelingsinstallatie en worden via de schoorsteen in de atmosfeer gebracht. De diameter van de schoorsteen bedraagt 21 meter (2 buizen van 8 meter diameter) en de hoogte 120 m. Als alternatief wordt overwogen om een schoorsteen te plaatsen op elke ROI met een vergelijkbare hoogte en diameter. Voor beide opties wordt vergunning aangevraagd.

Beschrijving ketel

De installatie zal bestaan uit twee identieke "superkritische" Benson-ketels. Bij volledige belasting bedraagt de stoomdruk 285 bar aan de keteluitlaat. De ketel zal uitgerust worden met drie oververhitters en twee herverhitters. De stoomtemperatuur bedraagt 600 °C na de oververhitter en 610 °C na de herverhitter. Bij volvermogen bedraagt de stoomproductie 610 kg/s. De ketel wordt uitgerust met NO_x-arme branders. De ketel zal worden voorzien van verticale branders in de hoeken van de ketel.

4.2.4 NO_x-beperkende maatregelen

De ketel is met beweegbare Low-NO_x branders uitgerust die zich in de hoeken van de verbrandingskamer bevinden. Dit beweegbare mechanisme is vooral praktisch bij verschillende kolenvarianten omdat dan waterinspuiting voorkomen kan worden hetgeen het thermisch rendement weer ten goede komt. Het brandstof/primaire lucht mengsel wordt zo ver de verbrandingskamer ingebracht dat de ontsteking buiten de brandermond plaatsvindt. De beperkte hoeveelheid primaire lucht zorgt ervoor dat er tijdens het eerste primaire verbrandingsproces weinig NO_x wordt gevormd. In een volgende fase van het verbrandingsproces wordt een overmaat aan secundaire lucht naar het brandstof/luchtmengsel gevoerd zodat een stabiele uitbrand plaatsvindt. Door het inblazen van een brandstof-lucht mengsel en secundaire lucht met hoge impulsverschillen wordt een gecontroleerde en snelle ontsteking van de brandstof bereikt.

De branders zijn beweegbaar en niet naar het centrum van de ketel gericht maar tangentieel: langs een denkbeeldige cirkel in het centrum van de ketel. Deze brandervariant die een zogenaamde vuurbal in de ketel veroorzaakt, wordt om de volgende redenen ingezet:

- instelling van de verbrandingskamertemperatuur zonder inzet van waterinjectie
- uitgebreid verbrandingsbereik in het onderste deel van de verbrandingskamer
- hoge vlamstabiliteit door de uitrichting der branders en secundaire lucht op een tangentele cirkel in plaats van het centrum
- met de branders volgt de samenbrenging, ontsteking en verbranding van de voorbereide brandstof en het voor de hoofdverbranding voorzien luchtdebiet.

Criteria voor het concept van het stookstelsel zijn onder meer:

- lage NO_x- en CO-waarden door primaire maatregelen in de stookruimte
- voldoende verblijftijd met betrekking tot reductie van verontreiniging op verwarmingsoppervlakten en maximale verbrandingsomzet.

Het gekozen stookstelsel voldoet aan deze eisen om de volgende redenen:

- lage NO_x-emissiewaarden door een gezamenlijke² overschot van lucht ($\lambda = 1,15$) en een trapsgewijze luchttoevoer. Er bestaat nog een extra instellingsmogelijkheid door variatie van de hoeveelheid lucht uit de bovenlucht poorten
- de geoptimaliseerde verblijftijd leidt tot een zo volledig mogelijke verbranding van de deeltjes aan het einde van de eerste trek en voorkomt vervuiling van de warmtewisselaars.

4.2.5 Rookgasreinigingsinstallaties

Het rookgasreinigingsstelsel bestaat uit verschillende onderdelen, die na een korte opsomming nader beschreven worden, te weten:

- selectieve katalytische DeNO_x-installatie voor NO_x-afvangst
- elektrostatische filter (vliegsvanger) voor stofafvangst
- rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI) voor SO₂-afvangst.

Selectieve katalytische DeNO_x-installatie

Om de NO_x-emissie te reduceren zal een DeNO_x-installatie (SCR-installatie - Selective Catalytic Reduction) worden geïnstalleerd. De katalysator van de DeNO_x-installatie wordt uitgevoerd als honingraat- of plaatkatalysator waarbij de rookgassen door kanalen, die door de

² primaire en secundaire lucht

honingraat- of plaatstructuur worden gevormd, stromen. Reductie van de NO_x -emissie vindt plaats door NH_3 -injectie in de rookgassen vóór de katalysatormodules. De volgende chemische reacties geven het denitrificatieproces van de De NO_x -installatie weer:

- tussen ammoniak en stikstofoxide: $4 \text{ NO} + 4 \text{ NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{ N}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- tussen ammoniak en stikstofdioxide: $2 \text{ NO}_2 + 4 \text{ NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{ N}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$.

De stikstofoxiden worden met ammoniak omgezet in stikstof en water. De toepassing van een katalysator bij de reacties geeft een voldoende grote reactiesnelheid voor een goed reductierendement bij temperaturen tussen 200 °C en 400 °C. Het SCR-proces is bruikbaar voor efficiënte NO_x -reductie bij de lagere temperaturen van de rookgassen die stroomafwaarts van de ketel worden gekoeld. De reactie vindt plaats op het oppervlak van een katalysator. De huidige generatie katalysatoren heeft TiO_2 als drager en wolfram of vanadiumoxide als de actieve componenten. De katalysatoren worden in een 3-tal lagen in het reactorhuis geplaatst. Voor het reinigen van de katalysatorlagen worden roetblazers toegepast.

De totale installatie wordt de De NO_x -installatie of de SCR-installatie genoemd. De NO_x -concentratie in het rookgas wordt met ongeveer 85% gereduceerd. De jaargemiddelde NO_x -emissie neemt daarbij af van ruim 400 mg/m_0^3 tot 75 mg/m_0^3 , en komt overeen met iets minder dan 30 g/GJ. Hiermee wordt aan de performance standard rate (PSR) van 40 g/GJ in 2010 voldaan. De ammonia-opslag bestaat uit roestvrijstalen tanks met een gezamenlijk volume van 200 m^3 . De tanks zijn van een opvangbekken voorzien dat met een pomp uitgerust is. Deze pompt – eventueel door lekkage uittredend – ammonia naar de tank terug en geeft een alarmsignaal naar de controlekamer. De vloeibare ammonia wordt met schepen of per as aangevoerd. Het jaarverbruik bedraagt circa 3200 ton wat circa 16 - 32 schepen van circa 100 - 200 ton per jaar betekent of per as wat circa 1100 – 1600 vrachtwagens van 20 - 30 ton per jaar betekent. Er wordt ammonia gebruikt met een concentratie van 24,5%, welke volgens de Annex 1 van de EU-richtlijn 67/548/EEC niet meer onder de R-50 zin maar onder R-34 valt. Hierdoor valt de inrichting niet onder het veiligheidsregiem van de BRZO.

Elektrostatische vliegasvangers

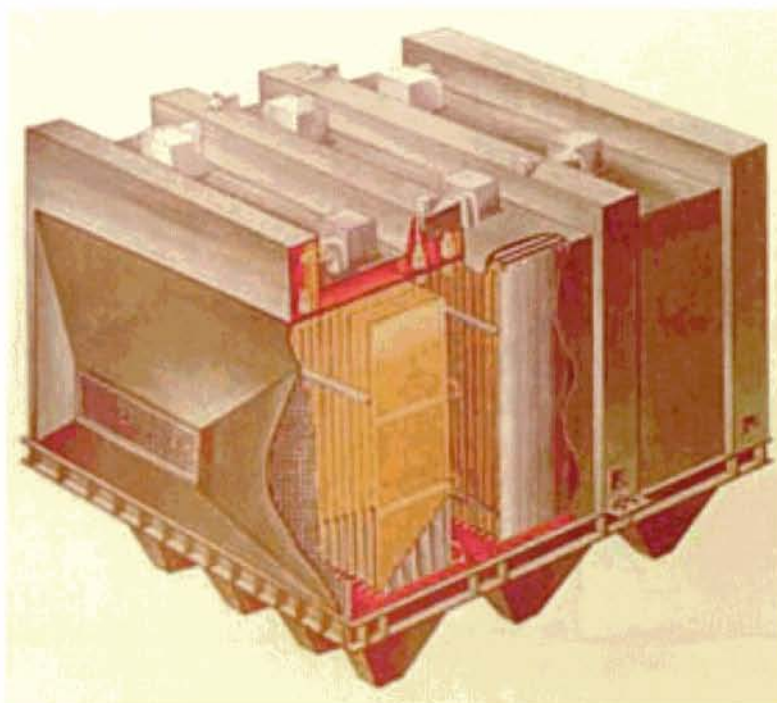
De rookgassen verlaten de ketelinstallatie via een elektrostatische vliegasvanger (ESV), die de rookgassen van stof reinigen. De installatie is van zodanige capaciteit, dat bij het verstoken van kolen de uitlaatconcentratie aan stof na de ESV maximaal 15 mg/m_0^3 rookgas zal bedragen.

Elektrostatische vliegasvangers 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. 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 aangetrokken worden en zich hierop hechten. 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 vliegassvanger gelegen trechters valt.

De filters zijn ontworpen voor een vangstrendement van minstens 99,95% bij een inlaatconcentratie van 30 g/m_0^3 . Dit leidt tot een concentratie in het rookgas na de vliegassvanger van maximaal 15 mg/m_0^3 (droog bij een gehalte van 6% O_2). Aangezien in de rookgasontzwavelingsinstallatie het resterende stof met een rendement van 80% wordt verwijderd zal de verwachte jaargemiddelde stofconcentratie in het rookgas, dat naar de schoorsteen wordt afgevoerd, 5 mg/m_0^3 bedragen, waarvan een significant deel wordt veroorzaakt door het gips.

De betrouwbaarheid van ESV's is bijzonder hoog. Dit wordt bereikt door te kiezen voor een filter met vijf velden (gezien in de gasstroomrichting) en elk veld mechanisch en elektrisch in tweeën te scheiden. Ook bij storing in één of twee elektrische secties kan de installatie vliegass tot onder gemiddeld 15 mg/m_0^3 afscheiden.

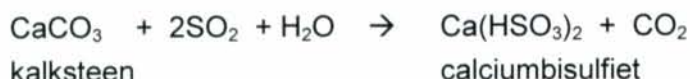


Figuur 4.2.3 Voorbeeld van een elektrostatische vliegassvanger

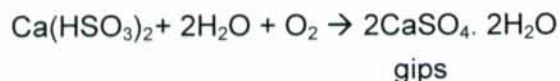
Ook tijdens reiniging van de ketel en luchtvoorwarmers tijdens bedrijf door stoom- of luchtblazen zal bij de kolengestookte eenheden de gemiddelde stofuitworpc concentratie na de vliegascvanger niet boven 10 mg/m_0^3 komen. De invloed op de uitworpc concentratie van deze reiniging bij kolengestookte ketels is zeer gering daar 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.

Rookgasontzwavelingsinstallatie

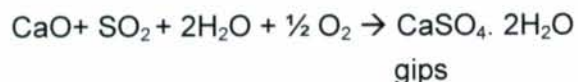
De ontzwaveling gebeurt volgens het natte kalksteenontzwavelingsproces (alternatief: ongebluste kalk) met als eindproduct gips. Voor beide opties wordt vergunning aangevraagd. Er wordt gebruik gemaakt van één wastoren per eenheid. De ROI's in de RWE-centrale zullen worden uitgerust met 5 sproeilagen. De rookgassen worden in de wastoren in contact gebracht met een suspensie van kalksteen in water. Hierbij wordt het overgrote deel van de SO_2 geabsorbeerd. De hierbij optredende chemische reactie is als volgt:



Het ontzwavelingsrendement van de ROI bedraagt meer dan 90% (uitgaande van zwavelgehalte in kolen van 1%). De ontzwavelde rookgassen worden met druppelvangsers van de meegesleurde wassuspensie ontdaan. De rookgas temperatuur na de ROI bedraagt ongeveer 47°C . Daarna worden de rookgassen naar de schoorsteen geleid. De hoogte van de schoorsteen is rond 120 meter. De uittredesnelheid is 14 - 16 m/s. Lucht wordt op een bepaald niveau in de wastoren ingeblazen. Hierbij wordt het oorspronkelijk gevormde calciumbisulfiet omgezet in calciumsulfaat (gips). De hierbij optredende chemische reactie is:



Als alternatief kan ook ongebluste kalk worden ingezet. De bijbehorende reactie is:



De verkregen gips suspensie wordt op een bepaalde hoogte uit de wastoren afgevoerd naar een ontwateringsinstallatie. Deze bestaat uit hydrocyclonen en een vacuumbandfilter. Hierbij ontstaat als eindproduct gips met een maximaal vrij vochtgehalte van 10%. Het geprodu-

ceerde gips wordt tijdelijk opgeslagen in een loods met een opslagcapaciteit van 20 000 ton. Het gips wordt afgevoerd per schip, met een scheepsgrootte van rond 2500 ton.

Het uit de ontwatering verkregen filtraat wordt via multi-cyclonen in het rookgasontzwavelingsproces teruggevoerd. In dit filtraat zitten nog enkele bestanddelen van de rookgassen die in de absorptietoren zijn uitgewassen. Deze bestanddelen zijn:

- chloride
- fluoride
- vliegass
- opgeloste elementen afkomstig uit de kolen en de biomassa.

Om de concentratie van deze verontreinigingen in de wassuspensie op een acceptabel niveau te houden is het nodig een spuistroom af te voeren. Met name het chloridegehalte in de wassuspensie moet om procestechnische en materiaalkundige redenen beperkt worden. De grootte van de spuistroom wordt bepaald door het chloridegehalte van de kolen, het chloridegehalte van de biomassabrandstoffen, het chloridegehalte van het suppletiewater en de hoeveelheid suppletiewater. Het reinigingsproces van de spuistroom wordt beschreven in paragraaf 4.2.9 afvalwaterbehandelinginstallatie.

4.2.6 Stoomturbine- en generatorinstallatie

De in de ketel geproduceerde stoom wordt naar de stoomturbine gevoerd. De onder hoge druk staande stoom expandeert trapsgewijs in de turbine. Door middel van deze expansie wordt de energie overgedragen op de schoepenwielen die op de as zijn gemonteerd. De as gaat daardoor draaien. De stoom die de turbine doorlopen heeft, zal in de condensor gecondenseerd worden met behulp van oppervlaktewater.

De assen van de stoomturbines zijn gekoppeld aan generatoren, waarmee de elektriciteit wordt opgewekt. De generatoren worden in een gesloten kringloop met lucht, water en/of waterstof gekoeld. Afhankelijk van het type generator en het koelmedium wordt gebruik gemaakt van een secundair koelwatersysteem om de warmte af te voeren.

Voor de smering en koeling van de lagers van de turbine en de generatoren en voor de verstelling van de regel- en stopkleppen van de turbine wordt olie toegepast. Eveneens wordt olie toegepast in diverse transformatoren voor isolatie en koeling. De door de generatoren opgewekte elektrische energie (spanningsniveau 15 - 25 kV) wordt naar de step-up trafo's

geleid. Deze transformeren de spanning naar 380 kV op een gemeenschappelijk railsysteem. De aansluiting hiervan op het net vindt plaats op een spanningsniveau van 380 kV.

Rendement en vermogen

De ketel wordt als Benson ketel uitgevoerd, die bij een belasting boven 70% een centraalrendement van boven 46% bereikt. Bij de minimumlast (veroorzaakt door beperkte doorstroom ketel) van 25% is het centraalrendement nog 40%. Een extra voordeel van het meestoken van biomassa in een kolenketel is, dat voor de biomassa ook dit hoge rendement kan worden bereikt. Ter vergelijking, in Bio-energiecentrales (BEC) ligt het netto rendement maximaal rond 30%.

4.2.7 Koelwatersysteem

Het koelwater wordt in de haven ingenomen. RWE kiest, om visinzuiging zoveel mogelijk te beperken, voor inname uit een kunstmatig aangelegde getijdenhaven met minder natuurlijke omstandigheden. Voor de inname passeert het roosters en filters voor bescherming van de condensor. De warmte-uitwisseling vindt plaats in de hoofdcondensor van de stoomturbine, in de condensor van de hulpturbines, die de voedingswaterpompen aandrijven en in de warmtewisselaar van de secundaire gesloten koelkring³. Het opgewarmde water wordt naar de Eems geloosd. De thermische belasting in de Eems is het belangrijkste effect op het milieu. Voor gedetailleerde kwantitatieve gegevens wordt verwezen naar de koelwaterstudie (bijlage D vergunningaanvraag).

Om de visinzuiging tot een minimum te beperken wordt in de inlaatmond een maximale inzuigsnelheid van 0,3 m/s toegepast. In de pomphuisen passeert het ingenomen koelwater eerst grofroosters, voor het afvangen van grofvuil en daarna een "fijn" filter (een band- of trommelzeef) met afspuitinstallatie en een maaswijdte van circa 5 - 8 mm. Het afgevangen materiaal inclusief vis van de "fijn" zeven wordt via een zeefinstallatie om de vis te scheiden van het andere materiaal via een retourgoot teruggevoerd naar de haven. Om de overlevingskansen van de vis te vergroten worden optimale zeef- en retoursystemen toegepast.

De effectiviteit gemeten in termen van overlevingskansen is afhankelijk van onder andere grootte en soort vis. Van de vis ouder dan 1 jaar overleeft normaliter globaal 50 - 80% passage door een dergelijk systeem. Vis jonger dan 1 jaar (0+ vis) gaat door het koelwatersysteem

³ door middel van het gebruik van een gesloten koelwatercircuit, aangeduid als hulpkoelwatersysteem, dat gebruikt wordt bij koeling van potentieel verontreinigende stromen, wordt lekkage van olie en andere verontreinigingen in het te lozen koelwater voorkomen

heen omdat deze de fijnzeven kunnen passeren. Van deze categorie vis is de sterfte niet goed bekend omdat dit moeilijk vast te stellen is.

Na passage van de koelwaterpompen komt het koelwater via leidingen bij de titanium condensers. Het opgewarmde water wordt direct achter de zeedijk geloosd op de Eems. Om het koelwater op een gecontroleerde manier in de Eems te brengen wordt buitendijks een zogenaamd uitlaatwerk gebouwd. De koelwaterafvoerleidingen worden door de dijk gelegd en monden uit in het uitstroomwerk. Vanuit een overlopende bak stroomt het water over de tussen twee dijklichamen beklede bodem in de richting van de Eems. De bekleding wordt in de richting van de Eems doorgetrokken tot het punt waar de koelwatersnelheid laag genoeg is om erosie van de natuurlijke bodem te voorkomen.

Het koelwaterdebiet is energetisch/economisch geoptimaliseerd op het elektrische rendement van de centrale: een kleinere hoeveelheid koelwater zou leiden tot een lager vacuüm in de condensor en daarmee tot een slechter rendement van de centrale met de bijbehorende hogere emissies naar met name de lucht. Een groter koelwaterdebiet zou meer pompenergie vergen en aldus het optimum voorbij schieten. De optimale hoeveelheid blijkt bij een temperatuurverschil over de condensor van 6 K en een koelwaterdebiet van 65 m³/s te liggen.

Condensorreiniging

De koelwaterzijde van de pijpen staat vooral bloot aan afzetting van (an)organische bestanddelen, sedimentatie van zand en kleideeltjes en aan biologische aangroei, met name bacteriële slijmvorming. Deze afzettingen verhinderen een goede warmteoverdracht tussen de te condenseren lage druk stoom en het koelwater. Om deze vervuiling te kunnen bestrijden wordt gebruik gemaakt van pulsechlorering. Gedurende om de 10 minuten wordt Na-hypochloriet (15% oplossing) gedoseerd met een concentratie van 12 mg/l. Deze dosering geeft gemiddeld over 24 uur 1 mg/l Cl₂, ofwel 6 mg/l Na-hypochloriet. Doordat het chloor direct reageert, zal de concentratie vrij chloor gemeten direct voor de condensoren circa 0,35 mg/l bedragen.

Het koelsysteem wordt zo ontworpen dat er nauwelijks scherpe bochten en dode hoeken in de pijpen zitten. Organismen groeien het best in stilstaand water. De doseerinstallatie van hypochloriet voor de condensor zal vorming van bioslijm tot een minimum beperken. Daarnaast zal het water regelmatig worden geanalyseerd op biologische groei en concentratie van actief chloor.

De chlorering wordt toegepast in de zomermaanden bij een zeewatertemperatuur van boven de 10 graden, doorgaans van april tot en met oktober. Met een koelwaterstroom van 65 m³/s

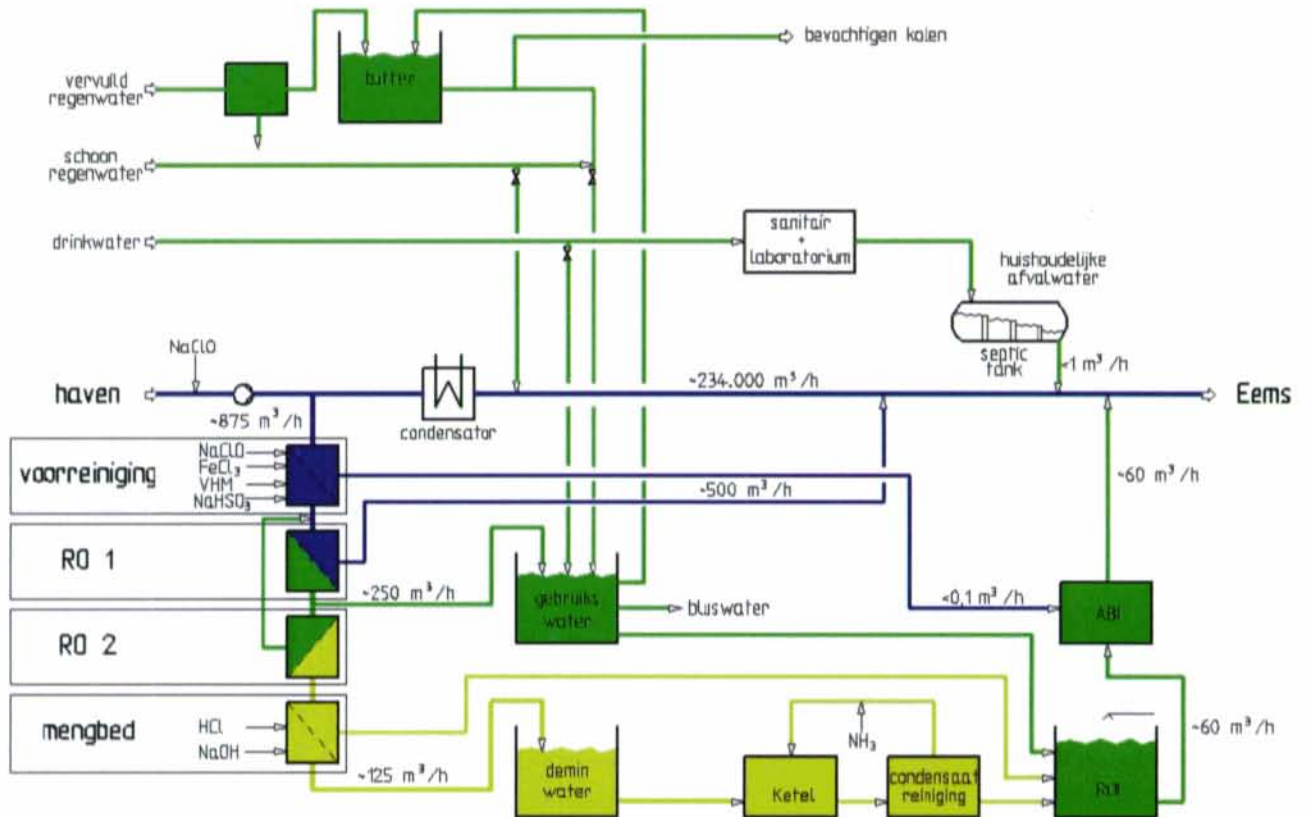
en een gemiddelde dag concentratie van 1 mg/l Cl_2 voor 12 uur per 24 uur is de benodigde hoeveelheid hypochloriet (= chloorbleekloog) circa 33.696 liter per dag. Als de centrale in bedrijf is, zal het hypochlorietverbruik worden gemeten en aangepast indien de vrij chloorconcentratie in de koelwateruitlaat hoger is dan 0,2 mg/l. De totale benodigde hoeveelheid Na-hypochloriet bedraagt circa 6700 ton per jaar.

Pulse-chlorering is BAT volgens het BREF koelwater

Naast de pulse-chlorering worden de condensorpijpen continu gereinigd door sponsrubberen ballen door de condensorpijpen te persen: het zogenaamde Taproggesysteem. Dit dient om slijmvorming op de pijpen te voorkomen, die de warmteoverdracht en daarmee het rendement verslechtert. Circa twee maal per jaar worden de condensorpijpen mechanisch gereinigd (geschuurd) met behulp van carborundumkogels (hardere balletjes voorzien van een schuurmiddel). Deze procedure wordt eveneens toegepast als de warmteoverdracht via de condensor is verslechterd. Door het schuren met carborundumkogels ontstaat slijtage van de condensorpijpen. Om deze reden wordt dit proces zo min mogelijk toegepast. Dankzij deze mechanische reiniging kan de inzet van meer biociden worden vermeden.

4.2.8 Water- en afvalwatersystemen

De waterhuishouding van zowel de water- als de afvalwatersystemen worden nader toegelicht in deze paragraaf. Een schematisch overzicht van de waterhuishouding wordt getoond in figuur 4.2.4.



Figuur 4.2.4 Schematische voorstelling van de waterhuishouding van de centrale

Zeewaterontziltingsinstallatie

Deze installatie bestaat uit een voorreiniging en een omgekeerde osmose-installatie (RO 1). Wegens het niet beschikbaar zijn van een zoetwaterbron van voldoende capaciteit wordt het benodigde ruwe water voor demineralisatie en proceswaterbereiding geproduceerd uit zee-water door een ontziltingsinstallatie. In de ontziltingsinstallatie wordt eerst een voorreinigingsstap uitgevoerd waarbij tevens anti-corrosie en anti-fouling (anti-aankoek) chemicaliën worden toegevoegd (het bezinksel van de voorreiniging, dunslib circa 100 l/h, wordt afgevoerd naar de ABI of gestort op de kolen). Gebruikswater wordt geproduceerd via een omgekeerde osmose-installatie (RO 1) met zeewater als voeding. De geconcentreerde zoutoplossing van de RO-installatie, circa 84 kg/s, wordt teruggevoerd naar de Eems.

Gedemineraliseerd waterdistributiesysteem

Deze installatie bestaat uit een omgekeerde osmose-installatie (RO 2) en een mengbedfilter. Gedemineraliseerd water (deminwater) wordt gemaakt uit gebruikswater afkomstig uit de

zeewaterontziltingsinstallatie en/of uit drinkwater (bij eventuele storing van RO 1) via een tweede RO-trap. Het geconcentreerde water wordt teruggevoerd naar de invoer van de eerste RO-trap. Daarna wordt het water door een mengbedfilter geleid. De kwaliteit van het deminwater moet voldoen aan de stoomtechnische eisen. De installatie bevat opslagvaten met voldoende capaciteit om een sterk fluctuerend verbruik op te vangen. Natronloog en zoutzuur worden gebruikt tijdens de regeneratiefase van het mengbed. Regenerant van de deminwater-productie wordt, na neutralisatie, geloosd naar de ROI.

Condensaatreinigingsinstallatie

In de condensaatreinigingsinstallatie worden schoon en mogelijk verontreinigd condensaat van verschillende stoomgebruikers verzameld en opgewaardeerd naar een condensaat-kwaliteit die geschikt is voor hergebruik als ketelvoedingswater. De condensaatreiniging bestaat uit kaarsenfilters en een mengbedfilter. Een kationwisselaar is er niet van toepassing, omdat voor het gecombineerde bedrijf (ammonia en zuurstof in het ketelwater) gekozen wordt. Organische componenten en zwevende stoffen worden er niet verwacht omdat deze de reversed osmose niet kunnen passeren. Het regenerant wordt naar de ROI geloosd.

Regenwaterafvoersysteem

Het regenwater afkomstig van de gebouwen en verharde terreinen (oppervlak circa 100 000 m²), waar geen contact met verontreinigende stoffen mogelijk is, wordt opgevangen en via het (schoon) regenwaterriool verzameld en als toevoegwater naar de ROI gevoerd, of als er tijdelijk geen behoefte zou zijn, naar de Eems afgevoerd. Regenwater afkomstig van regelmatig door verkeer bereden terreinen (zoals het parkeerterrein) zal via olie/slib-afscheiders worden geloosd. Regenwater (potentieel oppervlak circa 160 000 m²) dat in contact kan komen met verontreinigende stoffen (kolengruis) zal via een bezinkingsput, waarin het kolengruis wordt afgevangen, separaat worden opgevangen en via het afvalwaterriool en olieafscheider naar de ROI worden gevoerd of op de kolen worden gespoten. Voor een overzicht van het (schoon) regenwater- en afvalwaterriolering op de centrale, zie tekening III in de bijlagen van de vergunningaanvraag.

Bedrijfsafvalwatersysteem

Het bedrijfsafvalwater bestaat uit de volgende stromen:

- *afvalwater van de demineralisatie-installatie (mengbedfilter)*

Het aantal regeneraties van het mengbedfilter van de demineralisatie-installatie is circa 150 keer per jaar voor de twee eenheden. De hoeveelheid regenerant bedraagt 18 000 ton per jaar en wordt naar de ROI, of direct naar de ABI, geloosd

– *afvalwater van de condensaatreinigingsinstallatie*

Het aantal regeneraties van de mengbedfilter van de condensaatreiniging is circa 18 keer per jaar voor de twee eenheden. De hoeveelheid regenerant afkomstig van de mengbedfilter bedraagt 1331 m³ per regeneratie. Deze stroom wordt met een debiet van circa 24 000 m³ per jaar naar de ROI geloosd. Het regenerant afkomstig van de mengbedfilter bevat geen ammonium

– *schrob-, lek- en spoelwater*

Het schrob-, lek- en spoelwater afkomstig van de pompenkamer, compressorgebouw en de werkplaats worden in de ROI hergebruikt. Jaarlijks wordt een hoeveelheid van circa 1000 m³ verwacht

– *ketelwater*

Ketelwater wordt continu gespuid voor het op peil houden van ketelwaterkwaliteit. Het gaat om circa 1,2 miljoen m³ per jaar. Daarnaast wordt ketelaftapwater geloosd in verband met onderhoud. Ketelwater wordt afgelaten in een spuibassin dat gedeeltelijk is gevuld met water. Het spuiwater bestaat uit gedemineraliseerd water met ammonia. Verwacht wordt dat elke ketel meerdere malen per jaar moet worden leeggespuid. De hoeveelheid is circa 1000 m³ per ketel. Na afkoeling wordt het water in de ROI hergebruikt. Al deze verliezen uit het ketelwatersysteem worden opnieuw aangevuld

– *proceslekwater*

Proceslekwater wordt verzameld in putten. Dit water wordt via olieafscidders naar de ROI gevoerd.

Huishoudelijk afvalwater

Het huishoudelijke afvalwater afkomstig van de toiletten, sanitaire voorzieningen, kantine en dergelijke wordt indien geen openbaar riool aanwezig is, geloosd via een septic tank (zal voldoen aan de IBA-norm) op het oppervlaktewater.

Laboratoriumafvalwater

Laboratoriumafvalwater bevat afvalwater geproduceerd in het laboratorium, echter met dien verstande dat gebruikte chemicaliën of oplosmiddelen in aparte vaten, welke staan opgesteld in het laboratorium worden verzameld. De te verwachten hoeveelheid gebruikte chemicaliën zal circa 50 m³ per jaar bedragen. De vaten zullen circa 1 maal per maand worden afgevoerd. Het normale laboratorium afvalwater zal, indien geen openbaar rioleringsysteem aanwezig is, via olieafscidders op de ROI of via een septic tank op het oppervlaktewater worden geloosd.

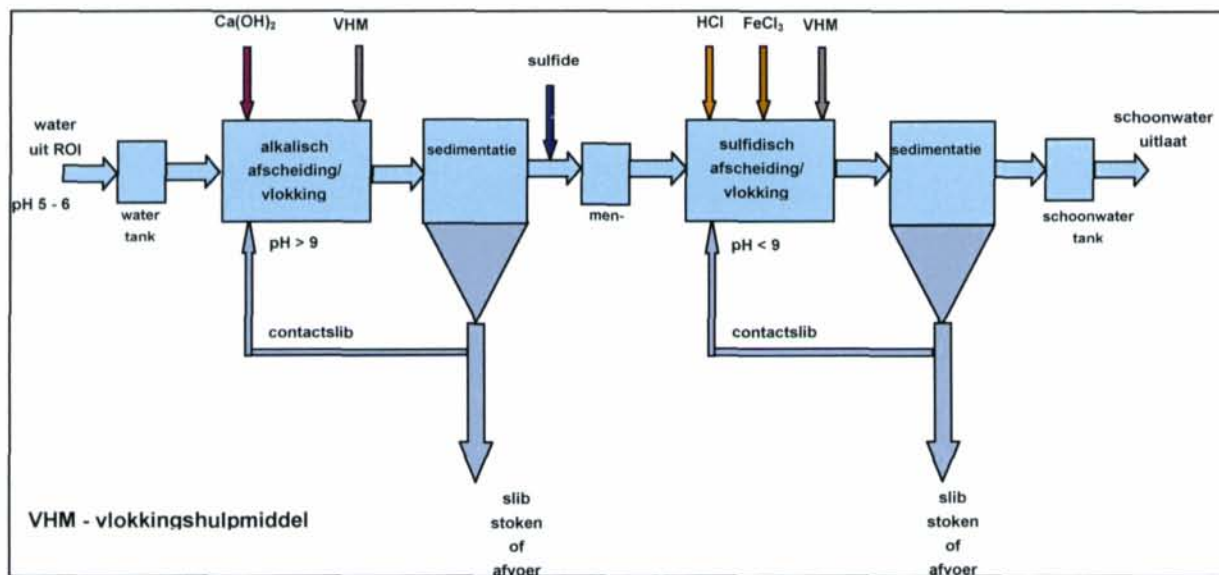
Bluswater

De centrale bestaat uit staalconstructies, installatiedelen waarvan een aantal is voorzien van isolatie en betonconstructies. Een dergelijke installatie kent geen grote opslagen van brandbare chemicaliën. Het bluswater dat bij een brand verbruikt is, wordt opgevangen in de putten die ook bedoeld zijn voor de opvang van proceslekwater in die systemen. Voor de opslag van bluswater is een noodbassin beschikbaar van 2400 m³. Na analyse wordt besloten om het bluswater rechtstreeks te lozen, via de ABI te sturen of extern te laten verwerken.

Indien door de plaatselijke overheid een afvalwaterzuivering wordt aangelegd, zullen de bovengenoemde afvalwaterstromen, uitgezonderd afvalwater ROI, daarop geloosd worden.

4.2.9 Afvalwaterbehandelingsinstallatie

Een deel van het proceswater uit de rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI) wordt gespuid omdat anders oplosbare verontreinigingen uit de rookgassen in het systeem zouden accumuleren. De afvalwaterbehandelingsinstallatie (ABI) is ontworpen om zware metalen en zwevend stof te verwijderen.



Figuur 4.2.5 Afvalwaterbehandelingsinstallatie (ABI)

Het principe van de ABI (zie figuur 4.2.5) bestaat uit:

- neutralisatie
- verlaging zware metaalconcentraties
- verlaging zwevend stofgehalte.

De ABI bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- een eerste reactietank waar kalkmelk (Ca(OH)_2) of natronloog wordt gedoseerd ter verhoging van de pH van 5 - 6 naar > 9 . Hierbij ontstaan onoplosbare metaalhydroxiden. Voor een snelle sedimentatie van de metaalhydroxiden en het restgips wordt vlokingsadditief toegevoegd. De sedimentatie vindt plaats in een afscheider waar de ontstane dunne slib kan worden afgetapt en gedeeltelijk als contactslib gerecirculeerd. Het resterende slib wordt ingedikt en met een filterpers uitgeperst. Dit gedroogde slib kan, afhankelijk van het kwikgehalte met de brandstof worden meegestookt (indien het kwikgehalte in de slib lager is dan het kwikgehalte in de kolen) of moet worden afgevoerd
- een tweede reactietank waar natriumsulfide wordt gedoseerd. Ten gevolge van de natriumsulfide-dosering ontstaan zeer slecht oplosbare metaalsulfiden
- een menger. Hierin wordt ijzerchloride gedoseerd om de overmaat sulfide weg te nemen. Tevens wordt vlokingsadditief toegevoegd om vlokvorming te bevorderen
- de bezinktank. Hier stroomt het water naartoe vanuit de menger. De sedimentatie gebeurt per voorkeur in een opstelling van schuine lamellen die een hoge afscheiding van vaste stoffen bewerkstelligt
- het onderin de bezinktank verzamelde slib wordt periodiek met pompen naar een kamerfilterpers geleid om te worden ontwaterd. Het filtraat wordt gerecirculeerd naar de ABI. Deze droge slib bevat een hogere kwikconcentratie en wordt, afgevoerd, of – zo mogelijk – op de kolen gestort en verbrand.

Momenteel worden proeven ter optimalisering gedaan om het kwik in een deel van het slib te concentreren. Dit slib wordt afgevoerd en de overige kwikarme slibfractie wordt meeverbrand met de kolen. Wanneer de overige metalen zoals lood een te hoge waarde in het effluent hebben, zullen aanvullende zuiveringsmaatregelen worden genomen om aan de milieueisen te voldoen.

4.2.10 Beveiligingssystemen

Algemeen

Voor het bewaken van de juiste werking van het proces worden op belangrijke plaatsen van de installatie gedurende de bedrijfsvoering metingen verricht. Wanneer bij deze metingen

een gemeten waarde buiten de ingestelde procesgrenswaarden komt te liggen, zal een signalering in werking worden gesteld. Voor een aantal situaties zullen corrigerende maatregelen worden getroffen om de normale waarden voor de procesgang te herstellen. Aan bepaalde metingen worden extra voorwaarden gesteld, zodat bij het niet voldoen aan de gestelde voorwaarden, beveiligingen in werking komen, die de eenheid afschakelen. Metingen, signaleringen en beveiligingen zijn zowel gericht op de procesgang van de installatie zelf als ook op de van buiten de installatie komende verstoringen.

Alle signalen voor meting, regeling en beveiliging van het proces van de installatie zijn waarneembaar in een daartoe ingerichte bedienings- en bewakingsruimte. In de bedienings- en bewakingsruimte is continue bewaking aanwezig. De voornaamste systemen die worden beveiligd zijn:

- productiesysteem, dit bevat het (kolen)maal- en droogsysteem, tot aan de rookgasreiniging
- water-/stoomcircuit
- stoomturbines
- generatoren
- verbrandingssysteem.

Alle systemen zullen worden ontworpen volgens de daarvoor geldende Europese en nationale regels en normen.

Veiligheidsanalyses

Het Besluit risico's zware ongevallen 1999 (BRZO'99) is onderdeel van de Nederlandse implementatie van de Richtlijn nr. 96/82/EG van de Europese Unie van 9 december 1996, ook wel de Seveso II-Richtlijn genoemd. Dit besluit is niet van toepassing op de door RWE voorgenomen inrichting voor het opwekken van elektrische energie door middel van verbranding van steenkool en biomassa.

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, het gehele centralecomplex uitvalt en de eigen bedrijfsvoorzieningen niet meer kunnen worden gehandhaafd. Ter bescherming van het bedieningspersoneel en de installaties bestaan de volgende voorzieningen:

- gelijkstroomvoorziening, gevoed door accubatterijen ten behoeve van die installatieonderdelen, die een ononderbroken elektrische voeding vereisen (beveiliging, procescomputer, enz.)
- noodverlichting. De noodverlichtingarmaturen hebben elk hun eigen noodstroomvoorziening

- noodstroomgenerator
- veilige stroomtoevoer uit de tweede eenheid.

De voorzieningen in verband met stroomuitval zullen de volgende onderdelen van stroom blijven voorzien:

- meet- en regelsystemen
- noodverlichting
- rookgasreinigingssystemen (tot het moment van uitschakelen).

Brandblusinstallatie

De systeemeisen van het brandblussysteem worden ruim voor de inbedrijfname aan de regionale brandweer ter goedkeuring voorgelegd. De volgende voorzieningen worden getroffen voor brandbestrijding:

- brandmeldinstallatie
- bluswateropslagtanks, bluswaterpompen en een brandblusringleidingnet. De ringleiding wordt voorzien van hydranten zodat over het gehele terrein in de aansluiting van brandslangen is voorzien
- CO₂-blusinstallaties in elektrische en computerruimten, waarin niet met water mag worden geblust en die toch brandtechnisch beveiligd moeten worden
- kleine blusmiddelen worden op verscheidene plaatsen in de gebouwen en bij installatiedelen, op duidelijk zichtbare en goed bereikbare plaatsen, opgehangen.

Verder wordt er een brandaanvalsplan opgesteld dat ruim voor de inbedrijfname aan de regionale brandweer ter goedkeuring wordt voorgelegd, en zullen er met regelmaat brandblusoefeningen worden gehouden.

De centrale bestaat uit staalconstructies, installatiedelen waarvan een aantal is voorzien van isolatie en betonconstructies. Een dergelijke installatie kent geen grote opslagen van brandbare chemicaliën. Het bluswater dat bij een brand verbruikt is, wordt opgevangen in de putten die ook bedoeld zijn voor de opvang van proceslekwater in die systemen. Het wordt dan vervolgens bemonsterd en na vrijgave op het oppervlaktewater geloosd.

Gasdetectiesystemen

Binnen gebieden waar waterstofgas of andere brandbare of toxische gassen zouden kunnen vrijkomen, zal gasdetectie worden toegepast. Ter bescherming van personeel wordt in gebieden met verstikkingsrisico zuurstofdetectie toegepast.

4.2.11 Overige voorzieningen

Hulpketel

Voor het eerste opstarten van de koude centrale wordt een ketel met stoom verwarmd om een goede opstart te bereiken. Hiervoor wordt weer een oliegestookte hulpstoomketel met een productievermogen van rond 170 t/h stoom gebruikt. Deze is echter alleen voor de koude opstart van de hele centrale nodig hetgeen eens per zoveel jaren zal plaatsvinden. De vrijkomende emissies zijn verwaarloosbaar. Wanneer de andere eenheid van de RWE-centrale vermogen levert kan deze de benodigde stoom leveren voor het opstarten.

Luchtvoorziening

De nieuwe centrale beschikt over twee luchtsystemen:

- het instrumentatieluchtsysteem:
 - dit levert de benodigde hoeveelheid lucht met de gewenste kwaliteit voor alle instrumentatie luchttoepassingen. Het systeem bestaat uit verscheidene compressorinstallaties
- het pers-/werkluchtsysteem:
 - dit levert de benodigde hoeveelheid lucht met de gewenste kwaliteit voor alle pneumatische werktuigen en gereedschappen. Het systeem wordt redundant uitgevoerd.

Opslag van rest- en afvalproducten

De nieuwe centrale beschikt over de volgende opslagcapaciteit van rest- en afvalproducten.

- vliegashouders: 16 000 ton
- bodemas: 1000 ton
- gips: 20 000 ton
- ABI-slib: 90 ton

De vliegashouders worden in silo's opgeslagen die ter voorkoming van stofemissies van een filter worden voorzien.

Utiliteiten

De utiliteiten van de centrale bestaan uit respectievelijk: brandweer, laboratorium, werkplaats en weegbrug. Het bedrijfslaboratorium is volledig uitgerust om alle analyses van processtromen, die nodig zijn voor de optimale operatie van de centrale, uit te voeren.

In de werkplaats kunnen kleine reparaties en onderhoud voor de installatie(s) worden uitgevoerd. Verder is een weegbrug aanwezig om producten die per vrachtauto aan- en afgevoerd te worden te wegen.

4.2.12 Aan het project gekoppelde activiteiten

Ten behoeve of mede ten behoeve van het project worden eveneens de volgende activiteiten buiten de inrichting uitgevoerd:

activiteit	initiatiefnemer
uitbreiding Oostlob Wilhelminahaven	Groningen Seaports
Aanleg parkeerplaats	RWE
aanleg kabel c.q. bovengrondse hoogspanningslijn naar station (+ uitbreiding station)	RWE / TenneT
tijdelijke huisvesting voor bouw personeel	contractor RWE-centrale

Deze activiteiten vallen niet onder de vergunningen die voor dit project worden aangevraagd, maar zullen zonodig volgens aparte procedures worden vergund.

4.3 Milieu-emissies installaties

In deze paragraaf worden de milieu-emissies van de voorgenomen activiteit beschreven. In hoofdstuk 5 worden de effecten van deze emissies behandeld. Omdat de emissies een gevolg zijn van de doorgerkende scenario's, worden eerst de massa- en energiebalansen van de scenario's behandeld.

4.3.1 Massa- en energiebalansen van de scenario's

De brandstoffsamenstellingen en de aangenomen brandstofscenario's zijn beschreven in paragraaf 4.1.4. In deze paragraaf worden achtereenvolgens de massa- en energiebalansen van de scenario's voor de twee eenheden berekend.

Bij de berekeningen is aangenomen dat het elektrische rendement in alle gevallen circa 46% bedraagt, daar metingen aangetoond hebben dat het verschil in rendement (bij lage meestookpercentages) marginaal is ten aanzien van de omzetting van kolen dan wel bio-massa naar elektriciteit.

In tabel 4.3.1 en tabel 4.3.2 zijn respectievelijk de massa- en energiebalans van scenario A: 100% kolenstoken, scenario B (ongunstigste scenario) en scenario C (gunstigste scenario): B en C beide met 10% (energiebasis) meestoken van biomassa, gegeven.

Tabel 4.3.1 Massabalansen scenario A, B en C

Scenario A , 100% kolenstoken			
IN (t/h)		UIT (t/h)	
kolen	485	rookgassen (nat)	3350
verbrandingslucht	2700	vliegias	47
kalksteen	11	bodemas	7
water naar ROI	250	gips	20
		effluent ABI	22
totaal	3446	totaal	3446
Scenario B of C ¹⁾ , 10% (energie) meestoken van biomassa			
IN (t/h)		UIT (t/h)	
kolen (nat)	437	rookgassen (nat)	3390
biomassabrandstoffen (nat)	88	vliegias	47
verbrandingslucht	2700	bodemas	7
kalksteen	11	gips	20
water naar ROI	250	effluent ABI	22
totaal	3486	totaal	3486

¹⁾ Scenario B: 10 % biomassa bestaande uit: 100 % onbehandeld A - hout

Scenario C: 10% biomassa bestaande uit: 30% A - hout; 20% houtpellets; 20% suikerrietafval en 30% zaagsel

Tabel 4.3.2 Energiebalansen scenario A, B en C

Scenario A, 100% kolenstoken			
IN (MW)		UIT (MW)	
kolen	3384	elektriciteit (bruto)	1630
biomassa	0	elektriciteit (netto)	1560
		eigen verbruik	70
		verlies via koelwater	1550
		schoorsteen verlies	64
		overige verliezen	140
totaal	3384	totaal	3384
		inzet	3384
		elektriciteit	1560
		netto rendement	46,1%

Scenario B of C, 10% (energie) biomassa meestoken			
IN (MW)		UIT (MW)	
kolen	3077	elektriciteit (bruto)	1630
biomassa	307	elektriciteit (netto)	1555
		eigen verbruik	75
		verlies via koelwater	1550
		schoorsteen verlies	64
		overige verliezen	140
totaal	3384	totaal	3384
		inzet	3384
		elektriciteit	1555
		netto rendement	46%

4.3.2 Emissies naar de lucht

Rookgasemissies

Voor de bepaling van de emissies zijn de uitgangspunten gekozen die vermeld staan in tabel 4.3.3. De samenstelling van de brandstofscenario's zijn vermeld in paragraaf 4.1.4. In tabel 4.3.4 zijn voor de drie scenario's respectievelijk de emissievrachten per uur en de emissievrachten per jaar weergegeven.

Tabel 4.3.3 Uitgangspunten voor de emissieberekeningen

algemene uitgangspunten		
aantal eenheden	2	identiek
Netto opgewekt	1560	MW _e
Netto rendement	46,1	%
thermische input	3384	MW _{th}
vollasturen	8000	h
terugstoken ABI-slib	Nee	
GAVO	Nee	
DeNO _x	Ja	
NO _x -emissie (6% O ₂)	75	mg/Nm ³
stofemissie (6% O ₂)	5	mg/Nm ³
bijdrage gips in stofemissie	2,5	mg/Nm ³
verwijder rendement ROI-SO ₂	97	%
verwijder rendement ROI-HCl	95	%
verwijder rendement ROI-HF	95	%
verwijdering Hg-totaal	85	%
dosering ROI	Kalksteen	

Tabel 4.3.4 Resultaat van de emissieberekeningen (gegeven concentraties in droog rookgas bij 6% O₂)

scenario	emissie - vracht per uur (kg/h)				emissie - vracht per jaar (ton/a)		
	A	B	C		A	B	C
	emissie kg/h	emissie kg/h	emissie kg/h		emissie ton/a	emissie ton/a	emissie ton/a
SO ₂	227	210	211		1818	1682	1690
NO _x	321	322	321		2566	2575	2572
HCl	3.4	5.4	5.5		27	43	44
HF	2.0	2.1	2.1		16	17	17
dust	21	21	21		171	172	171
Cd + TI	0.0004	0.0006	0.0006		0.004	0.005	0.005
sum 9 heavy metals	0.03	0.10	0.06		0.242	0.787	0.449
Hg	0.010	0.012	0.011		0.081	0.095	0.085

In de volgende tabel (tabel 4.3.5) worden voor het meest ongunstige scenario (scenario B) en het base case scenario (scenario A) de emissiewaarden vergeleken met de emissie-eisen volgens BREF LCP.

Tabel 4.3.5 Verwachte jaargemiddelde emissies en vrachten naar de lucht bij 100% kolenstoken (base case, scenario A) en met 10% meestoken van biomassa (worst case, scenario B)

component	BREF-LCP richtwaarde (24-h)	verwachte emissies (jaargemiddelde waarden)			
		alleen kolen Scenario A		kolen met 10% biomassa Scenario B	
	mg/m ³ , betrokken op 6% O ₂	mg/m ³ , betrokken op 6% O ₂	vrachten ton/jaar	mg/m ³ , betrokken op 6% O ₂	vrachten ton/jaar
CO	30-50 ¹⁾	momentane waarde	-	momentane waarde	-
C _x H _y	-	< 1	< 10	< 1	< 10
NO _x	90-150	75	2566	75	2575
Stof	5-10 ¹⁾	5	171	5	172
HCl	1-10 ¹⁾	0,8	27	1,2	43
HF	1-5 ¹⁾	0,5	16	0,5	17
SO ₂	20 -150 ¹⁾	50	1818	50	1682
	µg/m ³	µg/m ³	kg/jaar	µg/m ³	kg/jaar
zware metalen	5-500 ^{1,2)}	7,0	242	23,0	787
Cd + Tl	5-50 ^{1,2)}	0,1	4	0,1	5
Hg	50 ^{1,4)}	2,4	81	2,8	95
PCDD/PCDF (TEQ)	0,1 ng/m ³)	0,0026 ng/m ³	89 mg/a	0,0026 ng/m ³	89 mg/a

1) daggemiddelde

2) bemonsteringsperiode min. ½ tot max. 8 uur

3) bemonsteringsperiode min. 6 tot max. 8 uur

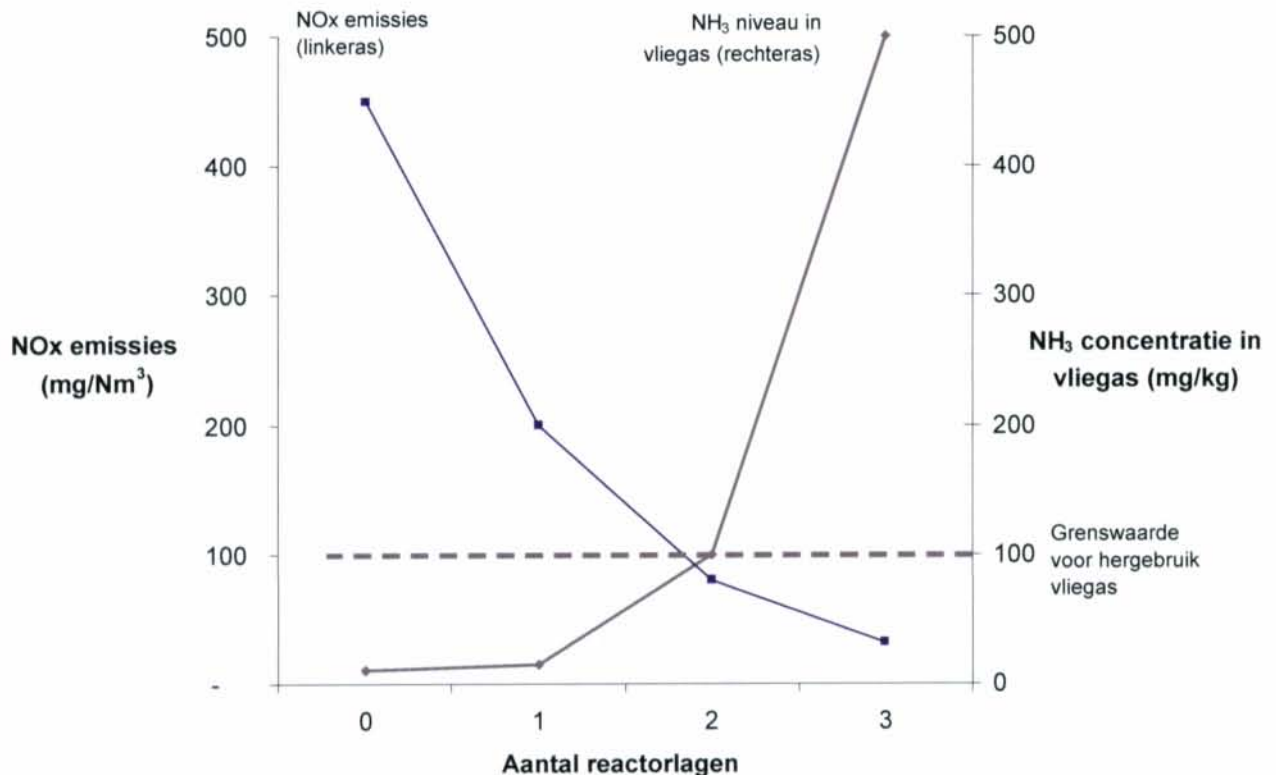
4) er geldt een inputeis van 0,4 mg/kg (droge stof), EU-emissie-eis = 0,05 mg/m³

RWE vraagt voor NO_x een (jaargemiddelde)waarde van 75 mg/Nm³ aan. Een en ander gemeten en beoordeeld volgens het Besluit emissie-eisen stookinstallaties (Bees). RWE vraagt voor SO₂ een (jaargemiddelde)waarde van 50 mg/Nm³ aan. RWE vraagt voor stof een (jaargemiddelde) waarde van 5 mg/Nm³ aan.

Motivering keuze jaargemiddelde waarde NO_x

De keuze van 75 mg/Nm³ NO_x-emissie is gebaseerd op mogelijk hergebruik van de vliegashouding voor de bouw. Bij verkrijging van zeer lage NO_x-emissies zal het ammoniakgehalte in de vliegashouding toenemen. Dit wordt nader toegelicht in figuur 4.3.1. Wanneer de NH₃-concentratie in

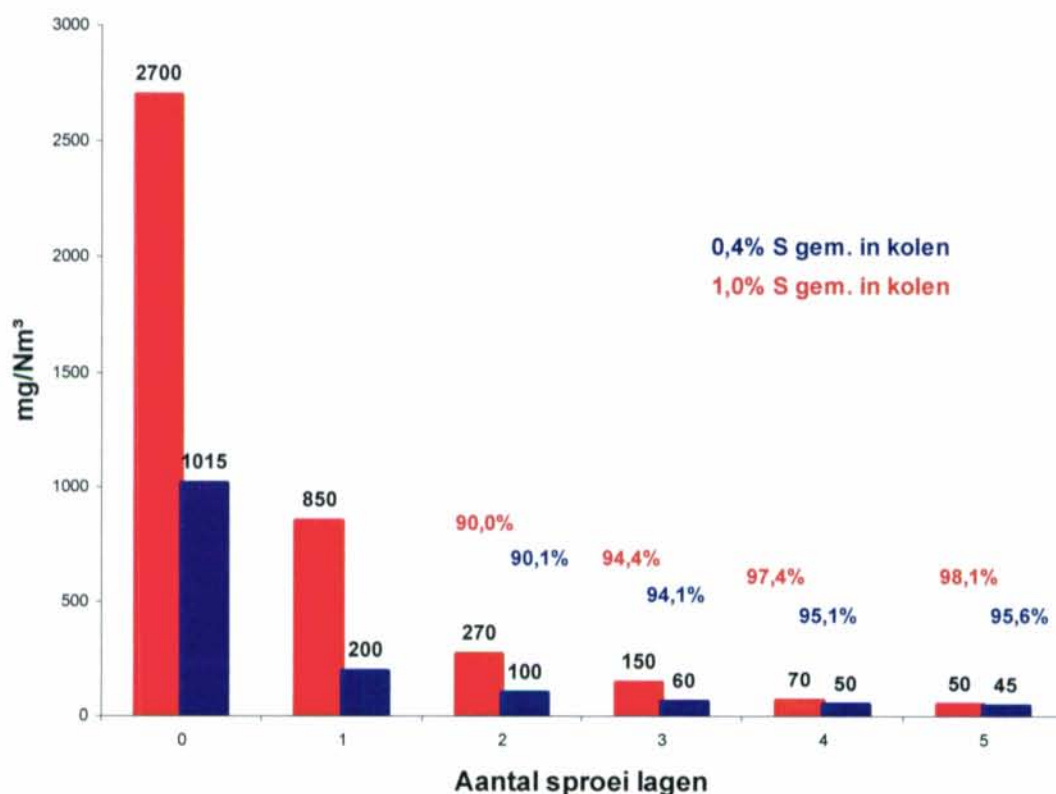
het vlieggas boven de 100 mg/kg vlieggas uitkomt, is de vlieggas niet meer geschikt voor hergebruik. Om bovenstaande reden is gekozen voor een jaargemiddelde waarde van 75 mg/Nm³ voor NO_x.



Figuur 4.3.1 NO_x emissies en effecten op ammoniakgehalte vlieggas als functie van aantal reactoren

Motivering keuze jaargemiddelde waarde SO₂

Het aantal sproeilagen bepaalt het afvangstrendement van de ROI. Echter het rendement als functie van het aantal sproeilagen verloopt asymptotisch. Na 5 sproeilagen wordt bijna geen SO₂ meer afgevangen. In figuur 4.3.2 is vangstrendement als functie van het aantal sproeilagen weergegeven voor 0,4 en 1,0% zwavelgehalte in de kolen.

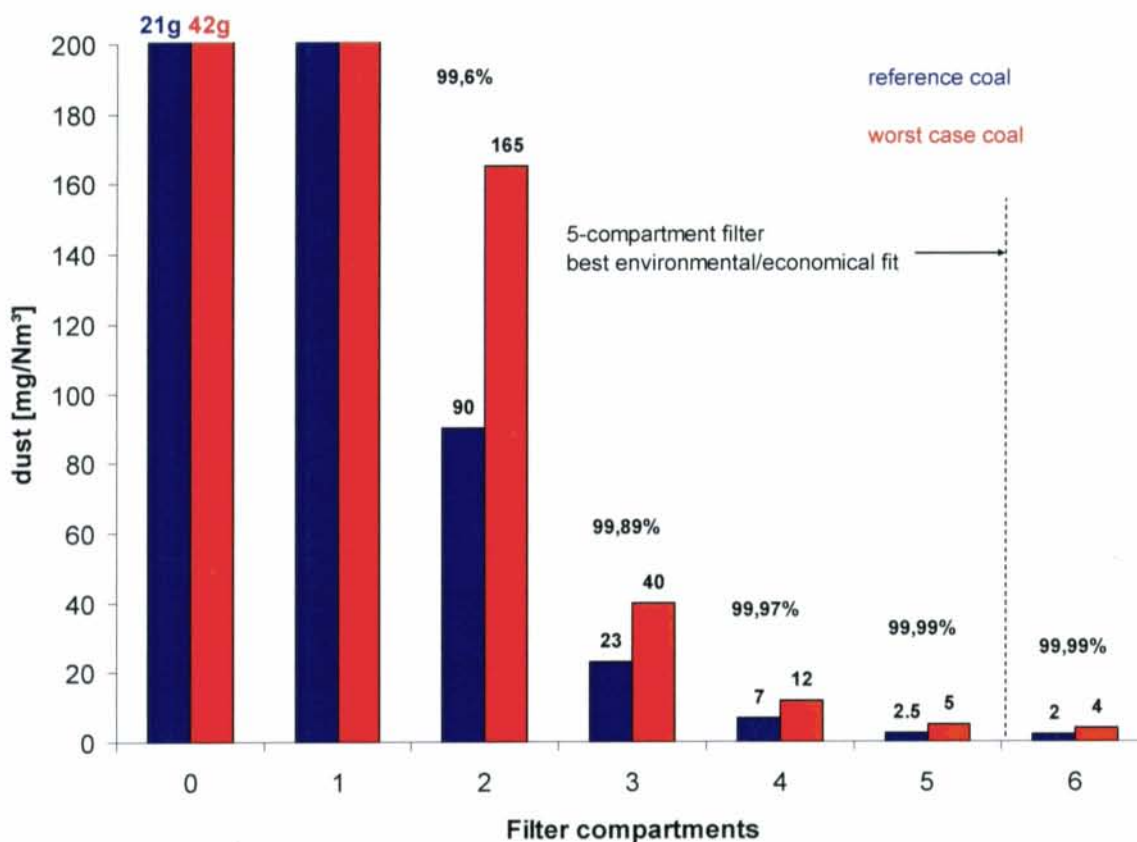


Figuur 4.3.2 Jaargemiddelde SO₂ emissies als functie van het aantal sproeilagen

De ROI in de RWE-centrale zal worden uitgerust met 5 sproeilagen en er is gekozen voor een jaargemiddelde concentratie van 50 mg/Nm³ SO₂.

Motivering keuze jaargemiddelde waarde stof

Figuur 4.3.3 geeft het vangstrendement als functie van het aantal velden weer bij twee soorten kolen (referentie en "worst case"). Het vangstrendement verloopt asymptotisch als functie van het aantal velden. Echter bij toepassing van meer dan 5 velden is het effect in stofvangst zeer gering. De toepassing van 5 velden geeft een stofemissie van 2,5 tot 5 mg/Nm³ afhankelijk van het soort kolen. In de ROI wordt een groot deel van het laatste stof in het rookgas nog uitgewassen. Wel zal een zeer geringe hoeveelheid fijne gipsdeeltjes in het uiteindelijke rookgas terecht komen.



Figuur 4.3.3 Jaargemiddelde stof emissies als functie van het aantal velden

Overige emissies naar de lucht

Voor wat betreft de overige emissies naar de lucht zijn die van de kolenopslag en van de stoffilters op silo's te noemen. Hoewel de overslag, transport en de opslag van de kolen met de grootste zorgvuldigheid zal geschieden is enige stofemissie onvermijdelijk. In hoofdstuk 5 zullen schattingen van die emissies en de bijbehorende stofbelasting worden gepresenteerd. De emissies uit stoffilters op kalksteensilo's en dergelijke zullen zeer laag zijn omdat de luchtstroom niet continu is en in lijn met de NeR niet meer dan 5 mg/m^3 mag bevatten. Diffuse emissies van enige betekenis uit de procesinstallaties worden niet verwacht. Voorts zijn er ondergeschikte emissies naar de lucht van de hulpketel, noodstroomdiesel, laadschop en shovels.

4.3.3 Emissies naar water

De voorgenumen activiteit behelst lozing van verschillende soorten afvalwater. Tabel 4.3.6 geeft de verschillende soorten afvalwater en hun herkomst uit de voorgestelde centrale.

Tabel 4.3.6 Waterbronnen en lozingsbestemming (exclusief bouwfase)

soort water	oorspronkelijke herkomst van water			wordt geloosd op
	drinkwater	oppervlakte-water	neerslag	
hoofdkoelwater		X		Eems
ketelspuiwater	X	X		ROI
terugspoelwater uit demin-installatie	X	X		ROI
geconcentreerde zoutoplossing van de RO-unit	X	X		Eems
huishoudelijk afvalwater	X			Eems via septic tank*
schrob-, lek- en spoelwater	X	X	X	ROI
regenwater schone gebieden			X	ROI of Eems
regenwater "vuile" gebieden (kolenopslag)			X	ROI of kolenveld
(afval)water van het laboratorium	X			- chemisch verontreinigd afvalwater naar verwerker - ROI of via septic tank op Eems*
afvalwater ABI	X	X	X	Eems
bluswater	X	X	X	Eems, zo nodig via de ABI

* indien aansluiting op het openbare riool niet mogelijk is

De lozingen kunnen onderverdeeld worden in thermische en chemische lozing. De thermische lozing wordt bepaald door het koelwater, dat een maximaal debiet 65 m³/s heeft. De maximale thermische lozing bedraagt 1550 MW.

De voornaamste invloed van de centrale op de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater wordt veroorzaakt door de lozingen van het afvalwater van de ABI en de invloed van reiniging van de koelwaterkanalen door middel van chlorering. Omdat een titanium condensor (anders dan een koperen condensor) wordt toegepast, worden er geen koperdeeltjes in het

milieu gebracht. De geconcentreerde zoutoplossing van de RO-unit en het schone regenwater zijn evenmin van invloed op de chemische waterkwaliteit. Wel geeft het effluent van de ABI de meeste chemische lozing, wat in de volgende paragraaf wordt toegelicht.

Effluent van de ABI

In de Afvalwaterbehandelingsinstallatie (ABI) wordt op een geavanceerde manier het afvalwater afkomstig van de ROI gereinigd van zware metalen. Het is echter niet te voorkomen dat in het effluent van ABI nog kleine concentraties van een aantal elementen aanwezig is (oplosbaarheid is een gegeven per stof). In tabel 4.3.7 zijn de lozingsgegevens van ABI effluent samengevat. Het lozingsvolume van de ABI bedraagt gemiddeld circa 60 m³/h.

Tabel 4.3.7 Lozingsgegevens van het ABI effluent

element	gemiddelde concentratie (µg/l)	jaarvracht (kg/jaar)
arseen (As)	13,0	6,24
cadmium (Cd)	1,8	0,86
chrom (Cr)	20,0	9,6
Koper (Cu)	5,0	2,4
kwik (Hg)	2,9	1,39
nikkel (Ni)	7,0	3,36
lood (Pb)	40,0	19,2
zink (Zn)	10,0	4,8
Stof	<5	<2,4

De ABI-effluent wordt tezamen met het koelwater geloosd in het Eems-estuarium. Vervolgens wordt de koelwaterstroom opgenomen in het getijdevolume. Voor de emissie-immissietoets wordt verwezen naar hoofdstuk 5.3.

4.3.4 Akoestische voorzieningen

Ketel en stoomturbine-installaties

De twee ultra-superkritische ketelinstallaties worden ieder in een gebouw (ketelhuis) opgesteld. Binnen de ketelhuizen worden akoestische voorzieningen (onder andere isoleren van stoomleidingen, ketelvoedingpompen) getroffen, zodanig dat het nagalmniveau in het gebouw beperkt zal worden tot maximaal 85 dB(A). De in pandig opgestelde stoomturbines en

bijbehorende generatoren zullen worden voorzien van een goede akoestische omkasting, waarmee het nagalmniveau in de turbinehal beperkt zal worden tot maximaal 85 dB(A). Voor de wanden en het dak van de ketelhuizen en turbinehal wordt uitgegaan van een dubbelwandige staalconstructie met geperforeerde binnenplaat of akoestisch ten minste gelijkwaardige materialen. Indien noodzakelijk zullen ventilatieopeningen in de gevels en het dak van de ketelhuizen worden voorzien van geluiddempende voorzieningen.

Rookgassystemen

De belangrijkste geluidbron in het rookgaskanaal is de zuigtrekventilator die binnen een geluidreducerende omkasting wordt geplaatst. Teneinde de geluidinstraling van de ventilator in het kanaal zo veel mogelijk te beperken zal zowel zuig- als perszijdig van de ventilator een geluiddemper in het kanaal worden opgenomen. De schoorstenen dan wel de rookgaskanalen na de beide ketels zullen worden voorzien van omvangrijke geluiddempers.

Brandstofvoorziening (kolenpark)

Met betrekking tot de loskranen voor de kolen wordt uitgegaan van een geluidvermogen van 106 à 107 dB(A) per kraan (twee kranen). Voor de loskraan van biomassa wordt uitgegaan van een geluidvermogen van 103 dB(A). Met betrekking tot de kolenbanden wordt een geluidvermogen van circa 85 dB(A) per strekkende meter transportband gehanteerd.

Koeling

De pompen in het koelwaterinlaatstation zullen in een goede, geluidreducerende omkasting of in een gebouw worden geplaatst. De koelwateruitlaat wordt niet als relevante geluidbron aangemerkt.

Een en ander resulteert in de geluidvermogens zoals aangegeven in het akoestisch rapport, dat als bijlage bij de vergunningaanvraag (bijlage A) is gevoegd.

4.3.5 Opslag chemische stoffen

Het bedrijven van de RWE-centrale vereist het gebruik van chemicaliën, onder andere als reinigings- en conditioneringmiddelen bij bepaalde systemen. De gebruikte chemicaliën komen zowel in vaste, vloeibare als gasvormige fase voor. Gedurende het normaal in bedrijf zijn van de installatie dient een bepaalde hoeveelheid van de betreffende chemicaliën opgeslagen te worden als buffer. De stoffen worden apart opgeslagen waarbij voorkomen zal worden dat bodem, oppervlaktewater of grondwater worden verontreinigd.

De opslag, het gebruik en afvoer van de chemicaliën zal worden uitgevoerd conform de geldende regels van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB). Stoffen in emballage zullen verder voldoen aan PGS-15 "Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen". De exacte uitvoering van de bodembeschermende maatregelen voor de centrale wordt tijdens de detailed engineering bepaald. Een overzicht van de soorten en hoeveelheden stoffen is opgenomen in de vergunningaanvraag.

RWE zal drie maanden voor de aanvang van de bouw een bodemtoets van het ontwerp aan de provincie verstrekken waarin dit aangetoond wordt. Watervereiniging anders dan in de Wvo-vergunning geregeld, is aangaande deze stoffen niet aan de orde. De opslagtanks zullen mechanisch en chemisch bestand zijn tegen de stoffen die ze bevatten.

4.3.6 Reststoffen en bedrijfsafvalstoffen

De hoeveelheden reststoffen zijn afhankelijk van de doorzet en de kwaliteit van de brandstoffen. Uitgaande van maximale inzet op vaste brandstoffen worden indicatief de volgende hoeveelheden per uur geproduceerde reststoffen verwacht:

	productie	maximale opslagcapaciteit
– vliegas	65 ton/h	16.000 ton
– bodemas	8 ton/h	1000 ton
– gips	10 ton/h	20 000 ton
– ABI-slib	0,17 ton/h	90 ton

De afzet van de reststoffen wordt behandeld in paragraaf 4.2.1.

Voorts worden de normale bedrijfsafvalstoffen die bij een elektriciteitscentrale voorkomen verwacht. Deze bedrijfsafvalstoffen worden vermeld in de vergunningaanvraag.

4.3.7 Bodem en grondwater

Het terrein van de centrale is bij de totstandkoming opgespoten onder verantwoordelijkheid van het havenbedrijf Groningen Seaports. Het terrein zal voor de bouw nog opgehoogd worden door Groningen Seaports. Daarbij wordt de grond vooraf bemonsterd en wordt er tegen gewaakt dat verontreinigde grond wordt opgebracht.

Vanaf het moment van overdracht berust de verantwoordelijkheid voor de bodemkwaliteit bij RWE. RWE zal tijdens de bouw en het bedrijf alle noodzakelijke maatregelen in acht nemen om bodem en grondwater te beschermen. Daartoe zullen alle permanente opslagen van stoffen (zoals brandstoffen en chemicaliën) voldoen aan de eisen uit de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming, niveau A (= verwaarloosbaar risico).

4.3.8 Milieuaspecten tijdens de bouw

De milieu-effecten tijdens de bouwfase zijn relatief gering, behoudens geluid en verkeer. Externe veiligheid is niet van belang. De mogelijke directe milieuaspecten van de bouw van de centrale zijn als volgt onder te verdelen. Er zal in hoofdzaak overdag worden gebouwd, alleen bij spoedeisende werkzaamheden zal in de nacht worden doorgewerkt.

Ontgronding/ophoging

In het algemeen zal het terrein voor de start van de bouw opgehoogd zijn tot circa 4,5 m boven N.A.P. Lokaal zullen putten gegraven moeten worden om onder andere de funderingen voor de turbines te storten. Er wordt gestreefd naar een gesloten grondbalans. Eventuele hoeveelheid grond in surplus/tekort wordt volgens de geldende regels aan- dan wel afgevoerd.

Onttrekking van grondwater tijdens bouw

Tijdens de bouw kan verpompen van grondwater nodig zijn. Volgens de Grondwaterverordening van de Provincie Groningen is geen vergunning vereist voor onder andere het droog houden van een bouwput ten behoeve van bouwkundige of civieltechnische werken, waarbij de te onttrekken hoeveelheid grondwater niet meer bedraagt dan 50.000 m³ per maand, en de onttrekking niet langer duurt dan zes maanden. De benodigde onttrekking is thans nog niet te voorzien. Mocht deze nodig blijken dan kan deze op korte termijn worden aangevraagd. Procedurele coördinatie met de andere milieuvergunningen is niet verplicht. RWE zal (indien van toepassing) de algemene regels uit de Grondwaterverordening voor niet vergunningplichtige onttrekkingen in acht nemen.

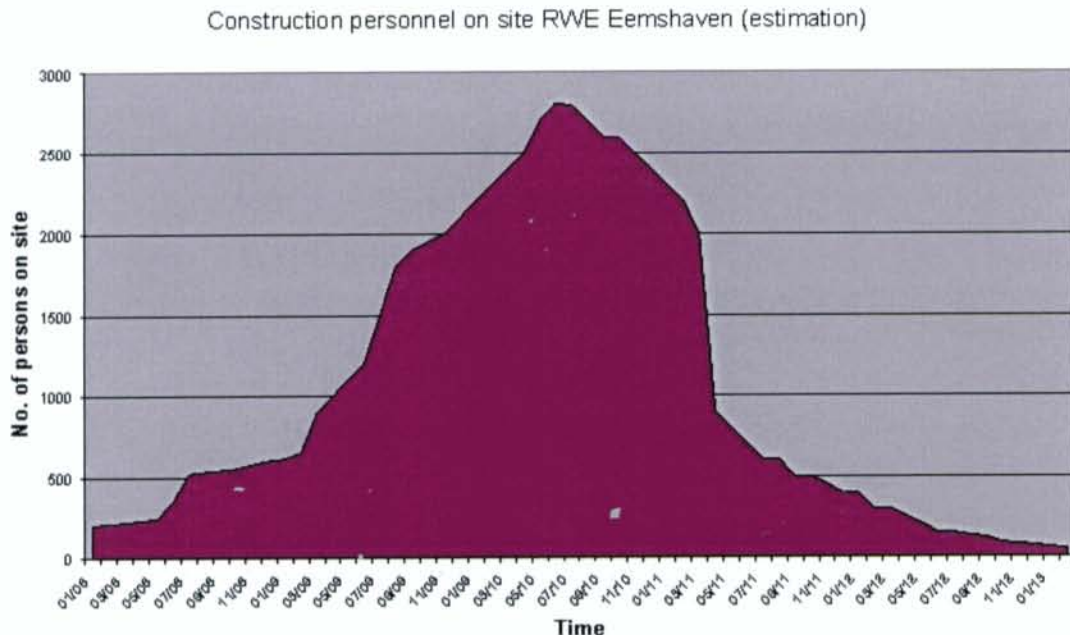
Indien het grondwater verontreinigd is, bijvoorbeeld als gevolg van een bodemverontreiniging, dan zal voor de lozing in overleg met de waterbeheerder gezien worden of een Wvo-vergunning aangevraagd wordt.

Lozing van onttrokken grondwater en afvalwater tijdens bouw

Voor de lozing van het onttrokken (mogelijk vervuild) grondwater wordt een vergunning gevraagd in het kader van de "Wet verontreiniging oppervlaktewater".

Afvalwaterstromen die tijdens de bouw, nog voor de inbedrijfstelling van de RWE-centrale zullen ontstaan, zijn schrob- en spoelwater, water gebruikt bij persproeven en condensaat, ontstaan als gevolg van het doorblazen van het systeem met stoom. Voor spoelwater wordt leidingwater gebruikt. De afvalwaterstromen die niet schadelijk zijn voor het milieu worden geloosd op het oppervlaktewater. De overige afvalwaterstromen worden met tankauto's afgevoerd naar erkende verwerkingsbedrijven.

Voor de tijdelijke sanitaire voorzieningen (huishoudelijk afvalwater) tijdens de bouw wordt het volgende systeem toegepast. Het afvalwater wordt via een "septic tank" via een versnijdende pomp naar een Aërobe Biologische Zuiveringsunit (ABZ) getransporteerd. Het gezuiverde water wordt geloosd op het oppervlaktewater van de Wilhelminahaven. Het bezonken materiaal van de "septic tank" wordt via een zuigwagen afgevoerd. De hoeveelheid afvalwater per persoon bedraagt gemiddeld 150 liter per dag. Aantal werkmensen tijdens de bouw zal gemiddeld 1000 (maximaal 3000) bedragen (zie figuur 4.3.4). Hoeveelheid afvalwater varieert van 150 - 450 m³/dag. Op deze capaciteit wordt de ABZ ontworpen.



Figuur 4.3.4 Schatting van het aantal personen op site tijdens de bouwperiode

Met betrekking tot de effluentkwaliteit van het lozingswater van de Aërobe Biologische Zuiveringsunit (ABZ) zal de installatie zo ontworpen worden dat de dagelijkse gemiddelden BOD < 20 mg/l, COD < 120 mg/l, N-totaal < 20 mg/l en P-totaal < 1 mg/l bedragen. Nauw overleg

zal worden gevoerd met Rijkswaterstaat en Groningen Seaports gedurende het ontwerp van de ABZ.

Spoelwater van de werkplaats wordt via een olie/water scheider naar de ABZ getransporteerd. De opgevangen olie en het bezonken materiaal worden via een zuigwagen afgevoerd. Spoelwater van een restauratieruimte wordt via een vet/water scheider naar de ABZ getransporteerd. De opgevangen vetten en het bezonken materiaal worden via een zuigwagen afgevoerd. De overige genoemde afvalwaterstromen behouden hun voorbehandeling en worden daarna naar deze zuivering getransporteerd.

Tijdens de bouw zullen de genoemde afvalwaterstromen tijdelijk worden geloosd op de Wilhelminahaven.

Geluidsproductie tijdens bouw

De geluidsemissies tijdens de bouw zullen gelijk zijn aan die bij de bouw van grote industriële bedrijven. Het heien voor de funderingen zal het meeste geluid produceren (circa 2x drie maanden). Het aantal heipalen wordt geschat op 2 x 1500 palen. Ook het aflaten van de stoom bij het in bedrijf stellen geeft relatief veel geluid. Geluid dat wordt geproduceerd tijdens het met stoom reinigen van de leidingen wordt beperkt, omdat de stoom via dempers in de atmosfeer wordt uitgestoten. Met betrekking tot de geluidbelasting vanwege de bouwwerkzaamheden zal worden voldaan aan het gestelde in de circulaire Bouwlawaaai (1981/1991), te weten een toetsingsnorm van 60 dB(A), equivalent geluidsniveau op de grond van woningen van derden gedurende de dagperioden.

Energieverbruik tijdens de bouw

Tijdens de bouw wordt energie verbruikt door het bouwverkeer en apparatuur, verwarming van bouwketen, enz. evenals door het proefdraaien van de diverse installatiedelen.

Ketelbeitsing

De ketels worden mogelijk gereinigd met een beitsvloeistof of uitgekookt met soda. Het bedrijf dat de chemicaliën levert blijft verantwoordelijk voor de gebruikte vloeistof. Het ontgiften, neutraliseren en eventueel verwijderen van de vloeistoffen zal buiten het terrein plaatsvinden door en onder verantwoordelijkheid van de leverancier.

Spoelolie tijdens de bouw

De olievoerende delen zullen, alvorens met de uiteindelijke olie te worden gevuld, worden gespoeld met speciaal hiervoor geschikte olie. Het spoelen van de systemen is een onderdeel

van de inbedrijfstellingsfase. Daarom neemt de leverancier de spoelolie weer terug voor reiniging of verwerking.

Bouwverkeer

Ten behoeve van de bouw is het nodige bouwverkeer te verwachten. Dit zal bestaan uit vrachtwagens die goederen brengen en afvoeren (maximaal 80 vrachtwagens en gemiddeld 40 per dag) en personenverkeer (gemiddeld 1000 personenwagens, maximaal 2000) voor het personeel dat betrokken is bij de nieuwbouw. Zware delen (transformator, turbine, grote vaten, pijpenbruggen en dergelijke) worden waarschijnlijk per schip aangevoerd, dat daarvoor in de haven kan aanleggen.

Afvalstoffen tijdens de bouw

Bij de bouw ontstaat ook enig bouw- en sloopafval. Dit afval zal door erkende verwerkers worden afgevoerd en zo veel mogelijk hergebruikt worden.

4.3.9 Bedrijfsintern milieuzorgsysteem

Er zal een milieuzorgsysteem voor de centrale worden opgezet teneinde de milieuzorg structureel en systematisch deel te laten uitmaken van de bedrijfsvoering. De doelstellingen zullen door het management worden vastgesteld.

RWE Power werkt in verband met het milieumanagement in het kader van kaderrichtlijnen van de RWE AG. Deze kaderrichtlijnen bevelen aan rekening te houden met DIN EN ISO 14001. Verder schrijft de "Kaderrichtlijn voor het milieumanagement" voor om regelmatig interne audits uit te voeren. Deze zullen 1 keer per jaar worden gehouden. Voor bepaling van de omvang van deze audits, wordt rekening gehouden met de risicosituatie van de betrokken centrale. Deze interne audits worden eveneens volgens DIN EN ISO 14001 uitgevoerd. Deze kunnen door externe audits worden aangevuld. RWE zal het milieuzorgsysteem in de eerste jaren van de bedrijfsvoering opzetten en in gebruik nemen. Jaarlijks wordt er een milieujaarverslag van de RWE-centrale uitgebracht.

Vanaf 2009 zullen nationale rapportages zijn vereist op grond van Verordening (EG) nr. 166/2006 betreffende de instelling van een Europees register inzake de uitstoot en overbrenging van verontreinigende stoffen (de "E-PRTR-verordening"). Het E-PRTR wordt de opvolger van het Europees emissieregister van verontreinigende stoffen (EPER3). De rapportages zullen naar verwachting worden aangesloten bij de milieujaarverslaglegging.

4.3.10 Milieumonitoring

Lucht

Voor de emissies naar de lucht zal de centrale voldoen aan de uitvoeringsbesluiten behorend bij het Bees. Regelmatig worden conform NEN 14181 vergelijkende emissiemetingen verricht door een geaccrediteerde meetinstantie. De emissies naar lucht zullen continu gemonitord worden voor de componenten NO_x, SO₂, CO, O₂ en stof. In de vergunningaanvraag zal de emissie-monitoring aanpak nader worden gespecificeerd.

Water

Voor het koelwater worden continu debiet, inname- en uitlaattemperatuur metingen verricht en geregistreerd. Van het geloosde water uit de afvalwaterbehandelingsinstallatie (effluent ABI), dat geloosd wordt in het koelwater, wordt conform het Besluit Milieuverslaglegging eens per week een representatief monster geanalyseerd op zware metalen en vaste stof. Gestart zal worden met het dagelijks uitvoeren van deze metingen en in overleg met Rijkswaterstaat zal de frequentie worden verlegd naar een keer per week. De pH van het ABI effluent wordt continu gemeten.

Tevens worden eens per kwartaal de nodige metingen uitgevoerd conform Meetbeschikking Bureau verontreinigingsheffing Rijkswateren. Het betreft hier de metingen aan dioxines, KjN en CZV. De resultaten van de bemonsteringen worden eens per jaar aan Rijkswaterstaat gerapporteerd. In verband met de voortschrijding der techniek is het thans niet mogelijk een exacte beschrijving te geven van de toe te passen meetsystemen.

RWE gaat er van uit dat de beschikkingen ingevolge Wvo en Wwh in lijn zullen zijn met het BREF Monitoring en zal daaruit voortvloeiende eisen eveneens in acht nemen.

4.4 Alternatieven in verband met de voorgenomen activiteit

4.4.1 Inleiding

Volgens de Richtlijnen voor dit MER dient het MER bijzondere aandacht te besteden aan:

- biomassa-stromen en inzetprofielen
- bijbehorende rendementen en emissies
- luchtkwaliteit
- effecten van koeling en afvalwaterstromen
- (negatieve) effecten op de (beschermde) natuur.

Ook bij het formuleren van alternatieven is met deze punten rekening gehouden.

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

- nulalternatief
- het voorkeursalternatief
- uitvoeringsalternatieven
- het meest milieuvriendelijke alternatief.

Het **nulalternatief** beschouwt de huidige situatie, dat wil zeggen dat de opwekking met het huidige productiepark wordt voortgezet.

Het **voorkeursalternatief** is identiek aan de voorgenomen activiteit en wordt ter voorkoming van verwarring verder niet in het MER gehanteerd.

In de startnotitie is een aantal soorten uitvoeringsalternatieven onderscheiden. In de Richtlijnen zijn voor de alternatieven eveneens aanwijzingen gegeven. Daarin is geadviseerd om de voorgenomen (poederkoolgestookte) centrale met een flexibele inzet van biomassa te vergelijken met wervelbedverbranding en kolenvergassing (in combinatie met inzet van biomassa). Deze vergelijkingen zullen worden gemaakt.

Al eerder is opgemerkt dat de beperking van de CO₂-uitstoot de meeste aandacht vraagt. Een en ander heeft geleid tot de volgende alternatieven:

- 1 wervelbed
- 2 vergassing
- 3 CO₂-uitstoot reductie
- 4 verdere beperking van het geluid
- 5 verder beperking stofemissie
- 6 alternatieve koeltechnieken
- 7 alternatieve conditionering met betrekking tot koelwater
- 8 minimalisatie koelwaterdebiet.

Het meest milieuvriendelijke alternatief is de combinatie van die elementen uit de uitvoeringsalternatieven, welke de beste mogelijkheden voor de bescherming van het milieu presenteren.

Genoemde alternatieven worden in de volgende subparagrafen nader toegelicht.

4.4.2 Nulalternatief/referentie-alternatieven

Het nulalternatief beschouwt de situatie waarin de nieuwe centrale niet gebouwd zou worden. Het nulalternatief dient als referentie om de voorgenomen activiteit mee te vergelijken.

Implementatie van het nulalternatief zou betekenen dat de gevraagde stroom met bestaande, minder efficiënte, eenheden van andere energieopwekkers zou worden opgewekt. De autonome ontwikkeling daarin is dat ook de bestaande eenheden uiterlijk 31 oktober 2007 aan de IPPC-richtlijn dienen te voldoen.

De basislast (dat wil zeggen continue elektriciteitslevering, ook 's nachts) wordt in Nederland opgewekt met de kerncentrale Borssele, de kolencentrales, de nieuwere STEG-eenheden en import. De RWE-centrale zal voor wat betreft basislast – afhankelijk van de verhouding tussen de prijzen voor gas en kolen – oudere kolencentrales met relatief lage rendementen of oudere STEG's verdringen.

Het piekvermogen (doorgaans alleen 's middags benodigd) wordt in Nederland opgewekt met gasturbines of STEG's. De nieuwe centrale zal ten gevolge van het hoge rendement ook het piekvermogen van enkele oudere gasturbines of STEG's verdringen. De overige uren (middenlast) zal afhankelijk van brandstofprijzen een combinatie van oudere eenheden verdrongen kunnen worden.

Onder zowel basislast als pieklast worden eenheden met lagere rendementen en doorgaans hogere emissies verdrongen. Voor meer gedetailleerde informatie wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

4.4.3 Wervelbed

De richtlijnen vragen om een vergelijking van een ultra-superkritische poederkoolgestookte centrale met een wervelbedverbrandingsinstallatie in combinatie met biomassaverbranding. Hiervoor is een speciale studie uitgevoerd⁴. Een samenvatting hiervan is hieronder weergegeven.

⁴ bron: KEMA, 2006a (Witkamp, J.G., en Fleuren, W). Vergelijking van een USC-poederkoolleenheid met een wervelbedeenheid. Rapportnr. 50662145-06-1116

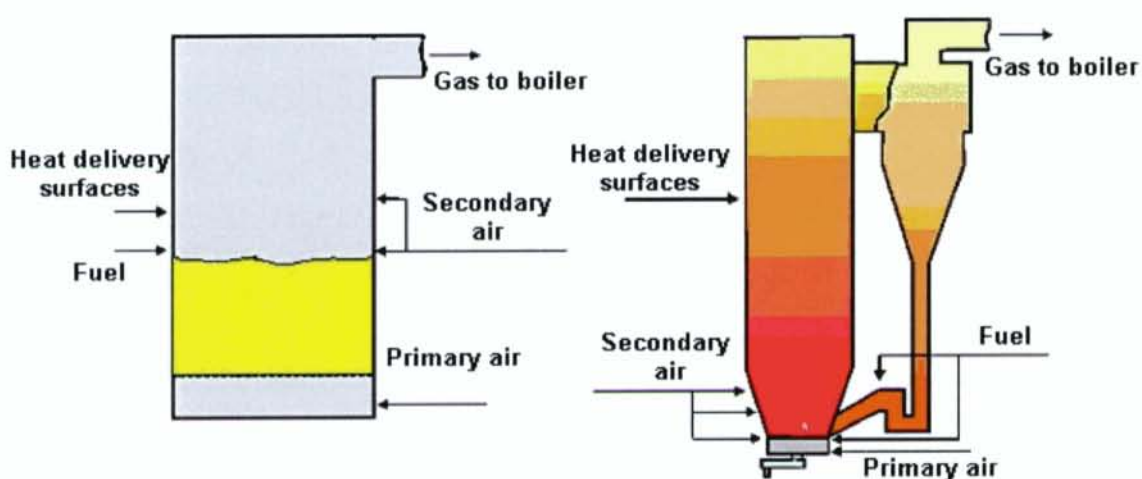
Inleiding

Wervelbedverbranding (Fluidized Bed Combustion: FBC) is een technologie waarbij de brandstof wordt verbrand in een bed met vaste inerte deeltjes, in suspensie gehouden door een opwaartse luchtstroom. De deeltjes in het bed kunnen zich vrij bewegen zoals in een vloeistof. Wervelbedinstallaties zijn in het bijzonder interessant omdat hierin een breed scala aan brandstoffen (steenkool, afval, biomassa, et cetera), met een grote bandbreedte aan deeltjesgrootte en vochtgehalte, verstoofd kunnen worden.

Algemene procesbeschrijving wervelbedinstallatie

Het eigenlijke wervelbed wordt ondersteund door een fluidisatierooster waardoor de verbrandingslucht wordt geblazen. Het bed bestaat hoofdzakelijk uit inert materiaal, dat wil zeggen verbrandingsassen en/of zand, gemengd met een sorbent (kalksteen of dolomiet) voor de reductie van SO_2 . De snelheid van de verbrandingslucht door het bed (= gassnelheid) bepaalt het type wervelbed (zie figuur 4.4.1), zijnde:

- circulerend bed (rechts)
- bubbling bed (links).



Figuur 4.4.1 Bubbling bed- (links) en circulerend wervelbedverbranding

In een **circulerend wervelbed** (CFB) is de gassnelheid dusdanig hoog (circa 6 m/s) dat, in vergelijking tot een "bubbling" bed er geen onderscheid gemaakt kan worden tussen een vaste stof fase en een gasfase. De snelheid van de vaste stof deeltjes en de lucht is hoog en de deeltjes stromen over uit het wervelbed in een cycloon. In de cycloon worden de vaste deeltjes afgevangen en weer teruggevoerd in het bed. In een **bubbling wervelbed** (BFB) is

de gassnelheid een stuk lager (2 tot 3 m/s). Het bedmateriaal gaat zich bij deze snelheid gedragen als een (kokende) vloeistof, er vindt echter veel minder uitstroom van vaste stof plaats. Vanwege het risico op sinteren en/of smelten van het zand dient de temperatuur in het wervelbed < 900 °C te blijven. De verblijftijd in de verbrandingszone bedraagt > 2 seconden. Voor brandstoffen met hogere stookwaarden (> 14 MJ/kg) moet water geïnjecteerd worden. Een bubbling wervelbed is daarom in het bijzonder van toepassing voor laagcalorische brandstoffen.

De temperatuur van een wervelbed ligt typisch in de orde van grootte van 800-900 °C. Bij een circulerend wervelbed is ook de toepassing van hoogcalorische brandstoffen goed mogelijk. Naargelang de verbranding in de wervelbedreactor al dan niet onder druk gebeurt, spreekt men respectievelijk van wervelbedverbranding onder druk: **PFBC** (Pressurized Fluidized Bed Combustion) en wervelbed op atmosferische druk: **AFBC** (Atmospheric Fluidized Bed Combustion). Wervelbedinstallaties produceren residuen, namelijk bodemassen en vliegassen als gevolg van de verbranding en residuen van de rookgasreiniging (indien aanwezig). De assen geproduceerd in het wervelbed, zijn gemengd met calciumsulfaat/sulfiet, vrije kalk, en uitloogbare calciumzouten.

Wervelbedinstallaties worden op industriële schaal toegepast voor de productie van proceswarmte en elektriciteit (voornamelijk eigen verbruik). In toenemende mate wordt deze technologie ook toegepast voor (centrale) elektriciteitsopwekking. Deze toename vindt voornamelijk zijn oorsprong in de voordelen die deze techniek biedt ten opzichte van bestaande technieken:

- een verhoogde brandstofflexibiliteit (10 - 30 MJ/kg), waardoor de inzet mogelijk is van brandstoffen met een hoge vochtigheidsgraad of met een hoog, laag of fluctuerend asgehalte en van (secundaire) brandstoffen die moeilijk of niet fijn gemalen worden en dus niet via poederkoolmolens verstookt kunnen worden
- de mogelijkheid om emissies te controleren zonder hiertoe secundaire maatregelen te hoeven treffen
- de mogelijkheid om het voedingsdebiet sterk te kunnen laten variëren
- goede uitbrand door een lange verblijfstijd bij een circulerend wervelbed
- lagere NO_x-productie als gevolg van de lagere verbrandingstemperaturen, waardoor een SNCR-installatie soms al voldoende is om de beoogde NO_x-emissie te realiseren
- een lage energieopslag in de installatie waardoor er bij een noodstop weinig brandbare materie achterblijft die ongecontroleerd verder kan branden.

Nadelen van een wervelbedinstallatie zijn onder andere:

- de temperatuur wordt beperkt door het smeltpunt van het zandbedmateriaal; door de lage temperatuur is een wervelbedinstallatie gevoelig voor het optreden van een significante N_2O -emissie
- het thermisch rendement voor een wervelbed is over het algemeen lager dan dat van een poederkoolinstallatie
- gevoelig voor grote hoeveelheden metalen met laag smeltpunt (onder andere Al, Pb, Sn)
- hoge (lokale) slijtage door schurend effect van zand
- hoge stofbelasting aan de ingang van de stoomketel en hoge vlieggasproductie.

Stand van de techniek bij wervelbedverbranding

AFBC

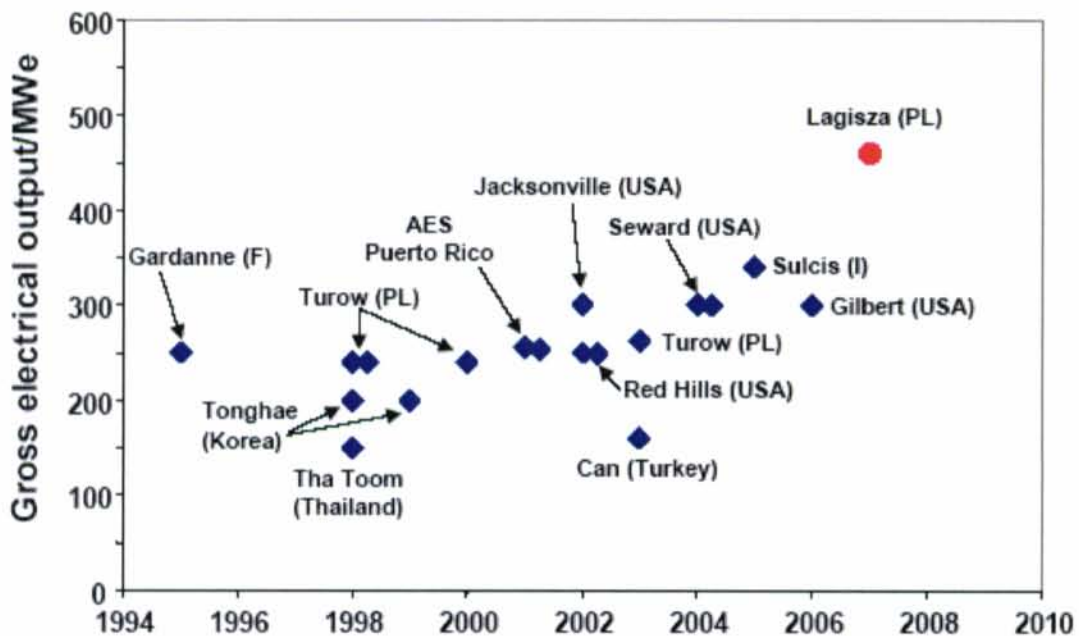
De atmosferische wervelbedverbrandingstechnieken ABFB en ACFB zijn in verschillende configuraties en schaalgroottes verkrijgbaar (enkele grote aanbieders zijn onder andere Alstom, Foster Wheeler, Lurgi, Kvaerner). Atmosferische wervelbedeenheden in de vermogensrange van 20 tot 300 MW_e, waarbij diverse brandstofcombinaties mogelijk zijn, vormen de state-of-the-art technologie. Een overzicht van de technische specificaties en de commerciële schaalgrootte van de atmosferische wervelbedinstallaties is gegeven in tabel 4.4.1.

Tabel 4.4.1 Technische specificaties en commerciële schaalgrootte AFBC-installaties

	conversie- techniek	as persen- tage (wt%)	vocht- gehalte (wt%)	deeltjes- grootte (mm)	LHV (MJ/kg)	schaal- grootte (MW _{th})
AFBC	ABFB	max. 25	max. 65	5 - 25	6 - 15	20 - 300
	ACFB	max. 25	max. 35	5 - 25	10 - 30	50 - 700

Nieuwe AFBC-stookinstallaties gebruiken hoofdzakelijk het circulerend bed (ACFB) wegens de langere contacttijd tussen de vaste deeltjes en de gasfase in vergelijking met het bubbling bed. Dit regime verhoogt het rendement voor SO_2 -absorptie, verbetert de uitbrand en verhoogt het thermisch vermogen per eenheid horizontale bedoppervlakte (W/m²). De ontwikkeling van commerciële atmosferische CFB-installaties en enkele voorbeelden van dergelijke installaties zijn respectievelijk weergegeven in figuur 4.4.2 en tabel 4.4.2.

Ook grootschalige elektriciteitsopwekking met superkritische stoomcondities ligt binnen de mogelijkheden van een circulerend wervelbed. De doelstelling is om in 2008 in Lagisza, Polen, een superkritische wervelbedeenheid met een vermogen van 460 MW_e in bedrijf te nemen. Voor de toekomst worden zelfs grotere vermogens verwacht, maar dit is nog geen stand van de techniek.



Figuur 4.4.2 Ontwikkeling atmosferische CFB-installaties

Tabel 4.4.2 Voorbeelden commerciële atmosferische CFB-wervelbedinstallaties

centrale	techniek	Vermogen	locatie	belangrijkste brandstof	jaar in bedrijf
Turow power station	ACFB	3 x 235 MW _e (3 x 573 MW _{th})	Turow, Polen	bruinkolen	1998 (2) 2000 (1)
Alholmens kraft power plant	ACFB	240 MW _e (550 MW _{th})	Pietarsaari, Finland	bio-brandstoffen, kolen, turf	2002
Tonghae power plant	ACFB	2 x 200 MW _e	Tonghae, Republic of South Korea	antraciet kolen	1998 (1) 1999 (1)

PFBC

Wervelbedverbranding onder druk (PFBC) is nog in ontwikkeling en wordt op dit moment in vergelijking met atmosferische wervelbed verbranding nog weinig toegepast. Een overzicht van de technische specificaties en de commerciële schaalgrootte van PFBC-wervelbed-installaties is gegeven in tabel 4.4.3. Voor het thermisch rendement van een PFBC geeft het BREF LCP een iets hogere waarde dan voor een AFBC: namelijk 42% voor een PFBC in vergelijking tot 41% voor een AFBC.

Tabel 4.4.3 Technische specificaties en commerciële schaalgrootte PFBC-installaties

	aspercentage (wt%)	vochtgehalte (wt%)	deeltjesgrootte (mm)	LHV (MJ/kg)	schaalgrootte (MW _{th})
PFBC	max. 25	max. 25	5 - 25	> 10	50 - 700

PFBC heeft, mede door het nog niet volgroeid zijn van de technologie, ten opzichte van poederkoolcentrales en AFBC-installaties een relatief lage beschikbaarheid en betrouwbaarheid. Bovendien maakt deze technologie gebruik van een gasturbine op basis van een gas met wisselende samenstelling, wat voor (operationele) problemen zorgt. Verder worden PFBC-toepassingen enigszins afgeremd in de ontwikkeling doordat de "moderne" poederkoolverbranding steeds hogere rendementen haalt, en de vliegashouding en het gips kunnen worden hergebruikt. Voor de assen van PFBC wordt onvoldoende nuttige toepassing gevonden. In tabel 4.4.4 is een aantal commerciële PFBC-centrales aangegeven.

Tabel 4.4.4 Commerciële PFBC-wervelbedinstallaties

centrale	vermogen (MW _e)	jaar in be- drijfname	brandstof	rookgasreiniging
Karita (Japan)	360	2001	bitumeuze kolen	SCR, ESP
Osaki (Japan)	250	2000	antraciet kolen	SCR, cycloon, doeken- filter
Cottbus (Duitsland)	71	1999	bruinkolen	SNCR, cycloon, doeken- filter
Ostrava (Tsjechië)	60	1999	bitumeuze kolen	-

Rookgasreiniging voor een wervelbedinstallatie

Voor AFBC is de vlieggasverwijdering gebaseerd op de bedrijfszekere en welbekende technieken als cycloon en elektrofilter (electrostatic precipitator: ESP). Ook de toepassing van een doekenfilter is mogelijk. Bij een circulerend wervelbed worden de vaste deeltjes afgevangen in een cycloon en weer teruggevoerd in het bed waardoor een verbeterde uitbrand gerealiseerd wordt. De vliegasideeltjes gaan vervolgens vanuit de cycloon naar een tweede cycloon en/of ESP/doekenfilter. Bij een bubbling wervelbed is er geen cycloon en gaan de vliegassen direct naar de ESP/doekenfilter. Voor reductie van NO_x kan toepassing van SNCR vaak al een voldoende maatregel zijn om te voldoen aan de emissie-eisen. Worden verdergaande beperkingen aan de NO_x-emissie gesteld, dan is een SCR-installatie een optie.

Emissies bij een wervelbedinstallatie

In het BREF LCP staat gegeven welke emissieniveaus geassocieerd moeten worden met BAT voor poederkoolketels en voor wervelbedketels. Deze emissieniveaus zijn weergegeven in tabel 4.4.5. Voor de emissies van de USC (poederkool) en de CFB (wervelbed) is uitgegaan van de gemiddelden van de onderste en de bovenste waarden van de BREF LCP ranges voor die technieken.

Tabel 4.4.5 Aangehouden emissieconcentraties voor de alternatieven USC en CFB

	USC	CFB	eenheid
NO _x	120	100	mg/m ₀ ³
SO ₂	85	125	mg/m ₀ ³
Stof	7,5	7,5	mg/m ₀ ³
HCl	5,5	5,5	mg/m ₀ ³
HF	3	3	mg/m ₀ ³
CO	40	40	mg/m ₀ ³
Cd + Tl	1,1	1,1	µg/m ₀ ³
Hg	0,62	0,62	µg/m ₀ ³
som zware metalen	83	83	µg/m ₀ ³
dioxines en furanen (ng TEQ)	0,05	0,05	ng/m ₀ ³

Uit de tabel volgt dat de emissies voor een wervelbed-eenheid en voor een poederkoolketel elkaar niet veel ontlopen.

Reststoffen

De vliegashuis van een wervelbedinstallatie bezit andere eigenschappen dan die van een poederkoolcentrale. De as van een poederkoolcentrale kan nuttig gebruikt worden als bouw materiaal. De as van een wervelbedketel is door de lagere temperatuur en de mogelijke kalkinjectie in de vuurhaard anders van samenstelling en morfologie dan die van een poederkoolketel. Ook zonder kalkinjectie in het bed blijft als restproduct een mengsel van as en bedmateriaal over, waar (nog) geen hoogwaardige toepassing voor beschikbaar is.

Conclusie afweging van de installaties

Bij vergelijking tussen een wervelbedcentrale en een poederkoolcentrale volgt:

- uitgaande van de state-of-the-art toepassing van wervelbedtechniek en van poederkoolstoken is een wervelbedcentrale van 800 MW_e nog geen bewezen techniek; een poederkoolcentrale in deze orde van grootte is dat wel; bij een wervelbedcentrale zijn meerdere installaties nodig, wat de totale eenheid meer complex en duurder maakt
- de specifieke investeringskosten voor een poederkoolketel en een wervelbedketel zijn globaal in dezelfde orde van grootte; dit geldt ook voor de O&M kosten; het thermisch rendement van een wervelbedinstallatie is echter lager dan dat voor een USC-eenheid, waardoor de totale elektriciteitsopwekkingskosten voor een poederkoolcentrale in EUR/kWh lager zullen zijn
- milieutechnisch zijn wervelbed- en poederkoolcentrale bij benadering gelijkwaardig; alleen wat betreft de reststoffen is een poederkoolcentrale gunstiger dan een wervelbedinstallatie
- de beschikbaarheid van een wervelbedcentrale is globaal gelijk aan die van een poederkoolcentrale.

Samengevat betekent dit dat een poederkoolcentrale en een wervelbedcentrale op een groot aantal punten gelijkwaardig zijn, maar dat de balans, op basis van de eenheidsgrootte, het beoogde rendement en de totale operationele kosten in het voordeel van de poederkool-eenheid doorslaat.

4.4.4 Vergassing

De richtlijnen vragen om een vergelijking van een poederkoolgestookte centrale met een kolenvergassingscentrale in combinatie met biomassavergassing. Hiervoor is een speciale studie uitgevoerd⁵. Een samenvatting hiervan is hieronder weergegeven.

⁵ bron: KEMA, 2006b (Witkamp, J.G., en Fleuren, W). Vergelijking van een USC-poederkool-eenheid met een IGCC-eenheid. Rapportnr. 50662145-06-1109

Inleiding

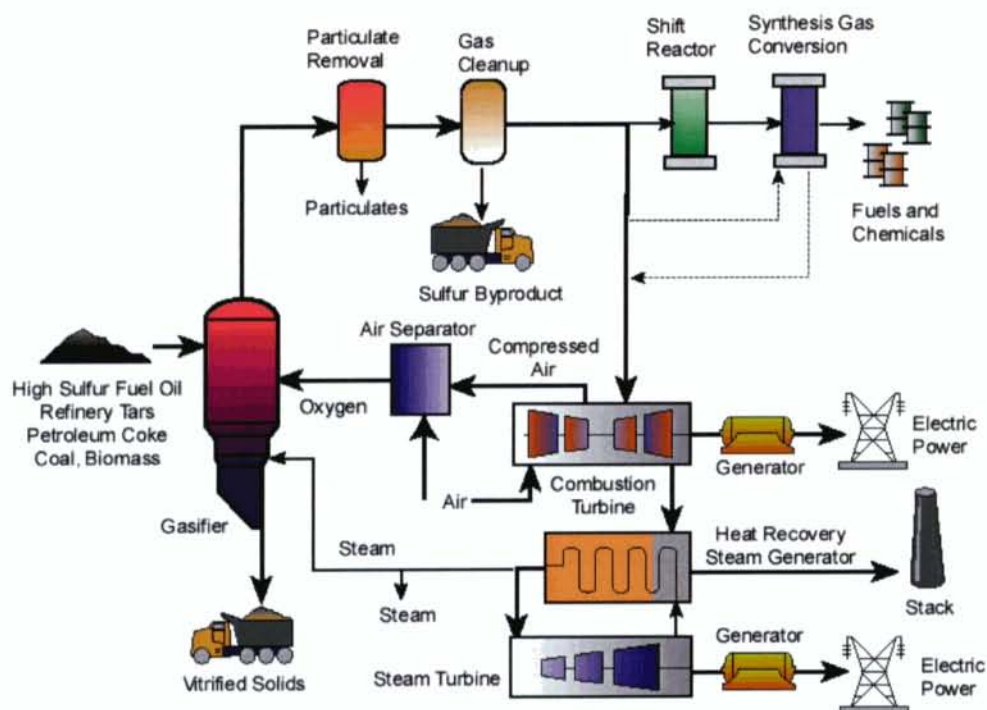
Met behulp van vergassing wordt koolstofhoudend materiaal omgezet in een synthese gas (syngas), dat voornamelijk bestaat uit koolstofmonoxide (CO) en waterstof (H₂). Het syngas kan worden toegepast voor het opwekken van energie en/of stoom, en/of gebruikt worden als chemische bouwsteen in de petrochemische en raffinage-industrie.

Tevens kunnen laagwaardige brandstoffen (bijvoorbeeld afval en bepaalde typen biomassa-stromen), door middel van vergassing omgezet worden in producten met een zekere marktwaarde. Voor elektriciteitsopwekking (e-productie) wordt meestal een kolenvergasser (KV) met daarachter een stoom- en gasturbine-eenheid (STEG) gebruikt, waarin het syngas wordt omgezet in elektriciteit (KV-STEG = Integrated Gasification Combined Cycle: IGCC).

Algemene procesbeschrijving vergassingsinstallatie geïntegreerd met e-productie

Voor de verwerking van de verschillende brandstoffen zijn diverse vergassingstechnologieën ontwikkeld. Hoewel significant afwijkend op een aantal punten, delen de diverse technologieën een aantal algemene kenmerken. De algemene kenmerken van het IGCC-proces en de mogelijke syngastoepassingen zijn terug te vinden in figuur 4.4.3.

In de vergasser (gasifier) reageert het ruwe materiaal (meestal kolen, petroleumresiduen zoals petcokes, gassen en/of biomassa) met stoom en/of zuurstof onder een hoge temperatuur (circa 1500 °C) en druk (circa 28 bar). Voor de zuurstofproductie zorgt een luchtscheidingsinstallatie (air separator), die werkt volgens het cryogene procédé van luchtscheiding door gefractioneerde destillatie. Alvorens het door de vergasser gevormde syngas verbrand kan worden in de gasturbine (combustion turbine) en/of getransformeerd (shift) kan worden voor CO₂/H₂-verwijdering, dient het gas ontdaan te worden van verschillende verontreinigingen. Het gaat hierbij voornamelijk om stofdeeltjes, zwavelhoudende (H₂S, COS), halogeenhoudende (HCl, HF), en stikstofhoudende componenten (NH₃ en HCN). De warmte die beschikbaar komt bij de noodzakelijke afkoeling van het syngas kan benut worden om stoom te genereren.



Figuur 4.4.3 Algemene kenmerken IGCC-processen en syngastoeepassingen

Na de gasreiniging (particulate removal/gas clean up) wordt het syngas ingezet in een gasturbine, waar elektrische energie wordt geproduceerd. De rookgassen van de gasturbine voeden een afgassenketel (heat recovery steam generator), waarin de warmte in de rookgassen wordt benut om stoom op te wekken. In de stoomturbine (steam turbine), die een generator aandrijft, expandeert de totale hoeveelheid opgewekte stoom. IGCC-centrales produceren restproducten: de assen worden afgevoerd in de vorm van inerte slakken (vitrified solids), de zwavel wordt geëxtraheerd onder elementaire vorm of als zwavelzuur (sulphur byproduct), het vloeibare slib (afkomstig van de afvalwaterbehandeling), dat zware metalen bevat, moet behandeld worden. Over het algemeen worden de vliegashoudende slakken toegepast in de bouwindustrie en wordt het bijproduct zwavel gebruikt als grondstof voor de chemische industrie.

Stand van de techniek bij vergassingsinstallaties voor elektriciteitsproductie

Wereldwijd zijn er vier grootschalige commerciële kolenvergassers voor elektriciteitsopwekking in bedrijf met rendementen variërend tussen de 39 - 43% en vermogens tussen de 250 MW_e en 300 MW_e (zie tabel 4.4.6). Het betreft twee kolenvergassers in Europa: Willem-Alexander Centrale: WAC (Buggenum), en Puertollano (Spanje), en twee in de Verenigde Staten: Tampa Electric en Wabash River.

Tabel 4.4.6 Grootschalige kolenvergassers voor elektriciteitsopwekking

centrale	vergassings-technologie	vermogen (MW _e)	rendement (%)	brandstof
Puertollano	Prenflo	298	42,2	mix bitumeuze kolen/petcokes (50/50)
WAC	Shell	253	43,1	bitumeuze kolen, biomassa
Tampa Electric	GE/Texaco	250	41,2	hoog % zwavel bitumeuze kolen, petcokes
Wabash River	E-Gas	262	39,2	hoog % zwavel bitumeuze kolen, petcokes

Meevergassen van biomassa in kolenvergassingsinstallaties tot 20% op massabasis is vrijwel state-of-the-art. Met de Willem-Alexander Centrale (WAC) in Buggenum is hiermee uitgebreide bedrijfservaring opgedaan en tot 30% meevergassen op massabasis lijkt realiseerbaar.

De ontwikkelingen ten aanzien van IGCC-centrales voor elektriciteitsopwekking zijn met name gericht op schaalvergroting, rendementsverbetering en brandstofflexibiliteit. Met name door inzet van de nieuwe klasse hoogrendements-gasturbines (met in STEG-mode 60% rendement) worden in de toekomst IGCC-eenheden met 50% rendement realiseerbaar. Dit heeft gevolgen voor het dichterbij de markt brengen van CO₂-verwijdering geïntegreerd in het IGCC-ontwerp (pre-combustion).

De nadelen van IGCC-centrales voor elektriciteitsopwekking zijn onder andere:

- zeer complexe technologie vergeleken met poederkoolcentrales
- snel teruglopend rendement bij deellast
- lage beschikbaarheid: ongeveer 20 - 25% beneden poederkoolcentrales
- hoge investeringskosten (rond 30% meer dan bij poederkool) per kW_e
- complexe exploitatie: tweemaal zoveel technisch personeel als bij een conventionele poederkoolcentrale.

Voordelen van IGCC-centrales ten opzichte van poederkoolcentrales zijn onder andere:

- iets lagere emissies in vergelijking tot poederkool
- meer flexibiliteit ten aanzien van de brandstofinzet.

Voor CO₂-afvangst en de kosten van CO₂-afvangst zijn USC en IGCC vrij goed vergelijkbaar en is de stand van de technologie momenteel nog niet zodanig dat de ene techniek de voor-

keur boven de andere zou hebben. Een, volgens de huidige inzichten, goede schatting is, dat CO₂-afvangst voor beide technieken 9 - 13 %-punt aan rendement voor de eenheid gaat kosten.

De IGCC-technologie voor elektriciteitsopwekking is nog in volle ontwikkeling. Deze status wordt ook verwoord door de VGB⁶. In dit rapport wordt opgemerkt dat er nog steeds een leerproces geldt met betrekking tot de slakvorming in de vergasser, de opvang van het ruwe gas en het verbrandingsproces in de gasturbine.

Rookgasreiniging bij vergassingsinstallaties

Naast het gewenste syngas, worden er tijdens het vergassingsproces bepaalde hoeveelheden CO₂, H₂S, COS, NH₃, HCN, HCl, HF, slak, stof en zware metalen geproduceerd. Derhalve worden er gasreinigingsstappen in het vergassingsproces geïntegreerd om het syngas te reinigen. Een typische syngasreiniging voor een kolengestookte IGCC-centrale bestaat uit de volgende stappen:

- als eerste wordt het “ruwe” syngas gekoeld in de syngaskoeler
- vervolgens wordt de vliegas verwijderd
- vervolgens wordt het syngas middels water afgekoeld (**quench**) en worden halogenen, alkaliën, zware metalen en vliegas-spoorelementen verwijderd
- na verwarming van het syngas vindt HCN/COS hydrolyse plaats
- vervolgens een condensor voor NH₃, H₂O en metaal-spoorelementen verwijdering
- tot slot vindt er lage temperatuur-ontzwaveling en zwavelterugwinning plaats.

Emissies en restproducten bij een vergassingsinstallatie

De emissies en restproducten voor de meest toegepaste vergassingstechnologieën, te weten: Prenflo, Shell, GE/Texaco en E-Gas zijn weergegeven in tabel 4.4.7.

⁶ VGB Powertech is de Europese technische vereniging van elektriciteits- en stoomproducenten met ruim 400 leden binnen Europa

Tabel 4.4.7 Emissies en restproducten vergassingstechnologieën

vergassingstechnologie	emissies (g/kWh)			
	SO ₂	NO _x	CO ₂	stof
Prenflo	0,07	0,40	727	0,02
Shell	0,10	0,05	712	
GE/Texaco	0,13	0,35	745	
E-Gas	0,14	0,37	783	

De specifieke emissies voor de IGCC-centrales Puertollano en Willem-Alexander Centrale (WAC) staan vermeld in tabel 4.4.8.

Tabel 4.4.8 Specifieke emissies Puertollano en WAC

emissies	Puertollano* (mg/m ₀ ³ , 6% O ₂ droog)	WAC: kolen** (mg/m ₀ ³ , 6% O ₂ droog)	WAC: 7% biomassa** (mg/m ₀ ³ , 6% O ₂ droog)
SO ₂	68,4	<1	<1
NO _x	133,8	30	21
stof	0,7	5	<1

* betreft gemiddelde waarde over 2005

** betreft maximale actuele waarden

Conclusie afweging van de installaties

Uit de vergelijking tussen de technieken USC en IGCC volgt dat USC voordelen heeft boven IGCC:

- een poederkoolgestookte ketel is stand der techniek; IGCC is nog in de ontwikkelingsfase
- de bedrijfszekerheid van een met poederkool gestookte ketel is significant beter dan die van een IGCC-eenheid
- het rendement van een poederkoolgestookte USC-eenheid is beter dan het rendement van een IGCC-eenheid, zeker gezien in het licht dat de ultra-superkritische optie voor IGCC absoluut nog geen stand der techniek is
- de kosten voor een poederkoolgestookte eenheid zijn significant lager; dit geldt zowel voor de investering als voor de bedrijfskosten

- de emissies van een KV-STEG eenheid zijn lager, maar een poederkoolgestookte eenheid wordt in het BREF LCP als BBT genoemd en daarmee zijn de emissies conform IPPC.

Samengevat betekent dit dat een poederkoolcentrale voordelen heeft ten opzichte van kolenvergassing op het gebied van bedrijfszekerheid, rendement, bedrijfsvoerings- en investeringskosten, maar dat een KV-STEG eenheid voor bepaalde componenten een enigszins lagere emissiewaarde heeft.

4.4.5 CO₂-uitstootreductie

Hoger rendement van de voorgenomen installatie

Een van de belangrijkste milieunadelen van een centrale gestookt op fossiele brandstoffen, is de emissie van fossiele CO₂ in de atmosfeer. Er zijn verschillende mogelijkheden om deze CO₂-emissie te verminderen. Rendementsverhoging is er daar een van. RWE zal echter een installatie met een dusdanig hoog rendement kopen dat verdere rendementsverbetering economisch en/of bedrijfsmatig niet verantwoord is. De kosten voor de verbetering zijn dan zo hoog dat zelfs bij een hoge brandstofprijs de extra inkomsten niet opwegen tegen de extra kosten. Bedrijfsmatige beperkingen hebben vooral te maken met (vooralsnog) onvoldoende ervaring met technologische verbeteringen waardoor de risico's op lagere beschikbaarheid of vroegtijdige slijtage te groot worden.

Afvangst CO₂

In principe is het ook mogelijk CO₂ af te vangen en ondergronds op te slaan. Deze techniek is echter nog niet op grote schaal bewezen. Recent is door een VGB-werkgroep waaraan experts van verschillende Europese landen deelnamen, een State of the Art rapport⁷ uitgebracht over de afvangst en opslag van CO₂. Enkele conclusies uit dit rapport zijn:

- drie soorten bestaande technieken vergen een beperkte verdere ontwikkeling; technische haalbaarheid lijkt niet de grootste belemmering
- de voornaamste uitdaging is om de afvangst van CO₂ met grotere energie-efficiency te realiseren. De huidige processen kunnen het elektrisch rendement wel met 20% verlagen
- de kosten voor CO₂-afscheiding en opslag worden gedomineerd door de kosten voor CO₂-afscheiding. Voor kolencentrales worden die kosten op EUR 15 - 40 per ton CO₂, exclusief transport en opslag (EUR 5 - 20 per ton CO₂), geschat

⁷ bron: VGB, 2004. CO₂ capture and storage, VGB Report on the status of the art. VGB PowerTech, Essen, 25 augustus 2004

- CO₂-afscheiding uit elektriciteitscentrales en CO₂-opslag zijn niet op korte termijn als stand der techniek te beschouwen. Dit zal veel tijd vragen, wellicht 10 tot 15 jaar.

Het BREF voor grote stookinstallaties geeft CO₂-afscheiding ook niet als BBT aan. Gelet op de relatief hoge totale afscheidingskosten (EUR 20 - 60 per ton CO₂), de huidige marktprijzen voor CO₂ (globaal EUR 5 - 30 per ton) en de onzekerheid rond CO₂-rechten op een termijn die een significante extra investering rechtvaardigt, moet worden geconcludeerd dat CO₂-afscheiding op dit moment meer in het algemeen geen reële optie is. Deze optie wordt uitgewerkt als onderdeel van het meest milieuvriendelijke alternatief in hoofdstuk 6.

4.4.6 Verdere beperking van de geluidemissie

Het huidige ontwerp is zeer geluidsarm. Gezien de geluidemissie op basis van het huidige ontwerp en de akoestische inpasbaarheid met betrekking tot de zonebewaking is een uit steenachtige materialen opgetrokken centrale niet kosteneffectief. Een alternatief zal worden onderzocht waarbij wordt uitgegaan van verdergaande geluidreducerende voorzieningen. Daar bij kolengestookte centrale het kolenpark (met name, vanwege de grote totale lengte, de transportbanden) als een van de meest dominante geluidbronnen kan worden aange-merkt, wordt hierbij gedacht aan het volledig inbouwen en isoleren van de transportbanden. Het gaat hierbij met name om de banden tussen de haven en het kolenveld en de banden tussen kolenveld en centrale. Het omkassen van de banden op het kolenveld zelf is technisch moeilijk realiseerbaar daar de opwerpers en de afgravers in feite onderdeel uitmaken van de banden en over het hele kolenveld moeten kunnen verplaatsen.

4.4.7 Verdere beperking van stofemissie

De stoffen uit de ketelinstallatie worden reeds in twee stappen gereduceerd, namelijk: door de elektrostatisch filter en door de rookgasontzwavelingseenheid. Extra filterstappen zullen dan ook nauwelijks effectief zijn. BBT betekent toepassing van een enkelvoudig elektrostatisch filter of een doekenfilter. De daarmee haalbare emissies bedragen volgens de BREF LCP 5-10 mg/nm³. De voorziene emissie van de eenheden bedraagt 5 mg/nm³.

Een alternatief voor een elektrostatisch filter is de toepassing van een doekenfilter. Dit alternatief wordt uitgewerkt als onderdeel van het meest milieuvriendelijke alternatief in hoofdstuk 6.

De uitlaat van de kolenmolen bevat een relatief kleine stroom met een concentratie van gemiddeld circa 1 mg/Nm^3 stof. Deze wordt beperkt door toepassing van een zakkenfilter. De NeR geeft voor dit soort stromen een toegestane concentratie van 5 mg/nm^3 . Hieraan wordt voldaan. Omdat ruimschoots aan de te stellen normen voldaan wordt, is er geen reden om alternatieven hiervoor te ontwikkelen. Ditzelfde geldt voor de overige stoffilters.

De biomassa-opslagruimte en de biomassa-voorbehandelingsruimte worden gefilterd door middel van doekenfilters. De ruimtes hebben een ventilatiecapaciteit van $2 \times 50.000 \text{ m}^3$ per uur. De concentratie achter het doekenfilter bedraagt 2 mg/Nm^3 .

4.4.8 Alternatieve koeltechnieken

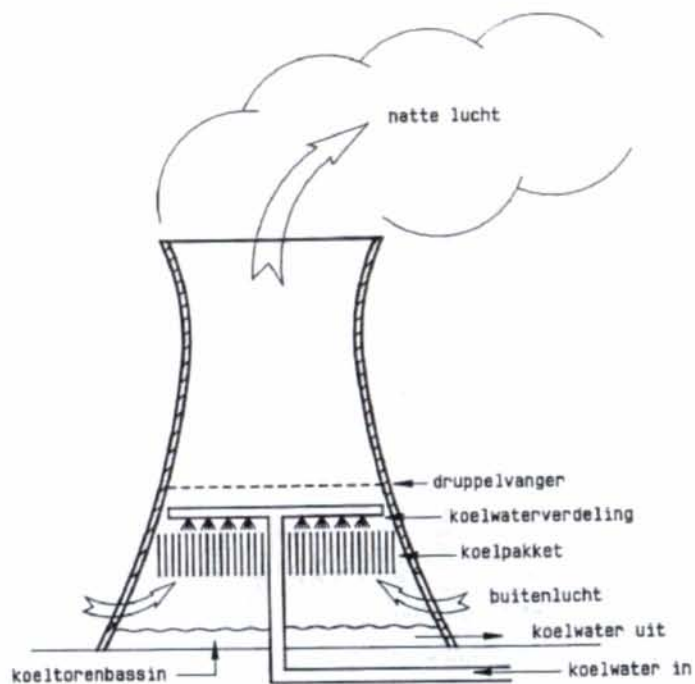
Een nadeel van de beoogde doorstroomkoeling van de condensor is dat door het geloosde koelwater het oppervlaktewater wordt opgewarmd. Deze thermische lozingen naar het oppervlaktewater zouden voor een groot deel, dan wel geheel kunnen worden verplaatst naar de atmosfeer door koeltorens of luchtgekoelde condensoren toe te passen.

Koeltorens zijn in drie typen in te delen: *natte*, *droge* en *hybride* koeltorens. Bij de natte koeltoren wordt het koeleffect voornamelijk bereikt door verdamping van een klein gedeelte van het te koelen water. Bij droge koeltorens vindt de warmteoverdracht uitsluitend door convectie plaats. Als scheiding tussen het te koelen water en de lucht worden daarbij in het algemeen vinpijpen gebruikt. De hybride koeltoren is opgebouwd uit een nat en een droog gedeelte.

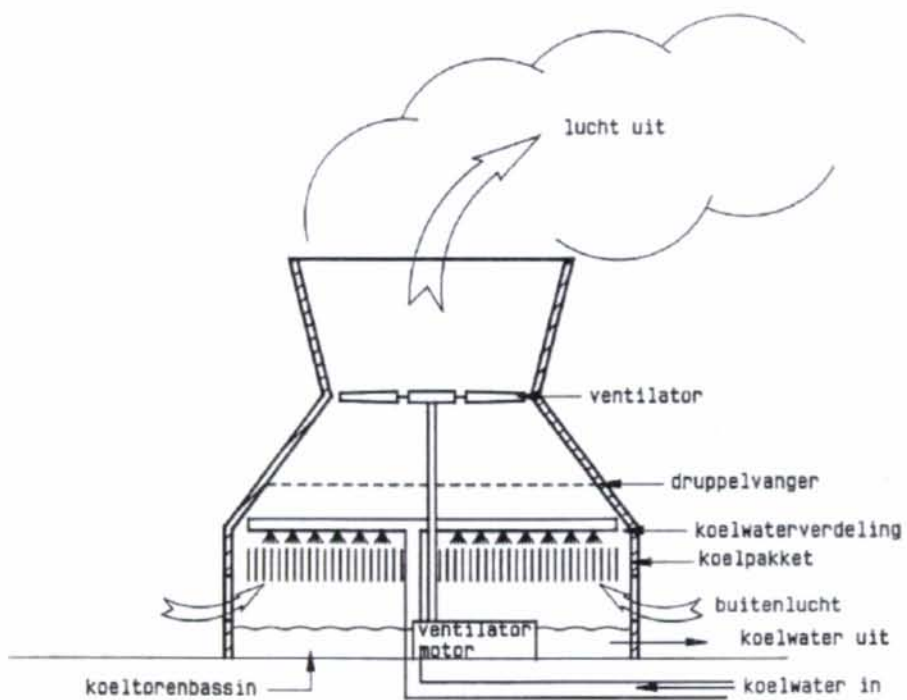
Zowel bij natte als bij droge koeltorens kan de lucht, of door natuurlijke trek ofwel geforceerd door ventilatoren, door de koeltoren worden gevoerd. Daar op de huidige locatie koelwater beschikbaar is, zijn droge koeltorens vanwege het resulterende lagere rendement, geen realistische opties. Derhalve worden hier alleen natte en hybride koeltorens besproken.

Natte koeltorens

De figuren 4.4.4 en 4.4.5 geven een principeschets van natte koeltorens met natuurlijke respectievelijk geforceerde trek. Bij dit type koeltoren verdampt een deel van het circulerende koelwater, waardoor het zoutgehalte geleidelijk toeneemt. Om dit te beperken wordt een deel van het koelwater gespuid en aangevuld met vers water. De belangrijkste nadelen van natte koeltorens zijn de grote afmetingen, de pluim die er door ontstaat en het geluid als gevolg van vallende waterdruppels.



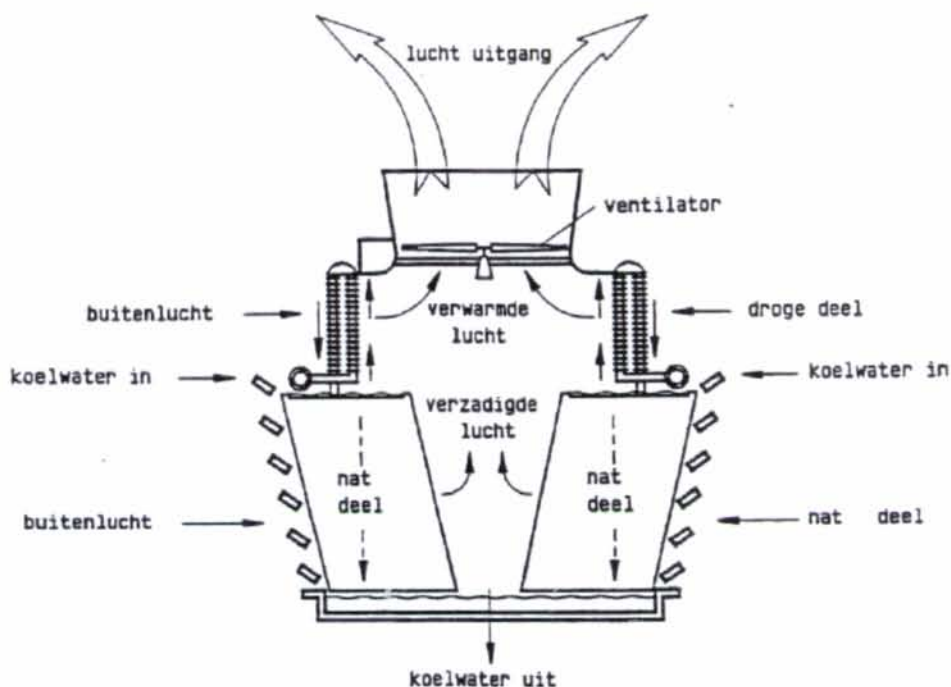
Figuur 4.4.4 Principeschets natte koeltoren met natuurlijke trek



Figuur 4.4.5 Principeschets natte koeltoren met geforceerde trek

Hybride koeltoren

De hybride koeltoren (zie figuur 4.4.6) heeft relatief beperkte afmetingen en een beperkte pluim. Zij kan ook in modules worden uitgevoerd. De geluidemissie is van de noodzakelijke ventilatoren en van het vallende water afkomstig. Door toepassing van ventilatoren met een laag toerental en akoestisch gunstige condities voor de vallende waterdruppels te creëren is het mogelijk het geluidsvermogen te minimaliseren.



Figuur 4.4.6 Principeschets van een hybride koeltoren

Mogelijke toepassing bij de RWE-centrale

Gelet op de nadrukkelijke eis om een zeer hoog rendement voor de centrale te realiseren is doorstroomkoeling de beste optie. Daarop volgend komen achtereenvolgens een natte koeltoren met vrije trek of een hybride koeltoren met gedeeltelijk geforceerde ventilatie in aanmerking. Andere opties zijn op voorhand al onverenigbaar met het geëiste zeer hoge rendement.

Een of twee grote natte koeltorens (hoogte 120 - 150 m) gebaseerd op natuurlijke trek ter plaatse betekenen dat extra terrein aangeschaft zou moeten worden en landschappelijk een of meer zeer dominante elementen ontstaan die zowel op de Eems/Waddenzee als in de

Oostpolder vanaf zeer grote afstand te zien zouden zijn. Daarom worden grote koeltorens niet als een realistisch alternatief gezien en ook niet verder uitgewerkt.

Installatie van natte koeltorens met geforceerde trek en hybride koeltorens zullen heel veel ruimte in beslag nemen, zodat dit geen reële optie is. Hierbij moet gedacht worden aan circa 60 cellen. Het ruimtebeslag en de geluidemissie zijn zo groot dat deze varianten niet verder worden behandeld. Gezien bovenstaande conclusies wordt dit alternatief niet verder behandeld in hoofdstuk 6.

4.4.9 Alternatieve conditionering met betrekking tot koelwater

Om micro- en microbiologische aangroei te bestrijden wordt natriumhypochloriet gepulst gedoseerd aan het koelwater. Een nadeel van deze methode is de lozing van chloor op het oppervlaktewater. Echter het BREF industriële koelsystemen beschouwt pulse-chlorering als BAT.

Een alternatief voor het bestrijden van mosselafzettingen is de toepassing van "thermoshock". Dit wordt bereikt door vier keer per jaar de watertemperatuur in het koelwatersysteem voor een korte periode naar 40 tot 45 °C te verhogen door het koelwater te circuleren. Deze methode is erop gericht om macrofouling afzettingen te voorkomen, echter microfouling wordt niet aangepakt door de thermoshock methode. Gedurende de tijd van het thermoshoc-ken moet de belasting van de centrale (6 uur per keer) tot 50% worden teruggebracht om niet te grote watermassa's te hoeven recirculeren.

Voor de thermoshock methode moet een extra leiding van de uitlaat naar de inlaat worden aangelegd. Tevens moeten er grote afsluitkleppen en mosselzeven worden geïnstalleerd. De totale investerings- en bedrijfsvoeringskosten voor de thermoshock methode zijn een factor 20 hoger dan voor pulse-chlorering.

KEMA's ervaring is dat "thermoshock bij zeewaterkoeling alleen dan optimaal kan werken als de temperatuur in plaats van circa 40 °C naar 45 °C wordt gebracht om naast de mosselen tevens de oesters te doden. Deze extra temperatuursverhoging brengt hoge extra investeringskosten met zich mee, daar de uitzetting bij plotselinge hogere temperaturen aanzienlijk kan zijn en hier met de constructie terdege rekening gehouden moet worden. Mede op basis van deze ervaring en het niet voorkomen van "thermoshock" als BAT en de hoge kosten is hypochlorietdosering verkozen als voorgenomen activiteit.

4.4.10 Minimalisatie koelwaterdebiet

Ter bescherming van het milieu is het raadzaam om het koelwaterdebiet te minimaliseren. Bij verlaging van het koelwaterdebiet zal de Δt over de condensor moeten worden verhoogd. Deze verlaging van het koelwaterdebiet gaat echter ten koste van het vermogen van de installatie. Voor 1 eenheid van 800 MW_e is voor een verhoging van Δt van 2K over de condensor het vermogensverlies berekend.

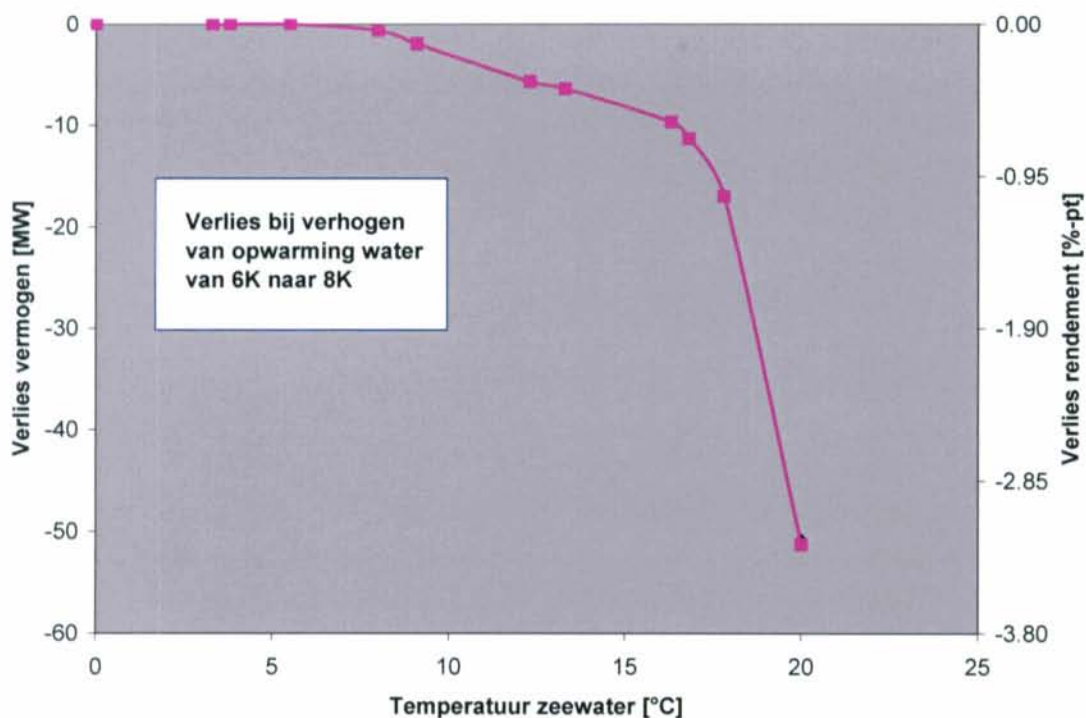
De RWE-centrale bestaat uit twee eenheden van 800 MW_e per eenheid. Voor een van de eenheden zal met 6K Δt over de condensor het koelwaterdebiet 32,5 m³/s bedragen. Wanneer aangenomen wordt dat de Δt over de condensor met 2 graden wordt verhoogd tot 8 K, bedraagt het koelwaterdebiet 25 m³/s. Het totale verlies aan vermogen over een heel jaar (8000 bedrijfsuren) is berekend. De temperatuur van het zeewater van 11 °C is als nulreferentie genomen. Het resultaat van de berekening is samengevat in onderstaande tabel 4.4.9.

Tabel 4.4.9 Verlies aan vermogen voor 800 MW_e eenheid bij 2 K Δt verhoging

maand	bedrijfstijd uur	temperatuur zeewater °C	vermogen ver- lies in MWh Δt 6K	vermogen verlies in MWh Δt 8K
jan	679	5,5	441	441
feb	614	3,8	398	398
maa	679	3,3	441	441
apr	658	8,0	427	212
mei	679	12,3	-626	-2533
jun	658	16,3	-3954	-7089
jul	679	20,0	-10977	-28189
aug	679	16,8	-4620	-8413
sep	658	17,8	-5661	-11180
okt	679	13,3	-1335	-3481
nov	658	9,1	427	-210
dec	679	5,5	441	441
			-24598	-59163

Het verlies aan vermogen over een bedrijfsjaar bij 2 K Δt verhoging over de condensor zal 34 565 MWh bedragen. Echter door het grotere debiet bij 6 K Δt zal het pompvermogen 485 kW of over een jaar 3881 MWh meer bedragen dan bij 8 K. Het totale verlies aan elektrische energie inclusief het pompvermogen bedraagt 30 684 MWh.

De volgende figuur geeft het momentane verlies aan vermogen voor de RWE-centrale (1560 MW_e) bij verlaging van het koelwaterdebiet van 65 naar 50 m³/s als functie van de temperatuur van het zeewater (figuur 4.4.7).



Figuur 4.4.7 Verlies aan rendement en momentaan vermogen als functie van temperatuur zeewater

Deze figuur maakt duidelijk dat het vermogensverlies bij lagere koelwaterdebieten significant toeneemt bij hogere zeewatertemperaturen. De gekozen Δt van 6 K en het bijbehorende koelwaterdebiet van 65 m³/s wordt beschouwd als een optimale energetische en milieu-technische oplossing. Gezien bovenstaande conclusies wordt dit alternatief niet verder behandeld in hoofdstuk 6.

4.4.10 **Meest milieuvriendelijke alternatief**

Het meest milieuvriendelijke alternatief is tot stand gekomen door met betrekking tot de voorgenomen activiteit een aantal uitvoeringsalternatieven door te voeren waarvan gebleken is dat ze milieuvriendelijker zijn dan de voorgenomen activiteit. Dit alternatief wordt beschreven en uitgewerkt in hoofdstuk 6.