

4 VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN ALTERNATIEVEN

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de voorgenomen activiteit en de mogelijke alternatieven in detail beschreven en toegelicht.

Eerst echter wordt ingegaan op de huidige activiteiten van AVR locatie Rozenburg alsmede de toekomstige ontwikkelingen (paragraaf 4.2).

Vervolgens worden de diverse aspecten van de voorgenomen activiteit toegelicht, in paragraaf 4.3. Deze paragraaf bevat onderwerpen als: de locatiekeuze van de BEC, de samenstelling en eigenschappen van de biomassa, de acceptatieprocedures, een beschrijving van de diverse delen van de installatie, start- en stopprocedures en de materiaal- en energiebalansen van de installatie.

Paragraaf 4.4 geeft een beschrijving van de milieuaspecten van de voorgenomen activiteit. Hier wordt onder andere ook ingegaan op emissies tijdens starten en stoppen en bij storingen in het proces.

In paragraaf 4.5 worden de verschillende uitvoeringsalternatieven besproken en vergeleken met de voorgenomen activiteit. Het betreft:

- referentie-situaties: het nulalternatief en het meestook-alternatief
- uitvoeringsalternatieven: technische uitvoeringsvarianten op de voorgenomen activiteit
- het meest milieuvriendelijke alternatief
- het voorkeursalternatief: de uiteindelijke uitvoering van de voorgenomen activiteit.

In tabel 4.1 zijn de voorgenomen activiteit en de alternatieven in tabelvorm aangegeven. Tegenover de voorgenomen activiteit staat het nulalternatief. Dit is het alternatief waarbij de BEC niet wordt gebouwd. In dit MER zal de vergunde situatie van de locatie als nulalternatief worden beschouwd, echter met de draaitrommelovens (DTO's) uit bedrijf. Het nulalternatief is tevens de situatie die als referentie wordt beschouwd. Ten aanzien van de geëmitteerde vrachten naar de lucht en de immissieconcentraties wordt de lokale situatie mede beschouwd. Voorts zal het initiatief met een tweede referentiesituatie worden vergeleken, aangeduid als "meestook-alternatief". Dit is de referentie zoals die in het LAP is uitgewerkt, namelijk nuttige toepassing van biomassa in een E-centrale.

Onder de uitvoeringsalternatieven worden belangrijke varianten in de technische uitvoering van de installatie besproken. Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) is een samenvoeging van die elementen uit de uitvoeringsalternatieven, die de beste mogelijkheden voor de bescherming van het milieu bieden. Na afweging van de varianten en alternatieven op alle van belang zijnde aspecten (behalve milieu ook aspecten als technische haalbaarheid, bedrijfszekerheid en kosteneffectiviteit) komt men tot het voorkeursalternatief.

Tabel 4.1 Voorgenomen activiteit en alternatieven

voorgenomen activiteit	referentiesituaties	uitvoeringsalternatieven	meest milieuvriendelijke alternatief
basisvorm oprichting van en in bedrijf hebben van een bio-energiecentrale van circa 80 MW _{th} met een verwerkingscapaciteit van maximaal 200 000 ton per jaar	nulalternatief de voorgenomen activiteit wordt niet verwezenlijkt waardoor Nederlandse biomassa vooralsnog naar Duitsland wordt geëxporteerd waardoor andere stromen voor verwerking worden verdrongen die daardoor worden gestort meestook-alternatief De voorgenomen activiteit zal worden vergeleken met het meestoken van de biomassa in een E-centrale	– varianten van thermische verwerking: • wervelbedverbranding • wervelbedvergassing • pyrolyse – varianten van rookgasreiniging: • SCR in plaats van SNCR (semi-)droog systeem i.p.v. natte wasser • E-filter i.p.v. cycloon • extra doekfilter met actief kool-injectie – hogere stoomparameters – aanvoer per schip – beperking van geluid	combinatie van elementen uit de uitvoeringsalternatieven met de beste bescherming voor het milieu
			voorkeursalternatief
			de uiteindelijke uitvoering van de voorgenomen activiteit

4.2 Bestaande installatie

4.2.1 Algemeen

De voorgenomen activiteit is geprojecteerd op het terrein van AVR-Rozenburg. Momenteel vinden de volgende hoofdactiviteiten plaats op deze locatie:

- verbranding van huishoudelijk afval, bedrijfsafval en gevaarlijk afval in zeven roosterovens (AVI)
- energierugwinning door opwekken van elektriciteit in een eigen elektriciteitscentrale en stoomlevering aan industrie

- opwerking van de ruwe bodemas van de roosterovens in de Reststoffen Verwerkings-Installatie (RVI) en de opslag van bodemassen
- scheiden van grof huishoudelijk en bedrijfsafval in bruikbare fracties, in de afvalscheidingsinstallatie (ASI-2)
- exploitatie van een opslaglocatie voor C-hout: Houtverwerking Nederland BV (HVN)
- verbranden van vervuild caustic afvalwater in vier verbrandingsovens: caustic water treatment (CWT)
- productie van gedestilleerd water met behulp van twee multi-effect destillatie-eenheden (MED's) met een Reversed Osmose Unit (REV) en twee opslagtanks voor gedestilleerd water.

Daarnaast zijn in de huidige vergunning de volgende activiteiten opgenomen:

- twee draaitrommelovens (DTO's), een Homogeniseerinstallatie (HI) en diverse opslagen voor gevaarlijk afval, waaronder het DTO-tankenpark en de zogenaamde CPR-15 opslag. Deze installaties zijn echter recentelijk uit bedrijf genomen en zullen op korte termijn worden ontmanteld (met uitzondering van het nieuwe K2-tankenpark)
- een installatie voor verbranding van hoogcalorisch bedrijfsafval (EHA: Energie uit Hoogcalorisch Afval). Deze is nog niet gerealiseerd.

4.2.2 Beschrijving huidige activiteiten

Roosterovens

De zeven roosterovens van de AVR verbranden afval dat wordt aangevoerd over de weg en per schip. Het afval wordt in een bunker opgeslagen en vervolgens vanuit de bunker via grijpers en een afvaldoseer-installatie in de zeven ovens gebracht waar het wordt verbrand. Naast vast afval worden ook vloeibare, laag-calorische afvalstromen verwerkt. Deze zogeheten LACAL wordt opgeslagen in het K2 tankenpark. LACAL wordt via een inspuitsysteem verwerkt op de roosterovens. In totaal wordt er circa 1,2 miljoen ton afval per jaar verwerkt. In de nageschakelde stoomketels wordt met behulp van de warmte van de rookgassen stoom geproduceerd. De rookgassen die hierbij worden afgekoeld worden gereinigd in de rookgasreinigingsinstallatie (RGR). Deze bestaat uit vier hoofdstappen:

- elektrofilter, om het merendeel van de vlieggas/stofdeeltjes af te vangen
- natte rookgasreiniging (zure en basische wasser), om de zure componenten (SO_2 , HCl en HF) en resterende stofdeeltjes af te vangen
- vastbed actief cokesfilter, ter verwijdering van vluchtig kwik en dioxines/furanen
- DeNO_x -installatie (SCR), om de NO_x te verwijderen.

Het spuiwater uit de natte reiniging wordt gezuiverd in de fysisch-chemische afvalwater-behandelingsinstallatie (ABA of ABI), door middel van neutralisatie/precipitatie/flocculatie gevolgd door sedimentatie, actief kool-filtratie en zandfiltratie. In de ABA worden met name opgeloste zware metalen grotendeels afgescheiden als vaste stof, dat wordt afgescheiden in een kamerfilterpers. De vaste stof (filterkoek) wordt afgevoerd naar de C3-deponie op de Maasvlakte en daar, na immobilisatie, gestort. Het gereinigde afvalwater wordt geloosd op de Nieuwe Waterweg, tezamen met het koelwater van de centrale.

Elektriciteitscentrale

De in de ketels opgewekte stoom wordt verwerkt in de eigen elektriciteitscentrale. Met behulp van vier stoomturbines (twee vacuümturbines en twee tegendrukturbines) wordt de stoom omgezet in elektriciteit. De afgewerkte stoom uit de vacuümturbines wordt gecondenseerd in condensoren die worden gekoeld met oppervlaktewater uit de nieuwe Waterweg/het Scheur. Naast productie van elektriciteit wordt er ook warmte (in de vorm van HD-stoom) geleverd aan een nabijgelegen bedrijf (Tronix, voorheen Kerr McGee). LD-stoom kan als backup-stoom worden ingezet voor de productie van gedestilleerd water in de MED's. De elektriciteitscentrale omvat tevens alle voorzieningen voor het leveren van voedingwater: condensaatpompen, ontgassers, voedingwaterpompen en dergelijke.

Reststoffenverwerkingsinstallatie

De van de roosterovens afkomstige verbrandingsresten (bodemas) worden gescheiden en bewerkt in de reststoffenverwerkingsinstallatie (RVI). In de RVI ontstaan nuttig toepasbare producten als slakken, schroot en een non-ferro mix bestaande uit onder andere koper en aluminium. De bodemas van AVR is voorzien van een Komo-certificaat (bijzondere categorie AVI-bodemas) en wordt onder andere gebruikt als funderingsmateriaal in de wegenbouw (vulmateriaal ten behoeve van geluidswallen en dergelijke).

Afvalscheidingsinstallatie

In de afvalscheidingsinstallatie (ASI-2) wordt grof huishoudelijk en bedrijfsafval in bruikbare fracties gescheiden. Het afval doorloopt diverse scheidingsstappen, zoals voorsorteren, shredderen, afscheiden van ferro en non-ferro, zeven, luchtshiften om RDF-fracties af te scheiden en dergelijke. In totaal kan per jaar 200 000 ton grof afval worden verwerkt. Uit de ASI-2 komen diverse stromen die nuttig kunnen worden toegepast. Een belangrijke stroom is B-hout die nu naar Duitsland wordt afgevoerd maar in de toekomst in de te realiseren BEC zal worden verwerkt. Tevens worden in de zogenaamde brandstof-productielijn hoog calorische plastic fracties opgewerkt tot RDF pellets.

Opslag voor C-hout

Op het terrein van AVR Rozenburg bevindt zich een opslag voor C-hout. Het betreft een maximale opslagcapaciteit van 50 ton (op enig moment). Deze installatie bevindt zich ten westen van de huidige slakkenberg en bestaat voornamelijk uit een open opslagterrein.

Verbranden vervuild afvalwater

In de caustic water treatment (CWT) wordt vervuild afvalwater verbrand in vier verbrandingsovens. Deze sterk alkalische (Engels: caustic) afvalwaterstromen zijn afkomstig van de chemische industrie (Shell en Lyondell) en bevatten vooral veel organische verbindingen die door verbranding kunnen worden vernietigd. Het water is tevens vervuild met natriumzouten en (in mindere mate) zware metalen. De verbranding vindt plaats in zogenaamde vortexovens en vereist toevoer van extra ondersteuningsbrandstof. Hiervoor wordt als basis aardgas gebruikt, met de mogelijkheid andere hoogcalorische vloeistoffen (afvalstromen) in te zetten. De rookgassen worden gekoeld om de zouten en zware metalen af te scheiden. Tevens wordt in een flash-systeem (vacuüm)stoom opgewekt. De rookgassen worden vervolgens verder gereinigd in een venturi-wasser en een nat elektrostatisch filter. De opgewekte stoom wordt gebruikt in de waterfabriek/MED's. Uit de afvalwaterstromen van de VO's wordt nog molybdeen teruggewonnen.

Waterfabriek

In de "waterfabriek" vindt de productie van gedestilleerd water uit rivierwater plaats. Hiervoor wordt sedert 2002 het principe van Multi Effect Destillatie (MED) toegepast. In twee parallelle units wordt het rivierwater omgezet in gedestilleerd water, met behulp van de in de CWT's opgewekte (vacuüm)stoom. Dit gebeurt in 10 trappen (effecten). De ontwerpcapaciteit bedraagt circa 500 m³ per uur, per lijn. Indien nodig kan gebruik worden gemaakt van LD-stoom van de centrale als back-up. Het destiwater vindt toepassing bij vele bedrijven in de Botlek. De restfractie uit de waterfabriek (ingedikt rivierwater: brijnspui) alsmede (opgewarmd) koelwater worden geloosd op het oppervlaktewater.

Een Reversed Osmose unit (REV) is als back-up beschikbaar, indien de MED's niet aan de vraag kunnen voldoen. Op de locatie Rozenburg zijn tevens twee grote buffertanks voorzien om verzekerd te zijn van de levering van destiwater.

EHA

In de toekomst zal tevens een installatie voor het verwerken van hoogcalorisch (bedrijfs)afval worden bedreven (EHA: Energie uit Hoog-calorisch Afval). Deze installatie bestaat uit twee lijnen, met in totaal een capaciteit van ruim 500 000 ton per jaar, bij een gemiddelde stookwaarde van 11 MJ/kg. De installatie wordt ook aangeduid met "verbeterde roosteroven"

omdat ten opzichte van de bestaande roosterovens die nieuwste technieken zullen worden toegepast, zoals watergekoelde roosters. Verder zijn de EHA-lijnen qua opbouw vergelijkbaar met de hierboven omschreven roosterovens.

Draaitrommelovens

De draaitrommelovens (DTO's), inclusief de homogeniseerinstallatie en de CPR15-opslag zijn inmiddels uit bedrijf genomen, en worden dan ook niet verder omschreven. Het bedrijven van de DTO's was niet meer rendabel omdat steeds meer gevaarlijk afval in andere installaties in het buitenland werd verwerkt. Met name in cementovens werd steeds meer hoogcalorisch, gevaarlijk afval ingezet. Na het sluiten van de DTO's worden de resterende afvalstromen die niet in cementovens kunnen worden ingezet verwerkt in draaitrommelovens in Duitsland.

Diversen

Op de locatie Rozenburg vinden nog diverse nevenactiviteiten plaats, zoals opslag en overslag van hulpstoffen en reststoffen en een installatie voor terugwinnen van molybdeen uit het afvalwater van de CWT's.

4.2.3 Toekomstige ontwikkelingen

Onlangs is het Masterplan voor de locatie Rozenburg aangepast. Hierin zijn voor de planvorming op korte en lange termijn van belang zijnde thema's geïdentificeerd en onderzocht (Tebodin, 2005). De ontwikkeling van een Masterplan met daarbij een passende site-indeling is van groot belang voor de AVR bedrijven op de Prof. Gerbrandyweg: een goed Masterplan geeft een gefundeerd lange termijn kader voor de toekomstige ontwikkeling van de installaties, faciliteiten en de indeling van het terrein. De volgende voor het milieu belangrijke ontwikkelingen worden in de nabije toekomst verwacht:

- ombouw van de bestaande roosterovens, zodanig dat de emissie van CO aanzienlijk wordt gereduceerd. Tevens kan hierdoor de doorzet kan worden verhoogd met 10 tot 15%. Inmiddels is roosteroven 1 omgebouwd (eind 2005), met positieve resultaten: de CO-emissie is merkbaar lager. De doorzetverhoging wordt momenteel verder geoptimaliseerd
- stopzetten van de reststoffenverwerking (RVI) en verplaatsen van deze installatie buiten de locatie. Tevens verwijderen van de slakkenberg, zodat ruimte vrijkomt voor de EHA
- het vervangen van de weegbruggen en verbeteren van de wegen, om een betere verkeerscirculatie te verwezenlijken
- realisatie van de EHA.

Op wat langere termijn zal mogelijk worden overwogen om de bestaande roosterovens volledig te vervangen door nieuwe eenheden, die vergelijkbaar zullen zijn met de geplande EHA. Deze worden gesitueerd naast de locatie waar de EHA is gepland, ter hoogte van de huidige slakkenberg.

4.3 Voorgenomen activiteit

4.3.1 Algemeen

De voorgenomen activiteit betreft het bouwen, in bedrijf nemen en bedrijven van een bio-energiecentrale (BEC) met een thermische capaciteit van circa 80 MW_{th} voor de opwekking van elektrische energie door verbranding van biomassa. Uitgaande van een gemiddelde stookwaarde van 11,1 MJ/kg zal de installatie circa 200 000 ton biomassa per jaar verwerken. De thermische capaciteit van de installatie is bepalend: indien de stookwaarde van de biomassa lager is, kan tijdelijk meer worden doorgezet. De maximale ontwerpcapaciteit voor de doorzet bedraagt 200 000 ton per jaar.

Bij het ontwerp van de installatie wordt uitgegaan van een degelijke en betrouwbare installatie, waarin de ervaringen binnen de bestaande afvalverbrandingsinstallatie zoveel mogelijk worden benut. Het uitgangspunt is dat alleen bewezen technieken zullen worden toegepast, om een zo hoog mogelijke beschikbaarheid te verkrijgen. Vigerende vergunningvoorschriften en de stand der techniek conform IPPC (i.c. de BREF's voor WI, WT, LCP, energie-efficiency, monitoring, economie/cross media effects, opslag en koelwater) zullen hierbij als uitgangspunt worden gebruikt.

De bedrijfsvoering van de installatie wordt volledig geïntegreerd met de huidige organisatie van de totale inrichting. De besturing zal plaatsvinden vanuit de centrale controlekamer. Administratie, onderhoud en dergelijke wordt eveneens opgenomen in de huidige organisatie. Extra personeel is slechts beperkt nodig (één operator per wacht). Wat betreft de veiligheidsaspecten en -voorschriften zal eveneens worden uitgegaan van de bestaande voorschriften. Tijdens de ontwerpfase van de installatie worden bedieningsvoorschriften opgesteld, waarbij de specifieke veiligheidsaspecten van de BEC worden meegenomen.

De nieuwe installatie bestaat uit de volgende onderdelen:

- aanvoer, opslag, voorbereiding en dosering van de biomassa
- verbranding van de biomassa
- warmteterugwinning
- elektriciteitsopwekking

- reiniging van de rookgassen
- reiniging van afvalwater uit de rookgasreiniging
- opslag en afvoer van de reststoffen
- overige installatiedelen.

In deze paragraaf zal achtereenvolgens nader aandacht worden besteed aan:

- de locatiekeuze van de BEC (paragraaf 4.3.2)
- de hoeveelheid en samenstelling van de biomassastromen die worden verwerkt (paragraaf 4.3.2)
- de ontwerpgegevens van het proces (paragraaf 4.3.3)
- een beschrijving van de diverse onderdelen zoals hierboven benoemd (paragraaf 4.3.4)
- de materiaal- en energiebalansen (paragraaf 4.3.5)
- algemene bedrijfsvoeringsaspecten (paragraaf 4.3.6)
- de acceptatieprocedures en -criteria (paragraaf 4.3.7)
- logistieke aspecten (paragraaf 4.3.8).

4.3.2 Locatie BEC

De BEC-installatie zal op de plaats komen van de draaitrommelovens (DTO 8 en 9): zie figuur 4.1 (cirkel). Deze ovens zijn recent uit bedrijf genomen en zullen tijdig worden ontmanteld, ten behoeve van de BEC. De opslagvoorzieningen voor biomassa komen op de plaats van het gebouw van de homogeniseerinstallatie en de opslag voor verpakt gevaarlijk afval, gearceerd in figuur 4.1. In bijlage 4.1 is een plattegrond van de locatie Rozenburg opgenomen met de locaties van de BEC en de opslaghal, alsmede een driedimensionale impressie van de BEC en de opslagvoorzieningen.

Er wordt verder gebruik gemaakt van de bestaande infrastructuur van AVR, zoals wegen, ingangscontrole, voormalige weegbruggen voor DTO's, bewaking, et cetera.

De locatie Rozenburg heeft duidelijke voordelen ten opzichte van andere locaties van AVR:

- er komt geschikte bouwruimte vrij door het ontmantelen van de DTO's
- de ASI is een belangrijke leverancier van brandstoffen
- door de ontmanteling van de DTO's komen er diverse voorzieningen vrij die direct gebruikt kunnen worden door de BEC
- de locatie bevindt zich in een industrieel gebied.

Overige locaties van AVR komen niet direct in aanmerking, met name omdat er onvoldoende ruimte beschikbaar is.



Figuur 4.1 Locatie BEC (cirkel) en opslag biomassa binnen de inrichting

4.3.3 Hoeveelheid en samenstelling biomassa

De installatie zal zodanig worden ontworpen dat vele soorten biomassa kunnen worden verwerkt. Voor het ontwerp zijn twee brandstofpakketten gedefinieerd. Deze zijn gegeven in tabel 4.2. Het betreft een "startpakket" bestaande uit uitsluitend houtstromen en een "ontwerppakket" of "worst case" pakket waarin ook andere biomassastromen zijn opgenomen. In hoofdstuk 2 is reeds ingegaan op de overwegingen betreffende beschikbaarheid en inzetbaarheid van de diverse brandstoffen.

De belangrijkste houtafvalstromen van het startpakket zijn:

- **afvalhout van zogenaamde B-kwaliteit** (circa 150 kton/jaar)
het betreft geveerd, gelijmd en/of geplastificeerd hout, spaanplaat en dergelijke

- **compostoverloop** (circa 10 kton/jaar)
dit is de uitgezeefde houtfractie uit het composteringsproces van GFT en groenafval. Deze overloop kan niet worden teruggevoerd in het proces omdat de compostering dan wordt vertraagd c.q. verstoord
- **snoeihout** (circa 10 kton/jaar)
dit is snoeihout en dunningshout van gemeenten uit de omgeving van Rozenburg waar verder geen toepassing voor is.

Tabel 4.2 De belangrijkste biomassastromen voor BEC AVR

brandstof	startpakket (ton/jaar)	ontwerp- pakket (ton/jaar)	stookwaarde (MJ/kg)	ton/hr (bij ontwerp- pakket)
afvalhout (vooral B-hout)	150 000	120 000	9 – 16	15
compostoverloop	10 000	10 000	7 – 14	1,25
snoeihout	10 000	10 000	6 – 12	1,25
andere biomassa	0	60 000	6 – 15	7,5
TOTAAL	170 000	200 000	11,15	25

De BEC-installatie zal de eerste periode worden bedreven op gebruikt hout, met name B-hout maar later ook compostoverloop en snoeihout (startpakket). Nadat de installatie een stabiel bedrijf kent zal worden overgegaan op het meestoken van andere biomassastromen. Op de langere termijn kunnen onder andere worden meegestookt:

- **reststromen uit voedings- en genotmiddelenindustrie**
bijvoorbeeld cacaodoppen en andere restproducten uit velerlei industrietakken die niet verder verwerkt kunnen worden
- **andere reststromen uit de landbouw, tuinbouw, et cetera**
dit omvat plantaardig restafval zoals bijvoorbeeld gedroogd en gepelletiseerd bermgras, stro et cetera.

Omdat de stookwaarde van de andere biomassastromen naar verwachting gemiddeld lager is, kan bij het ontwerp-pakket een hogere doorzet worden bereikt (omdat de thermische input van circa 80 MW_{th} bepalend is).

De inzet zal afhankelijk zijn van de beschikbaarheid, de economische mogelijkheden en dergelijke. De in te zetten hoeveelheden zijn op dit moment nog niet goed in te schatten maar zullen per stroom naar verwachting zeker niet boven 10 kton/jaar uitkomen. In

bijlage 4.2 is een compleet overzicht gegeven van de biomassastromen die AVR mogelijk zal gaan inzetten. De stromen zijn zowel op EURAL-code als op NTA-8003-code gerangschikt.

In tabel 4.3a is de samenstelling van de belangrijkste brandstoffen gegeven. Het betreft achtereenvolgens B-hout, compostoverloop en snoeihout. De gegeven samenstellingen zijn een gemiddelde van diverse analyses uit de Phyllis-database (ECN), gegevens van KEMA (onder andere KEMA, 1998) en het MER van Twence (KEMA, 2004).

Uit deze samenstellingen en het in tabel 4.2 gegeven ontwerppakket kan de gemiddelde samenstelling van het ontwerppakket worden bepaald. Daarnaast is er een maximale (ontwerp)samenstelling gedefinieerd, op basis van de maximaal te verwachten gehalten in de diverse brandstoffen en de brandstofpakketten. De maximale samenstelling kan gezien worden als “worst case” pakket: lage stookwaarde, meer risico's op corrosie (hoog Cl-gehalte), veel kans op vervuiling van de ketel (als gevolg van het hoge alkali-gehalte: Ca, K). Deze “worst case” samenstelling is de basis voor het technische ontwerp van de installatie.

4.3.4 Ontwerpgegevens

Zoals reeds gesteld zal de installatie zodanig worden ontworpen dat vele soorten biomassa kunnen worden verwerkt. Er zijn echter een aantal uitgangspunten die vastliggen, ongeacht het brandstofpakket. Deze hoofduitgangspunten zijn gegeven in tabel 4.3b.

Bij een verbrandingsinstallatie die verschillende soorten brandstoffen kan verwerken, wordt het ontwerp ook steeds vastgelegd in een stookdiagram. Dit diagram is gegeven in figuur 4.2. Deze figuur is weergegeven bij een thermische input van $77,7 \text{ MW}_{\text{th}}$. Dit is het geval indien het ontwerppakket wordt ingezet (200 000 ton/jaar, stookwaarde 11,15 MJ/kg, 7972 bedrijfsuren per jaar). Het uiteindelijke, definitieve ontwerp kan hier iets van afwijken.

Tabel 4.3a Samenstelling van de belangrijkste brandstoffen

parameter	eenheid	afvalhout (B-hout)	compost- overloop	snoeihout	ontwerp gemiddeld	ontwerp maximaal (worst case)
stookwaarde	MJ/kg	12 – 15	8 – 14	~ 9	11,1	8 – 15
vocht	gew% a.r. ¹⁾	8 – 30	20 – 40	~ 40	22	35
asgehalte	gew% droog	2 – 6	4 – 16	~ 17	11	20
C	gew% droog	~ 45	42 – 49	~ 42	44	45
H	gew% droog	~ 5	~ 5	~ 5	5	5
O	gew% droog	~ 40	44 – 50	~ 36	38	40
N	gew% droog	0,5 – 2	0,5 – 2	4	2	4
S	gew% droog	0,05 – 0,15	0,08 – 0,32	1,5	0,40	0,5
Cl	gew% droog	0,01 – 0,16	0,3 – 0,9	0,25	0,13	0,2
Ca	gew% droog	0,4	-		1	1,5
K	gew% droog	0,06	-	-	0,3	0,4
Na	gew% droog	0,07	-	-	0,1	0,2
Mg	gew% droog	0,04	-	-	0,15	0,2
F	mg/kg droog	10 – 30	< 25	50	30	50
Hg	mg/kg droog	0,2	0,1	1,3	0,5	2
Cd	mg/kg droog	1,5	0,1 – 0,4	1,2	1,3	3
As	mg/kg droog	10	-	-	9,5	20
Cr	mg/kg droog	80	-	-	70	100
Cu	mg/kg droog	135	-	-	190	300
Pb	mg/kg droog	570	-	-	430	1000
Ni	mg/kg droog	30	-	-	28	50
Zn	mg/kg droog	800	-	-	800	1500
som zware metalen ²⁾	mg/kg droog	500 – 1000	150 – 500	200	800	1500

1) as received: zoals ontvangen

2) som 9 zware metalen uit BVA: As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V

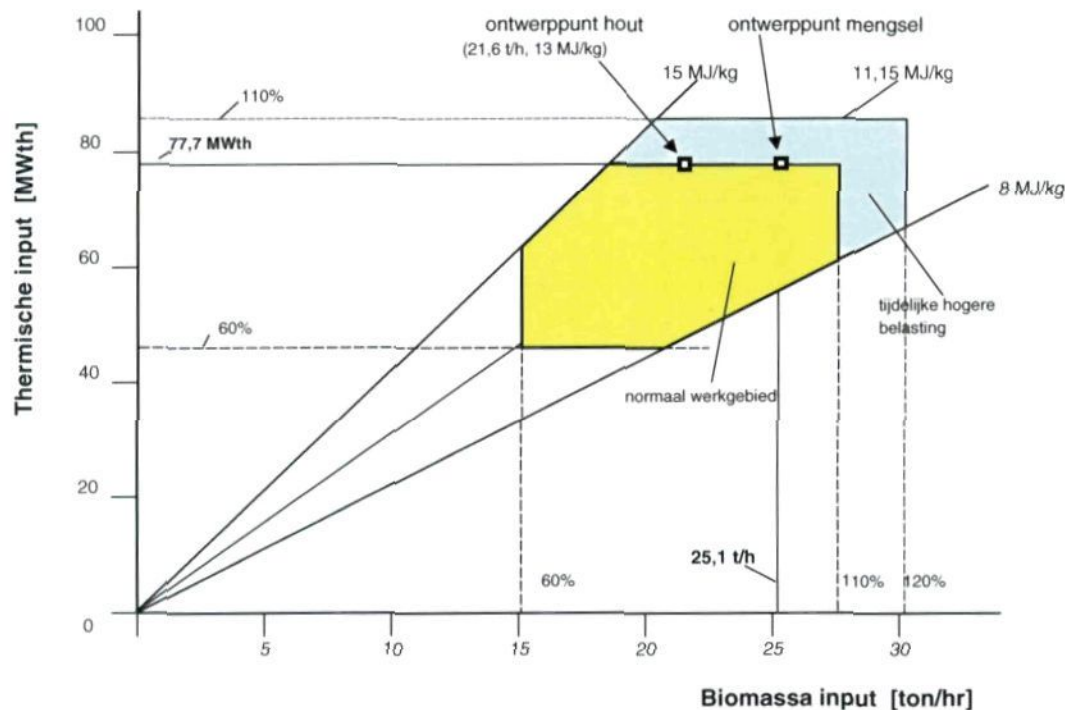
Bronnen: ECN-Phyllis database, KEMA-database, gegevens MER Twence

Tabel 4.3b Belangrijkste ontwerputgangspunten BEC

parameter		eenheid
verbrandingstechnologie	roosteroven	
thermische input	circa 80	MW _{th}
doorzet (ontwerp)	200 000	ton/jaar
gemiddelde stookwaarde mengsel	11,15	MJ/kg
range doorzet	160 000 – 200 000 20 - 25	ton/jaar ton/uur
range stookwaarde	8 – 15	MJ/kg
gegarandeerde beschikbaarheid	91 *	%
gegarandeerde beschikbaarheid (vollasturen)	7972 *	uur/jaar
druk verse stoom	circa 60	bar
temperatuur verse stoom	circa 450	°C
temperatuur rookgassen uitgang ketel	ca. 160	°C
bruto rendement installatie	ten minste 30	%
netto rendement installatie	ten minste 27	%
hoeveelheid rookgassen uitgang schoorsteen (nat)	160 000	m ₀ ³ /hr
hoeveelheid rookgassen uitgang schoorsteen (droog, 11% O ₂)	175 000	m ₀ ³ /hr
opslagcapaciteit biomassa	circa 5	dagen
opslagcapaciteit reststoffen en hulpstoffen	circa 5	dagen

- * deze beschikbaarheid wordt door de leverancier gegarandeerd en is gebaseerd op een jaarlijkse geplande stop van twee weken en verder ongeplande stops van in totaal drie weken. Dit zijn gebruikelijke cijfers bij dergelijke installaties. Gestreefd wordt uiteraard naar een hogere beschikbaarheid

Zoals gesteld is vooral de thermische capaciteit bepalend voor het ontwerp van de installatie. Indien de biomassa een lagere stookwaarde heeft kan er meer worden doorgezet, terwijl de thermische belasting gelijk blijft. De maximale doorzet in tonnen bedraagt circa 28 ton/hr, daarna wordt ook de mechanische belasting beperkend. Deze hogere doorzet zal slechts sporadisch en kort optreden, de jaardoorzet bedraagt maximaal 200 000 ton/jaar.



Figuur 4.2 Stookdiagram BEC

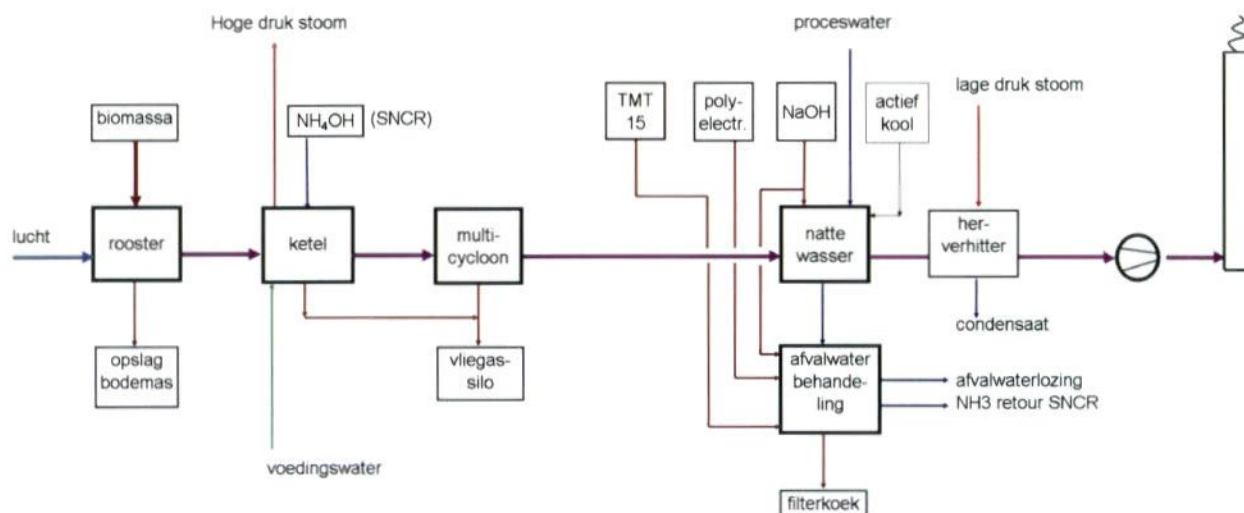
4.3.5 Beschrijving installatie

In figuur 4.3 is een blokschema van de BEC opgenomen waarin de belangrijkste stappen van het hoofdproces zijn weergegeven. In deze paragraaf zullen alle processtappen, zoals onder paragraaf 4.3.1 benoemd, achtereenvolgens worden besproken.

4.3.5.1 Aanvoer, opslag, voorbereiding en dosering van de biomassa

Aanvoer

De biomassa wordt aangevoerd met behulp van vrachtauto's. In principe is alle biomassa al zodanig voorbereid dat er geen verdere voorbereiding benodigd is. Aanvoer via schepen is voornamelijk niet voorzien. Hiervoor ontbreken de benodigde voorzieningen: geen losfaciliteiten voor bulk-aanvoer en geen mogelijkheden om hout van andere AVR-locaties over water te transporteren.



Figuur 4.3 Blokschema BEC

Een aanzienlijk deel van de biomassa is afkomstig van de ASI (afvalscheidingsinstallatie) op dezelfde locatie Rozenburg. Voor zover nodig zullen specifieke procedures voor acceptatie en verwerking worden opgesteld, ter aanvulling op het bestaande en goedgekeurde AV-systeem. In paragraaf 4.3.8 wordt hierop nader ingegaan, alsmede in de vergunning-aanvraag. De biomassa wordt gewogen op de bestaande weegbruggen van AVR Industrial Waste (voormalige bedrijfsvoerder van de DTO's): de capaciteit van de weegbruggen is ruim voldoende voor deze toepassing.

Opslag

De biomassa wordt opgeslagen in een nieuw te bouwen hal met gescheiden compartimenten, op de locatie van de huidige CPR 15 opslag van AVR Industrial Waste (zie plattegrond in bijlage 4.1). Uitgegaan wordt van een opslagcapaciteit van circa vijf werkdagen (bij 100% belasting). Er worden alleen vaste biomassastromen aangevoerd, voornamelijk houtgerelateerde stromen. Deze stromen geven nauwelijks of geen stof- en/of geuremissies. Afzuiging van de opslaghal is niet voorzien. Dit is ook niet gebruikelijk bij dergelijke opslagsystemen. Wel wordt een sprinklersysteem voorzien, om eventuele broei te voorkomen c.q. te bestrijden.

Vorbewerking

De aangevoerde biomassa wordt, indien nodig, verder (beperkt) vorberewerkt. Deze vorberewerking beperkt zich tot het gebruikt hout en bestaat uit:

- een schijvenzeef, om grove delen te scheiden uit het aangevoerde hout
- een (mobiele) breker, om incidenteel/batchgewijze grove delen uit het hout te breken.

Verdere verbewerking is niet voorzien en ook niet benodigd.

Dosering

Alvorens de biomassa te doseren zal een menging plaatsvinden tussen de diverse stromen. De verschillende brandstoffen worden met behulp van shovels op regelbare doseervloeren gebracht. Hiervoor zijn in totaal zes compartimenten voorzien. Vanaf de doseervloeren worden de diverse biomassastromen op een gezamenlijke transportband gebracht, waarbij menging plaatsvindt. Dit mengsel wordt via een aantal transportbanden naar een tussenbunker gebracht, waarna gecontroleerde dosering op het verbrandingsrooster plaatsvindt via doseerschuiven.

4.3.5.2 Verbranding

Rooster

De BEC zal gebruik maken van roostertechniek (stavenrooster) voor de verbranding. De keuze of het rooster met water of met lucht gekoeld zal worden is nog open: dit is vooral ter bepaling van de leverancier. Waterkoeling geeft een aantal voordelen in de bedrijfsvoering, zoals een betere bescherming van het rooster en een flexibeler regeling van de luchtverdeling in de vuurhaard. De keuze heeft verder geen invloed op de milieu-effecten en ook de vuurhaardtemperatuur wordt niet noemenswaardig beïnvloed. De verbranding op een rooster kan worden opgedeeld in vier opeenvolgende processtappen, waarbij de temperatuur per stap verschilt:

- drogen en ontgassen. Hierbij wordt het in de biomassa aanwezige water verdampt. Door stijging van de temperatuur komen vluchtige stoffen uit de biomassa vrij (ontgassen), die worden geleid naar hetere zones en daar verbranden
- verhitting. De energie wordt geleverd door de straling van het verbrandingsproces in de vuurhaard. Bij een temperatuur vanaf circa 250 °C treedt pyrolyse op en komen brandbare gassen vrij
- verbranding. De verbranding begint nadat de verhitting is afgerond. De ontbranding wordt bevorderd door goede warmteoverdracht van de hete rookgassen
- uitbranden. De resterende brandbare stoffen worden in deze zone geoxideerd. Deze stoffen worden met voldoende verbrandingslucht in contact gebracht. Daarnaast dient de verbrandingslucht ter koeling van de uitgebrande bodemas.

De functies van het rooster zijn transport en goede menging van de brandstof alsmede uniforme verspreiding van de verbrandingslucht, die als primaire lucht van onder het rooster door de biomassa geblazen wordt. De verbrandingsresten die via de luchtspleten door het

rooster vallen worden via onder het rooster geplaatste trechters afgevoerd, samen met de bodemas.

Als alternatief voor een roosteroven kan een wervelbedoven worden overwogen. Een belangrijk nadeel van een wervelbed is de eis dat de brandstof een uitgebreide voorbewerking vereist (verkleinen, verwijderen van stoorstoffen zoals ijzer en zand). Gezien het brede scala aan biomassa dat de BEC moet kunnen verwerken is gekozen voor een roosteroven. Dit bespaart een uitgebreide voorbewerkingsstap. In paragraaf 4.5 wordt onder uitvoeringsvarianten de keuze voor een roosteroven in detail toegelicht.

Vuurhaard

Boven het rooster bevindt zich de verbrandingsruimte, waar de verbranding met primaire lucht zo ver als mogelijk plaatsvindt. Daarboven bevindt zich de naverbrandingszone, in het onderste gedeelte van de eerste keteltrek. Door het inblazen van secundaire lucht is er voldoende zuurstof aanwezig voor het verbranden van alle gassen. Tegelijkertijd worden de rookgassen goed gemengd. In deze zone wordt een temperatuur van zeker 1000 °C bereikt. De verdere afkoeling gebeurt zo, dat de rookgassen minimaal 2 seconden boven 850 °C gehouden worden om er voor te zorgen dat dioxinen en furanen worden afgebroken. Voor (het in stand houden van) deze temperaturen en voor het opstarten zijn (steun)branders aanwezig. Deze worden bedreven op huisbrandolie (HBO). Het geschatte jaarverbruik is in paragraaf 5.8 gegeven.

Uitgegaan wordt van de toepassing van een middenstroomvuurhaard. Dit is mede afhankelijk van de uiteindelijke leverancier.

Ontslakking en slakkenafvoer

Via een natte ontslakker worden de hete slakken en asresten, afkomstig van het rooster, "geblust" in een bassin gevuld met water (de ontslakker). Deze slakken/bodemas wordt met een transportsysteem afgevoerd naar een container. De bodemas zal verder opgewerkt worden in de reststoffenverwerkingsinstallatie (RVI) van de AVI. Hierbij worden de ferro en non-ferro fracties teruggewonnen uit de bodemas. De ontijzerde bodemas kan vervolgens nuttig worden toegepast in de wegenbouw. Na de voorgenomen uitgebruikname van de RVI, over enkele jaren, zal de slakkenopwerking elders (dat wil zeggen: buiten de inrichting) gaan plaatsvinden.

4.3.5.3 Warmteterugwinning

De rookgassen uit de verbranding bevatten veel energie in de vorm van warmte. Deze warmte wordt in een nageschakelde stoomketel benut om stoom op te wekken. De ketel bestaat in feite uit een groot rookgaskanaal met diverse trekken waarin pijpenbundels hangen waardoor water/stoom stroomt. In het eerste gedeelte van de ketel wordt de warmte afgestaan door middel van straling naar de zijwanden (membraanwanden gevuld met water/stoom). Aan het einde van de ketel is de zogenaamde Economiser geplaatst: hierin wordt het voedingwater voorverwarmd. Deze zorgt tevens voor een afkoeling van de rookgassen tot circa 160 °C.

De installatie beoogt een zo hoog mogelijk energetisch rendement te realiseren, maar met als voorwaarde een voldoende hoge bedrijfszekerheid van de installatie. Het rendement van de installatie is direct gekoppeld aan de toegepaste stoomtemperatuur: hogere stoomtemperaturen (en -drukken) geven een hoger rendement. Nadeel van hoge stoomparameters is echter dat de risico's op problemen met corrosie en ketelvervuiling aanzienlijk toenemen.

Uitgangspunt is vooralsnog een stoomtemperatuur van circa 450 °C (en 60 bar druk). Een definitieve keuze van de stoomparameters en de keteluittrede-temperatuur is mede afhankelijk van de garantiestelling van leveranciers. Gestreefd wordt naar een optimaal rendement, met een maximale beschikbaarheid en minimale bedrijfsrisico's.

4.3.5.4 Elektriciteitsopwekking

De in de ketel geproduceerde stoom wordt naar een (nieuwe) turbine geleid. In de turbine expandeert de stoom. Tijdens de expansie draagt de stoom energie over op de schoepen. Hierdoor gaan de schoepen en daarmee de as roteren. Aan het uiteinde van de as bevindt zich een generator waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Na de expansie wordt de afgevoerde stoom uit de turbine (circa 35 °C, 0,05 bar) naar de condensor gevoerd, waar het condenseert. Aangezien een watergekoelde condensor een hoger totaalrendement geeft dan een luchtgekoelde condensor is gekozen voor waterkoeling. Voor het koelwater zal gebruik gemaakt worden van het bestaande koelwatersysteem op de locatie Rozenburg. De thermische lozing via het koelwater op het Scheur zal toenemen.

De generator zal - afhankelijk van de stoomcondities, rendement van de turbine, koelwatertemperatuur, et cetera - circa 23 MW_e (bruto) elektriciteit produceren. Na aftrek van het (elektrisch) eigen verbruik zal naar verwachting ruim 21 MW_e aan het elektriciteitsnet worden geleverd. Het bruto elektrisch rendement zal naar verwachting circa 30% zijn (bij stoom-

condities van 450 °C en 60 bar), netto rendement van circa 27%. Bij hogere condities kan het rendement nog hoger uitkomen.

Koelwatersituatie

Zoals vermeld zal voor de koeling van de condensor gebruik worden gemaakt van het bestaande koelwatersysteem. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het koelwater dat momenteel is gereserveerd ten behoeve van de koeling van de dumpcondensor van de centrale. Deze dumpcondensor is slechts een beperkt aantal uren in bedrijf: maximaal 3500 uur per jaar en vaak slechts in deellast. De dumpcondensor zal worden vervangen door een luchtgekoelde condensor. Gezien het beperkte aantal bedrijfsuren van de dumpcondensor heeft dit energetisch duidelijk de voorkeur, boven een luchtgekoelde condensor voor de BEC. De gemiddelde thermische lozing zal hierdoor toenemen, de hoeveelheid koelwater blijft gelijk. Hoewel de dumpcondensor geen onderdeel is van de BEC zal deze wijziging van de bestaande installatie ook in dit MER worden meegenomen, met name omdat er een invloed op de geluidsemissie aanwezig kan zijn.

4.3.5.5 Rookgasreiniging

Algemeen

In de rookgasreinigingsinstallatie (RGR) worden schadelijke componenten uit het rookgas verwijderd. Algemeen uitgangspunt is dat aan vigerende emissie-eisen conform BVA, NeR en BLK 2005, alsmede de BREF WI wordt voldaan.

Het gedetailleerde ontwerp van de RGR is nog niet vastgelegd. Dit zal mede afhankelijk zijn van het leveringspakket en de ervaringen van de leverancier.

Principe van de RGR

AVR locatie Rozenburg is gelegen aan een getijdenrivier. Hierdoor is het mogelijk om met zouten beladen, gereinigd afvalwater te lozen op de Nieuwe Waterweg/het Scheur zoals de afvalwaterbehandelingsinstallaties (ABI's) van de AVI en de DTO's op dit moment ook doen. Door deze mogelijkheid biedt een natte RGR voordelen ten opzichte van een droog systeem omdat er minder RGR-residu gestort hoeft te worden en de emissies naar de lucht wat lager zijn. Derhalve is gekozen voor een **nat systeem**. Dit principe is in figuur 4.3 weergegeven. Het bestaat uit:

- 1 een SNCR-systeem dat de NO_x tot 70 mg/m_0^3 reduceert
- 2 een cycloon of multicycloon om het grootste deel van de vliegaf te scheiden
- 3 een natte wasser, waar de zure componenten, de zware metalen, de resterende vliegaf, de NH_3 die doorslipt en (eventueel gevormde) dioxines worden afgevangen.

1 Selectieve Niet-katalytische NO_x-Reductie (SNCR)

De SNCR-installatie heeft tot doel de NO_x in de rookgassen te reduceren. Bij deze techniek wordt NO_x door toevoeging van ammoniak (in de vorm van 25 gew% ammoniakwater) in de vuurhaard omgezet in stikstof en water, in het temperatuurgebied tussen de 800 °C en 950 °C. Deze temperatuur is aanwezig in de vuurhaard. NO_x-reductie vindt dan ook plaats door – direct - in de eerste keteltrek een 25%-ammoniakoplossing te doseren. Opslag van 25%-ammoniakoplossing zal plaatsvinden in een tank met een capaciteit van circa zeven dagen bedrijf. Doordat de ammoniak verdund is in water zijn de veiligheidsrisico's gering. Ammoniak is volledig oplosbaar in water. Opslag van een 25%-ammoniakoplossing vindt bij vrijwel alle AVI's plaats. Daarentegen vereist opslag van pure ammoniak erg veel veiligheidsvoorzieningen. Bij een lekkage kan veel ammoniak ontsnappen. Dit is bij opslag van een 25%-oplossing niet mogelijk.

Vulling van de opslagtank(s) geschiedt met behulp van een pomp, uit een tankwagen. De lucht die hierbij vrijkomt, wordt teruggeleid naar de tankwagen (gaspdelen). Er zal een nieuwe ammonia-opslagtank geplaatst worden, omdat in de bestaande AVI-installatie geen ammoniakwater gebruikt wordt. De overmaat aan ammoniak wordt uit de rookgassen verwijderd in de natte wasser.

Als alternatief kan gebruik worden gemaakt van ureum. Dit is in feite een verbinding tussen ammoniak (NH₃) en CO₂ die, zodra de temperatuur stijgt, afgebroken wordt tot CO₂ en NH₃. Een belangrijk nadeel van ureum is de extra vorming van N₂O (lachgas) in de vuurhaard. Uit de literatuur blijkt dat er globaal 50 mg/m³ N₂O gevormd kan worden (onder andere ICAC, 2000). Bij gebruik van NH₃ is de vorming aanzienlijk lager. N₂O is een belangrijk broeikasgas. Op basis hiervan is besloten geen ureum toe te passen.

2 (Multi)cycloon

Een cycloon of multicycloon wordt toegepast om fijne stofdeeltjes te verwijderen. Voor de verwijdering van stof is gekozen voor het principe van een cycloon en niet voor een, bij een AVI gebruikelijk, E-filter of doekfilter. Omdat biomassa veel minder inert/vliegas bevat is een eenvoudige maar effectieve voorafscheiding van vliegas met één of meer cyclonen te verkiezen boven een complex E-filter.

Een multicycloon bestaat uit meerdere, parallelle cyclonen. De rookgassen worden tangential ingeblazen en met behulp van centrifugale versnelling worden de stofdeeltjes afgescheiden en afgevoerd aan de onderzijde van de cycloon. De rookgassen verlaten de cycloon aan de bovenzijde. Het verwijderingsrendement is afhankelijk van de deeltjesgrootteverdeling en de diameter van de cycloon. Hoe kleiner de diameter (dus hoe meer

cyclonen), hoe beter de afscheiding. Het aantal cyclonen dat zal worden ingezet wordt mede bepaald door de leverancier.

De vlieggas wordt opgeslagen in een aparte silo en vervolgens afgevoerd naar een C3-deponie. Hergebruik van BEC-vlieggas zal in een later stadium worden onderzocht.

3 Natte water

In de (meertraps) natte water worden de rookgassen eerst afgekoeld door middel van een quench, waarbij water verdampt en de rookgassen verzadigd raken met waterdamp. Aansluitend worden in de zure gaswater de resten vlieggas en zware metalen verwijderd, alsmede het merendeel van de HCl. Tevens wordt hier de overmaat aan ammoniak uitgewassen. De quench en de zure gaswater zijn veelal gecombineerd tot één wastrap. Dit principe wordt ook bij de BEC toegepast.

Na de zure gaswater passeren de rookgassen een alkalische gaswater, waarin vooral SO₂ en HF wordt verwijderd. De pH in deze water wordt verhoogd met behulp van natronloog. Tussen de zure en alkalische gaswaters is een druppelvanger geplaatst teneinde doorslag van zuur waswater in de alkalische sectie te vermijden. Via een tweede laag druppelvangers verlaten de rookgassen de alkalische gaswater.

Om indikking te voorkomen wordt uit beide wastrappen een spuistroom afgevoerd naar de afvalwaterbehandelingsinstallatie (ABI, zie onder).

De vorming van dioxines/furanen is bij een BEC en de voorgenomen brandstofinput zeer gering. Dit is gebleken uit ervaringen bij houtverbranden in met name Duitsland. Om eventueel gevormde dioxines te verwijderen, wordt de RGR voorzien van een doseerinstallatie waarmee actief kool in het leidingkanaal vóór de natte water kan worden geïnjecteerd. Door intensief contact in de wasvloeistof kan hiermee ruim voldoende afscheiding van dioxines behaald worden. Het verwijderingsrendement van deze techniek bedraagt 90% of hoger, vooral afhankelijk van de ingangconcentratie aan dioxines. Het principe wordt ook bij AVI's toegepast. Bij de AVI in Duiven worden hiermee dioxine-emissies van 0,01 tot 0,05 ng TEQ/m³ bereikt. De gebruikte actief kool komt in de afvalwaterbehandeling terecht en zal daar nog andere organische verbindingen kunnen uitvangen ¹.

¹ Zoals in hoofdstuk 6 wordt toegelicht zal in het voorkeursalternatief een doekfilter met actief kool injectie worden toegepast, waarmee de injectie van AK in de water komt te vervallen.

Na de wasser is in het ontwerp een kleine warmtewisselaar voorzien om de rookgassen iets in temperatuur te verhogen. Zo worden risico's op corrosie in de ventilator en in de schoorsteen vermeden. Overigens kan de warmtewisselaar bij een juiste materiaalkeuze achterwege blijven. De gereinigde rookgassen worden ten slotte via een 80 meter hoge schoorsteen afgevoerd. Bypassbedrijf van de RGR is niet voorzien. Indien de RGR niet goed functioneert, zal de installatie uit bedrijf worden genomen.

4.3.5.6 Reinigen afvalwater (ABI)

Algemeen

Uit de natte wasser van de RGR komen twee afvalwaterstromen vrij die moeten worden behandeld alvorens te worden geloosd. Grofweg bevat het afvalwater de volgende verontreinigingen:

- relatief vluchtige zware metalen zoals kwik en lood, die voornamelijk in de spuistroom van de zure wasser worden teruggevonden
- NH_3 (in de spuistroom van de zure wasser)
- chloride (HCl) en fluoride (HF)
- zwavel (als Na_2SO_4)
- organische verbindingen.

Het reinigingsconcept zal identiek zijn aan dat van de afvalwaterbehandelingsinstallatie (ABI) van de bestaande roosterovens: fysisch-chemische behandeling. De uitgewassen NH_3 in de spuistroom van de zure wasser zal worden teruggewonnen met behulp van een NH_3 -stripper en worden hergebruikt in de SNCR.

De ABI omvat de volgende onderdelen, identiek voor beide afvalwaterstromen:

- neutralisatie;
- ammoniakstripper (alleen in de zure spuistroom)
- precipitatie
- flocculatie
- sedimentatie
- actief kool-filtratie (AK-filtratie)
- slibbewerking met behulp van kamerfilterpers (gezamenlijke pers).

De uit de zure respectievelijk basische (of alkalische) gaswasser afkomstige afvalwaterstromen worden verhoogd tot een pH van circa 9 met behulp van calciumhydroxide (spuistroom uit de zure wasser) en natronloog (spuistroom uit basische wasser). Door de

verhoging van de pH ontstaan metaalhydroxides die slecht oplosbaar zijn. Vervolgens wordt in de precipitatietank TMT15 (organische sulfide) gedoseerd om met name de kwik te binden in de vorm van (slecht oplosbare) organische sulfides. In de flocculatietank wordt vlokmiddel (ook wel poly-elektrolyt genoemd) gedoseerd om de ontstane hydroxiden en sulfiden te binden en te laten uitvlokken. Vervolgens vindt afscheiding van vaste stof (alle neergeslagen verontreinigingen) plaats in een sedimentatietank, bijvoorbeeld in de vorm van een lamellen-afscheider. Het afvalwater wordt aansluitend over een actief kool filter geleid, ter verwijdering van eventuele koolwaterstoffen (inclusief dioxines/furanen). Het gereinigde afvalwater wordt ten slotte geloosd op de Nieuwe Waterweg/het Scheur, via de koelwaterlozing. Het slib uit de sedimentatietanks wordt in een (gezamenlijke) kamerfilterpers ontwaterd tot circa 40% droge stof en opgevangen in een container. Deze filterkoek wordt vervolgens afgevoerd naar de C3-deponie op de Maasvlakte en, na immobilisatie, gestort. Het perswater van de filterpers wordt als influent weer naar de ABI gevoerd. Door de gescheiden behandeling wordt de hoeveelheid filterkoek geminimaliseerd omdat er in het proces geen gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) wordt gevormd.

Overigens is de exacte uitvoering van de ABI afhankelijk van de uiteindelijke leverancier, waarbij bijvoorbeeld de precipitatie en flocculatie in één tank worden gecombineerd.

Productie van gips

In de BREF Waste Incineration wordt als mogelijke optimalisatie bij het gescheiden behandelen van de afvalwaterstromen genoemd: het samenvoegen van de beide stromen (na de zware metalen afscheiding) waarbij herbruikbaar gips als vaste stof wordt gevormd en er minder zouten worden geloosd. Deze optie heeft echter ook diverse nadelen:

- de ABI wordt aanzienlijk complexer en aanzienlijk duurder
- de kwaliteit van de geproduceerde gips kan problemen opleveren, waardoor hergebruik niet mogelijk is. Mede omdat het relatief geringe hoeveelheden betreft, is het vinden van een afnemer van de gips mogelijk problematisch. In dat geval moet de gips alsnog gestort worden zodat de hoeveelheid reststoffen hoger is.

Bij de AVI in Moerdijk is ervaring met dit type proces. De ervaringen zijn over het algemeen negatief en de ABI aldaar geeft nog voortdurend problemen. De gips kan niet worden afgezet in de gipsindustrie omdat de fysische samenstelling verschilt met die van de gips die bij kolencentrales wordt geproduceerd. De gips wordt momenteel afgezet ten behoeve van grondrecultivatatie, in Zuid-Duitsland.

Bij de BEC wordt het afvalwater bovendien geloosd in brak water, dat reeds aanzienlijke hoeveelheden Cl^- en SO_4 -zouten bevat (zie tabel 5.6). Het lozen van de beide stromen in brak water is uiteraard veel minder problematisch dan lozen in zoet water. In feite worden dezelfde stoffen geloosd die al in hoge concentraties in het water aanwezig zijn. Het milieuvoordeel is dan ook zeer gering. Vanwege dit geringe milieuvoordeel en de genoemde nadelen wordt deze optimalisatie verder niet in overweging genomen.

Ammoniakstripper

Vanwege het toepassen van SNCR is de ABI tevens voorzien van een ammoniakstripper. Het spuiwater van de eerste, zure wastrap zal, na een pH-verhoging, worden gestript met lage druk stoom zodat de opgeloste ammoniak vrijkomt en meegaat met de stoom. De stoom wordt vervolgens gecondenseerd en het condensaat wordt hergebruikt in de SNCR, in plaats van verse ammonia. *De stripper wordt bedreven bij een pH van circa 11. Het is dus noodzakelijk om na de stripper de pH weer iets te verlagen naar 9 (met behulp van HCl).*

Het basische afvalwater bevat nauwelijks of geen opgeloste ammoniak. Ammoniak is erg goed oplosbaar in water en lost grotendeels op in de eerste, zure wasser (> 95%). Het is dan ook niet nodig om een stripper te voorzien voor het basische afvalwater. Dit is onder andere gebleken bij de AVI in Moerdijk, waar de basische stripper na verloop van tijd uit bedrijf is genomen omdat er vrijwel geen ammoniak kon worden teruggewonnen.

Met behulp van een stripper kan de ammoniak worden verwijderd met een rendement boven de 95%. Bij AVI Moerdijk worden uitgangskonzentraties bereikt tussen 25 en 50 mg/l afvalwater, bij een ingangskonzentratie die kan oplopen tot 4000 mg/l (afhankelijk van de hoeveelheid ammoniak die doorslipt bij de SNCR). Het rendement van een stripkolom kan niet onbeperkt worden verhoogd door de kolom langer te maken en/of meer stoom toe te voeren. En (nog) verdere verwijdering van de ammoniak kan alleen worden bewerkstelligd door een tweede stripkolom in te zetten (in serie), waardoor de investeringskosten en bedrijfsvoeringskosten vrijwel verdubbelen. Dit is niet kostenefficiënt. Bij de BEC wordt er in totaal slechts enkele kg ammoniak per uur gestript en hergebruikt. De verwachte lozing aan ammoniak via de zure spui is circa 0,15 kg/uur of 1200 kg/jaar (lozing 3 m³/hr met 50 mg/l ammoniak). Zie ook paragraaf 4.4.5 en tabel 4.9 en 4.10.

Bij de AVI Moerdijk gold in de eerste vergunning een 24 uurs-lozingseis van 150 mg/l stikstof totaal (dit is inclusief eventuele nitraten en nitrieten). Bij de gewijzigde vergunning is een separate eis voor stikstof of ammoniak komen te vervallen: deze is in feite opgenomen in de eis voor vervuilingseenheden (2000 inwoners-equivalenten). In Nederland wordt verder alleen bij AVR Duiven de combinatie SNCR, natte wasser en lozing van afvalwater toe-

gepast. AVR Duiven heeft geen lozingseisen voor ammoniak, ook hier wordt middels een eis voor de vervuilingseenheden indirect een grens gesteld aan de ammoniaklozing.

De DTO's beschikken over een ABI, met ruim voldoende capaciteit voor de BEC. Het is nog onduidelijk of deze ABI ook zal worden ontmanteld en worden afgevoerd naar het buitenland. Indien deze installatie beschikbaar blijft, kan hergebruik voor de BEC worden overwogen. Vooralsnog wordt uitgegaan van een geheel nieuwe ABI ten behoeve van de BEC.

4.3.5.7 Opslag en afvoer van de reststoffen

De verwachte hoeveelheid reststoffen uit de BEC zijn (afhankelijk van de input, met name het gehalte aan as/inert):

- bodemas: 10 000 – 30 000 t/a
- cycloonas (vliegass): 1000 – 5000 t/a
- filterkoek uit ABI: 1000 – 3000 t/a.

De bodemas zal verder opgewerkt worden in de reststoffenverwerkingsinstallatie (RVI) van de AVI. Hierbij worden de ferro en non-ferro fracties teruggewonnen uit de bodemas, de ontijzerde bodemas kan vervolgens nuttig worden toegepast in de wegenbouw.

De vliegass wordt opgeslagen in een aparte silo en vervolgens afgevoerd naar een C3-deponie. Hergebruik van BEC-vliegass zal in een later stadium worden onderzocht.

De filterkoek uit de ABI is chemisch afval en wordt eveneens afgevoerd naar de C3-deponie op de Maasvlakte (deponie na immobilisatie).

4.3.5.8 Overige installatiedelen

De BEC bestaat verder nog uit een aantal hulpsystemen en utilities. Diverse van deze hulpsystemen kunnen worden geïntegreerd met de bestaande voorzieningen op de locatie Rozenburg. Door het sluiten van de DTO's is bij diverse hulpsystemen capaciteit vrijgekomen die kan worden ingezet voor de nieuwe BEC.

De overige installatiedelen omvatten onder andere de volgende delen (waarbij wordt aangegeven welke integratie mogelijk is):

- weegbruggen: gebruik van de vrijgekomen weegbruggen van de DTO's
- persluchtinstallatie: integratie met bestaande voorzieningen

- destiwatervoorziening: AVR locatie Rozenburg beschikt reeds over een grote productie- en opslagcapaciteit voor destiwater. Hiervan zal gebruik gemaakt worden voor de BEC proceswater: de bestaande pompcapaciteit is voldoende om te voorzien in de suppletie van de BEC
- meet- en regelvoorzieningen. Onlangs is een moderne, nieuwe controlekamer in gebruik genomen. De bediening van de BEC zal worden geïntegreerd in deze nieuwe controlekamer. Er is voldoende ruimte aanwezig voor deze uitbreiding.

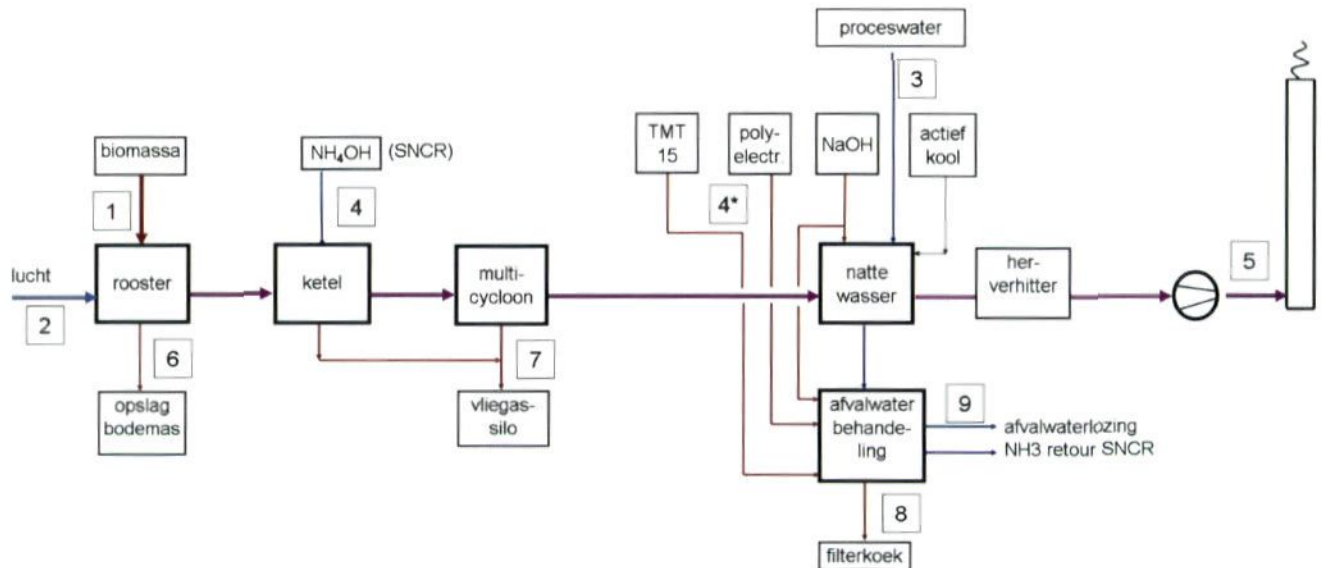
In het verdere ontwerp zal nader worden onderzocht waar integratie mogelijk is c.q. waar nog reserve-capaciteit beschikbaar is.

4.3.6 Massa- en energiebalansen

In de tabellen 4.4a en 4.5a zijn de uurgemiddelde en jaargemiddelde massabalans van het hoofdproces gegeven, bij een nominale doorzet van 25,1 ton/uur (200 kton/jaar) en een gemiddelde stookwaarde van 11,15 MJ/kg. Dit is het **ontwerppakket** zoals in tabel 4.2 vastgelegd. De in tabellen gebruikte stroomnummers zijn terug te vinden in figuur 4.4. De chemicaliën zijn samengevoegd tot één stroomnummer (4). De gegevens zijn berekend met een O₂-gehalte in de rookgassen van circa 7% (droog).

De samenstelling van het biomassapakket kan variëren. Dat betekent dat de gegeven hoeveelheden ook wat kunnen variëren. Met name de hoeveelheid reststoffen is sterk afhankelijk van de beginsamenstelling. Als de brandstof veel inert bevat dan zal er meer bodemas en vlieggas ontstaan. Bij een lage gemiddelde stookwaarde kan er ook wat meer biomassa worden verbrand. Biomassa met een lage stookwaarde bevat ook meer inert (dus meer reststoffen) en meer vocht. In tabel 4.4b en 4.5b is een "worst case" massabalans aangegeven (zowel de uurgemiddelde als jaargemiddelde balans) gebaseerd op biomassa met een maximale productie aan reststoffen.

Tabel 4.6 bevat de energiebalans bij dezelfde ontwerpgegevens en bij nominale belasting. Uit deze balans is af te leiden dat het bruto elektrisch rendement van de installatie circa 30% zal bedragen.



Figuur 4.4 Processchema BEC met stroomnummers voor massabalans

Tabel 4.4a Uurgemiddelde massabalans voor het ontwerppakket, in **ton/uur**

IN (ton/uur)		UIT (ton/uur)	
1	biomassa 25,1	5	rookgas (inclusief waterdamp) 196,6
2	lucht 169,5	6	bodemas 2
3	proceswater 8	7	vlieg-as 0,3
4	chemicaliën (vooral NH ₄ OH en NaOH) 0,4	8	filterkoek 0,15
		9	afvalwater 4
Totaal 203		totaal 203	

Tabel 4.4b Uurgemiddelde massabalans voor het **worst case** pakket, in **ton/uur**

IN (ton/uur)		UIT (ton/uur)	
1	biomassa 25,1	5	rookgas (inclusief waterdamp) 197
2	lucht 172	6	bodemas 4
3	proceswater 9	7	vlieg-as 0,6
4	chemicaliën (vooral NH ₄ OH en NaOH) 0,8	8	filterkoek 0,4
		9	afvalwater 5
Totaal 207		totaal 207	

Tabel 4.5a **Jaargemiddelde** massabalans voor het gemiddelde ontwerppakket, in **kton/jaar**

IN (kton/jaar)		UIT (kton/jaar)		
1	biomassa	200	5 rookgas (inclusief waterdamp)	1567
2	lucht	1351	6 bodemas	16
3	proceswater	64	7 vliegias	2,4
4	chemicaliën	3,2	8 filterkoek	1,2
			9 afvalwater	32
totaal		1618	totaal	1618

Tabel 4.5b Jaargemiddelde massabalans voor het worst case pakket, in kton/jaar

IN (kton/jaar)		UIT (kton/jaar)	
1	biomassa 200	5	rookgas (inclusief waterdamp) 1571
2	lucht 1371	6	bodemas 30
3	proceswater 72	7	vliegias 5
4	chemicaliën 6	8	filterkoek 3
		9	afvalwater 40
totaal	1649	totaal	1649

Tabel 4.6 Gemiddelde **energie**balans voor het ontwerppakket in MWh/h (gelijk bij het worst case pakket)

IN (MWh/h)		UIT (MWh/h)	
biomassa	77,7	elektriciteit (generator)	23
lucht	0,5	rookgas	8
chemicaliën	-	koelwater (via condensor)	45,3
water	-	(ketel)verliezen	0,8
		reststoffen (vooral bodemas)	1
		afvalwater	0,1
totaal	78,2	totaal	78,2

4.3.7 Algemene bedrijfsvoeringsaspecten

4.3.7.1 Eerste inbedrijfstelling en oplevering

Tijdens de warme inbedrijfstelling zal de installatie in gedeelten worden opgestart, waarbij voor het eerst bedrijfsemissies optreden. Voor de benodigde opstartprocedure (en de eventueel benodigde stopprocedure, indien de start moet worden onderbroken) wordt als belangrijk criterium gehanteerd, dat:

- starten plaatsvindt van achteren naar voren
- stoppen van voren naar achteren.

Dat wil zeggen, dat vóór een installatiedeel in bedrijf genomen wordt, de benodigde achterliggende voorzieningen reeds bedrijfsgereed zijn en omgekeerd bij stoppen deze onderdelen bedrijfsgereed blijven totdat de installatie definitief is gestopt. Daarmee worden ongewenste bedrijfssituaties, die een nadelige invloed op het milieu zouden kunnen hebben, voorkómen. Zo zal eerst de rookgasreiniging worden getest, alvorens de voorliggende oven in bedrijf gaat.

4.3.7.2 Regulier starten en stoppen, onderhoud

Tijdens het regulier opstarten van de installatie, bijvoorbeeld na een korte onderhoudsstop, wordt steeds gebruik gemaakt van ondersteuningsbrandstof (huisbrandolie) door middel van de hiervoor bestemde branders. Pas nadat de vuurhaard op voldoende temperatuur is en de RGR volledig in bedrijf, wordt de biomassa in de ovens gedoseerd. Dit wordt middels het procesbesturingssysteem gecontroleerd.

De ovens worden een à twee keer per jaar voor gepland onderhoud uit bedrijf genomen. Daarnaast zullen ook enkele malen per jaar ongeplande stops optreden, ten gevolge van storingen, met name in de eerste jaren van bedrijfsvoering. De opstookfase bij een normale, koude start bedraagt circa 8 tot 16 uur.

Het afstoken van de installatie bij normale bedrijfscondities vindt plaats door eerst de aanvoer van biomassa te stoppen, waarbij het - reeds in de oven aanwezige - materiaal volledig kan uitbranden c.q. verbranden. Dit duurt maximaal 60 minuten. Voor zover wenselijk/noodzakelijk wordt via de steunbranders een voldoende hoge verbrandingstemperatuur aangehouden. Tijdens genoemde procedure worden de overige installatie-onderdelen normaal/regulier bedreven; daarna wordt de installatie met schone lucht afgekoeld en gestopt.

4.3.7.3 Processturing en –instrumentatie

Voor de bediening, controle en regeling van de BEC zal een digitaal procesbesturings-systeem met volledige monitorbediening worden geïnstalleerd. Ten behoeve van de bedrijfs-zekerheid wordt daarnaast een back-upsysteem aangelegd. De besturing zal plaatsvinden vanuit de nieuwe, centrale controlekamer. Ook de besturing van de diverse andere installa-ties op de locatie Rozenburg (met name de AVI-roosterovens) vindt plaats vanuit deze controlekamer.

In het centrale besturingssysteem worden, naast alle procesgegevens (temperaturen, druk-ken, debieten, concentraties en dergelijke), ook de afzonderlijke emissiewaarden vastgelegd, conform de voorschriften in het BVA. Alle gegevens kunnen gedurende langere tijd bewaard worden.

Regeling van temperatuur in de vuurhaard van het roosterverbrandingssysteem vindt onder andere plaats door regeling van de verhouding tussen primaire en secundaire lucht. De besturing van een roosteroven wordt door de zogenoemde verbrandingsregeling gedaan. Daarbij worden de wezenlijke parameters zoals vuurhaardtemperatuur, stroomflow, O₂-gehalte, luchthoeveelheden et cetera gemeten en de brandstofinput, luchtverdeling, roostersnelheden en dergelijke aangepast. De exacte besturing is afhankelijk van de gekozen leverancier, in ieder geval worden de gestelde eisen aan uitbrandkwaliteit, verbran-dingstemperatuur en CO-gehalte gewaarborgd.

De zuigtrekventilator is voorzien van een extra, kleine elektromotor op noodstroom (10% capaciteit), zodat bij stroomuitval toch een gecontroleerde afvoer van de rookgassen kan plaatsvinden.

Voor de meting van de emissies van de installatie zal een aparte meetruimte nabij de schoorsteen worden gerealiseerd.

4.3.7.4 Calamiteiten en storingen

Er zijn diverse storingen en calamiteiten waardoor de installatie geleidelijk of versneld uit bedrijf genomen moet worden. Alleen in geval van een **noodstop** (bijvoorbeeld stroomuitval) moet de installatie direct worden afgestookt en wordt de luchttoevoer gestopt. Aangezien dan geen volledige uitbrand meer plaatsvindt, wordt de zuigtrekventilator op circa 10% van de normale capaciteit bedreven, teneinde de (niet volledig verbrande) verbrandingsgassen af

te voeren. Een volledige behandeling van deze rookgassen is ingeval van stroomuitval echter niet meer mogelijk. Een dergelijke noodstop duurt niet langer dan 15 minuten.

Alle, voor een noodstop noodzakelijke, installatie-onderdelen zullen op het noodstroom-systeem worden aangesloten. Het betreft onder andere een voedingwaterpomp, een koelwaterpomp, de zuigtrekventilator, het meet- en regelsysteem en de noodverlichting.

Hieronder worden enkele belangrijke, mogelijk optredende storingen meer in detail beschreven. Algemeen kan gesteld worden dat in normale bedrijfsomstandigheden de gevolgen van storingen kunnen worden beperkt/vermeden door omschakeling op reserve-onderdelen, vermindering van de toevoer van nieuwe brandstof dan wel een geleidelijke afstookprocedure. Echte noodstops, met emissie-overschrijdingen, zullen zelden optreden. Eventuele overschrijdingen zullen worden gerapporteerd aan de vergunningverlener.

Oven en ketel

De belangrijkste storingen van het verbrandingsgedeelte die een (nood)stop tot gevolg hebben zijn:

- ernstige storingen aan brandstofdosering
- uitval van de verbrandingsluchtventilatoren
- uitval van de voedingwatersuppletie
- lekkage van de stoomketel, door bijvoorbeeld scheuren van een stoom- of waterpijp
- ernstige storingen in het bodemas-afvoersysteem
- uitvallen van de zuigtrekventilator
- uitvallen stroomvoorziening.

Bij deze storingen dient de installatie uit bedrijf te gaan ("te worden afgestookt"). Afhankelijk van de aard van de storing geschiedt dit geleidelijk, waarbij geen afval meer gedoseerd wordt maar de reeds in de verbrandingsruimte aanwezige biomassa wel de gelegenheid krijgt uit te branden. Bij het versneld afstoken, het zogenoemde nood-afstoken, wordt de verbrandingslucht uitgeschakeld en daarmee het verbrandingsproces gestopt.

Bij het geleidelijk afstoken treden geen noemenswaardige afwijkende effecten naar het milieu op. De kwaliteit van het verbrandingsproces blijft gehandhaafd en de rookgassen worden via de normaal functionerende rookgasreiniging afgevoerd.

Bij versneld afstoken kan mogelijk kortstondig sprake zijn van een slechte uitbrand, met als gevolg verhoogde concentraties aan onvolledig verbrande koolstofverbindingen in de rookgassen. Omdat de verbrandingsluchtventilator direct wordt stopgezet blijft de hoeveelheid

rookgassen beperkt. De RGR blijft normaal in bedrijf en de emissies blijven in principe binnen de BVA-eisen. Relevante (milieu-)effecten buiten de installatie zijn echter niet te verwachten.

Minder ernstige storingen buiten het hoofdproces (bijvoorbeeld: korte storingen in deel-aandrijvingen van dosering, bodemas- en ketelasafvoersysteem) kunnen veelal tijdens bedrijf worden verholpen. Eventueel wordt de belasting tijdelijk verminderd. De steunbranders worden indien nodig te allen tijde automatisch ingeschakeld om optimale verbrandingscondities en een minimum vuurhaardtemperatuur van 850 °C te kunnen blijven garanderen.

Rookgasreiniging (RGR)

Bij storingen in de RGR die tot gevolg hebben dat de BVA-emissie-eisen worden overschreden wordt de installatie regulier afgestookt. Indien wordt vermoed dat slechts sprake zal zijn van een zeer kortdurende storing, wordt de installatie (na overleg met het bevoegd gezag) met beperkte belasting bedreven, waarbij de (ongestoorde) installatie-onderdelen minimaal een gedeeltelijke rookgasreiniging verzorgen. In elk geval wordt voldaan aan de BVA-voorschriften: een overschrijding van bepaalde emissies is slechts maximaal 4 uur ononderbroken en maximaal 60 uur totaal per jaar toegestaan². Enkele mogelijke storingen van de rookgasreinigingsinstallatie betreffen:

- uitval van de rookgaswassing (uitvallen watersuppletie)
- uitval van de zuigtrekventilator (zie ook hierboven)
- uitval van DeNOx-installatie (bijvoorbeeld uitvallen NH₃-dosering).

Uitval van de rookgaswassing kan worden veroorzaakt door storingen aan de bedrijfswatertoevoer of watercirculatie. In dit geval treedt onmiddellijk een noodkoeling in werking, daar het binnenwerk van de gaswasser niet geschikt is voor hoge temperaturen. Vervolgens dient de verbrandingslijn zo spoedig mogelijk uit bedrijf te worden genomen.

Uitval van een wasstap, door uitval van circulatiepompen en/of storingen in de chemicaliëndosering, wordt tegengegaan doordat belangrijke pompen en dergelijke dubbel zijn uitgevoerd. In geval toch een functionele storing optreedt, dient de installatie afhankelijk van de ernst van de storing geleidelijk dan wel versneld te worden afgestookt.

² geldt niet voor CO en C_xH_y, voor stof geldt in dat geval een emissienorm van < 150 mg/m₀³

Bij uitval van de zuigtrekventilator dient de installatie zo snel mogelijk uit bedrijf te worden genomen. Wel wordt een noodmotor gestart, op 10% belasting. Hoewel de stroming van de rookgassen in het systeem hierdoor wordt verstoord zal de rookgasreiniging gedurende het uit bedrijf nemen blijven functioneren.

De opbouw van het rookgasreinigingssysteem die bestaat uit verschillende deelsystemen maakt het mogelijk dat bij storingen van één component de overige deelsystemen een deel van de reinigende functie tijdelijk kunnen overnemen (bijvoorbeeld indien één wastrap niet goed functioneert, kan toch bedrijf worden gevoerd, in deellast).

Bij complete uitval van één van de hoofdonderdelen zal de installatie gestopt worden en gerepareerd. De RGR wordt niet voorzien van een bypass-systeem. De installatie wordt zodanig ontworpen dat de rookgassen steeds via de RGR worden afgevoerd naar de schoorsteen, ook tijdens starten, stopprocedures en storingen. De hoofdonderdelen zijn niet redundant (dubbel) uitgevoerd, wel diverse pompen en dergelijke.

Bij het voorkeursalternatief wordt een doekfilter ingezet. Bij een stop blijft op het filterdoek een laag aanwezig van een mengsel van actief kool en inert materiaal, dat gedurende langere tijd nog een reinigende werking behoudt en onder andere C_xH_y nog voldoende verwijdt (totdat het vuur gedoofd is).

Samenvattend kan gesteld worden dat de RGR steeds kan voldoen aan de eisen die in het BVA zijn gesteld, ook tijdens calamiteiten en storingssituaties.

Afvalwaterbehandelingsinstallatie (ABI)

De belangrijkste potentiële storingsbronnen van de afvalwaterbehandeling zijn niet goed functionerende pompen en roerwerken. Een kortdurende storing van een dergelijk onderdeel heeft geen gevolgen voor het milieu, omdat de lozing van het afvalwater in zo'n geval direct wordt gestopt. Dit heeft ook geen directe stilstand van de verbrandingsinstallatie tot gevolg: bij de afvalwaterbehandeling wordt een bufferreservoir voorzien, dat in combinatie met de eigen buffercapaciteit van de wasser voldoende is voor circa 24 uur bedrijfsvoering. Binnen deze termijn kunnen de meeste storingen verholpen zijn.

4.3.7.5 Uitbedrijfname en sloop installatie

De economische levensduur van de installaties is gesteld op 15 jaar. Bepaalde onderdelen kunnen op kortere termijn aan vervanging toe zijn. Op grond van ervaringen met bestaande installaties wordt aangenomen dat, na de vereiste renovaties, een langere levensduur van de

installatie mogelijk is. De levensduur van gebouwen en infrastructuur is in principe langer dan de voor de technische installaties gehanteerde 15 jaar.

Wanneer de productie-installatie uit bedrijf genomen wordt, zal het sloopmateriaal hoofdzakelijk bestaan uit staal, metselwerk en beton. Deze materialen zullen tijdens de sloop van elkaar worden gescheiden en grotendeels worden hergebruikt. Het niet-herbruikbare materiaal zal conform wettelijke eisen afgevoerd worden.

4.3.8 Acceptatieprocedures en -criteria

Algemeen

De huidige wijze van acceptatie, registratie en administratie van afvalstoffen is vastgelegd in de zogenaamde AV-AO/IC die binnen AVR voor de locatie Rozenburg in 2003 is geïmplementeerd. Het Acceptatie- en Verwerkingsbeleid (AV) en de Administratieve Organisatie en Interne Controle (AO/IC) omschrijft de ingebouwde waarborgen, die er voor moeten zorgen dat alle afvalstoffen conform interne en externe eisen worden verwerkt. Dit systeem is vooral toegespitst op gevaarlijk afval en zal worden uitgebreid met specifieke procedures voor acceptatie en verwerking van biomassa in de BEC. Belangrijkste doel van deze procedures is het voorkomen van het contracteren van biomassa welke:

- niet vergund is (waaronder C-hout)
- er voor zorgt dat niet kan worden voldaan aan de (milieu)eisen die opgelegd zijn door het Bevoegd Gezag
- problemen kan opleveren voor de bedrijfsvoering. Hierbij gaat het met name om onacceptabele corrosie en vervuiling.

Dit zal gelden voor alle biomassastromen die gecontracteerd worden.

Over de basisbrandstof (B-afvalhout) is voldoende bekend (met name bij gelijksoortige installaties in Duitsland) om zeker te zijn van een ongestoorde bedrijfsvoering, waarbij voldaan wordt aan de gestelde emissie-eisen. Van de overige biomassa's, zoals gegeven in het overzicht in bijlage 4.2, is dat niet altijd het geval omdat het vaak om specifieke (industriële) biomassastromen gaat. Voordat overgegaan wordt tot het contracteren zal dan ook een uitgebreide procedure van karakterisering en testen worden uitgevoerd, om zeker te zijn dat deze biomassa voldoet aan de gestelde randvoorwaarden, zoals hiervoor genoemd.

Uitgangspunten acceptatieprocedure

Het huidige AV-beleiddocument is opgesteld (en zal worden uitgebreid) op basis van bijlage VIII (richtlijn basis acceptatie- en verwerkingsbeleid) en bijlage VI (randvoorwaarden

monsternamen- en analyseprocedures) van het rapport "De verwerking verantwoord" van februari 2002. Dit rapport is opgenomen in het LAP (deel 2 LAP gewijzigde versie van april 2004, toelichting sectorplannen) en is de richtlijn voor het AV-beleid voor alle afvalverwerkende bedrijven.

Acceptatiebeleid

In het acceptatieproces van biomassa binnen de BEC kunnen twee fases worden onderscheiden, namelijk:

- de vooracceptatiefase
- de acceptatiefase.

Vooracceptatiefase

In de vooracceptatiefase wordt onder andere beoordeeld of:

- de aangeboden biomassaastroom conform de wet- en regelgeving geaccepteerd mag worden
- be- en verwerking in de BEC mogelijk is
- de acceptatie en/of verwerking logistiek mogelijk is.

De ontdoener geeft hierbij een omschrijving van de biomassa waarbij in ieder geval de volgende informatie wordt verstrekt: de herkomst, de aard en samenstelling, Euralcode, de verwachte hoeveelheid, de wijze van aanlevering en de frequentie van aanlevering. Op basis van deze gegevens wordt bepaald waaruit het vooracceptatieonderzoek moet bestaan. Indien de biomassa geaccepteerd mag worden en be- en verwerking mogelijk is, wordt een overeenkomst gemaakt. Na ondertekening en afgifte van afvalstroomnummer eindigt de vooracceptatiefase. In de overeenkomst worden ook afspraken gemaakt over de frequentie van vervolgonderzoek.

Acceptatiefase

Deze fase start op het moment dat de partij biomassa fysiek wordt aangeleverd bij AVR. Na controle van de administratieve gegevens wordt de vracht onderzocht. Indien nodig worden monsters genomen en analyses gemaakt. Aan de hand van de verkregen informatie wordt een beslissing genomen omtrent de definitieve acceptatie van de biomassa. Bij afwijking van de biomassakwaliteit zoals omschreven is in het contract, kan de partij worden geweigerd voor verbranding in de BEC. Afhandeling zal plaatsvinden conform de algemene acceptatie- en levervoorwaarden (AV-AO/IC). Indien kleine hoeveelheden niet toelaatbaar afval worden aangetroffen, worden deze verwijderd. Bij grotere hoeveelheden niet toelaatbaar afval wordt de gehele lading geweigerd. De geconstateerde kleine afwijkingen worden geregistreerd en

periodiek gerapporteerd aan de leveranciers. Bij meerdere overtredingen kan het contract van de leverancier worden ingetrokken.

Aanvoer en weging van de vrachtwagens vindt plaats via poort 1, geheel gescheiden van de aanvoer van huishoudelijk afval dat via de hoofdboort plaatsvindt. Na lossing wordt de vrachtwagen leeg gewogen en daarmee het netto-aanleveragegewicht vastgesteld.

Organisatie

AVR heeft speciale functionarissen die belast zijn met de acceptatie, het toezicht op, het wegen, registreren en het controleren van de binnenkomende biomassa en afvalstoffen. De BEC-installatie zal ook onder het toezicht van deze functionarissen vallen. Deze functionarissen werken conform het kwaliteitssysteem. Hierbij wordt gewaarborgd dat het belang van kwaliteitsbeheersing ten opzichte van het belang van de productieafdelingen voldoende tot haar recht komt. Alle procedures zijn/worden vastgelegd in het genoemde AV-AO/IC systeem. AVR beschikt tevens over een bedrijfsintern milieuzorgsysteem dat voldoet aan ISO 14.001. In de vergunningaanvraag wordt nader ingegaan op de AVR-procedures.

4.4 Milieuaspecten

4.4.1 Algemeen

In deze paragraaf worden alle invloeden van de BEC op het milieu toegelicht. De milieugevolgen van de BEC op en rond de AVR-locatie zijn relatief beperkt. De compartimenten die naar verwachting het meest worden beïnvloed zijn lucht en geluid. Aan deze milieuaspecten wordt dan ook extra aandacht besteed. De gekwantificeerde effecten op het milieu worden in hoofdstuk 5 vastgelegd en toegelicht, en vergeleken met de huidige situatie.

Uit de eerder geschetste achtergronden kan worden afgeleid dat van het project ook positieve gevolgen uitgaan in de vorm van:

- verminderen van storten (indirect)
- optimalisatie energie uit afvalstoffen
- CO₂-reductie door vermijding van fossiele brandstoffen elders
- vermijding overige emissies van elektriciteitsopwekking met fossiele brandstoffen.

Deze positieve gevolgen zullen eveneens worden behandeld.

De milieuaspecten zullen per compartiment worden beschreven, conform de volgende indeling:

– lucht	C1
– geluid	C2
– bodem	C3
– water	C4
– energie	C5
– veiligheid	C6
– grondstoffen en hulpstoffen	C7
– reststoffen en afvalstoffen	C8
– verkeer en vervoer	C9.

Tevens wordt ingegaan op enkele andere aspecten, zoals de invloed op de natuur en het landschap en de milieuaspecten tijdens de bouw.

4.4.2 Emissies naar de lucht (C1)

De rookgassen die vrijkomen bij de verbranding worden behandeld in de diverse onderdelen van het rookgasreinigingssysteem (RGR) en zullen ruim voldoen aan de BVA-eisen. In tabel 4.7a is een indicatie gegeven van de samenstelling van de rookgassen uitgang ketel, dus vóór de rookgasreiniging. Deze samenstelling varieert, afhankelijk van de samenstelling van het brandstofpakket (zie ook tabel 4.3). De hoogste waarden corresponderen met het worst case brandstofpakket (biomassa met hogere vervuiling). In tabel 4.7a zijn verder ook opgenomen:

- de BVA-eisen (daggemiddelde waarden)
- de eisen zoals geformuleerd in hoofdstuk 5 van de BREF-WI
- de verwachte emissies (concentraties) naar de lucht (jaargemiddelde waarden)
- de verwachte jaarvrachten die zullen worden geëmitteerd.

Tabel 4.7a Verwachte emissies naar de lucht. Alle concentraties betrokken op droge rookgassen, 11 vol% O₂. Over het algemeen betreft het daggemiddelde concentraties

	concentraties vóór RGR	BVA-eis	BREF Waste Incineration	verwachte jaargemiddelde emissies en jaarvrachten van de BEC ¹⁾	
component	mg/m ₀ ³	mg/m ₀ ³	mg/m ₀ ³	mg/m ₀ ³	ton/jaar
CO	10 - 30	50	5 - 30	10 - 30	14 - 42
C _x H _y	1 - 3	10	1 - 10	2	2,8
NO _x	300 - 500	70 ⁴⁾	120 - 180 ⁶⁾	65	91
stof	2000 - 6000	5	1 - 5	2	2,8
HCl	100 - 300	10	1 - 8	2	2,8
HF	2 - 10	1	< 1	0,2	0,28
SO ₂	100 - 300	50	1 - 40	5	7
NH ₃	50 - 100	5 ⁵⁾	< 10	3	4,2
					kg/jaar
zware metalen (op stof)	1 - 10	0,5 ²⁾	0,005 - 0,5	0,1	140
Cd + Tl	0,1 - 1	0,05 ²⁾	0,005 - 0,05	0,01	14
Hg	0,1 - 1	0,05 ²⁾	0,001 - 0,02	0,01	14
	ng TEQ/m₀³				kg/jaar
PCDD/PCDF	< 0,05	0,1 ³⁾	0,01 - 0,1	0,01	0,000014

- 1) gebaseerd op met name ervaringscijfers van AVI's: zie verder toelichting in tekst
NB in het voorkeursalternatief zijn de verwachte emissies van stof, metalen en dioxines lager: zie paragraaf 6.5
- 2) bemonsteringsperiode min. ½ tot max. 8 uur
- 3) bemonsteringsperiode min. 6 tot max. 8 uur
- 4) maandgemiddelde = 70 mg/m₀³, daggemiddelde = 200 mg/m₀³
- 5) NH₃-eis uit huidige vergunning voor EHA, gebaseerd op de NeR (BVA kent geen eis voor NH₃)
- 6) voor installaties die geen SCR toepassen (bij SCR is de range 40 - 100 mg/m₀³)

Onderbouwing verwachte emissies

De verwachte emissies zijn gebaseerd op ervaringen bij gelijkwaardige RGR-installaties. Hierbij zijn met name de ervaringen bij AVI's in Nederland geïnventariseerd, omdat daar een uitgebreide ervaring aanwezig is met natte RGR-systemen. Bij biomassa-installaties wordt steeds gebruik gemaakt van droge RGR-systemen, zodat de ervaringen aldaar niet direct bruikbaar zijn voor het ontwerp. Om een zo nauwkeurig mogelijke inschatting te maken zijn de emissiecijfers van diverse AVI's in Nederland geëvalueerd, rekening houdende met de uitvoering van de rookgasreiniging. Deze evaluatie is uitgevoerd op basis van de milieu-

jaarverslagen van de AVI's van de afgelopen jaren. Uitgaande hiervan zijn de verwachte concentraties zoals weergegeven in tabel 4.7a vastgesteld. Ook emissiegegevens van biomassa-installaties (in Duitsland) zijn verzameld. De emissies liggen daar over het algemeen wat hoger, hetgeen uiteraard verklaard kan worden door het verschil in RGR-systeem. Zie ook paragraaf 4.5.4.5 waar een vergelijking tussen een natte en droge RGR is gegeven.

De in tabel 4.7.a gegeven verwachte emissies zijn de reëel te verwachten emissies als jaargemiddelde, gebaseerd op langjarige ervaringen bij vergelijkbare installaties en/of vergelijkbare rookgasreinigingsinstallatie-onderdelen. Ook dient opgemerkt te worden dat de referentiewaarden gerealiseerd zijn bij installaties die al jaren draaien, eventuele kinderziekten in de eerste jaren van bedrijfsvoering zijn dus al opgelost. Tevens is statistisch niet gecorrigeerd voor incidentele pieken in daggemiddelden, als gevolg van incidentele, niet optimale bedrijfsvoering. De te vergunnen daggemiddelde emissiewaarden dienen hoger te liggen dan de jaargemiddelde verwachtingswaarden c.q. eisen, om in de praktijk altijd aan de gestelde daggemiddelde eisen te voldoen.

Voor CO geldt een uitzondering op de overwegingen: CO wordt gevormd in de vuurhaard en wordt **niet** verwijderd in een RGR-systeem (in tegenstelling tot alle andere componenten). Een lage emissiewaarde voor CO is alleen te bereiken door een optimale verbranding en goede uitbrand, afhankelijk van vele parameters en procesomstandigheden, alsmede een optimale sturing van de verbranding. Bij biomassa-installaties in Duitsland worden sterk wisselende cijfers gevonden. Grotere, nieuwe installaties kunnen aan de BREF-richtlijnen voldoen, hoewel soms ook hogere emissies worden gemeten. Vooral bij kleinere ketels worden (veel) hogere waarden gevonden, tot ver boven de 100 mg/m_0^3 (Vanderstraeten, 2005). Omdat de BEC een grote ketel betreft en omdat extra aandacht zal worden besteed aan het ontwerp van de vuurhaard, lijkt de range $10\text{-}30 \text{ mg/m}_0^3$ een goede verwachtingswaarde voor deze emissie. Uiteraard zal worden gestreefd naar een zo laag mogelijk CO-gehalte, omdat dit ook een maat is voor een goede uitbrand en een optimaal rendement van de totale installatie.

Andere eisen BVA

In het BVA zijn tevens emissie-eisen voor halfuurgemiddelde waarden vastgelegd, zowel voor 100% als voor 97% percentielwaarden. Voor CO geldt een extra eis voor 10-minuutgemiddelde waarden. Tabel 4.7.b geeft een overzicht van deze extra eisen. De 100% percentielwaarden van de halfuur waarden liggen een factor 2 tot 6 hoger dan de daggemiddelde waarden, de 97% percentiel waarden zijn veelal gelijk aan de daggemiddelden. Voor de BEC wordt verwacht dat de halfuur gemiddelde cijfers vergelijkbaar zijn aan de daggemiddelde waarden, omdat de rookgasreiniging een zeer constant bedrijf zal hebben. Alle

emissies zullen dus naar verwachting (ruim) aan alle BVA-eisen voldoen (zowel daggemiddelden als halfuurgemiddelden).

Tabel 4.7.b Overzicht emissie-eisen BVA voor halfuurgemiddelden (en 10 minuten gemiddelde voor CO). Alle concentraties betrokken op droge rookgassen, 11 vol% O₂

	100% van halfuurgemiddelden	97% van halfuurgemiddelden
component	mg/m ₀ ³	mg/m ₀ ³
C _x H _y	20	10
stof	15	5
HCl	60	10
HF	4	2
SO ₂	200	50
NO _x	400	200
	100% van halfuurgemiddelden	óf 95% van 10 minutengemiddelden*
CO	100	150

* in een willekeurige periode van 24 uur

Beheersen CO-emissies

Om het verbrandingsproces te controleren, een stabiele productie te voeren en de (piek)emissies van CO als gevolg van verstoringen van het verbrandingsproces te minimaliseren, worden de volgende maatregelen voorzien:

- mengen aan de bron: een homogene brandstof is de basis voor een stabiel verbrandingsproces. Daarom kan door middel van doseerboxen een continue, constante kwaliteit van de brandstof naar de oven worden gevoerd ondanks de aanvoer van B-hout uit diverse bronnen
- doseersysteem: door middel van een doseersysteem wordt het brandstofmengsel gecontroleerd in de vuurhaard gedoseerd
- rooster: door het toepassen van meerdere luchtzones kan de ligging van het vuur, en daarmee het verbrandingsproces goed bijgestuurd worden
- stookregeling: door het toepassen van een stookautomaat waarbij de brandstofdosering, het rooster en de verbrandingslucht optimaal aangestuurd worden is er volautomatische controle over het verbrandingsproces

- personeel: de BEC zal bediend worden vanuit de controlekamer van de AVI, dit houdt in dat het bedienend personeel al ervaring heeft met afvalverbranding, daarnaast zal door de leverancier van de BEC-installatie zowel theorie- als praktijktraining gegeven worden.

Variaties in ingangskoncentraties

De emissies en jaarvrachten worden nauwelijks of **niet** beïnvloed door variaties in het brandstofpakket en dus variaties in de rookgassamenstelling vóór de RGR (1^e kolom van de tabel). Dit kan als volgt worden verklaard:

- bij een natte wasser wordt de uitgangskoncentratie in de gasfase bepaald door het evenwicht dat zich instelt tussen de wasvloeistof en de rookgassen. Dit is onafhankelijk van de ingangskoncentratie van de rookgassen. Indien er meer vervuilende componenten moeten worden afgescheiden worden er meer chemicaliën gedoseerd en wordt er eventueel wat meer water gespuid. De uitgangskoncentratie van de component blijft hierdoor gelijk, ook al is de ingangskoncentratie hoger. Dit geldt voor alle componenten die in de natte wasser worden afgescheiden: de zure componenten HCl, HF en SO₂
- bij de SNCR-installatie wordt zoveel NH₃ gedoseerd als nodig is om de NO_x voldoende om te zetten. Dit wordt geregeld door de uitgangskoncentratie NO_x.

De emissies uit de schoorsteen en de jaarvrachten zijn dus vrijwel onafhankelijk van de samenstelling van de brandstof-input en gelden voor alle typen biomassa, ook voor het worst case scenario. In de worst case situatie ontstaan wel meer reststoffen en zijn ook meer chemicaliën vereist. Ook de hoeveelheid rookgassen is niet of nauwelijks afhankelijk van samenstelling: bij een hogere stookwaarde ontstaan er per ton biomassa weliswaar meer rookgassen maar de doorzet is evenredig lager. Zie ook tabel 4.5: er is vrijwel geen verschil tussen de rookgashoeveelheid bij het ontwerppakket en de "worst case". Het (kleine) verschil wordt veroorzaakt door meer vocht in de biomassa c.q. de rookgassen: de hoeveelheid droge rookgassen is in alle gevallen gelijk.

Emissies bij starts, stops en calamiteiten

Tijdens bedrijf zullen op de kritieke plaatsen in de BEC metingen worden verricht om de juiste procesgang te waarborgen en steeds aan de emissie-eisen te voldoen. Als bij deze metingen een waarde wordt gevonden die buiten de ingestelde procesgrenswaarden valt, worden corrigerende maatregelen getroffen om de voor de procesgang normale waarden te herstellen. Alle signalen voor meting, regeling en beveiliging van het proces van de installatie zijn ondergebracht in de bedienings- en bewakingsruimte van de bestaande AVI. In deze controleruimte is continue bewaking aanwezig. Alle installaties zijn voorzien van veiligheidsmaatregelen om tijdens onvoorziene gebeurtenissen en start/stops, eventuele calamiteiten en emissies te

beperken. Indien de rookgasreiniging niet goed functioneert, zal de installatie uit bedrijf worden genomen.

Bij het geleidelijk opstoken en/of afstoken treden geen afwijkende effecten naar het milieu op. De kwaliteit van het verbrandingsproces blijft gehandhaafd en de rookgassen worden via de in bedrijf zijnde rookgasreiniging en de schoorsteen afgevoerd. Als de BEC wordt gestopt wordt de biomassatoevoer gestopt en de steunbranders gestart om de temperatuur boven 850 °C te houden. Pas nadat alle biomassa is verbrand wordt de installatie geheel gestopt. Daar de rookgasreiniging tot het laatst in bedrijf blijft heeft het stoppen geen extra invloed op het milieu. Alleen bij het opstoken of afstoken met huisbrandolie ontstaat NO_x, zolang de SNCR-installatie nog niet in bedrijf is (circa 20 g/GJ).

Alleen bij versneld afstoken is kortstondig sprake van een slechte uitbrand, met als gevolg verhoogde concentraties aan onvolledig verbrande koolstofverbindingen in de rookgassen. Door het toepassen van een doekfilter met AK-injectie (voorkeursalternatief) zullen deze voldoende worden afgevangen. De hoeveelheid rookgassen blijft beperkt omdat de verbrandingsluchtventilator direct wordt stopgezet. De rookgasreinigingsinstallatie blijft in bedrijf. Relevante milieu-effecten buiten de installatie zijn daarom niet te verwachten. Een en ander is ook reeds in paragraaf 4.3.7.4 toegelicht.

De opstartbranders van de BEC (oliebranders), die tevens dienst kunnen doen als steunbranders worden conform de zeer streng geldende veiligheidsvoorschriften beveiligd. Dit geldt tevens voor het (bestaande) opslag- en transportsysteem van de huisbrandolie.

Samengevat kan gesteld worden dat de emissies tijdens normale starts en stops gelijk of lager zijn aan de emissies tijdens normaal bedrijf. Alleen bij versneld uit bedrijf gaan ten gevolge van een calamiteit (zogenaamde noodstop) kunnen geringe overschrijdingen optreden, gedurende korte tijd (15 minuten). Bij langere storingen waarbij overschrijding van de BVA-emissiewaarden dreigt, wordt de installatie gestopt. Bypassbedrijf van de rookgasreiniging is niet voorzien. De RGR kan steeds voldoen aan de emissie-eisen die in het BVA zijn gesteld, ook tijdens calamiteiten en storingssituaties.

Geur

In de voorgenomen activiteit zal, vergeleken met de totale inrichting, geen substantiële extra hoeveelheid geur vrijkomen. De lucht uit het ketelhuis wordt afgezogen ten behoeve van de luchttoevoer aan het verbrandingsproces. Bij de ontslakker komen (evenals bij de huidige AVI) geen significante hoeveelheden geur vrij. Voor de emissie via de schoorsteen wordt uit-

gegaan van een concentratie die gelijk is aan de gegevens gebruikt in het geur-rapport ten behoeve van de MER EHA (PRA Odournet, 2002).

Het storten van biomassa in de opslaghal zal eveneens relatief weinig geuremissie geven. Het betreft hoofdzakelijk B-hout, dat nauwelijks enige geur verspreidt. Uit onderzoek is gebleken (Witteveen en Bos, 1999) dat de "hedonische waarde" van hout c.q. houtsnippers laag is³. Ook de andere biomassastromen geven naar verwachting relatief weinig geuremissie. Om de invloed op de totale geurimmissie van de locatie te bepalen zijn er toch berekeningen uitgevoerd, voor de autonome ontwikkeling en de nieuwe situatie. Hierbij is uitgegaan van de gegevens uit het genoemde rapport van PRA Odournet, die gelden voor de geuremissie van huishoudelijk afval. De resultaten van deze aanpak kunnen dus als een "worst case" situatie worden gezien. De berekeningen worden in hoofdstuk 5 nader toegelicht. De volgende geurbronnen ten gevolge van de BEC worden daarbij in rekening gebracht:

- de schoorsteen. Hiervoor is dezelfde geuremissie genomen als voor de AVI's (4609 ge/m³). Dit getal is ook gebruikt in het MER voor de EHA
- opslag in opslaghal. Voor de opslaghal wordt gerekend met een geuremissie van 85 000 ge/h.m² en een gemiddeld bedekt oppervlak van 1500 m²
- aanvoer en overslag: 1 miljoen ge per ton aangevoerde biomassa.

Omdat in principe geen biomassa die geuroverlast kan veroorzaken wordt verwerkt, wordt vooralsnog geen afzuiging voorzien.

Diversen

Naast de genoemde emissies zijn er nog emissies naar de lucht via het verkeer, voor de toevoer en afvoer van de brandstoffen en hulpstoffen/reststoffen.

Daarnaast kan de biomassa tijdens opslag en overslag oorzaak zijn van stofemissies. De opslag wordt volledig overdekt uitgevoerd en er worden voldoende voorzieningen aangebracht om stofemissie te vermijden, onder andere watersproeiers, zodat de emissie van stof uit de opslag verwaarloosbaar zal zijn.

Droge hulpstoffen worden opgeslagen in silo's (kalk, actief kool). Deze silo's worden voorzien van stoffilters met emissies conform de NER-richtlijnen. Alleen tijdens vullen treden kortstondig zeer geringe emissies van stof op (< 5 mg/m³).

³ Dit betekent dat er een hoge geurconcentratie nodig is voordat mensen het onaangenaam vinden ruiken.

4.4.3 Geluid (C2)

De installatie brengt extra geluidemissie teweeg. De geluidbelasting op de referentiepunten en de zonegrens zal naar verwachting nauwelijks wijzigen ten opzichte van de vergunde situatie omdat de BEC in plaats van de DTO's komt, en tevens op dezelfde locatie. De biomassa wordt gelost in een gesloten opslaghal. Alle installatiedelen bevinden zich binnen de gebouwen. Waar nodig worden primaire maatregelen genomen. Bijvoorbeeld: in het rookgasreinigingsgebouw bevindt zich de zuigtrekventilator. Deze wordt voorzien van een geluiddemper in de persleiding, alsmede een geluidsomkasting.

Bij de geluidsberekeningen worden de in tabel 4.8a en b gegeven geluidbronnen afkomstig van de BEC in aanmerking genomen. De mobiele shredder is slechts af en toe in bedrijf: naar verwachting circa 1 uur per dag. Voor een omschrijving van de vervoersbewegingen voor aanvoer van biomassa en aan- en afvoer van hulpstoffen en reststoffen wordt verwezen naar paragraaf 4.4.10.

In tabel 4.8a is ook de dumpcondensor opgenomen: zoals toegelicht onder paragraaf 4.3.5.4 zal de bestaande, watergekoelde dumpcondensor worden vervangen door een luchtgekoelde condensor. Deze aanpassing wordt in dit MER meegenomen (alleen invloed op geluid).

De inrichting is gelegen op een industrieterrein dat volgens de Wet geluidhinder van een geluidzone is voorzien. Op grond van jurisprudentie hoeft de geluidbijdrage vanwege het verkeer van en naar een inrichting gelegen op een gezondeerd industrieterrein ter plaatse van woningen niet getoetst te worden aan de streefwaarden zoals geformuleerd in de Circulaire Indirecte Hinder. Op grond hiervan is de bijdrage vanwege het verkeer van en naar de inrichting in het onderzoek dan ook niet nader beschouwd, echter wel het verkeer op het terrein.

Tabel 4.8a Overzicht belangrijkste geluidbronnen BEC (> 90 dB(A))

bron omschrijving	bronsterkte $L_{Ar,LT}$ [dB(A)]
schoorsteen top	90
opslaghal noordgevel respectievelijk zuidgevel	96 (102 indien shredder in bedrijf)
opslaghal westgevel respectievelijk oostgevel	88 (94 indien shredder in bedrijf)
gevels turbineruimte (naar 3 zijden)	91
zeefstoren/voorbewerking biomassa	93
aanzuigrooster verbrandingslucht	94
uitlaat ketelhuis	95
uitlaat rookgasreinigingsgebouw	95
container wisselpunt	106
ventilator dak turbinegebouw	98
dumpcondensor (gemiddeld 3000 uur/jaar)	109

Tabel 4.8b Mobiele bronnen en bedrijfstijden (geluid is geïntegreerd in de bronsterktes op de diverse punten: zie tabel 4.8a)

bron omschrijving	bronvermogen L_{WR} [dB(A)]*	bedrijfstijden
shovel in opslaghal	104	werkdagen, 07:00 -19:00
mobiele shredder	110	werkdagen, 1 uur/dag
vrachtwagens	105	werkdagen, 07:00 -19:00

4.4.4 Bodem (C3)

De installatie wordt met de vereiste bodembeschermende voorzieningen uitgerust, conform Nationale Richtlijn Bodembeschermende voorzieningen (NRB), categorie A, waardoor er geen effecten voor de bodem zijn. Na ontmanteling van de DTO's zal eerst nader bodemonderzoek plaatsvinden (eindsituatie-onderzoek bodem DTO's). Indien nodig zal het terrein (deels) worden gesaneerd, voorafgaand aan de bouw van de BEC. Het totale oppervlak dat is bebouwd met productie-installaties zal niet toenemen.

Met behulp van berekeningen met een gevalideerd programma (STACKS) zal in kaart worden gebracht hoe groot de depositie is van de geëmitteerde componenten, als functie van de emissies naar de lucht.

4.4.5 Water (C4)

Uit de rookgasreiniging komen, na fysisch-chemische behandeling in de ABI, twee afvalwaterstromen vrij die worden geloosd op het oppervlaktewater. De afvalwaterstromen zullen voldoen aan de Regeling lozingen afvalwater van rookgasreiniging (VROM). Deze regeling vormt de implementatie van de bepalingen in richtlijn 2000/76/EG (verbranding van afval). Voor de bestaande AVI-installatie zijn echter strengere eisen geformuleerd: zie tabel 4.9. Ter vergelijking zijn ook de richtwaarden van de BREF WI weergegeven in de tabel. Tabel 4.9 bevat tevens de verwachte concentraties in het afvalwater, gebaseerd op de lozingen van de bestaande roosterovens. Aan de emissie-eisen (zowel BVA, huidige eisen voor AVI als de BREF-richtwaarden) kan naar verwachting ruimschoots worden voldaan. Het toegepaste principe van de ABI: fysische chemische behandeling, van beide spuistromen afzonderlijk, is ook geheel conform de BREF WI. De afvalwaterstromen worden opgemengd met de retourstroom van het koelwater van de condensor. Hierdoor worden de afvalwaterstromen aanzienlijk verdund (met een factor van circa 1000) alvorens de Nieuwe Waterweg wordt bereikt. Verwacht wordt dat de afvalwaterstromen maximaal 3 m³/uur respectievelijk 2 m³/uur bedragen (zure respectievelijk basische afvalwaterstroom) voor de worst case situatie.

Tabel 4.9 Emissie-grenswaarden en verwachte emissies via afvalwater van de rookgasreini-
ging (alle gegevens in mg/l, met uitzondering van dioxines)

component	BVA (24 uurs waarden)	eisen bestaande AVI (24 uurs waar- den)	BREF Waste Incineration	verwachte concentraties BEC (gebaseerd op bestaande AVI)	
				zuur	basisch
hoeveelheid		-		3 (m ³ /h)	2 (m ³ /h)
As	0,15	0,01	0,01 – 0,15	0,001	0,002
Cd	0,05	0,02	0,01 – 0,05	0,010	0,009
Cr	0,5	0,03	0,01 – 0,5	0,016	0,016
Cu	0,5	0,02	0,01 – 0,5	0,014	0,0135
Hg	0,03	0,005	0,001 – 0,03	0,0006	0,0007
Mo	--	1	-	0,132	0,039
Ni	0,5	0,03	0,01 – 0,5	0,019	0,016
Pb	0,2	0,1	0,01 – 0,1	0,044	0,042
Zn	1,5	0,2	0,01 – 1	0,019	0,105
CZV	--	200	50 – 250	112	37
EOCI	--	0,1	-	< 0,1	< 0,1
		steekmonsters			
zwevend stof	30	20	10 – 30	2,4	2,7
dioxines/furanen ng TEQ/l	0,3	0,1	0,01 – 0,1	< 0,1	< 0,1
N Kjeldahl *	--	--	--	50	10
verdere richtlijnen uit BREF Waste Incineration					
pH			6,5 - 11	circa 9	circa 9
Co			0,005 - 0,05	< 0,05	< 0,05
Mn			0,02 - 0,2	< 0,2	< 0,2
Sb			0,005 - 0,85	< 0,1	< 0,1
Sn			0,02 - 0,5	< 0,5	< 0,5
Tl			0,01 - 0,05	< 0,05	< 0,05
V			0,03 - 0,5	< 0,5	< 0,5
geen richtlijnen bekend:					
fluoride (F-)				50	10

* N Kjeldahl is gedefinieerd als de som van ammonium (NH₄⁺) en organisch gebonden stikstof, uitgedrukt in mg N/liter

Tabel 4.10 bevat de verwachte jaarvrachten via de lozingen van de BEC, gebaseerd op de worst case brandstofsamenstelling. Bij de gemiddelde samenstelling van de biomassa zullen de hoeveelheden afvalwater die geloosd worden evenredig lager worden. De hoeveelheid zware metalen-slib of filterkoek die ontstaat, is eveneens afhankelijk van het biomassa-pakket: tussen 1000 ton/jaar bij relatief schone biomassa, tot 3000 ton/jaar voor de worst case situatie.

Tabel 4.10 Verwachte jaarvrachten naar oppervlaktewater, worst case situatie

component	eenheid	verwachte jaarvrachten		
		zuur	basisch	totaal
hoeveelheid	ton/jaar	24 000	16 000	40 000
As	kg/jaar	0,024	0,032	0,056
Cd	kg/jaar	0,24	0,144	0,38
Cr	kg/jaar	0,384	0,256	0,64
Cu	kg/jaar	0,336	0,216	0,55
Hg	kg/jaar	0,0144	0,0112	0,026
Mo	kg/jaar	3,168	0,624	3,79
Ni	kg/jaar	0,456	0,256	0,71
Pb	kg/jaar	1,056	0,672	1,73
Zn	kg/jaar	0,456	1,68	2,14
EOCI	kg/jaar	< 2,4	< 1,6	< 4
zwevend stof	kg/jaar	58	43	101
CZV	kg/jaar	2700	600	3300
N Kjeldall	kg/jaar	1200	160	1360
dioxines/furanen	mg/jaar	< 4,8	< 3,2	< 8

Koelwater

De thermische lozing via het koelwater zal toenemen, voornamelijk ten gevolge van de watergekoelde condensor van de BEC. Daarnaast zal de bestaande installatie in de nabije toekomst ook meer koelcapaciteit nodig hebben: de ombouw van de RO's en de verdere optimalisatie van de bestaande installaties zal leiden tot een toename van de stoomproductie en dus van de thermische lozing. Hiervoor is inmiddels een aparte vergunningprocedure opgestart. In deze aparte aanvraag wordt uitbreiding gevraagd van de vergunde capaciteit, van 260 MW_{th} naar 335 MW_{th} thermische lozing. Ten gevolge van de BEC zal de thermische lozing verder toenemen met 50 MW_{th}. De maximale, totale onttrekking van oppervlaktewater voor koeldoeleinden zal niet behoeven te worden vergroot. Het koelwater zal via het

bestaande koelwaternet op de bestaande lozingspunten A1 en A2 op de Nieuwe Waterweg worden geloosd. Tabel 4.11 geeft een totaaloverzicht van de huidige koelwatersituatie en de verwachte wijzigingen als gevolg van het in bedrijf nemen van de BEC alsmede de aanpassingen/wijzigingen in de totale inrichting (aparte aanvraag).

De huidige reserve in het koelwater wordt nu gebruikt voor een dumpcondensor (die slechts af en toe in bedrijf is: totaal circa 3500 uur per jaar), dan wel om de temperatuurtoename in de zomerperiode te beperken tot een ΔT van 7 °C. De dumpcondensor zal worden vervangen door een luchtgekoelde condensor zodat dit koelwater ter beschikking komt voor de BEC en de verdere uitbreiding van de RO's. In tabel 4.11 is **niet** opgenomen de koelwaterlozing door de EHA. Deze bedraagt 110 MW_{th}. Ten behoeve van de EHA zal een nieuwe koelwatertoevoer en -afvoer worden voorzien, geheel los van het bestaande koelwatersysteem.

Tabel 4.11 Wijziging in koelwatersituatie op lozingspunt A1 en A2 door de BEC en de uitbreiding/aanpassing van de bestaande inrichting

	huidige situatie	inclusief aanpassingen bestaande inrichting + BEC
koelwaterflow maximaal	ca. 36 000 m ³ /hr	ongewijzigd
koelwater t.b.v. BEC	--	circa 6000 m ³ /hr
reserve voor dumpcondensor	max 44 MW _{th}	n.v.t.
vergunde thermische belasting (of aan te vragen)	260 MW _{th} (inclusief dumpcondensor)	335 MW _{th} + 50 MW _{th} (uitbreiding bestaande installatie respectievelijk BEC)
lozingspunten	A1 en A2	ongewijzigd

Diversen

De afvalwaterstromen die uit het proces vrijkomen worden in principe hergebruikt, hetzij als suppletie op de natte wassers of als suppletie op de ontslakker. Het betreft met name ketelspuiwater. Naast de spui van de wassers vindt lozing plaats van:

- regenwater van daken en verharde oppervlakten. Deze hoeveelheden zullen niet wijzigen ten opzichte van de huidige situatie (totale oppervlakte blijft gelijk)
- huishoudelijk afvalwater: zeer geringe hoeveelheden omdat er geen kantoren, werkplaatsen of bedieningsruimtes zijn voorzien in het BEC-gebouw
- sporadisch: schrobwater van vloeren en dergelijke.

De riolering ter plaatse zal worden verbeterd.

4.4.6 Energie en CO₂-emissiereductie, warmtelevering (C5)

Het bruto rendement van de installatie zal ten minste 30% bedragen. Het eigen verbruik is nog niet in detail bekend, maar het netto rendement zal ten minste 27% zijn (dus circa 3% eigen verbruik). Uitgaande van een capaciteit van 80 MW_{th} wordt dan jaarlijks netto circa 173 000 MWh elektriciteit geproduceerd.

Door de inzet van biomassa wordt elders de inzet van fossiele brandstof vermeden, dus wordt ook de emissie van fossiele of niet-cyclische CO₂ vermeden. De vermeden CO₂-emissie is afhankelijk waaraan de vermeden emissie wordt gerelateerd:

- bij kolencentrales is de emissie circa 1 ton CO₂ per MWh_e (gemiddeld rendement circa 38%)
- bij gasgestookte centrales (STEG, met een hoog rendement: 54%) is de vermeden emissie circa 0,37 ton CO₂ per MWh_e (EZ, 2003a).

Dit betekent dat per jaar wordt vermeden:

- 173 000 ton CO₂ vergeleken met kolencentrales
- 64 000 ton CO₂ vergeleken met een STEG.

Warmtelevering vanuit de BEC is vooralsnog niet voorzien. AVR als bedrijf levert al warmte aan het naastgelegen bedrijf Kerr McGee vanuit de centrale, met een totale capaciteit van circa 20 MW_{th}. Dit kan in de toekomst eventueel worden uitgebreid. Op dit moment wordt warmtelevering vanuit de BEC niet nader onderzocht omdat de bestaande verbinding van de AVI ruim voldoende capaciteit heeft. Levering vanuit de BEC zou nu forse extra investeringen vergen, terwijl de milieuwinst als gevolg van warmtelevering met de huidige situatie al bereikt is.

AVR onderzoekt overigens voortdurend mogelijkheden tot extra warmtelevering aan bedrijven in de regio, mede omdat dit economisch interessant is. Ook een koppeling aan het grote stadsverwarmingsnet van de regio Rotterdam wordt momenteel onderzocht. Levering van warmte vindt bij voorkeur plaats vanuit de bestaande AVI omdat de voorzieningen reeds grotendeels aanwezig zijn. Levering via de AVI heeft ook de voorkeur omdat deze veel zekerder is: er zijn zeven AVI-ketels beschikbaar waarvan er altijd meerdere in bedrijf zijn. Warmtelevering via de BEC (die stand-alone is) is veel minder betrouwbaar.

4.4.7 Veiligheid (C6)

De belangrijkste risicofactor voor de veiligheid en gezondheid is het verbrandingsproces en potentiële calamiteiten daarmee. Andere risico's betreffen met name calamiteiten met vervoer en opslag van chemicaliën en brandgevaar in opgeslagen bandstof. Door het implementeren van passende maatregelen kan bereikt worden dat er geen significante risico's voor de volksgezondheid in de omgeving van de AVR bestaat. De locatie is BRZO-99 plichtig. In het kader hiervan is een veiligheidsrapport (VR) opgesteld, waarin tevens opgenomen (onder andere) een VBS-document (Veiligheids Beheer Systeem). Dit VBS-document is in 2004 nog geactualiseerd. Indien nodig zullen specifieke aspecten betreffende de BEC hierin worden opgenomen.

Bij opslag van grote hoeveelheden biomassa (hout) bestaat het risico van broei. De opslaghal zal worden ingedeeld in meerdere compartimenten, gescheiden door betonnen muren van 6 meter hoog. De opslaghoogte bedraagt maximaal circa 6 meter. Om broei te signaleren zal periodiek de temperatuur in de biomassa worden gemeten.

Daar de voorgenomen activiteit een relatief eenvoudig proces is, zullen er weinig chemicaliën nodig zijn. Er worden dezelfde of vergelijkbare chemicaliën gebruikt als bij de huidige AVI, waardoor dit bekende gevaarsaspecten zijn voor het personeel. Het betreft onder andere calciumhydroxide en actief kool. Voor de SNCR-installatie zal gebruik worden gemaakt van ammoniakwater (oplossing van 25 gew% ammoniak in water) waardoor de risico's aanzienlijk minder worden, vergeleken met de 100% (vloeibare) ammoniak die in de AVI wordt gebruikt. De dampspanning van ammoniak boven een 25 gew% oplossing is relatief laag (44 kPa bij 20 °C omgevingstemperatuur). Ammoniakwater is niet brandbaar. Ammoniak in dampvorm is wel brandbaar, doch kan in de lucht moeilijk worden ontstoken. Alleen indien een mengsel ontstaat binnen de explosiegrenzen (16-27 vol% NH_3) is er een ontbranding c.q. explosie mogelijk (info Yara Sluiskil, 2001). Ammoniakwater zal worden opgeslagen in een dubbelwandige tank, voorzien van lekdetectie. Er is een tank van 50 m³ voorzien. Tevens zal er ammoniakdetectie en alarmering worden voorzien in de nabijheid van de opslagtank.

Alle opslagvoorzieningen zullen verder ontworpen worden conform de geldende voorschriften.

4.4.8 Grond- en hulpstoffen (C7)

Voor de bedrijfsvoering van de BEC zijn diverse chemicaliën en hulpstoffen benodigd. De belangrijkste zijn in de vorige paragraaf reeds genoemd. Verder komen er opslag- en doseervoorzieningen voor de benodigde chemicaliën voor de RGR en ABI:

- calciumhydroxide (alternatief calciumoxide), in de vorm van een silo van globaal 50 m³ (nog vast te leggen)
- actief kool (gemengd met andere hulpstoffen), dat wordt opgeslagen in een silo van globaal 50 m³
- TMT-15, dat wordt opgeslagen in vaatjes
- poly-elektrolyt, dat wordt opgeslagen in zakken.

Daarnaast komt er ook een kleine opslag voor natriumfosfaat (zakken), ten behoeve van de ketelconditionering. De benodigde NaOH en HCl zullen mogelijk worden betrokken van de bestaande opslagtanks, nabij de BEC-locatie. Het verbruik is relatief gering.

De benodigde hoeveelheden en de capaciteit van de opslag wordt meer in detail vastgelegd tijdens het verdere ontwerp van de installatie en zal worden opgenomen in de vergunning-aanvraag. In de vergunningaanvraag zal ook worden ingegaan op de ABM-toets (Algemene BeoordelingsMethodiek) om het risico van het gebruik van grond- en hulpstoffen te inventariseren. De ABM is een methodiek om op een eenduidige wijze de zogenaamde water-bezwaarlijkheid van stoffen en preparaten te bepalen en de daarbij behorende sanerings-verplichtingen vast te stellen.

4.4.9 Reststoffen (C8)

De reststoffen bestaan uit bodemas, vliegias en ABI-slib. Deze reststoffen zullen zoveel mogelijk nuttig worden toegepast. Dit is reeds toegelicht in paragraaf 4.3.5.7, waar ook de verwachte hoeveelheden zijn gegeven:

- bodemas: 10 000 – 30 000 ton/jaar
- cycloonas (vliegias): 1000 – 5000 ton/jaar
- filterkoek uit ABI: 1000 – 3000 ton/jaar.

4.4.10 Verkeer (C9)

Bij de voorgenomen activiteit zal 160 tot 200 kton per jaar worden aangevoerd, waarvan circa 1/3 deel afkomstig van de ASI Rozenburg, op dezelfde locatie. Aanvoer per schip of trein geeft

nauwelijks milieuvoordelen gezien de (zeer) korte transportafstanden. Deze optie lijkt ook economisch niet te verkiezen. Dit wordt in paragraaf 4.5 nog verder toegelicht. Het aantal vervoersbewegingen zal circa 65 voertuigen per dag zijn, waarvan dus circa 25 over (zeer) korte afstand, vanaf de ASI. Daartegenover is de aanvoer naar de DTO's vervallen. De aanvoer zal plaatsvinden via poort 1, aan de noord-westzijde van het terrein. Deze poort wordt momenteel nauwelijks gebruikt, na het sluiten van de DTO's. Het totale aantal transportstromen over de weg naar de locatie en van de locatie bedraagt momenteel circa 400 vrachtwagens per dag (zowel toevoer als afvoer), voornamelijk via de hoofdboort aan de oostzijde. De toevoer van biomassa zal dus volledig gescheiden zijn van de toevoer van huishoudelijk en bedrijfsafval.

De transporten vinden voornamelijk plaats op werkdagen tussen 07:00 en 19:00 (AVR, revisievergunning 2004). Een gedeelte vindt plaats tussen 19:00 en 23:00 (50 transporten) en tussen 23:00 en 07:00 (20 transporten). Een verdere toename van transportbewegingen (bijvoorbeeld door extra bewegingen van auto's van personeel) is te verwaarlozen ten opzichte van de huidige bewegingen.

4.4.11 Natuur en landschap, visuele aspecten

De BEC zal worden gesitueerd op de bestaande locatie van de DTO's. Qua afmetingen en qua invloed op de natuur is de BEC volledig vergelijkbaar met de DTO's. De locatie bevindt zich bovendien midden in een industrieel gebied. Gesteld kan worden dat de invloed op natuur en landschap gelijk blijft en dat de wijziging in de visuele aspecten eveneens zeer gering c.q. verwaarloosbaar zijn.

4.4.12 Milieuaspecten tijdens de bouw

De mogelijke directe milieu-effecten van de bouw (tijdsduur circa twee jaar) van de installaties zijn als volgt onder te verdelen.

Geluidsproductie

De geluidsemissies tijdens de bouw zullen gelijk zijn aan die bij de bouw van kleine industriële bedrijven. Tijdens het zogenaamde uitblazen van de ketel kan de geluidsproductie tijdelijk hoger zijn.

Energieverbruik

Tijdens de bouw wordt energie verbruikt door het bouwverkeer en -apparatuur alsmede het proefdraaien van de diverse installatiesecties. Dit verbruik is gering en (veel) lager dan het verbruik tijdens normaal bedrijf.

Onttrekking van grondwater

Tijdens de bouw moet aan verschillende funderingen van gebouwen en installaties grondwater worden onttrokken. Een vergunning in het kader van de Grondwaterwet is nodig, indien de onttrekking meer is dan 50 000 m³ per 30 dagen, meer dan 200 000 m³ in zes maanden of langer dan een periode van zes maanden. De verwachting is dat er zeker minder dan 50 000 m³ water wordt opgepompt en dat dit korter duurt dan zes maanden.

4.4.13 Positieve milieuaspecten

Het realiseren van een BEC heeft ook diverse positieve aspecten. Een van de voordelen is reeds genoemd: het vermijden van emissies van CO₂ uit fossiele brandstoffen (paragraaf 4.4.6). Naast vermeden emissies van CO₂ worden ook andere emissies vermeden, met name stof, NO_x en SO₂ (bij vermijden van kolen) of NO_x (bij vermijden van gas). Welke emissies worden vermeden is sterk afhankelijk van welke centrale er wordt verdrongen. Bijvoorbeeld: vergeleken met een gemiddelde centrale (gestookt met circa 40% kolen en 60% gas) zal de netto emissie van NO_x en SO₂ wat afnemen:

- de BEC emitteert 91 ton NO_x per jaar, een gemiddelde centrale zou 102 ton per jaar emitteren (bij een productie van 173 000 MWh elektriciteit)
- de BEC emitteert 7 ton SO₂ per jaar, een gemiddelde centrale 35 ton per jaar.

Een vergelijking met emissies bij kolencentrales wordt ook nog in de volgende paragraaf uitgewerkt.

Verwerken in een BEC heeft bovendien het voordeel dat een hoger rendement wordt bereikt dan wanneer de biomassa in een afvalverbrander zou moeten worden verwerkt (indien geen nuttige toepassing voorhanden is). Het netto rendement van een moderne AVI is 22-24%, zodat door toepassing in een BEC een verbetering van circa 4%-punt te bereiken is.