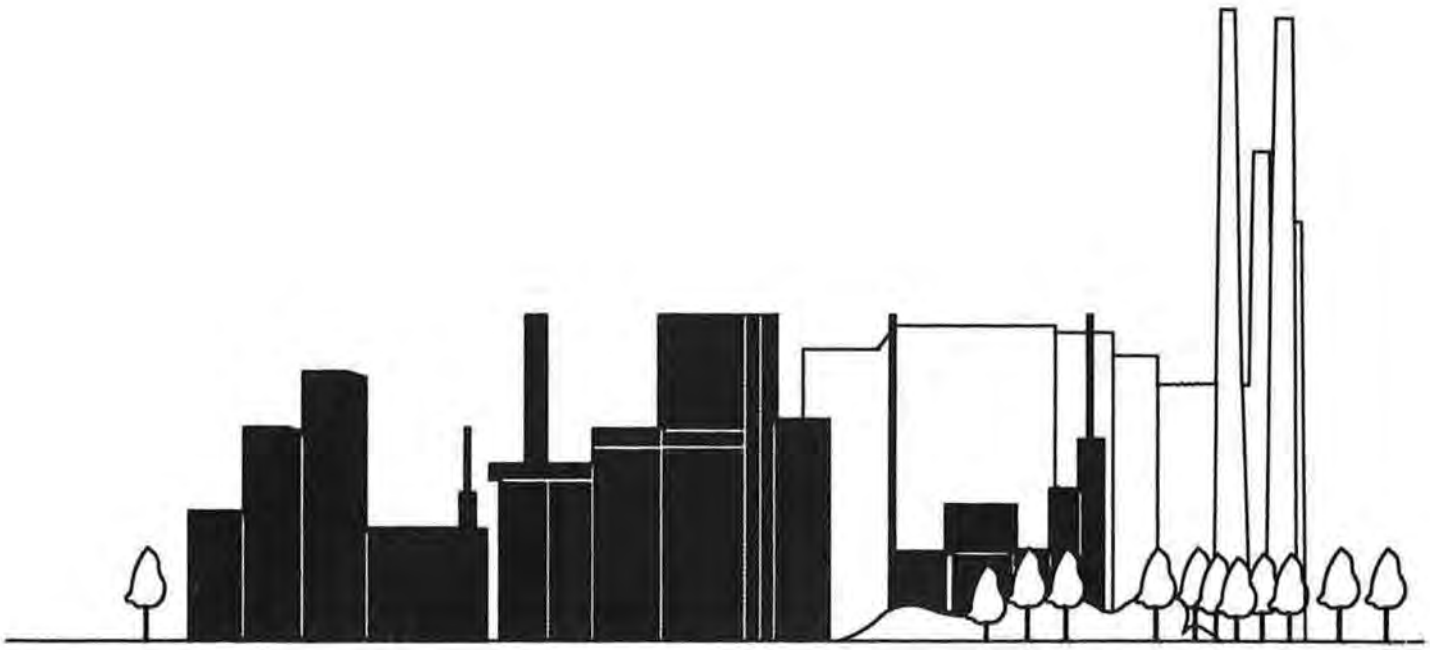
# Demkolec B.V.
# N.V. EPZ

## Milieu-Effect-Rapport

## DEMO KV/STEG

## Buggenum



207-

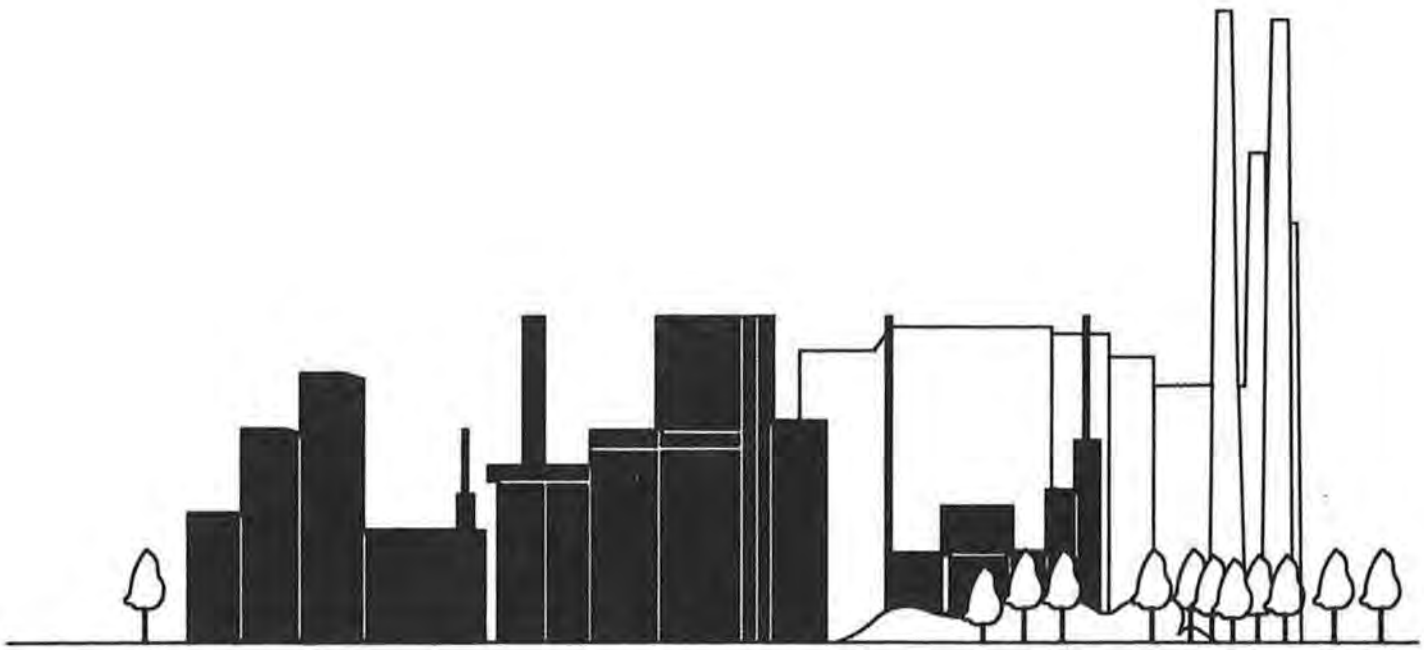
juli 1989

# Demkolec B.V.
# N.V. EPZ

## Milieu-Effect-Rapport

## DEMO KV/STEG

## Buggenum



KEMA

juli 1989

INHOUD


| | | blz. |
|---|---|---|
| VERKLARENDE LIJST VAN BEGRIPPEN, SYMBOLEN EN VOORVOEGSELS | | |
| SAMENVATTING | | |
| 1 | Inleiding | 1.1 |
| 1.1 | Aanleiding en voorgeschiedenis | 1.1 |
| 1.2 | Reikwijdte en procedure MER | 1.1 |
| 1.3 | Inhoud MER | 1.2 |
| 2 | Probleemstelling en doel | 2.1 |
| 2.1 | KV/STEG-technologie | 2.1 |
| 2.2 | Vergelijking KV/STEG-conventioneel poederkoolstoken -gasgestookte STEG | 2.1<br>2.2 |
| 2.2.1 | Lucht | 2.2 |
| 2.2.2 | Oppervlaktewater | 2.2 |
| 2.2.3 | Bodem | 2.4 |
| 2.2.4 | Bijprodukten | 2.4 |
| 2.2.5 | Geluid en visuele aspecten | 2.5 |
| 2.2.6 | Veiligheid | 2.6 |
| 2.2.7 | Nabeschouwing | 2.7 |
| 2.3 | Elektriciteitsplan 1989-1998 | 2.7 |
| 2.4 | Doelstelling | 2.9 |
| 3 | Voorgenomen activiteit en alternatieven | 3.1 |
| 3.1 | Voorgenomen activiteit | 3.1 |
| 3.1.1 | Algemene procesbeschrijving | 3.2 |
| 3.1.1.1 | Kolenvergassingsprocessen | 3.2 |
| 3.1.1.2 | Stookgasreiniging | 3.5 |
| 3.1.1.3 | Zwavelwinning | 3.6 |
| 3.1.1.4 | Verbrandingsproces in gasturbine | 3.6 |
| 3.1.1.5 | Stoom-water kringloop | 3.6 |
| 3.1.2 | De brandstoffen | 3.7 |
| 3.1.3 | Situatieschets DEMO KV/STEG | 3.11 |
| 3.1.4 | Transport en behandeling van kolen en aardgasaanvoer | 3.13 |
| 3.1.5 | Vergassingsinstallatie en gaskoelers | 3.15 |
| 3.1.6 | Gasreinigingsinstallatie | 3.16 |
| 3.1.7 | Zwavelinstallatie en afvalgas-behandeling | 3.18 |
| 3.1.8 | KV-slak- en -vliegasafvoersysteem | 3.18 |
| 3.1.9 | Luchtscheidingsinstallatie | 3.19 |
| 3.1.10 | Afvalwaterbehandelingsinstallatie | 3.21 |
| 3.1.11 | Gasturbine-installatie | 3.23 |
| 3.1.12 | Afgassenketel | 3.24 |
| 3.1.13 | Stoomturbine | 3.25 |
| 3.1.14 | Elektriciteitsgeneratoren | 3.25 |
| 3.1.15 | Condenor en koelwater | 3.26 |
| 3.1.16 | Fakkelsysteem | 3.28 |
| 3.1.17 | Schoorsteen | 3.29 |
| 3.1.18 | Afvoer en opslag kolenreststoffen | 3.30 |

| | | |
|---|---|---|
| 3.1.19 | Overige installaties | 3.33 |
| 3.1.20 | Beveiligingssystemen | 3.36 |
| 3.1.21 | Opslag gevaarlijke stoffen | 3.39 |
| 3.1.22 | Afzetmogelijkheden reststoffen | 3.40 |
| 3.1.23 | Akoestische voorzieningen | 3.41 |
| 3.2 | Alternatieven | 3.47 |
| 3.2.1 | Inleiding | 3.47 |
| 3.2.2 | Nulalternatief | 3.48 |
| 3.2.3 | Uitvoeringsalternatieven | 3.48 |
| 3.2.3.1 | Gewassingsprocessen en zwavelterug-winsystemen | 3.48 |
| 3.2.3.2 | Maatregelen ter beperking van de $NO_x$-uitworp | 3.51 |
| 3.2.3.3 | Condensorkoelwaterkoeling met een koeltoren | 3.53 |
| 3.2.3.4 | Voorzieningen ter verdere beperking van de geluidemissies | 3.55 |
| 3.2.3.5 | Opslag en bewerking van KV-vliegas en KV-slak | 3.55 |
| 3.2.3.6 | Scenario's voor de afzet van KV-vliegas en KV-slak | 3.57 |
| 3.2.4 | Meest milieuvriendelijke alternatief | 3.63 |
| 4 | Besluitvorming en randvoorwaarden | 4.1 |
| 4.1 | Inleiding | 4.1 |
| 4.2 | Randvoorwaarden | 4.1 |
| 4.3 | Besluitvorming | 4.9 |
| 5 | Bestaande toestand van het milieu rond de Maascentrale | 5.1 |
| 5.1 | Inleiding | 5.1 |
| 5.2 | Grondgebruik en natuurwaarden | 5.1 |
| 5.3 | Huidige grondgebruik | 5.2 |
| 5.2.2 | Natuurgebieden | 5.2 |
| 5.2.3 | Landschappelijk waardevolle gebieden | 5.6 |
| 5.2.4 | Cultuur-historische waarden | 5.6 |
| 5.2.5 | Recreatie | 5.7 |
| 5.2.6 | Woon- en industriegebieden | 5.7 |
| 5.3 | Luchtkwaliteit | 5.8 |
| 5.3.1 | Luchtkwaliteit in de omgeving van Buggenum | 5.8 |
| 5.3.1.1 | Zwaveldioxide | 5.10 |
| 5.3.1.2 | Stikstofdioxiden | 5.11 |
| 5.3.1.3 | Fotochemische luchtverontreiniging | 5.12 |
| 5.3.1.4 | Zwevend stof | 5.12 |
| 5.3.1.5 | Anorganische verbindingen | 5.16 |
| 5.3.1.6 | Organische verbindingen | 5.17 |
| 5.3.2 | Bijdrage Maascentrale aan huidige luchtkwaliteit | 5.19 |
| 5.3.2.1 | Situatie in 1987 | 5.19 |
| 5.3.2.2 | Situatie in 1992 | 5.36 |
| 5.4 | Waterkwaliteit en -beschikbaarheid | 5.41 |
| 5.4.1 | Afvoer van de Maas | 5.41 |

| | | |
|---|---|---|
| 5.4.2 | De chemische waterkwaliteit van de Maas | 5.41 |
| 5.4.3 | De biologische waterkwaliteit van de Maas | 5.45 |
| 5.4.4 | De waterkwaliteit in verband met depositie | 5.47 |
| 5.4.5 | Beschikbaarheid van koelwater | 5.48 |
| 5.4.5.1 | Koelwatersituatie met eenheden 4, 5 en 6 in bedrijf | 5.48 |
| 5.4.5.2 | Koelwatersituatie met alleen eenheid 6 | 5.52 |
| 5.4.6 | Autonome ontwikkeling afvoer en opwarming van de Maas | 5.52 |
| 5.5 | Depositie van luchtverontreinigde stoffen | 5.53 |
| 5.5.1 | Depositie van luchtverontreinigde stoffen in Limburg | 5.53 |
| 5.5.1.1 | Natte depositie | 5.53 |
| 5.5.1.2 | Droge depositie | 5.55 |
| 5.5.1.3 | Totale depositie | 5.56 |
| 5.5.2 | Depositie ten gevolge van de Maascentrale | 5.56 |
| 5.5.2.1 | Droge depositie | 5.56 |
| 5.5.2.2 | Natte depositie | 5.59 |
| 5.5.2.3 | Totale depositie | |
| 5.6 | Geluid | 5.61 |
| 5.6.1 | Inleiding | 5.62 |
| 5.6.2 | Huidige situatie | 5.62 |
| 5.6.3 | Alleen eenheid 6 in bedrijf | 5.62 |
| 5.7 | Landschap en visuele aspecten | 5.66 |
| 6 | Milieugevolgen van de voorgenomen activiteiten en alternatieven | 6.1 |
| 6.1 | Luchtkwaliteit | 6.1 |
| 6.1.1 | Situatie met eenheid 6 en DEMO KV/STEG | 6.1 |
| 6.1.1.1 | Bedrijfs- en emissiegegevens | 6.1 |
| 6.1.1.2 | Jaargemiddelde immissiebijdrage | 6.1 |
| 6.1.1.3 | Frequentieverdelingen | 6.6 |
| 6.1.1.4 | Anorganische verbindingen | 6.7 |
| 6.1.1.5 | Start-stoor bedrijf | 6.11 |
| 6.1.1.6 | Effecten bij uitvoeringsalternatieven | 6.12 |
| 6.1.2 | Situatie met alleen DEMO KV/STEG | 6.12 |
| 6.1.2.1 | Bedrijfs- en emissiegegevens | 6.12 |
| 6.1.2.2 | Jaargemiddelde immissiebijdragen | 6.13 |
| 6.1.2.3 | Frequentieverdelingen | 6.16 |
| 6.1.2.4 | Anorganische verbindingen | 6.17 |
| 6.1.2.5 | Start-stoor bedrijf | 6.18 |
| 6.1.2.6 | Effecten bij uitvoeringsalternatieven | 6.18 |
| 6.1.3 | Mistvorming | 6.19 |
| 6.2 | Waterkwaliteit en -beschikbaarheid | 6.21 |
| 6.2.1 | Beschikbaarheid van koelwater | 6.21 |
| 6.2.2 | Effecten van koelwaterlozing | 6.26 |
| 6.2.2.1 | Effecten voor chemische waterkwaliteit | 6.27 |
| 6.2.2.2 | Effecten op aquatische organismen | 6.29 |

| | | |
|---|---|---|
| 6.2.2.3 | Aangroeibestrijding | 6.32 |
| 6.2.2.4 | Ferro-sulfaatdosering | 6.36 |
| 6.2.3 | Afvalwater neutralisatiekelder | 6.37 |
| 6.2.4 | Effecten door depositie | 6.37 |
| 6.3 | Bodemverontreiniging | 6.39 |
| 6.3.1 | Depositie ten gevolge van eenheid 6 en DEMO KV/STEG | 6.39 |
| 6.3.1.1 | Droge depositie | 6.39 |
| 6.3.1.2 | Natte depositie | 6.40 |
| 6.3.1.3 | Totale depositie | 6.40 |
| 6.3.1.4 | Depositie bij uitvoeringsalternatieven | 6.42 |
| 6.3.2 | Bodemverontreiniging en depositie van stof door KV-slakopslag en KV-vliegasopslag | 6.42 |
| 6.4 | Geluid | 6.43 |
| 6.4.1 | Situatie eenheid 6 en DEMO KV/STEG | 6.43 |
| 6.4.2 | Situatie DEMO KV/STEG | 6.43 |
| 6.5 | Veiligheid | 6.47 |
| 6.5.1 | Beschouwde ongevalssituaties | 6.47 |
| 6.5.2 | Gebruikte modellen en uitgangspunten | 6.50 |
| 6.5.3 | Effecten bij ongeval met een lek van 50 mm in de hoofdstookgasleiding | 6.53 |
| 6.5.4 | Effecten bij een 50 mm lek in leiding van de regenerator naar de zwavelwin-installatie | 6.54 |
| 6.5.5 | Effecten bij een volledige leidingbreuk in de hoofdstookgasleiding | 6.54 |
| 6.5.6 | Effecten bij volledige breuk van leiding van de regenerator naar de zwavel-installatie | 6.56 |
| 6.5.7 | Effecten volledige breuk zuurstofopslag-tank | 6.57 |
| 6.5.8 | Conclusie | 6.57 |
| 6.6 | Landschap en visuele aspecten | 6.58 |
| 6.7 | Effecten van luchtverontreiniging en depositie | 6.70 |
| 6.7.1 | Inleiding | 6.70 |
| 6.7.2 | Zwaveldioxide | 6.71 |
| 6.7.3 | Stikstofdioxide | 6.71 |
| 6.7.4 | Verzuring | 6.72 |
| 6.7.5 | Zwevend stof | 6.73 |
| 6.7.6 | Spoorelementen | 6.73 |
| 6.7.7 | Fotochemische en andere reacties | 6.75 |
| 6.7.8 | Zichtbaarheid rookpluim | 6.76 |
| 7 | Vergelijking milieugevolgen voor-genomen activiteit en alternatieven | 7.1 |
| 7.1 | Inleiding | 7.1 |
| 7.2 | Luchtkwaliteit | 7.1 |
| 7.2.1 | Emissies | 7.2 |
| 7.2.2 | Immissies | 7.2 |
| 7.2.3 | Mistvorming | 7.3 |
| 7.3 | Koelwaterlozing | 7.7 |
| 7.4 | Depositie en bodemverontreiniging | 7.8 |
| 7.4.1 | Depositie ten gevolge van emissies | 7.8 |

| | | |
|---|---|---|
| 7.4.2 | Bodemverontreiniging en depositie van stof bij KV-slak en KV-vliegas-opslag | 7.9 |
| 7.5 | Geluid | 7.9 |
| 7.6 | Bijprodukten | 7.9 |
| 7.7 | Veiligheid | 7.10 |
| 7.8 | Landschap | 7.10 |
| 7.9 | Overzicht voorgenomen activiteit en alternatieven | 7.11 |
| 8 | Leemten in kennis | 8.1 |
| 8.1 | $NO_x$-emissiebeperking | 8.1 |
| 8.2 | Afzet kolenreststoffen | 8.1 |
| 8.3 | $CO_2$-emissies | 8.2 |
| 8.4 | Emissie van anorganische verbindingen | 8.5 |
| 8.5 | Chemische vorm van geëmitteerde anorganische verbindingen | 8.5 |
| 8.6 | Effecten van luchtverontreiniging op landbouwgewassen en natuurlijke vegetatie | 8.6 |
| 8.7 | Natte depositie uit pluimen | 8.6 |
| 8.8 | Beschikbaarheid van koelwater | 8.7 |
| 8.9 | Effecten koelwatergebruik op aquatisch ecosysteem | 8.7 |
| 8.10 | Toekomstige ontwikkelingen op Maas-centraleterrein | 8.7 |
| 8.11 | Evaluatieprogramma Mer. | 8.7 |

Literatuur

Bijlage gebruikte modellen voor verspreidingsberekening.

# VERKLARENDE LIJST VAN BEGRIPPEN, SYMBOLEN EN VOORVOEGSELS

| | |
|---|---|
| a | jaar |
| bar | eenheid van druk = $10^5 N/m^2$ |
| bar (a) | bar absoluut |
| bar (o) | bar overdruk ten opzichte van omgevingsdruk |
| CEC | Cation Exchange Capacity |
| Ci | Curie = $3{,}7.10^{10}$ desintegraties/s |
| $CH_4$ | methaan |
| CO | koolmonoxide |
| $CO_2$ | kooldioxide |
| COS | carbonylsulfide |
| °C | graad Celcius |
| d | dag |
| dB(A) | decibel (A-filter) |
| EPZ | N.V. Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland |
| g | gram |
| G (voorv.) | giga = $10^9$maal |
| h | uur |
| $H_2$ | waterstof |
| HCl | chloorwaterstof (zoutzuur) |
| HCN | waterstofcyanide |
| HF | waterstoffluoride |
| $H_2S$ | zwavelwaterstof |
| HW | Hinderwet |
| INAA | Instrumentele neutronen activeringsanalyse |
| J | Joule, eenheid van arbeid |
| k (voorv.) | kilo=$10^3$ maal |
| K | graad Kelvin |
| KEMA | N.V. tot Keuring van Elektrotechnische Materialen |
| KV-STEG | Kolenvergassing - Stoom- en Gasturbine |
| m | meter |
| m (voorv.) | milli = $10^{-3}$ maal |
| µ (voorv.) | micro = $10^{-6}$ maal |
| M (voorv.) | mega = $10^6$ maal |
| $m_0^3$ | standaard kubieke meter (0 °C, 1013 mbar) |
| MER | Milieu Effect Rapport |
| $MW_e$ | eenheid van elektrisch vermogen |
| $MW_{th}$ | eenheid van thermisch (warmte) vermogen |
| NaOCl | chloorbleekloog |
| MC 4, 5, 6 | nummers van de produktie-eenheden van de Maascentrale |
| $NO_x$ | stikstofoxiden (NO + $NO_2$) |
| $NH_3$ | ammoniak |
| $O_2$ | zuurstof |
| pH | zuurgraad |
| RIVM | Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne |

| | |
|---|---|
| s | seconde |
| S | zwavel |
| Scot | Shell claus off-gas treatment (restgasbehandeling) |
| Sep | N.V. Samenwerkende Elektriciteits-Produktiebedrijven |
| $SO_2$ | zwaveldioxide |
| t | ton = 1000 kg |
| TNO | Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek |
| V | Volt = elektrische spanning |
| W | Watt, eenheid van vermogen |
| WGH | Wet Geluidhinder |
| WLV | Wet inzake de Luchtverontreiniging |
| WVO | Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren |

Samenvatting van het MER DEMO KV/STEG Buggenum

Demkolec B.V. is voornemens een kolenvergassingsinstallatie, geïntegreerd met elektriciteitsopwekking door middel van een STEG, te bouwen en te bedrijven om te demonstreren dat op deze wijze elektriciteitsopwekking zowel uit technisch, economisch als milieu opzicht haalbaar is. De installatie, kortweg DEMO KV/STEG genoemd, zal worden gebouwd op het terrein van de Maascentrale te Buggenum. De demonstratie dient om inzicht en ervaring op te doen met betrekking tot bedrijfszekerheid, onderhoudsaspecten, regelbaarheid, bedrijfsvoering alsmede de milieu-aspecten van een KV/STEG op een vergelijkbare schaal als gebruikelijk is voor grootschalig kolenvermogen. De DEMO KV/STEG zal daartoe een elektrisch vermogen hebben van 200-250 MW (el.).

Ten behoeve van het verkrijgen van de benodigde milieuvergunningen op grond van de Wet inzake de Luchtverontreiniging, Wet Geluidhinder, Hinderwet en Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren voor de DEMO KV/STEG is het opstellen van een Milieu-Effect-Rapport (MER) vereist. De vergunningenaanvragen en het MER zullen beoordeeld worden door Gedeputeerde Staten van Limburg en Rijkswaterstaat, directie Limburg. Het MER betreft een zogenaamd "inrichtings-MER", een MER dat uitgaat van gegeven locatie en brandstofkeuze, alsmede van gegeven eenheidsgrootte en datum van inbedrijfstelling en waarin de milieu-effecten van de voorgenomen activiteit en van alternatieve methoden ter beperking van de milieubeïnvloeding worden beschouwd.

In deze samenvatting is dezelfde indeling aangehouden als in het MER zelf.

## 1 INLEIDING

Het MER DEMO KV/STEG is geschreven op basis van de richtlijnen die het bevoegd gezag daarvoor heeft vastgesteld (d.d. 89-04-11). Bij het samenstellen van deze richtlijnen heeft het bevoegd gezag zich laten adviseren door onder andere de Commissie voor de milieu-effect-rapportage gezeteld in Utrecht. Tevens was er de mogelijkheid van inspraak voor een ieder.

## 2 DOELSTELLING

Directe aanleiding tot de bouw van de DEMO KV/STEG is het Elektriciteitsplan 1989-1998 van de N.V. Sep, waarin onder andere is besloten tot een demonstratieproject KV/STEG te realiseren met een vermogen van 200-250 MW (el.) op de vestigingsplaats Buggenum (Maascentrale). De DEMO KV/STEG dient volgens het Elektriciteitsplan medio 1993 in bedrijf te gaan.

Dit besluit is gebaseerd op de goede toekomstperspectieven die kolenvergassing, met name ten aanzien van rendement en op milieugebied bezit voor toepassing van de inzet bij grootschalige elektriciteitsopwekking door middel van kolenstoken.

In het MER is een vergelijking ten aanzien van de milieuaspecten weergegeven tussen drie methoden van elektriciteitsopwekking: KV/STEG, conventioneel poederkoolstoken en aardgasstoken. Daaruit komt naar voren dat de $SO_2$-, $NO_x$- en stofuitworp door een KV/STEG-installatie lager zullen zijn dan bij een conventionele poederkoolgestookte installatie. Op termijn zullen verdergaande emissiebeperkingen bij een KV/STEG meer kosten-effectief zijn te realiseren.
De bijproduktstroom is bij kolenvergassing van andere aard dan bij conventioneel kolenstoken; verder onderzoek zal nog moeten uitwijzen of dit de toepassingsmogelijkheden kan vergroten. Afgezien van het veiligheidsaspect zijn de verschillen tussen KV/STEG en poederkoolstoken ten aanzien van de andere milieu-aspecten van minder belang.

Hierbij is geen rekening gehouden met de mogelijke toekomstige verhoging van het rendement, waarvoor de mogelijkheden bij de KV/STEG-techniek veel reëler en beter zijn dan bij conventioneel poederkoolstoken. Zou hierdoor de kolenbehoefte bijvoorbeeld 10% lager worden, dan zal de milieubeïnvloeding ook ruwweg 10% minder zijn.

Een aardgasgestookte STEG-installatie zal minder milieubelasting veroorzaken dan een conventioneel poederkoolgestookte installatie en een KV/STEG. De $NO_x$-emissie door een gasgestookte STEG zal echter hoger zijn dan bij een KV/STEG.

Het doel van de bouw van de DEMO KV/STEG kan worden aangeduid als ervaring en inzicht opdoen met het bedrijfsvoeren van een KV/STEG-eenheid van circa 200-250 MW (el.) bij de Maascentrale te Buggenum vanaf 1993, bedrijfszekerheid, kosten, regelbaarheid, onderhoud, bedrijfsvoering, alsmede milieutechnische mogelijkheden gedemonstreerd worden op eenzelfde schaal als toekomstige KV/STEG-eenheden van circa 600 MW (el.).

# 3 VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN ALTERNATIEVEN

## Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit betreft in hoofdzaak het bouwen en bedrijven van een demonstratie-installatie kolenvergassing/STEG met een vermogen van circa 250 MW (el.).

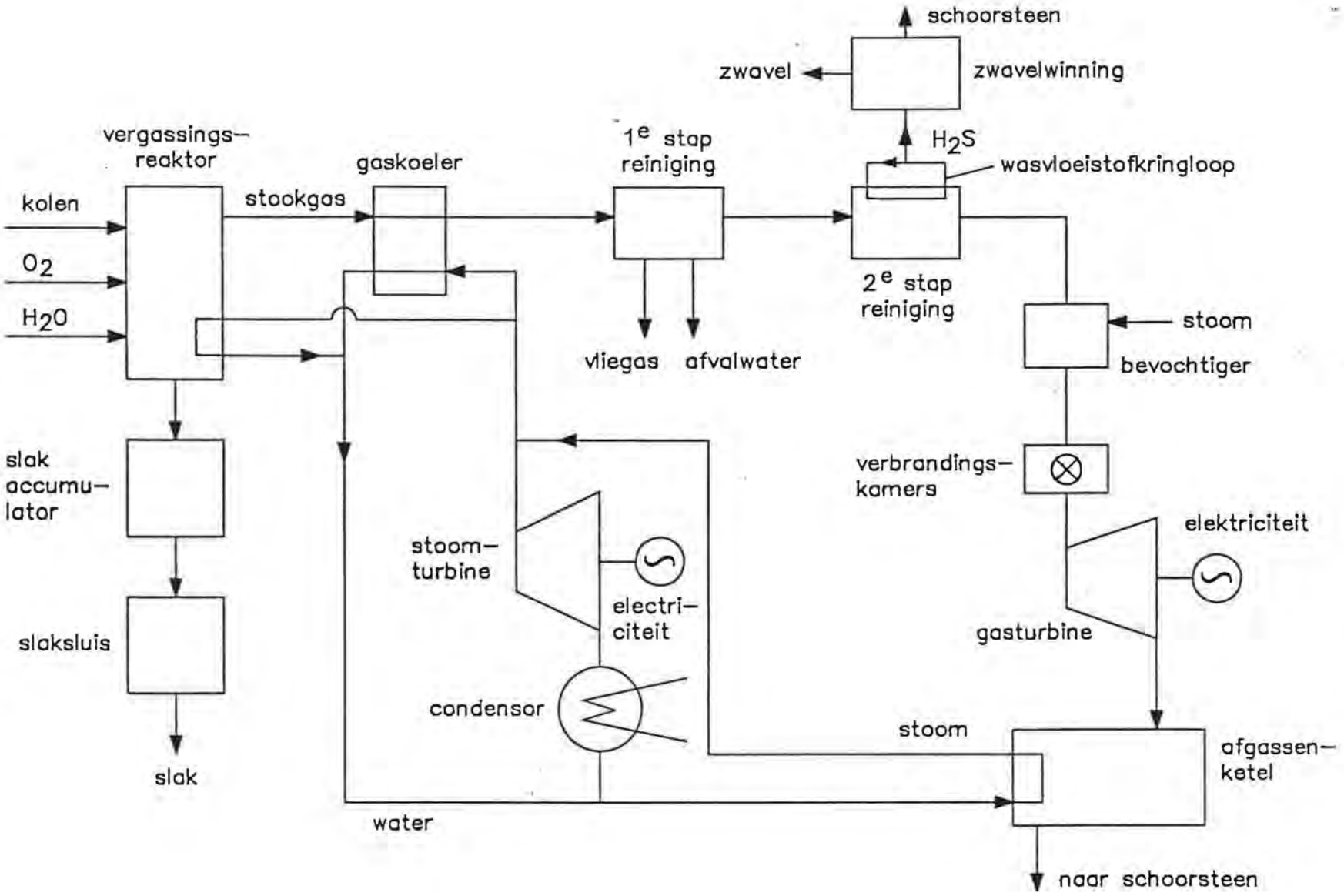
De DEMO KV/STEG is geprojecteerd op een terrein ten zuiden van de Maascentrale te Buggenum (zie figuur 2). De totale installatie is onder te verdelen in een aantal deelinstallaties zoals kolentoevoer, vergassing en gaskoeling, gasreiniging en zwavelwinning, STEG-installatie, afvalwaterreiniging, luchtscheiding en koelwatersysteem. De kolen worden aangevoerd van het bestaande kolenpark van de Maascentrale.

Enige kengetallen van de DEMO KV/STEG zijn opgenomen in het volgende overzicht.

| | Gemiddelde waarde | Randwaarde |
|---|---|---|
| Stookwaarde | 27 MJ/kg | min. 25 MJ/kg |
| Asgehalte | 11 % | max. 15 % |
| Zwavelgehalte | 1 % | max. 1,5% |
| Chloorgehalte | 0,12% | max. 0,2% |
| Bruto vermogen | - | 284 MW (el.) |
| Netto vermogen | - | 253 MW (el.) |
| Vollasturen/jaar | 7000 h* | 7000 h |
| Opgewekte elektriciteit | $1,77.10^9$ kWh/a | $1,77.10^9$ kWh/a |
| Kolendoorzet | 576 000 t/a | |
| Slakhoeveelheid | 32 000-64 000 t/a | |
| KV-vliegashoeveelheid | 0 -32 000 t/a | |
| Zwavelhoeveelheid | 5 600 t/a | |

Opmerking: gehalten op "as received" basis.

* Verwacht aantal vollasturen na amovering van MC6 en na aanloopperiode.




figuur 1 Processchema KV/STEG



82515-DPA 89-19

9-188-01

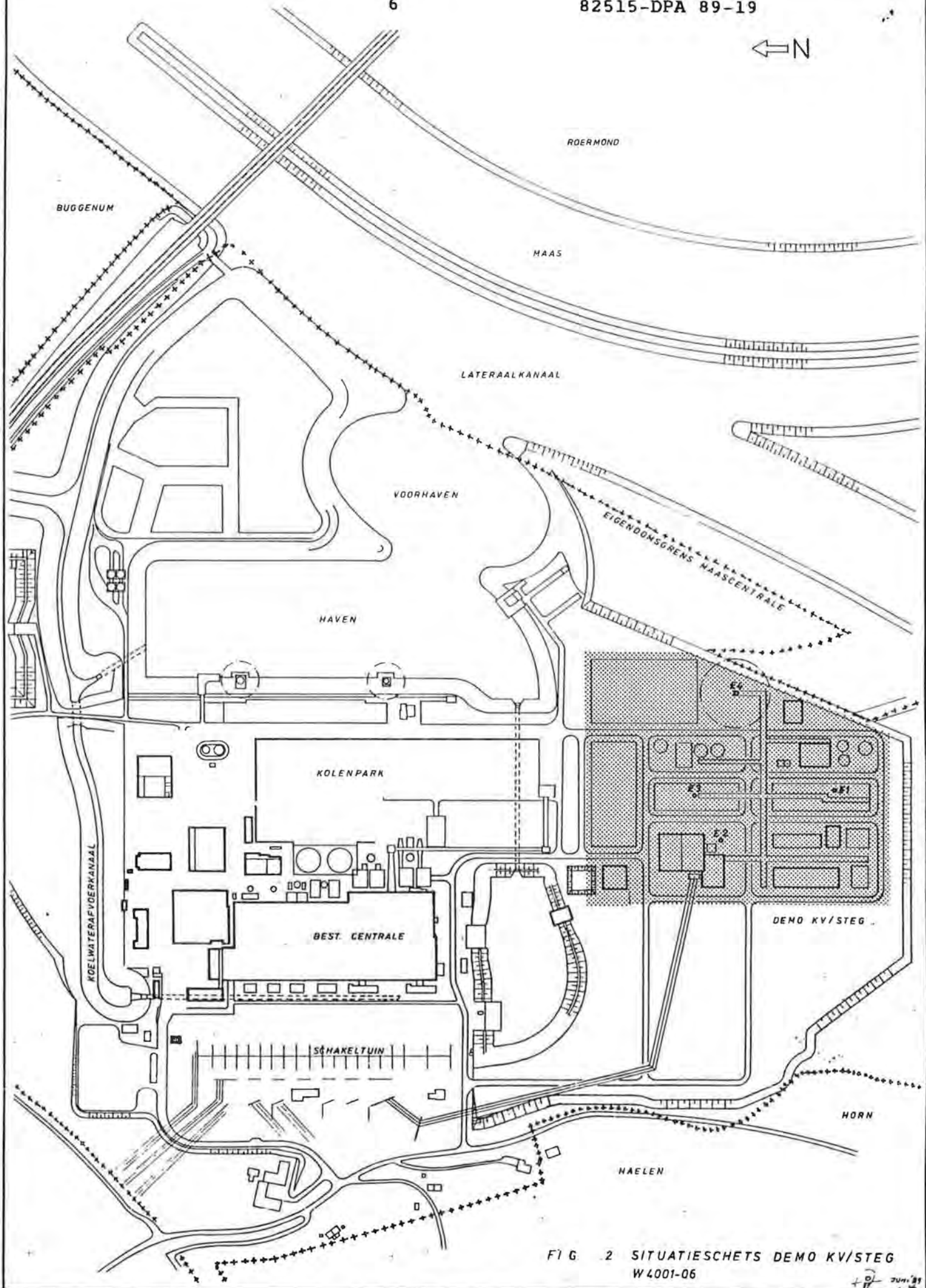



FIG 2 SITUATIESCHETS DEMO KV/STEG
W 4001-06

Een vergelijking van de verschillende methoden voor kolenvergassing leidt tot de conclusie dat voor de DEMO KV/STEG gekozen dient te worden voor een vergassingsproces gebaseerd op het stofwolkproces met droge of natte voeding of voor een bewegend bed proces en dat als vergassingsmedium zuurstof gebruikt zal worden.

Het principe van een KV/STEG installatie is aangegeven in figuur 1.

De stookgasreiniging dient om uit het stookgas diverse niet-gewenste componenten, die in betrekkelijk lage concentraties aanwezig zijn, te verwijderen. Het betreft vaste asdeeltjes en de gasvormige componenten $H_2S$, COS, $NH_3$, HCN, HCl en HF.
De stookgasreiniging bestaat uit twee stappen, een eerste die vooral dient om de asdeeltjes, ammoniak, chloride, fluoride en cyanide te verwijderen. De afgescheiden asdeeltjes komen als restprodukt vrij of worden teruggevoerd. De andere componenten gaan met het water naar de afvalwaterbehandeling. In de tweede stap worden de zwavelcomponenten uit het stookgas gewassen.

In de zwavelwinning wordt uit het gasmengsel, dat uit de wasvloeistof van de tweede stap van de stookgasreining wordt gehaald, zwavel gemaakt. De zwavelcomponenten worden daarbij met toevoeging van zuurstof omgezet in zwavel en water.

Het uit de kolen gemaakte stookgas wordt in de verbrandingskamers bij de gasturbine verbrand. De energie, die in de verbrandingsgassen aanwezig is, wordt vervolgens benut om een gasturbine aan te drijven. Deze turbine is verbonden met een generator voor de opwekking van elektriciteit.

Nadat de verbrandingsgassen de gasturbine zijn gepasseerd bevatten ze nog zoveel energie, dat deze benut kan worden om in een afgassenketel stoom te produceren. Naast de stoom, die in de afgassenketel wordt geproduceerd, wordt ook bij de afkoeling van het stookgas in warmtewisselaars water in stoom omgezet. Beide stoomstromen worden naar een stoomturbine gevoerd. Ook deze is verbonden me een elektriciteitsgenerator. Nadat de stoom de stoomturbine gepasseerd is wordt deze gecondenseerd in een condensor, waarna het condensaat weer wordt gebruikt om in de afgassenketel en bij de stookgaskoeling te produceren.

Het transport van de kolen naar de DEMO KV/STEG vindt plaats met ten dele ondergrondse bandtransporteurs. Het resterende deel van de bandtransporteur zal verder geheel omhuld worden uitgevoerd.

In de tweede stap van de gasreiniging worden de zwavelcomponenten uit het stookgas gewassen tot een eindconcentratie van 20 ppm (jaargemiddeld). De uitgewassen zwavelcomponenten worden in een 2-traps installatie met restgasbehandeling vergaand omgezet in zwavel. Het restant wordt verbrand en als $SO_2$ geëmitteerd. Bij 1% zwavel in de kolen bedraagt de jaargemiddeld verwachte zwavelverwijdering van de DEMO KV/STEG 98%.

De $NO_x$-produktie, hoofdzakelijk in de gasturbine, wordt zoveel mogelijk tegengegaan door het stookgas met water te verzadigen en stikstof toe te voegen. Daarnaast zullen meerdere kleine branders toegepast worden en zullen constructieve maatregelen worden genomen die resulteren in een korte verblijfstijd en een zekere voormenging.
Bij de zwavelinstallatie vindt verder nog ook enige $NO_x$-emissie plaats.

De stofemissie door de DEMO KV/STEG zeer gering. De verwachte en maximale uitworpgegevens van $SO_2$, $NO_x$ en stof via de schoorsteen van de zwavelinstallatie en de afgassenketel zijn in onderstaand overzicht weergegeven.

Overzicht uitworpgegevens
(Jaargemiddelde verwachtingswaarden bij kolen met 1% S)

| schoorstenen | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | zwavelwinning | afgassenketel | | totaal uitworp (g/s) |
| hoogte schoorsteen (m) | uitworp (g/s) | hoogte schoorsteen (m) | uitworp (g/s) | |
| 75 | $SO_2$ 7,5<br>$NO_x$ 1,3 | 75 | $SO_2$ 2,5<br>$NO_x$ 45<br>stof 0,4 | $SO_2$ 10<br>$NO_x$ 46,3<br>stof 0,4 |

Het fakkelsysteem van de DEMO KV/STEG dient voornamelijk om bij het starten en stoppen en bij noodsituaties kolengas te kunnen afblazen. Naar verwachting zal per jaar de start- en stopcyclus, inclusief die voor noodgevallen, maximaal 12 maal worden doorlopen. De jaarlijkse $SO_2$- en $NO_x$-emissies, die hiermee gepaard gaan zijn respectievelijk 7,7 ton/a en 1,2 ton/a.

Bij de DEMO KV/STEG zullen vergaande geluidvoorzieningen worden getroffen om te kunnen voldoen aan de geluidzonering voor het Maascentrale-terrein. De voorzieningen zijn dan ook voor een groot deel te kwalificeren als "Best Technical Means".

De koelwaterlozing door de DEMO KV/STEG op de Maas vindt plaats volgens de koelwaterrichtlijnen van de Algemene Beraadsgroep Koelwater (ABK). Maximaal zal de warmtelozing 250 à 285 MW (th) bedragen.
Om aangroei in de pijpen van de condensors te voorkomen wordt het Taprogge-systeem toegepast. Daarnaast kan ook nog intermitterende chloorbleekloogdosering nodig zijn. Om mosselgroei te bestrijden zullen de filterputten worden behandeld met aangroeiwerende verf. Ferrosulfaatdosering in het koelwater vindt plaats om corrosie van de pijpen van de condensors en warmtewisselaars te voorkomen.

Het waswater afkomstig van de gasreiniging (20-50 $m^3/h$) wordt naar een afvalwaterbehandelingsinstallatie gevoerd waar het wordt ingedampt.

In volgend overzicht zijn de diverse te lozen waterstromen aangegeven die een gevolg zijn van de voorgenomen activiteit.

## Waterlozingen door de DEMO KV/STEG

| Soort afvalwater | Debiet | Samenstelling | Lozingsplaats |
|---|---|---|---|
| Koelwater | max. 7,5–9,8 $m^3/_s$ | Maaswater $\Delta t$ max. 7°C | Maas/Lat. kanaal |
| Spuiwater stoom/water circuit | incidenteel max. 6 $m^3/h$ | Geringe concentraties $Na^+$, $NH_4^+$, $Cl^-$ en silicaten, max. 10 mg/l | Riool |
| Afvalwater neutralisatiekelder | max. 3 $m^3/h$ | NaCl en $CaCl_2$ $Cl^-$ max. 360 kg/d $NH_4^+$ max. 2,9 kg/d | op Oppervlaktewater |
| Hemel, schrob- en spoelwater uit kolenstofhoudende zones | Incidenteel 500 à 1000 $m^3/a$ | Water met kolenstof max. 20 mg/l | Wordt bij EPZ over kolenopslag versproeid |
| Schrob- en spoelwater zonder kolenstof | Incidenteel 1000 $m^3/_a$ | Spoelwater na olie- en vetafscheiding en via bezinkbassin | Riool |
| Afvalwater reiniging installatiedelen | Incidenteel max. 500 $m^3$/keer | Afh. rein. methode | Na overleg H.I.D.-Rijkswaterst. |
| Hemelwater | Incidenteel | Afloopwater gebouwen, etc. | Riool |
| Huishoudelijke afvalwater | max. 2000 $m^3/_a$* | N.v.t. | Riool |

* 120 l/persoon.dag

Door de DEMO KV/STEG zal 32 000-64 000 t/a slak worden geproduceerd. De KV-slak zal, voordat afvoer naar de afnemers plaats vindt, worden opgeslagen in een tijdelijke opslag bij de DEMO KV/STEG. Deze tijdelijke opslag zal worden besproeid ter voorkoming van stofverspreiding. Het regenwater dat afkomstig is van de opslag zal hiervoor worden hergebruikt. Door de geringe uitloogbaarheid van de KV-slak zal geen bodemverontreiniging door de tijdelijke opslag plaatsvinden.

De vliegasproduktie (KV-vliegas) bedraagt 0-32 000 t/a. Wanneer, afhankelijk van het toe te passen KV-proces, de KV-vliegas droog wordt opgevangen zal in de KV-vliegas voordat afvoer naar de afnemers plaats vindt, worden opgeslagen in een silo met een capaciteit van 2 weken.
Het overige deel wordt bevochtigd naar de tijdelijke opslag bij de DEMO KV/STEG getransporteerd. Deze tijdelijke opslag zal worden besproeid ter voorkoming van eventuele stofverspreiding. Evenals bij de KV-slakopslag zal hiertoe het regenwater afkomstig van de opslag worden hergebruikt. Verder heeft de opslag ter voorkoming van eventuele bodemverontreiniging een waterondoorlatende laag op de bodem.

De vloeibare zwavel, zoals die in de zwavelinstallatie wordt geproduceerd, zal worden opgeslagen in buffertanks alvorens het naar de afnemers wordt afgevoerd (per tankauto). De capaciteit van de buffertanks bedraagt circa 270 ton (twee weken vollastproduktie).

Het indampresidu (circa 1500 t/a) kan enkele zware metalen concentraties bevatten die mogelijkerwijs de grenzen gesteld in de WCA overschrijden. Het indampresidu zal hetzij tijdelijk worden opgevangen in een silo van 750 ton op het terrein van de DEMO KV/STEG en zoveel mogelijk worden afgezet ofwel worden afgevoerd naar een vergunninghouder voor de verwerking van chemisch afval voorzover sprake is van chemisch afval.

De afzet van zwavel zal, gezien de grote hoeveelheden zwavel die in Nederland worden geïmporteerd, naar verwachting geen problemen geven.
Het onderzoek inzake de toepassingsmogelijkheden voor KV-slak is nog gaande. Afzet op de bestaande bodemasmarkt voor wegfunderingen is goed denkbaar. Op langere termijn kunnen ook nog andere afzetmogelijkheden worden ontwikkeld. De KV-vliegas zal naar verwachting ingezet kunnen worden op de markt voor poederkoolvliegas. Voor het indampresidu is er de mogelijkheid dat, door het NaCl-gehalte, het zout eventueel na speciale behandeling als strooizout kan worden gebruikt.

Alternatieven

De alternatieven in verband met de voorgenomen activiteit betreffen het nulalternatief, de uitvoeringsalternatieven en het meest milieu-vriendelijke alternatief.

Het nulalternatief bestaat uit 3 situaties, namelijk de huidige situatie met de Maascentrale eenheden 4, 5 en 6 in bedrijf, de situatie met alleen eenheid 6 in bedrijf en de situatie na 2000 wanneer eenheid 6 buiten bedrijf is gesteld, en de DEMO KV/STEG niet gebouwd zou worden. De laatste situatie is niet te beschouwen als een reële situatie op grond van de besluiten zoals genomen in het Elektriciteitsplan 1989-1998 van de N.V. Sep.

De uitvoeringsalternatieven die in het MER zijn beschouwd betreffen:
- verdergaande zwavel-verwijdering met een totaalrendement van 99,5%
- verdergaande $NO_x$-emissiebeperking bij de gasturbine waarbij een gemiddelde uitworpwaarde van maximaal 50 g/GJ wordt bereikt (toekomstalternatief)
- toepassing van een koeltoren voor het gehele DEMO KV/STEG vermogen
- gesloten opslag van slak en vliegas in silo's en loodsen.

Het meest milieu-vriendelijke alternatief wordt gevormd door de combinatie van de voorgenomen activiteit en bovengenoemde uitvoeringsalternatieven.

Betreffende met de gaswassingsprocessen en zwavelterugwinprocessen is het, met diverse industrieel ontwikkelde processen met name bij de tailgasbehandeling, mogelijk is, jaargemiddeld een totale zwavelverwijdering van 98% (= 10 g/s $SO_2$) te bereiken, uitgaande van 1% S in de kolen. Met een energetisch zeer ongunstige variant is het mogelijk 99,5% te bereiken (= 2,5 g/s $SO_2$). Bij natte procesvoering, die als nadelen een afvalwaterstroom en zwavel van mindere kwaliteit kent is 99% (5 g/s $SO_2$) bereikbaar.

Voor verdergaande $NO_x$-emissiebeperking zijn voornamelijk voor aardgasstoken, een aantal maatregelen, die aanpassing van de verbrandingskamerconstructies betreffen, ontwikkeld of in ontwikkeling.

Deze maatregelen, de zogenaamde "droge" technieken, zijn:
- aanpassing verbrandingskamers
- getrapte verbranding met rijk/arm mengselzones
- voormenging en arm mengsel
- katalytische verbrandingskamers
- hybride verbrandingskamers
- interne recirculatie.

Indien bovengenoemde maatregelen verder zijn ontwikkeld, zullen in de toekomst uitworpwaarden van 50 g/GJ en lager, tot de mogelijkheden gaan behoren. Vandaar dat bij het meest milieuvriendelijke alternatief van deze uitworpwaarde zal worden uitgegaan. Uitdrukkelijk zij hier echter vermeld, dat deze waarde voor de voorgenomen activiteit geen alternatief uitgangspunt kan zijn.

Indien de DEMO KV/STEG met een koeltoren zou worden uitgerust, zou dit het beste met een natte, natuurlijke trek koeltoren kunnen gebeuren. Deze zou noordwestelijk van de centrale gesitueerd worden.
De afmetingen van een koeltoren voor 285 MW (th) bedragen globaal: gronddiameter 65 m, diameter op pakkethoogte 60 m en hoogte 80 m).

In het geval van de KV-vliegas nat wordt afgescheiden zou als alternatief opslag in loodsen kunnen plaatsvinden. Hetzelfde geldt voor opslag van KV-slak, die in alle gevallen nat vrijkomt.
Indien de KV-vliegas droog vrijkomt kan als alternatief de opslag in 3 silo's van 11.000 ton plaatsvinden.

In het MER zijn een aantal scenario's voor de afzet van KV-vliegas en KV-slak beschreven. Hierbij is uitgegaan van 3 scenario's te weten, een kernenergiescenario, een kolenscenario met poederkoolgestookte eenheden en een kolenscenario met KV/STEG-eenheden. Uit deze beschouwing komt naar voren dat:
- de jaarlijkse vliegasoverschotten tot 2000 door de DEMO KV/STEG in geringe mate zullen toenemen
- na 2000 in het kernenergiescenario de KV-slak en KV-vliegas afzetbaar zijn
- na 2000 bij het kolen/KV/STEG scenario de huidige situatie voor vliegas (geen tot een gering vliegasoverschot) gehandhaafd blijft
- verwacht wordt dat tot 2000 in het kolenscenario de geproduceerde KV-slak afzetbaar is
- vanaf 2003 zal de KV-slak van de DEMO KV/STEG in het kolenscenario gaan bijdragen aan een bodemas/slak overschot.

In verband met het structureel te ontstane overschot van kolenreststoffen door het stoken van kolen in elektriciteitscentrales ontwikkelt de door de elektriciteitssector ingestelde Stuurgroep Langdurige Opslag Kolenreststoffen (LOKO) activiteiten om te komen tot faciliteit(en) voor de langdurige opslag van kolenreststoffen.

## 4 RANDVOORWAARDEN EN BESLUITVORMING

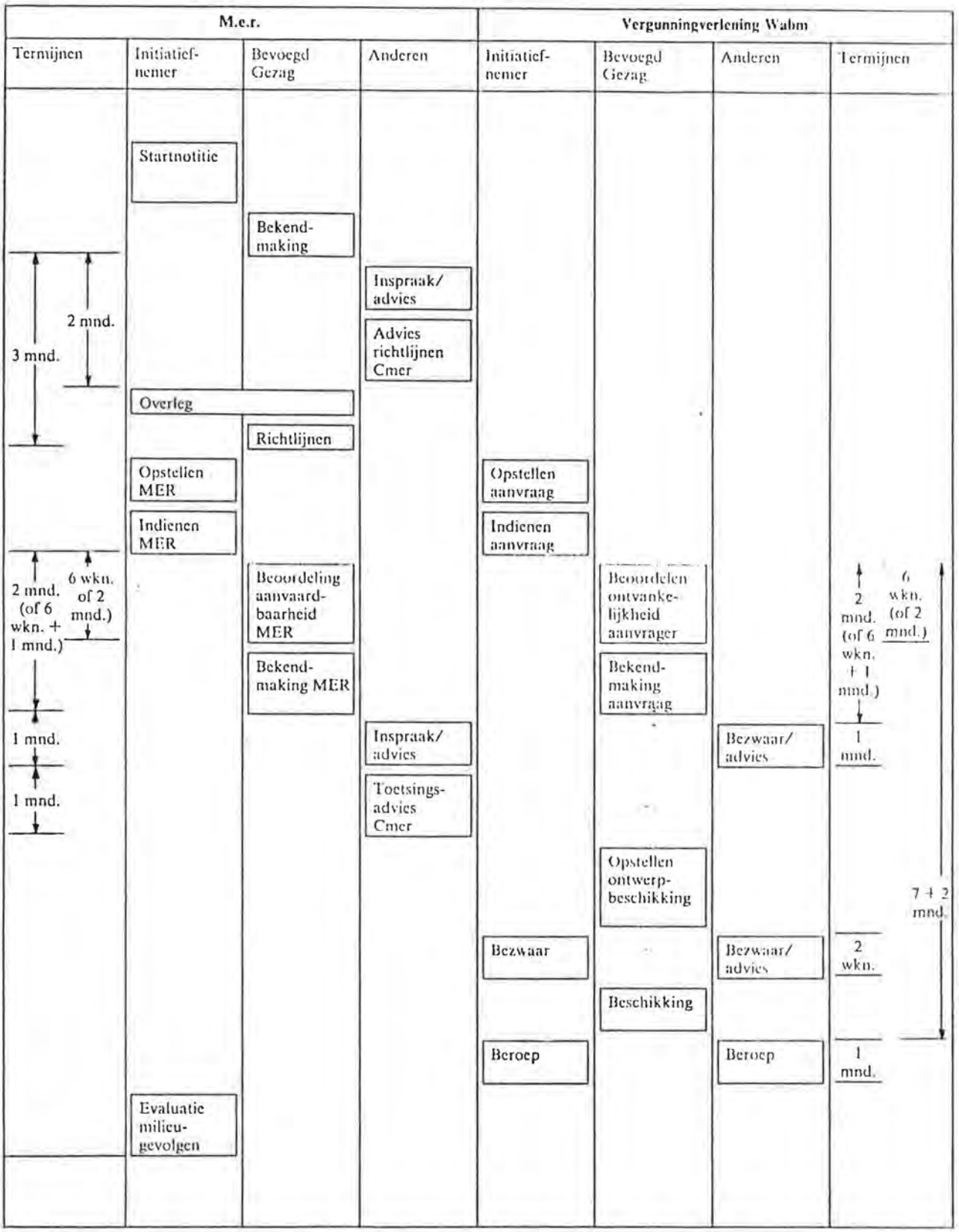
Reeds genomen besluiten met betrekking tot de DEMO KV/STEG betreffen met name de locatie, datum inbedrijstelling, eenheidsgrootte en brandstofgebruik. Deze besluiten zijn genomen in het kader van het Elektriciteitsplan 1989-1998 (zie ook "doelstelling").

Het Elektriciteitsplan 1989-1998 is gebaseerd op het overheidsbeleid inzake de elektriciteitsvoorziening. Dit overheidsbeleid is gericht op brandstoffendiversificatie en het bereiken van een internationaal concurrerende elektriciteitsprijs. De vestigingsplaatskeuze is gebaseerd op het Structuurschema Elektriciteitsvoorziening.

Voordat met de bouw en het bedrijf van de DEMO KV/STEG kan worden begonnen, zijn besluiten nodig op grond van de Wet inzake de Luchtverontreiniging (WLV), Hinderwet (HW), Wet Geluidhinder (WGH) en de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO). Het MER zal ten behoeve van de besluiten omtrent deze vergunningen worden opgesteld en beoordeeld. Vanaf de datum van indiening van de vergunningaanvragen WLV, WGH, HW, WVO en het MER tot en met de vergunningverlening zullen de procedures parallel aan elkaar verlopen (zie figuur 3).

Randvoorwaarden voor de voorgenomen activiteit vloeien voort uit het overheidsbeleid en de wetgeving inzake de elektriciteitsvoorziening, ruimtelijke ordening en milieu.

De belangrijkste eisen die gelden voor de DEMO KV/STEG zijn aangegeven in:
- Nota Energiebeleid, deel 2/Kolen (1989)
- Nota Elektriciteitsvoorziening in de jaren '90 (regeringsstandpunt met betrekking tot het Eindrapport van de Maatschappelijke Discussie Energiebeleid, 1985)
- Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (deel e, tekst na parlementaire behandeling, 1981)
- Elektriciteitsplan 1989-1998 (1989)
- Indicatief Meerjaren Programma's Milieubeheer, nader uitgewerkt in het Milieuprogramma 1988-1991 (Tweede Kamer, 1987) en het Nationaal Milieubeleidsplan (Tweede Kamer, 1989)
- Besluit emissie-eisen stookinstallaties WLV (1987)
- Indicatief Meerjarenprogramma Water 1985-1989 (1985)
- Rijkswaterkwaliteitsplan (1987), inclusief de voorlopige richtlijnen inzake het lozen van koelwater (bijlage 3)
- Nota Waterhuishouding in Nederland (1984)
- Streekplan Noord- en Midden-Limburg (1982)
- Milieunota provincie Limburg (1985)
- Stofgericht programma $SO_2$ en zwevende deeltjes 1987-1988 (1987)
- Ontwerp-Geluidzonering Maascentrale (1987)
- Bestemmingsplan Westzijde Lateraal Kanaal, gemeente Roermond (1967).




Figuur 2. Procedure mer en vergunningverlening voor DEMO KV/STEG

# 5 BESTAANDE TOESTAND VAN HET MILIEU ROND DE DEMO KV/STEG

De bestaande toestand van het milieu rond het Maascentraleterrein wordt beschreven voor de onderwerpen grondgebruik en natuurwaarden, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, depositie, geluidbelasting en landschap.
De bestaande toestand van het milieu is beschreven voor twee situaties, namelijk de situatie wanneer de eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale in bedrijf zijn (referentiejaar 1987) en de situatie wanneer alleen eenheid 6 in bedrijf is (referentiejaar 1992).

## Grondgebruik en natuurwaarden

Het grootste deel van het binnen Nederland gelegen gedeelte van het beschouwde gebied rond het Maascentraleterrein (37,5 km x 37,5 km) heeft waardevolle of zeer waardevolle natuurwaarden.
Momenteel is 56,6% van het bosbestand in Limburg vitaal, iets hoger dan het landelijk gemiddelde. Het minder vitale bos is vooral te vinden in het Peelgebied en in de Maasvallei.

## Luchtkwaliteit

De heersende jaargemiddelde $SO_2$- , $NO_2$- en stofconcentraties in de lucht in de omgeving van Buggenum bedragen respectievelijk 28-35 $\mu g/m^3$ (P50 13-18 $\mu g/m^3$), 31-37 $\mu g/m^3$ (P50 25-33 $\mu g/m^3$) en 45-50 $\mu g/m^3$.
Deze waarden liggen voor $SO_2$ en $NO_2$ onder de vastgestelde grenswaarden (ter bescherming van de mens). Voor $SO_2$ ligt deze waarde ook beneden de richtwaarde (ter bescherming van planten). Voor de hogere percentielen worden de richtwaarden voor $SO_2$ en $NO_2$ wel overschreden.
De heersende concentraties worden voor een groot deel bepaald door bronnen buiten het beschouwde gebied. Dit geldt ook voor de achtergrondconcentraties van spoorelementen en koolwaterstoffen.
De jaargemiddelde verwachte bijdrage van de huidige Maascentrale aan de heersende $SO_2$-, $NO_2$ en stofconcentraties bedraagt, op de plaats waar deze maximaal is, respectievelijk 4,2 $\mu g/m^3$, 1,0 $\mu g/m^3$ en 0,1 $\mu g/m^3$.
Na buitenbedrijfstelling van de eenheden 4 en 5 zijn deze bijdragen respectievelijk 1,9 $\mu g/m^3$, 0,3 $\mu g/m^3$ en $< 0,05$ $\mu g/m^3$.

## Waterkwaliteit en -beschikbaarheid

De Maas is een echte regenrivier met een groot verschil tussen minimum en maximum afvoer. De chemische kwaliteit van de Maas voldoet merendeels aan de normen voor de basiskwaliteit. Incidenteel vindt overschrijding plaats. In de Maas in het beschouwde gebied bevinden zich circa 32 vissoorten. Hiertoe behoren ook zalmachtigen.
De wateren in het beschouwde gebied zijn over het algemeen goed gebufferd en weinig gevoelig voor zure depositie. Wel gevoelig voor zure depositie zijn de voedselarme vennen op kalk- en voedselarme zandgronden.

De gemiddelde opwarming boven de natuurlijke temperatuur ($T_N$) van de Maas bij Eijsden als gevolg van warmtelozingen bovenstrooms is momenteel circa 2,6 K en maximaal kan dit circa 4 K bedragen. Als na 1990 de Belgische basiswaterkwaliteitsnormen worden toegepast zal de maximale opwarming bij Eijsden niet toenemen. De gemiddelde opwarming kan mogelijk wel toenemen.

## Depositie

De totale zure depositie in Midden- en NoordLimburg is gemiddeld 6100 mol $H^+$/ha. Een belangrijk deel van de depositie is afkomstig van buitenlandse bronnen. De huidige bijdrage van de Maascentrale is maximaal 579 mol/ha en na buitenbedrijfstelling van eenheid 6 maximaal 255 mol/ha.

## Geluid

Op basis van de huidige geluidbelasting door de Maascentrale is de ontwerp-geluidzonering voor het Maascentraleterrein vastgesteld. Na buiten bedrijfstelling van de eenheden 4 en 5 van de Maascentrale zal de geluidbelasting in met name de richting Buggenum en in de richting van de Maas afnemen.

## Landschap

De beïnvloeding van het landschap door de huidige Maascentrale vindt vooral binnen een cirkel met een straal van 2 km plaats. Op grotere afstand gaat de Maascentrale meer als oriëntatiepunt in het landschap fungeren.

## 6 MILIEUGEVOLGEN VAN DE VOORGENOMEN ACTITIVEIT EN ALTERNATIEVEN

### Luchtkwaliteit

De maximale jaargemiddelde verwachte immissie van $SO_2$, $NO_2$ en stofconcentraties voor de voorgenomen activiteit en alternatieven zijn weergegeven in het onderstaande overzicht.

| situatie | immissie ($\mu g/m^3$) $SO_2$ | $NO_2$ | Stof |
|---|---|---|---|
| voorgenomen activiteit (DEMO KV/STEG) | 1,2 | 0,1 | < 0,05 |
| alternatief zwavel-verwijdering tot 99,5% | < 0,05 | 0,1 | < 0,05 |
| toekomstalterna-tief $NO_x$-emissie gasturbine 50 g/GJ | 1,2 | 0,1 | < 0,05 |
| Grenswaarden (P50) | 75 | 50 | 40 |
| Richtwaarden (P50) | 30 | 25 | |

De toename's van de percentielwaarden voor $SO_2$ en $NO_2$ op de punten waar de maximale jaargemiddelde immissieconcentratie optreedt is hierna aangegeven.
Deze punten liggen ten noordoosten (voor $SO_2$ en $NO_2$ de punten A en A') en ten zuidwesten ($SO_2$ en $NO_2$, de punten B en B') van de DEMO KV/STEG.

| | $SO_2$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ΔP95 | | ΔP98 | | ΔP99,7 | |
| | A | B | A | B | A | B |
| voorgenomen activiteit (DEMO KV/STEG) | 0,3 | 2,8 | 0,1 | 3,9 | 0 | 6,6 |
| alternatief zwavel-verwijdering tot 99,5% | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| toekomstalternatief $NO_x$-emissie gasturbine 50 g/GJ | 0,3 | 2,8 | 0,1 | 3,9 | 0 | 6,6 |
| Grenswaarden (P50) | 200 | | 250 | | | |
| Richtwaarden (P50) | 80 | | 100 | | | |

| | $NO_2$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ΔP95 | | ΔP98 | | ΔP99,5 | |
| | A' | B' | A' | B' | A' | B' |
| voorgenomen activiteit (DEMO KV/STEG) | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| alternatief zwavel-verwijdering tot 99,5% | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| toekomstalternatief $NO_x$-emissie gasturbine 50 g/GJ | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0,1 |
| Grenswaarden (P50) | | | 135 | | 175 | |
| Richtwaarden (P50) | | | 80 | | | |

De maximale jaargemiddelde immissiebijdrage ten gevolge van de vliegasemissie van 10 t/a door de DEMO KV/STEG is $< 15$ ng/m$^3$. De totale bijdrage van de macro-elementen is $< 10$ ng/m$^3$ en van micro- en spoorelementen $< 0,15$ ng/m$^3$.

Van de geschatte gasvormige componenten is de maximale jaargemiddelde immissiebijdrage het grootst voor het element fluor, namelijk 6 ng/$m^3$.

De maximale 30-min-gemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-immissie concentraties ten gevolge van emissies bij start- en stoorbedrijf zullen 200 µg/$m^3$ respectievelijk 20 µg/$m^3$ bedragen.

Zowel met als zonder koeltorentoepassing bij de DEMO KV/STEG is er theoretisch een zeer kleine kans op mistvorming. Deze kans wordt bij doorstroomkoeling iets groter geacht dan wanneer gebruik wordt gemaakt van een koeltoren. Mistvorming is echter in de huidige praktijk van de Maascentrale nog nooit opgetreden.

## Waterkwaliteit- en beschikbaarheid

Na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG lozen tot 2000 op de locatie Buggenum twee eenheden koelwater in een gezamenlijk koelwaterafvoerkanaal. MC-6 heeft een lozingsvergunning volgens welke de Maas tot 3 K boven de achtergrondtemperatuur mag worden opgewarmd. Voor de DEMO KV/STEG geldt als nieuwe centrale dat de ABK-richtlijnen worden aangehouden, dat wil zeggen dat de Maas maximaal 3 K boven de natuurlijke temperatuur van de Maas ($T_N$) mag worden opgewarmd.
In het navolgende overzicht is bij verschillende Maasdebieten te Buggenum aangegeven wat de totale opwarming boven $T_N$, gemiddeld over het dwarsprofiel van de Maas, is bij de maximaal mogelijke warmtelozing door deze centrales binnen de genoemde richtlijnen bij een opwarming bij Eijsden van 3 K, respectievelijk 4 K boven $T_N$.

| Debiet te Buggenum in $m^3/s$ | $T_A$-$T_N$ te Buggenum als $T_{Eijsden}$ is: | | Totale lozing te Buggenum in MWth | $T_{Maas}$ - $T_N$ te Buggenum als $T_{Eijsden}$ is | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $T_N$+3K | $T_N$+4K | | $T_N$+3K | $T_N$+4K |
| 46 | 0,10 | 0,14 | 565 | 3,03 | 3,07 |
| 49 | 0,12 | 0,16 | 577 | 2,93 | 2,97 |
| 59 | 0,20 | 0,27 | '' | 2,54 | 2,61 |
| 134 | 1,09 | 1,45 | '' | 2,12 | 2,48 |
| 189 | 1,41 | 1,89 | '' | 2,14 | 2,62 |
| 294 | 1,84 | 2,48 | '' | 2,31 | 2,95 |
| 349 | 1,95 | 2,60 | '' | 2,34 | 2,99 |
| 424 | 2,11 | 2,82 | '' | 2,44 | 3,15 |
| 454 | 2,13 | 2,84 | '' | 2,43 | 3,14 |

Bij toepassing van het alternatief met een koeltoren zal de warmtelozing door de DEMO KV/STEG beperkt worden.

Het zuurstofgehalte van het door de DEMO KV/STEG ingenomen koelwater zal bij de voorgenomen activiteit en alternatieven niet beneden de 5 mg/l (zuurstofnorm voor basiskwaliteit) komen en naar verwachting ook niet beneden 6 mg/l (zuurstofnorm voor viswater van toepassing buiten de mengzone). Bij het alternatief met koeltoren is de beïnvloeding van het zuurstofgehalte nog kleiner.
Sterfte van de met het koelwater meegezogen vissen zal naar verwachting geen meetbaar effect hebben op de vispopulatie in de Maas.

Gevolgen voor vis door de intermitterende chloorbleekloogdosering in het koelwater en door eventuele continue chlorering gedurende circa 3 weken/jaar zijn, doordat deze dosering slechts gedurende korte perioden plaatsvindt en door de lage eindconcentratie in het geloosde koelwater, minimaal. Door beide doseringen kunnen gechloreerde organische verbindingen worden gevormd. De toename van de concentraties zal echter niet meer dan circa 1% bedragen.
De chloordosering zal naar verwachting geen barrière vormen voor optrekkende zalm naar de Grens Maas.

Ferrosulfaatdosering in het koelwater in verband met corrosiebestrijding zal gezien de lage concentraties en de korte duur van de dosering geen effecten hebben voor vissen.

De lozing van chloride en ammonium met het afvalwater van de neutralisatiekelder zal nauwelijks een toename veroorzaken van de bestaande achtergrondconcentraties (< 1%).

Depositie en bodemverontreiniging

De maximale bijdrage van de DEMO KV/STEG voor de voorgenomen activiteit en alternatieven aan de zure depositie in Limburg is in volgend overzicht aangegeven.

| situatie | zure depositie (mol $H^+$/ha.a) |
|---|---|
| voorgenomen activiteit (DEMO KV/STEG) | 126 |
| alternatief zwavel-verwijdering tot 99,5% | 22 |
| toekomstalternatief $NO_x$-emissie gasturbine 50 g/GJ | 124 |

De maximale bijdrage van de DEMO KV/STEG aan de totale zure achtergronddepositie is zowel voor de voorgenomen activiteit (2,1%) als de alternatieven (respectievelijk 0,4% en 2,0%) gering.

Stofverspreiding door de KV-slak en de KV-vliegasopslag wordt bestreden door bevochtiging van slak en vliegas. De depositie van stof bij de aaneengesloten woonbeschouwing zal naar verwachting kleiner zijn dan 1 g/$m^2$ per maand. Bodemverontreiniging bij de KV-slakopslag zal naar verwachting niet voorkomen door de geringe uitloogbaarheid van elementen uit de KV-slak. Bij de KV-vliegasopslag zal een waterondoorlatende laag worden aangebracht. Stofverspreiding of overlast daarvan en bodemverontreiniging zal zeker niet optreden bij toepassing van het alternatief met gesloten KV-slak- en KV-vliegasopslag.

Geluid

Na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG zal de geluidbelasting door de installaties op het Maascentraleterrein in alle richtingen toenemen. De toename is het grootst in zuidelijke richting (richting Maas). Wanneer eenheid 6 van de Maascentrale buiten bedrijf is gesteld zal de geluidbelasting door de DEMO KV/STEG in noordelijke richting (Buggenum) en in westelijke richting (Haelensche Broek) kleiner zijn dan in de huidige situatie.

## Veiligheid

Tengevolge van de DEMO KV/STEG bestaat de kans op vergiftigingsgevaar door de aanwezigheid van CO en $H_2S$ in het (kolen)gas.

Hoewel de installatie volgens alle geldende voorschriften wordt ontworpen en bovendien bijzondere zorg aan het ontwerp geschonken zal worden om lekkages te vermijden, is het theoretisch niet uit te sluiten dat zich toch ontsnappingen van (kolen)gas zullen voordoen. De lekkagegrootten zijn in twee categorieën ingedeeld waarbij een gatgrootte van 50 mm aangenomen is voor een voorstelbaar lek, terwijl daarnaast ook nog de gevolgen bezien zijn van een totale breuk van de gasleidingen. Dit laatste ongeval kan zich echter normaal gesproken niet voordoen.
Uitgaande van het voorstelbare ongeval met de DEMO KV/STEG zullen in de meest ongunstige situatie de effecten voor omwonenden tot op circa 1 km afstand beperkt blijven tot hoofdpijn, misselijkheid of duizeligheid ten gevolge van verhoogde CO-concentraties en lichte irritaties (tranende ogen) ten gevolge van verhoogde $H_2S$-concentraties. Deze laatste kunnen ook stankhinder veroorzaken. Buiten de terreingrenzen zullen evenals in de huidige situatie geen effecten optreden ten gevolge van brand of explosies. Effecten voor de omgeving ten gevolge van koude in geval van een volledige breuk van de zuurstofopslagtank zullen niet optreden.

## Landschap

De configuratie van de Maascentrale zal na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG veranderen. De zichtbaarheid van bouwwerken op het Maascentraleterrein zal verminderen door de lagere (max. 75 m) bouwhoogte van de DEMO KV/STEG. Op kortere afstand (< 1 km) zal het visuele beeld mede bepaald worden door het chemische karakter van de DEMO KV/STEG. Bij toepassing van een koeltoren zal de landschappelijke invloed groter worden.

## Effecten van luchtverontreinigende stoffen

De huidige achtergrondconcentraties voor $SO_2$ en $NO_2$ liggen onder de grenswaarden (ter bescherming van de mens), maar boven de richtwaarden, zodat eventuele effecten voor planten (met name groeireductie) wel kunnen optreden. De maximale bijdrage aan de achtergrondconcentraties door de DEMO KV/STEG is echter zeer gering, zodat geen locale effecten aan de emissies van de DEMO KV/STEG zullen kunnen worden toegeschreven.

De bijdrage van de DEMO KV/STEG bedraagt circa 5% van de in het Nationale Milieubeleidsplan genoemde depositiedoelstelling van 2400 mol/ha.a.
Het is niet aannemelijk dat door de emissie van spoorelementen door de DEMO KV/STEG effecten op flora, fauna en bodemverrijking zullen optreden.

## 7 VERGELIJKING MILIEUGEVOLGEN VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN ALTERNATIEVEN

In dit hoofdstuk van het DEMO KV/STEG worden de volgende situaties ten aanzien van milieu-effecten met elkaar en voor zover mogelijk met geldende normen en richtlijnen vergeleken.

Nulalternatief

A De situatie met in bedrijf de eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale (referentiejaar 1987).
B De situatie met in bedrijf eenheid 6 van de Maascentrale (referentiejaar 1992).

In de situatie, waarbij de eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale buiten bedrijf zijn gesteld (vanaf 2000) en de DEMO KV/STEG niet gebouwd en bedreven zou worden, zullen geen emissies naar lucht, water en bodem en dientengevolge geen milieu-effecten optreden.

Voorgenomen activiteit

C De situatie met in bedrijf eenheid 6 van de Maascentrale en de DEMO KV/STEG (referentiejaar 1993).
D De situatie met in bedrijf de DEMO KV/STEG (referentiejaar 2000)

Uitvoeringsalternatieven

E Verdergaande zwavelverwijdering tot 99,5%.
F Toepassing van een koeltoren voor het gehele DEMO KV/STEG vermogen.
G Gesloten opslag van KV-slak en KV-vliegas in silo's en loodsen.
H Toekomstige uitvoeringsalternatief: verdergaande $NO_x$-emissiebeperking bij de gasturbine waarbij een gemiddelde uitworpwaarde van maximaal 50 g/GJ bereikt wordt.

Meest milieuvriendelijke alternatief

Het meest milieuvriendelijke alternatief wordt gevormd door combinatie van de situaties C en D met E t.e.m. H (met uitzondering van de landschappelijke aspecten in verband met de koeltoren), welke situaties in dit hoofdstuk afzonderlijk per milieucompartiment worden behandeld.

In de volgende overzichten zijn de effecten voor de luchtkwaliteit en depositie voor de verschillende situaties met elkaar en het overheidsbeleid dienaangaande vergeleken.

| situatie | immissieconcentratie ($\mu g/m^3$) | | | zure depositie (mol $H^+$/ha.a) |
|---|---|---|---|---|
| | $SO_2$ | $NO_2$ | stof 1) | |
| achtergrond jaargemiddelde | 28-35 | 31-37 | 45-50 2) | 6100 |
| 50-percentiel (P50) | 13-18 | 25-33 | | |
| A | 4,2 | 1,0 | 0,1 | 579 |
| B | 1,9 | 0,3 | < 0,05 | 255 |
| C | 2,0 | 0,4 | < 0,05 | 279 |
| D | 1,2 | 0,1 | < 0,05 | 126 |
| E | < 0,05 | 0,1 | < 0,05 | 22 |
| H | 1,2 | 0,1 | < 0,05 | 124 |
| grenswaarden (P50) | 75 | 50 3) | 40 4) | 2400 5) |
| richtwaarden (P50) | 30 | 25 | | |

1) $\leq$ 10µm
2) schatting (VROM, 1988)
3) afgeleide waarde
4) voorstel (VROM, 1988)
5) voorstel (VROM, 1989) voor het jaar 2000

De lozing van warmte op de Maas zal in vergelijking met de huidige situatie in de toekomst afnemen. De warmtelozing door de DEMO KV/STEG zal in alle situaties voldoen aan de geldende richtlijnen voor het lozen van koelwater.

| situatie | warmtelozing (MW th.)) |
|---|---|
| A | 690 |
| B | 298 |
| C | 590 |
| D | 285 |
| F | 0 of 285 (afhankelijk in bedrijf zijn koeltoren) |

Voor de situatie van de voorgenomen activiteit (situatie C en D) zal geen bodemverontreiniging bij de KV-vliegasopslag optreden, gezien de te treffen voorzieningen dienaangaande. Voor de KV-slakopslag geldt in deze situaties dat gezien de geringe uitloging van elementen uit de slak de kans op bodemverontreiniging uitgesloten wordt geacht. In situaties C en D is er een geringe kans op overlast ten gevolge van stofverspreiding. De depositie bij woonbebouwing is echter geringer dan 1 g/$m^2$ per maand, waardoor normalerwijs geen hinder ervaren wordt. In situatie G zal zeker geen bodemverontreiniging en stofverspreiding/overlast optreden.

In vergelijking met de huidige situatie (A) zal na buitenbedrijfstelling van eenheden 4 en 5 van de Maascentrale (situatie B) met name in noordelijke richting (richting Buggenum) de geluidbelasting (circa 1-2 dB(A)) afnemen. In westelijke (Haelensche Broek) en zuidelijke richting (Maas) bedragen deze afname's respectievelijk circa 1 en 5 dB(A). Na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (situatie C) zal de geluidbelasting in alle richtingen toenemen. Deze toename is het grootst in zuidelijke richting (circa 5-6 dB(A)). In westelijke en noordelijke richting zal de toename circa 0,5-1 dB(A) bedragen en in oostelijke richting (Maas) is de toename circa 3 dB(A). In de situatie dat alleen de DEMO KV/STEG in bedrijf (situatie D) zal met name in noordelijke en westelijke richting de geluidbelasting afnemen (max. circa 2 dB(A) en in deze richtingen kleiner zijn dan in de huidige situatie. In zuidelijke en oostelijke richting is de afname in geluidbelasting max. circa 1 dB(A).
In alle bovengenoemde situaties zal de optredende geluidbelasting voldoen aan de ontwerp-geluidzonering voor het Maascentraleterrein. Verwacht wordt dat bij toepassing van het alternatief koeltoren (situatie F) de ontwerp-geluidzonering zal worden overschreden.

In de huidige situatie wordt door de Maascentrale vliegas (127.000 t/a) en bodemas (17.300 t/a) als bijprodukt geproduceerd. Na buitenbedrijfstelling van eenheden 4 en 5 (situatie B) zullen de hoeveelheden geproduceerde vliegas en bodemas meer dan gehalveerd zijn. De totale hoeveelheid geproduceerde bijprodukten zal na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG niet groter worden dan in de huidige situatie (A). De bijproduktenstroom zal echter meer verdeeld zijn over diverse bijprodukten (KV-slak, KV-vliegas, bodemas, vliegas, indampresidu en zwavel). Voor alle situaties wordt verwacht en zijn de inspanningen erop gericht de bijprodukten zoveel mogelijk voor nuttig gebruik toe te passen.

In de huidige situatie (A en B) zijn de risico's voor omwonenden van de Maascentrale uiterst gering. De kans op letsel voor omwonenden ten gevolge van calamiteiten bij de Maascentrale is verwaarloosbaar.

Na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (situaties C en D) ontstaan in vergelijking met de huidige situatie enige extra risico's voor omwonenden (zie 7.7).

De landschappelijke invloed van de gebouwen op het Maascentraleterrein zal na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (C en D) veranderen ten opzichte van de huidige situatie (A). Door de geringe bouwhoogte van de DEMO KV/STEG (max. 75 m) zal de zichtbaarheid geringer zijn. Wel zal het beeld van de gebouwen van de Maascentrale een meer chemisch karakter krijgen.
Bij toepassing van een koeltoren (situatie F) zal de landschappelijke invloed worden vergroot.

Een overzicht van de belangrijkste milieubeïnvloeden van de voorgenomen activiteit en alternatieven wordt hierna in tabelvorm gegeven.

Tabel Milieubeïnvloeding van voorgenomen activiteit en alternatieven met kostenindicatie

| | Lucht | Water | Bodem | Geluid | Bijprodukten | Veiligheid | Landschap | Kosten NLG $10^6$/a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A huidige situatie (nulalternatief) | $SO_2$ 16930 t/a 4,2µg/m$^3$ $NO_x$ 10420 t/a 1,0µg/m$^3$($NO_2$) stof 405 t/a 0,1µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 690 MW (th) Chemische beïnvloeding zeer gering | Zure depositie 579 mol$H^+$/ha.a | Contouren vlgs. fig. 5.6.1 | 127.000 t/a vliegas 17.300 t/a bodemas | Zeer geringe risico's voor omwonenden | Enige beïnvloeding | n.v.t. |
| B MC 6 (nulalternatief) | $SO_2$ 9220 t/a 1,9µg/m$^3$ $NO_x$ 3240 t/a 0,3µg/m$^3$($NO_2$) stof 200 t/a < 0,05µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 298 MW (th) Chemische beïnvloeding kleiner dan bij A | Zure depositie 255 mol$H^+$/ha.a | In alle richtingen neemt geluidbelasting af | 48.200 t/a vliegas 6.600 t/a bodemas | = A | = A | n.v.t. |
| C MC 6 + DEMO KV/STEG (voorgenomen activiteit) | $SO_2$ 9400 t/a 2,0µg/m$^3$ $NO_x$ 4075 t/a 0,4µg/m$^3$($NO_2$) stof 207 t/a < 0,05µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 590 MW(th) Incid. extra NaOCl-lozing | Zure depositie 279 mol$H^+$/ha.a In nabijheid centrale zeer geringe invloed door vliegas/ slakopslag | toename geluidbelasting is het grootst in zuidelijke richting | 38.600-70.600 t/a bodemas + KV/slak 48.200-80.200 t/a vliegas + KV/vliegas 5600 t/a zwavel 1200 t/a indampresidu | Geringe risico's ivm vergiftigingsgevaar door CO en $N_2S$ | iets geringere beïnvloeding dan A | n.v.t. |
| D DEMO KV/STEG (voorgenomen activiteit) | $SO_2$ 253 t/a 1,2µg/m$^3$ $NO_x$ 1167 t/a 0,1µg/m$^3$($NO_2$) stof 10 t/a < 0,05µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 285 MW(th) Verder als C | Zure depositie 126 mol$H^+$/ha.a Verder als C | afname geluidbelasting in met name noordelijke en westelijke richting | 32.000-64.000 t/a KV/slak 0-32.000 t/a KV/vliegas 5600 t/a zwavel 1500 t/a indampresidu | = C | geringere beïnvloeding dan A en C | n.v.t. |
| E = D + $SO_2$-verwijdering tot 99,5% | $SO_2$ 64 t/a < 0,05µg/m$^3$ $NO_x$ = D stof = D | = C/D | Zure depositie 22 mol $H^+$/ha.a Verder als C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | 1,1 |

Vervolg

| | Lucht | Water | Bodem | Geluid | Bijprodukten | Veiligheid | Landschap | Kosten |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F koeltoren | = C/D | Therm. lozing vermindert afhankelijk van in bedrijf zijn van koeltoren. Geen extra NaOCl-lozing | = C/D | overschrijding van de ontwerp geluidzonering verwacht | = C/D | = C/D | extra beïnvloeding door koeltoren | 2.25 |
| G overdekte slak- en vliegasopslag | zeer beperkte afname stofimmissie | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | 1.15 |
| H = D + $NO_x$-gasturbine 50 g/GJ | $NO_x$ 600 t/a 0.1µg/m$^3$($NO_2$) $SO_2$ = D stof = D | = C/D | Zure depositie 124 mol $H^+$/ha.a Verder als C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | niet bekend |

## 8 LEEMTEN IN KENNIS

De volgende leemten in kennis zijn vastgesteld.

In hoeverre een aantal maatregelen ter beperking van de $NO_x$-produktie bij gasturbines, die ontwikkeld zijn voor aardgasstoken zinvolle toepassing kunnen vinden met kolengas en welke resultaten dan behaald kunnen worden is momenteel niet bekend.

Onderzoek inzake de toepassingsmogelijkheden voor KV-slak en KV-vliegas vindt plaats. Ook de toepassing van het indampresidu zal nader onderzocht worden.

Over de mondiale effecten van $CO_2$-emissies bestaan nog vele onzekerheden. Eventuele maatregelen ter beperking van de $CO_2$-emissies dienen nog te worden ontwikkeld. Voor emissiebeperking bij een KV-STEG kan gedacht worden aan uitwassen van $CO_2$ uit de rookgassen en op grote diepte in de oceaan te brengen. Een andere theoretische mogelijkheid is het kolengas om te zetten in waterstof en $CO_2$ en de $CO_2$ hieruit verwijderen.
De kosten van $CO_2$-verwijdering zijn hoog (produktiekostentoename > 65%).

De relatie tussen kolensamenstelling en assamenstelling bij een KV/STEG is onvoldoende bekend.
Verder is ook de chemische vorm van een aantal geëmitteerde anorganische verbindingen niet bekend.

Er wordt nog veel onderzoek verricht naar de effecten van langdurige blootstelling aan concentraties van luchtverontreinigde componenten (onder andere door de KEMA).

Verder is nog extra experimenteel onderzoek nodig naar het uitwassen van verschillende verbindingen uit de pluimen van elektriciteitscentrales.

Ter bepaling van de opwarming van de Maas in België boven de natuurlijke temperatuur is het noodzakelijk over gegevens te beschikken inzake opgesteld vermogen, inzet vermogen, koeltorengebruik en overige warmtelozingen op de Maas in België. De gegevens zijn de initiatiefnemer niet bekend.

Effecten van koelwatergebruik op de visstand in de Maas zijn momenteel niet kwantitatief aan te geven omdat over de visstand in de Maas alleen kwalitatieve en geen kwantitatieve gegevens beschikbaar zijn.

Omtrent eventuele toekomstige ontwikkelingen op het Maascentraleterrein (vuilverbrandingsinstallatie, vliegasverwerkingsfabriek) zijn op het moment nog haalbaarheidsonderzoekingen gaande.

De precieze en uitvoering van de mer-evaluatie is nog niet bekend. Deze evaluatie zal in ieder geval de emissies naar de lucht, de immissiewaarden die daarvan het gevolg zijn, de deposities, de koelwaterlozing, de geluidsaspecten en de afzet van de reststoffen omvatten.
De invulling van het evaluatieprogramma zal binnen één jaar na de vergunningverlening worden aangegeven.

# 1 INLEIDING

## 1.1 Voorgeschiedenis en aanleiding tot de bouw

Door de N.V. Sep werd in het Elektriciteitsplan 1987-1996 (Arnhem, 1986) een studie aangekondigd inzake het toekomstperspectief voor geïntegreerde kolenvergassings/STEG-eenheden in Nederland. Deze studie is eind 1987 afgerond. De studie wijst uit dat kolenvergassingsprocessen in technisch opzicht in principe geschikt zijn voor de toepassing ten behoeve van elektriciteitsopwekking. De ontwikkelingen bij de moderne hiervoor in aanmerking komende kolenvergassingsprocessen rechtvaardigen volgens de studie de verwachting dat het in technisch opzicht mogelijk zal zijn om vanaf 1998 grootschalige installaties voor de opwekking van elektriciteit te realiseren. Als voorwaarde hiervoor is gesteld dat een laatste demonstratiefase, waarin alle nog nader te onderzoeken aspecten ten aanzien van bedrijfszekerheid, onderhoudsaspecten, regelbaarheid, bedrijfsvoering, alsmede het aantonen van de milieu-technische mogelijkheden zich op een vergelijkbare schaal voordoen als bij toekomstige grootschalige installaties, snel geïnitieerd wordt en succesvol verloopt.

Op grond van de resultaten van deze studie is in het Elektriciteitsplan 1989-1998 (Arnhem, 1989) besloten zoveel mogelijk ruimte te houden voor de toepassing van de kolenvergassingstechnologie. Ook is besloten op een zo kort mogelijke termijn een demonstratieproject (DEMO KV/STEG) tot stand te brengen. De inbedrijfname van de DEMO KV/STEG is gepland in 1993. Als lokatie voor het project is de vestigingsplaats Buggenum (Maascentrale) gekozen.

## 1.2 Reikwijdte en procedure MER DEMO KV/STEG

In het kader van de voorbereidingen, teneinde de inbedrijfname van de DEMO KV/STEG in 1993 mogelijk te maken, zal ten behoeve van de besluiten die genomen dienen te worden omtrent de benodigde milieuvergunningen, op grond van de Wet inzake de Luchtverontreiniging, Hinderwet, Wet Geluidhinder en Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, een Milieu- Effect-Rapport (MER) worden opgesteld en de mer- procedure worden gevolgd. Het onderhavige rapport is dit MER. Het betreft een zogenaamd uitvoerings-MER, waarin wordt ingegaan op de verschillende mogelijkheden om de milieubelasting door de DEMO KV/STEG zoveel mogelijk tegen te gaan en op de milieubelasting die daarna nog resteert.

Op 2 december 1988 heeft de N.V. Sep een startnotitie aan Gedeputeerde Staten van Limburg gezonden. De bekendmaking van de start van de mer-procedure vond plaats op 9 januari 1989.

Met inachtneming van onder andere het advies van de Commissie voor de Milieu-effectrapportage en de resultaten van inspraak, hebben Gedeputeerde Staten van Limburg en Rijkswaterstaat, directie Limburg, op 11 april 1989 de richtlijnen voor het MER DEMO KV/STEG vastgesteld. Het onderhavige MER is samengesteld op basis van deze richtlijnen. De beoordelingsprocedure van dit MER zal parallel aan de vergunningenprocedure verlopen (zie hoofdstuk 4).

## 1.3 Inhoud MER

De inhoud van het MER DEMO KV/STEG volgt de systematiek van de richtlijnen en ziet er globaal als volgt uit:
In hoofdstuk 2 wordt de probleemstelling aangegeven en het doel van de voorgenomen activiteit daaruit afgeleid. Daarbij wordt ook een vergelijking gepresenteerd tussen electriciteitsopwekking met KV/STEG, conventioneel poederstoken en gasstoken. In hoofdstuk 3 wordt de voorgestelde activiteit beschreven en worden de alternatieven voor de voorgestelde activiteit uitgewerkt. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de reeds genomen en nog te nemen besluiten over de DEMO KV/STEG. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de bestaande toestand van het milieu in het gebied rond de Maascentrale. De beschrijving van de invloed van de DEMO KV/STEG op het milieu is in hoofdstuk 6 opgenomen. In hoofdstuk 7 worden de milieugevolgen van de voorgestelde activiteit en de alternatieven met elkaar vergeleken. In hoofdstuk 8 ten slotte, wordt een overzicht gegeven van de op het moment van afronding van het rapport bestaande leemten in kennis ten aanzien van de voorgenomen activiteit en de alternatieven en aangaande de milieubeïnvloeding van de DEMO KV/STEG en de alternatieven.

# 2 PROBLEEMSTELLING EN DOEL

## 2.1 KV/STEG-TECHNOLOGIE

Kolenvergassing, geïntegreerd met een STEG-centrale, biedt goede vooruitzichten om bij de toekomstige elektriciteitsvoorziening een belangrijke rol te gaan spelen. Vooral de verwachte te bereiken hoge rendementen en lage milieubelasting bij KV/STEG zijn daarbij van belang. Bij de verdere ontwikkeling van de KV/STEG-technologie zullen naast economie vooral betrouwbaarheid en milieubeïnvloeding een belangrijke rol spelen.

Betrouwbaarheid is niet alleen belangrijk voor de financiële kant van de elektriciteitsopwekking, maar is ook van groot belang om een ononderbroken stroomvoorziening mogelijk te maken. Kennis omtrent betrouwbaarheid kan alleen aan bestaande installaties ontleend worden. Tot nu toe zijn er slechts 2 KV/STEG-installaties van voldoende omvang in bedrijf om daaruit een indruk over de betrouwbaarheid te kunnen krijgen. Dit zijn de installaties in Coolwater en in Plaquemine, beide in de V.S. De eerste met een vermogen van 100 MW (el.), is midden 1984 in bedrijf gegaan en de tweede, die een vermogen van 160 MW (el.) heeft, is sinds medio 1987 in bedrijf. Voor beide installaties geldt dat nog moet worden aangetoond dat de erosie/-corrosieverschijnselen in de hoge temperatuur gaskoelers voldoende beheersbaar zijn en dat ze nog niet geoptimaliseerd zijn ten aanzien van een hoog opwekrendement. De installatie in Coolwater bijvoorbeeld heeft een eenheidsrendement van circa 30%. De installatie in Plaquemine voert alleen bedrijf met zachte kolen, met een lage verbrandingswaarde en niet met steenkool. Met deze beide eenheden is daarom nog geenszins aangetoond, dat de voor elektriciteitsopwekking benodigde betrouwbaarheid, met de in Nederland commercieel verkrijgbare kolen en met een voldoende eenheidsrendement, bereikt kan worden. Verder zal opschaling naar een hoger vermogen nog dienen plaats te vinden.

## 2.2 VERGELIJKING KV/STEG-CONVENTIONEEL POEDERKOOL-STOKEN - GASGESTOOKTE STEG

Ter informatie zijn in algemene zin de milieu-aspecten van KV/STEG vergeleken met conventioneel poederkoolstoken en gasstoken. Er is uitgegaan van een elektrisch vermogen van 600 MW. Voor de KV/STEG zijn de emissiewaarden gebaseerd op de in hoofdstuk 3 (voorgenomen activiteit) aangegeven waarden.

### 2.2.1 Lucht

In tabel 2.1 wordt een overzicht van de verwachte emissies naar de lucht gegeven voor een 600 MW (el.) eenheid, met een bedrijfstijd van 6 000 vollasturen per jaar.

Tabel 2.1 Emissies naar lucht 600 MW (el.) eenheid (gemiddelde verwachtingswaarden)

| | KV/STEG | | conventioneel poederkoolstoken | | aardgas STEG | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| component | g/kWh | t/a | g/kWh | t/a | g/kWh | t/a |
| $SO_2$ | 0,14 | 520 | 0,66 | 2390 | - | - |
| $NO_x$ | 0,67 | 2400 | 1,30 | 4680 | 1,01 | 3630 |
| stof | 0,01 | 21 | 0,03 | 120 | - | - |
| $CO_2$ | 844 | $3,10^6$ | 844 | $3.10^6$ | 404 | $1,45.10^6$ |

### 2.2.2 Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater wordt belast met de lozing van warmte en eventueel met verontreinigd afvalwater. De thermische belasting is, indien geen koeltoren wordt toegepast, bij kolenvergassing 5 à 10% lager dan bij conventioneel kolenstoken. Weliswaar is de benodigde koeling voor de hoofdcondensor ongeveer twee derde deel, maar bij kolenvergassing is ook koeling nodig bij de zuurstoffabricage, bij de vergassing zelf en bij de gasreiniging.

Bij een gasgestookte STEG-installatie zal de thermische belasting 20 à 25% lager zijn dan bij poederkoolstoken in verband met het hogere rendement van een STEG-installatie.

Bij een KV/STEG-installatie ontstaat zowel bij de slakkoeling als bij de gaswassing verontreinigd afvalwater. De hoeveelheid bedraagt bij een 600 MW (el.) eenheid circa 170 $m^3/h$. Momenteel zijn de afvalwaterbehandelingsinstallaties voor reiniging van dit afvalwater nog in ontwikkeling. Verwacht mag worden dat met een goed ontworpen installatie tot acceptabele concentraties, zoals vermeld in tabel 2.2, gekomen kan worden.

Tabel 2.2 Verwachte gemiddelde concentraties verontreinigingen in KV/STEG-afvalwater na behandeling

| | Concentratie | | Concentratie |
|---|---|---|---|
| $Cl^-$ | 2000 mg/l | As | 20 µg/l |
| $NH_3$ | 10 mg/l | Cd | 1 µg/l |
| $CN^-$ | 1 mg/l | Cr | 15 µg/l |
| $F^-$ | 30 mg/l | Cu | 10 µg/l |
| $CNS^-$ | 30 mg/l | Hg | 1 µg/l |
| $SO_4^=$ | 50 mg/l | Ni | 15 µg/l |
| | | Pb | 50 µg/l |
| | | Zn | 50 µg/l |

Bij conventioneel kolenstoken bedraagt de afvalwaterstroom, die voornamelijk van de rookgasontzwaveling afkomstig is, 20 à 40 $m^3/h$. De zware metaalconcentraties zullen dezelfde zijn als bij KV/STEG; chloride, fluoride en sulfaat zullen in concentraties van respectievelijk 10-25 g/l, 0,5-2,0 g/l en 4 g/l voorkomen, terwijl ammoniak, cyanide en thiocyanaat er niet in voor zullen komen.

De bovengenoemde afvalwaterstromen zijn te vermijden door het afvalwater in te dampen. In dat geval ontstaat in beide gevallen een indampresidu van circa 2800 t/a.

Bij een aardgasgestookte STEG zal een dergelijke afvalwaterstroom niet ontstaan.

### 2.2.3 Bodem

De belasting van de bodem zal voornamelijk door twee oorzaken plaatsvinden. De eerste is de opslag van kolen en/of bijprodukten, waarvan percolatie- en afloopwater in de bodem kunnen komen. De tweede oorzaak is depositie van stoffen, die door de schoorstenen zijn geëmitteerd. Ontoelaatbare bodembelasting door opslag is met geëigende maatregelen te voorkomen.

De bijdrage aan de zure depositie wordt voornamelijk veroorzaakt door depositie van zwaveldioxide, stikstofoxyden, chloride en fluoride (de laatste beide alleen in natte vorm). De maximale jaargemiddelde bijdrage van een KV/STEG-installatie zal circa de helft bedragen van de waarde bij conventioneel kolenstoken. Voor een aardgasgestookte STEG wordt de bijdrage aan de zure depositie alleen veroorzaakt door de $NO_x$-emissie en zal lager zijn dan bij een KV/STEG-installatie.

### 2.2.4 Bijprodukten

De hoeveelheden bijprodukten, die bij een 600 MW (el.) kolengestookte eenheid per jaar ontstaan, zijn vermeld in tabel 2.3. Bij een aardgasgestookte STEG-installatie ontstaan de in tabel 2.3 genoemde bijprodukten niet.

Tabel 2.3 Hoeveelheden bijprodukt van 600 MW (el.) eenheid (6000 vollasturen)

| | KV/STEG | conventioneel stoken |
|---|---|---|
| bodemas/slak | 66 000 - 132 000 t/a | 16 500 t/a |
| vliegas | 0 - 66 000 t/a | 115 000 t/a |
| zwavel | 11 500 t/a | - |
| gips | - | 58 000 t/a |
| indampresidu (eventueel) | 2 800 t/a | 2 800 t/a |

Over de afzetmogelijkheden van de bijprodukten van conventioneel kolenstoken is betrekkelijk veel bekend. Op het moment kunnen de geproduceerde vliegas, bodemas en slak bijna in z'n geheel worden afgezet. Op langere termijn (na 2000) kunnen echter, in geval besloten wordt geen kerncentrales te bouwen, afhankelijk van de vraagontwikkeling grote overschotten ontstaan aan vliegas, bodemas en gips. Om hiervoor een oplossing te vinden wordt gezocht naar mogelijkheden voor permanente opslag, terwijl daarnaast ook gekeken wordt naar rookgasontzwavelingsprocessen die een ander bijprodukt dan gips opleveren.

De toepassingsmogelijkheden voor de slak en de vliegas, die bij kolenvergassing ontstaan, zullen voor de Nederlandse situatie nog nader onderzocht moeten worden. Wel zijn reeds een aantal uitloogproeven uitgevoerd, ten dele ook van samengevoegde slak en vliegas. Betreffende slak is de eerste indruk dat de uitloogeigenschappen ongeveer dezelfde zijn als die van bodemas (slak van poederkool gestookte centrales). De ontwaterbaarheid zou iets lager kunnen zijn. De slakhoeveelheid, die bij vergassing ontstaat, is veel groter dan bij conventioneel stoken, zodat zeker indien een aantal KV/STEG-installaties gebouwd zouden worden, naar nieuwe toepassingen gezocht moet worden. Op de bestaande markt zijn nog slechts kleinere hoeveelheden onder te brengen. Zouden belangwekkende overschotten ontstaan, dan zal, evenals voor vliegas van conventioneel stoken, de oplossing in langdurige opslag gezocht moeten worden. Indien de KV-vliegas dezelfde eigenschappen bezit als de vliegas die hedentendage geproduceerd wordt, dan zal toepassing ook op langere termijn mogelijk zijn. Ook hier zal verificatie plaats moeten vinden.

De afzet van zwavel zal zeker de eerste tijd geen problemen hoeven te geven. De laatste jaren wordt in Nederland circa 300 000 t/a geïmporteerd. Bij vergelijking van de zwavelproduktiehoeveelheid, zelfs van ettelijke 600 MW (el.)- eenheden, met de importhoeveelheid, lijkt de afzet voor geruime tijd verzekerd.

In het zoutmengsel, dat in het geval van afvalwaterindamping ontstaat, kunnen enkele zware metaal-concentraties in sommige gevallen de grenzen, gesteld in de WCA, overschrijden. Onderzoek zal moeten uitwijzen of toepassing mogelijk is en indien dat niet mogelijk is op welke wijze de afvoer gerealiseerd moet worden.

### 2.2.5 Geluid en visuele aspecten

Met geëigende maatregelen is het mogelijk om zowel bij KV/STEG-installaties als bij conventioneel kolenstoken en een aardgasgestookte STEG-installatie te voldoen aan de in Nederland gestelde geluidseisen. Een KV/STEG-eenheid bevat geen apparatuur, die in dit opzicht extra problematisch is. De kolenhandling is de belangrijkste geluidsbron.

Het visuele beeld van een KV/STEG-installatie wordt in sterke mate bepaald door het chemische karakter van de vergassingsinstallatie, die in openluchtopstelling (dat wil zeggen niet omhuld door een gebouw) wordt uitgevoerd.

Daarnaast is sprake van een complex van diverse gebouwen en installaties, die dicht bijeen gegroepeerd zijn. De hoogste bouwwerken worden gevormd door de vergassingsstraten en de schoorstenen (circa 75 m). Het beeld van een conventionele poederkoolgestookte eenheid wordt voornamelijk bepaald door het ketel-turbinehuis met aan ketelzijde daaraan gekoppeld de rookgasreinigingsstraat en de schoorsteen. Het hoogste gebouwdeel, het ketelhuis, heeft een hoogte van circa 100 m en de schoorstenen van nieuwe eenheden in Nederland zijn 175 m hoog. De gebouwen en schoorsteen van een aardgasgestookte STEG-installatie zullen in het algemeen lager zijn dan van een poederkoolgestookte eenheid.

Op grotere afstand, dat wil zeggen verder dan 2 km van de centrale, kan zowel een KV/STEG-installatie als een conventionele eenheid nog waargenomen worden, maar zal in het algemeen niet als storend worden ervaren. Een KV/STEG-installatie en een gasgestookte STEG-installatie zal daarbij iets eerder uit het zicht verdwijnen door het ontbreken van een hoge schoorsteen. In de nabijheid van de centrale zal de belevingswaarde zeer verschillend zijn.

### 2.2.6 Veiligheid

De risico's voor omwonenden en passanten van een KV/STEG-installatie, die het gevolg zijn van de aanwezigheid van water en stoom van hoge druk en temperatuur in het water/-stoom-circuit van de installatie, zijn van dezelfde orde als die bij een conventioneel gestookte eenheid. De kans dat personen worden getroffen wordt geschat op kleiner dan $10^{-8}$ à $10^{-9}$ per jaar, dat wil zeggen dat deze valt in het verwaarloosbaarheidsniveau.

Bij een KV/STEG-installatie bestaan bovendien risico's ten gevolge van de aanwezigheid van kolengas in het systeem vanaf de vergasser tot de verbrandingskamers. Een gedetailleerde risico-analyse hieromtrent kan echter pas plaatsvinden als het ontwerp tot in detail bekend is.

### 2.2.7 Nabeschouwing

De $SO_2$-, $NO_x$- en stofuitworp door een KV/STEG-installatie zullen lager zijn dan bij een conventioneel poederkoolgestookte installatie. Op termijn zullen verdergaande emissiebeperkingen bij een KV/STEG meer kosten-effectief zijn te realiseren.

De bijproduktstroom is bij kolenvergassing van andere aard dan bij conventioneel kolenstoken; verder onderzoek zal nog moeten uitwijzen of dit de toepassingsmogelijkheden kan vergroten. Afgezien van het veiligheidsaspect zijn de verschillen tussen KV/STEG en poederkoolstoken ten aanzien van de andere milieu-aspecten van minder belang.

Hierbij is geen rekening gehouden met de mogelijk toekomstige verhoging van het rendement, waarvoor de mogelijkheden bij de KV/STEG-techniek veel reëler en beter zijn dan bij conventioneel poederkoolstoken. Zou hierdoor de kolenbehoefte bijvoorbeeld 10% lager worden, dan zal de milieubeïnvloeding ook ruwweg 10% minder zijn.

Ten aanzien van de in het voorgaande beschouwde milieuaspecten zal een aardgasgestookte STEG-installatie minder milieubelasting veroorzaken dan een conventioneel poederkoolgestookte installatie en een KV/STEG. De $NO_x$-emissie door een gasgestookte STEG zal echter hoger zijn dan bij een KV/STEG.

## 2.3 ELEKTRICITEITSPLAN 1989-1998

Commerciële toepassing van de KV/STEG-technologie (par. 2.1) is nu nog niet mogelijk. Eerst dient op korte termijn inzicht en ervaring te worden opgedaan op het terrein van bedrijfszekerheid, onderhoudsaspecten, regelbaarheid, bedrijfsvoering maar ook ten aanzien van de milieuaspecten, met een KV/STEG van vergelijkbare schaal als gebruikelijk is voor grootschalig kolenvermogen.
Van kolengestookte produktie-eenheden zal KV/STEG lagere emissies van $SO_2$, $NO_x$ en stof hebben dan een poederkoolgestookte eenheid (zie par. 2.2). Verder zal naar verwachting verdere verlaging van de emissies van $SO_2$ en wellicht $NO_x$ in de toekomst op kosten-effectieve wijze mogelijk zijn. Gelet ook op de te verwachten voordelen van KV/STEG ten aanzien van het milieu is in het Electriciteitsplan 1989-1998 voor 1993 de inbedrijfstelling van een demonstratieproject KV/STEG voorzien.

Gekozen is daarbij voor een elektrisch vermogen van de DEMO KV/STEG van 200 à 250 MW (el). Bij deze omvang zullen namelijk alle belangrijke onderdelen van de KV/STEG, waarvan de werking gedemonstreerd moet worden, vrijwel dezelfde schaal hebben als bij een voor grootschalig kolenvermogen meest gebruikelijke omvang van circa 600 MW (el.).

De demonstratiefase zal gedurende ca 3 jaar na inbedrijfstelling plaatsvinden en zal in essentie bestaan uit ervaring opdoen met de bedrijfsvoering van de KV/STEG (b.v. bij verschillende belastingen of door gebruik te maken van verschillende kolensoorten).

Er zullen geen verschillende technologiën inzake de beperking van emissies worden beproefd in de DEMO KV/STEG. De DEMO KV/STEG zal worden ontworpen op basis van emissiewaarden voor $SO_2$, $NO_x$ en stof die aanzienlijk lager zijn dan die waarop een moderne conventionele poederkoolgestookte eenheid nu ontworpen wordt (zie hoofdstuk 3). Gedurende de demonstratiefase zal de haalbaarheid van de te bereiken emissiewaarden aangetoond dienen te worden.

De DEMO KV/STEG zal worden gesitueerd bij de Maascentrale Buggenum. Deze vestigingsplaats kwam als meest geschikte vestigingsplaats naar voren uit een vestigingsplaatsanalyse, welke is uitgevoerd ten behoeve van de lokatiekeuze van de DEMO KV/STEG.
In deze studie, een zgn. multi-criteria analyse (MCA), zijn vestigingsplaatsen voor electriciteitscentrales, genoemd in het Structuurschema voor de electriciteitsvoorziening (Tweede Kamer, 1981), op basis van een groot aantal criteria onderzocht op mogelijke geschiktheid voor vestiging van de DEMO KV/STEG. Daarbij kreeg de lokatie Buggenum ook voor de criteria betreffende milieu en ruimtelijke ordening een goede waardering.
Belangrijk voor de keuze van de lokatie Buggenum voor de DEMO KV/STEG zijn
- de reeds aanwezige kolen infra-structuur
- geen blokkering van uitbreidingsmogelijkheden op lokaties voor basislastvermogen.

## 2.4 DOELSTELLING

Op grond van het in de vorige paragrafen aangegevene kan de doelstelling van de in dit MER beschreven voorgenomen activiteit geformuleerd worden als het ervaring en inzicht opdoen met het bedrijfsvoeren van een KV/STEG-eenheid van ca 200-250 MW (el.) bij de Maascentrale te Buggenum vanaf 1993, waarbij alle belangrijke onderdelen, op bedrijfszekerheid, kosten, regelbaarheid, onderhoud, bedrijfsvoering, alsmede milieutechnische mogelijkheden gedemonstreerd worden, op eenzelfde schaal als toekomstige KV/STEG-eenheden van circa 600 MW (el.).

# 3 VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN ALTERNATIEVEN

## 3.1 VOORGENOMEN ACTIVITEIT

De voorgenomen activiteit betreft in hoofdzaak het bouwen en het demonstreren van het bedrijven van een kolenvergassingsinstallatie, een gasturbine-installatie waarin het door de vergassing van kolen geproduceerde gas gestookt wordt, een afgassenketel, een stoomturbine-installatie en twee generatorinstallaties, waarbij de ene gekoppeld is aan de gasturbine en de andere aan de stoomturbine. Het totale netto elektrisch vermogen van de installaties bedraagt circa 250 MW (el.). De gasturbine kan ook met aardgas gestookt worden. Het netto elektrisch vermogen dat met aardgas opgewekt kan worden bedraagt circa 150 MW (el.).

Verder betreft de voorgenomen activiteit het realiseren en bedrijven van voorzieningen voor de aanvoer en het malen van kolen, de afvoer van elektriciteit, de reiniging van het kolengas (stookgas), de aan- en afvoer van koelwater en de afvoer en berging van kolenreststoffen.

In het MER zullen een aantal gegevens van de kolen en diverse bedrijfsgegevens (gemiddeld op lange termijn) diverse malen gebruikt worden. Deze gegevens zijn in tabel 3.1.1 samengevat. Een toelichting op de bepaling van de gegevens wordt in dit hoofdstuk gegeven.

Tabel 3.1.1 Gegevens kolen en diverse bedrijfsgegevens

| | Gemiddelde waarde | Randwaarde |
|---|---|---|
| Stookwaarde | 27 MJ/kg | min. 25 MJ/kg |
| Asgehalte | 11 % | max. 15 % |
| Zwavelgehalte | 1 % | max. 1,5% |
| Chloorgehalte | 0,12% | max. 0,2% |
| Bruto vermogen | - | 284 MW (el.) |
| Netto vermogen | - | 253 MW (el.) |
| Vollasturen/jaar | 7000 h* | 7000 h |
| Opgewekte elektriciteit | $1{,}77.10^9$ kWh/a | $1{,}77.10^9$ kWh/a |
| Kolendoorzet | 576 000 t/a | |
| Slakhoeveelheid | 32 000-64 000 t/a | |
| KV-vliegashoeveelheid | 0 -32 000 t/a | |
| Zwavelhoeveelheid | 5 600 t/a | |

Opmerking: gehalten op "as received" basis.

* Verwacht aantal vollasturen na amovering van MC6 en na aanloopperiode.

### 3.1.1 Algemene procesbeschrijving (zie figuur 3.1)

In een KV-STEG installatie spelen zich diverse processen af. De belangrijkste zijn:
- de kolenvergassing
- de stookgasreiniging
- de zwavelwinning
- het verbrandingsproces in de gasturbine
- de processen in de stoom-water kringloop.

Eerst zal op de kolenvergassingsprocessen worden ingegaan en daarna zullen de andere processen achtereenvolgens beschreven worden.

#### 3.1.1.1 Kolenvergassingsprocessen

De kolenvergassing, die zich in de vergassingsreactor afspeelt, is de omzetting van voornamelijk vaste organische verbindingen in een brandbaar gas, hierna stookgas genoemd. De in de kolen (zie voor gegevens par. 3.1.2) aanwezige koolstof (C) wordt daarbij zoveel mogelijk omgezet in koolmonoxyde (CO) en tevens wordt gasvormige waterstof ($H_2$) gevormd.

Daar in de kolen te weinig zuurstof (O) aanwezig is voor de CO-vorming, dient bij de vergassing zuurstof toegevoegd te worden. Dit gebeurt in de vorm van gasvormige zuurstof van hoge zuiverheid (bijvoorbeeld 95%) of in de vorm van lucht. Ook wordt water of stoom ($H_2O$) in de vergassingsreactor gevoerd. Het zuurstofatoom van de $H_2O$ wordt ook gebruikt voor CO-vorming en dan wordt eveneens $H_2$ gevormd. Ook wordt enig methaan ($CH_4$) verkregen, doordat koolstofatomen met waterstof binden.

Het stookgas heeft een samenstelling als aangegeven in tabel 3.1.2.

Tabel 3.1.2 Stookgassamenstelling (droog, vol.%)

| Component | Aandeel |
|---|---|
| CO | 50-70 |
| $H_2$ | 20-40 |
| $CO_2$ | 1-12 |
| $CH_4$/koolwaterstoffen | 0-7 |
| $N_2$, Ar | 2-10 |

De stookwaarde varieert van 10-14 MJ/kg. De preciese samenstelling is afhankelijk van de kolensoort en het vergassingsproces.

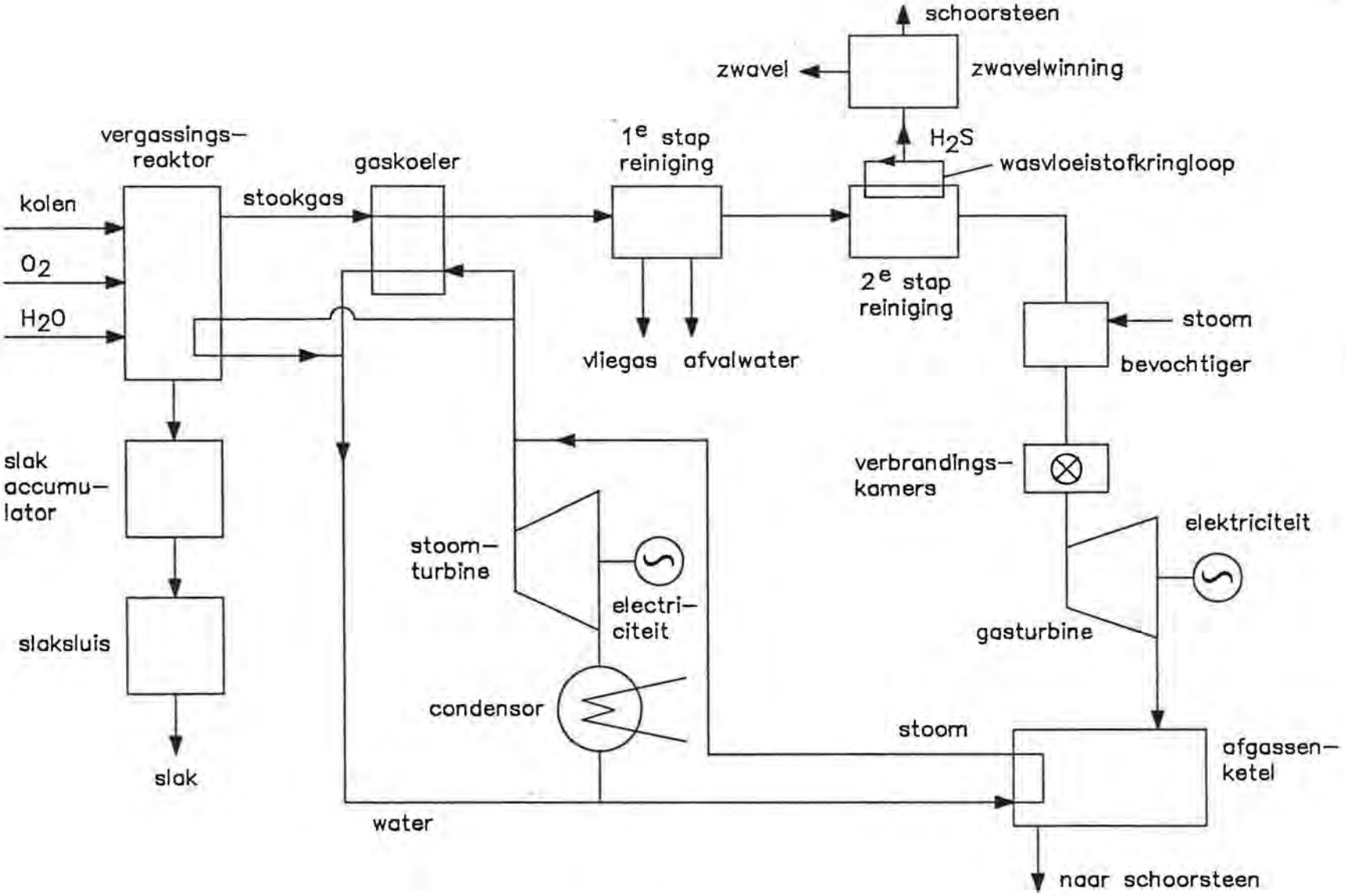



Fig. 3.1 Processchema KV/STEG

De kolenvergassingsprocessen worden gewoonlijk onderscheiden naar de wijze van uitvoering van de vergassingsreactor en de wijze van het in contact brengen van de vaste steenkooldeeltjes met de reagerende gassen. De belangrijkste op de markt zijnde processen voor kolenvergassing worden meestal ingedeeld in:
- bewegend bed-processen (ook wel vast of glijdend bed genoemd)
- wervelbed-processen
- stofwolk-processen (ook wel "entrained" bed genoemd)
- ijzerbad-processen.

Bij het bewegend bed-proces worden betrekkelijk grove steenkooldeeltjes (3 tot 30 mm) boven in het reactorvat gebracht, terwijl de vergassingsmiddelen in de bodem worden ingeblazen. Omdat de doorlaatbaarheid van het kolenbed belangrijk is worden specifieke eisen gesteld aan de korrelgrootte van de kolen.

De wervelbed-processen vereisen een kolenvoeding met fijne steenkooldeeltjes (1 tot 5 mm). De vergassingsmiddelen (lucht en zuurstof) worden met een zodanige snelheid onder in de reactor geblazen, dat de steenkooldeeltjes zwevende worden gehouden. De maximale temperatuur in het bed wordt bepaald door de temperatuur waarbij de as begint te verweken. Wervelbed-processen moeten namelijk altijd op een temperatuur worden bedreven die onder dat verwekingspunt ligt.

De stofwolk-proces reactor werkt met nog fijner gemalen steenkool (kleiner dan 0,1 mm), zo fijn dat de deeltjes worden meegesleept door het vergassingsmedium. Bij dit proces worden het vergassingsmedium en de steenkooldeeltjes in geljkstroom door de reactor gevoerd. De reactietijd is zeer kort en de vergassing heeft bij hoge temperatuur plaats. Praktisch alle soorten kolen kunnen bij dit proces worden verwerkt. De as wordt voor het overgrote deel (circa 90%) onder in de vergasser afgevoerd en wordt in een waterbad afgeschrikt, waardoor een korrelig materiaal (slak) ontstaat.

De ijzerbadprocessen zijn voortgekomen uit de staalbereiding. Kolen worden tezamen met kalk en zuurstof in een gesmolten ijzerbad gebracht. De in het ijzer opgeloste kooldeeltjes worden in CO en $H_2$ omgezet. De as en de zwavel worden in de op het ijzer drijvende slak gebonden. Dit proces kan in principe ook bij hogere drukken worden uitgevoerd.

Van de vier bovengenoemde procesgroepen zijn er twee, te weten de wervelbedprocessen en de ijzerbadprocessen, voorals nog minder geschikt voor elektriciteitsopwekking in Nederland. Een belangrijk nadeel van de wervelbedprocessen is dat de steenkolen, die nu in Nederland worden gestookt, minder geschikt zijn voor deze processen. Deze zullen vooral worden toegepast in de gebieden, waar bruinkool wordt gewonnen. Het ijzerbadproces heeft alleen perspectief indien het tezamen met staalbereiding wordt toegepast. Deze combinatie vergt een gecompliceerde integratie en daarom lijken deze processen alleen kans van slagen te hebben als de elektriciteit als nevenprodukt wordt beschouwd.

Voor de DEMO KV/STEG installatie zal dientengevolge worden gekozen uit de bewegend-bedprocessen of de stofwolkprocessen.

Zoals hiervoor reeds aangegeven kan als vergassingsmiddel zuurstof of lucht worden gebruikt. Het gebruik van zuurstof heeft het voordeel dat het geproduceerde gas weinig stikstof bevat en daardoor een veel hogere stookwaarde heeft dan wanneer lucht wordt gebruikt. Ook de beheersbaarheid van het vergassingsproces is beter. Een belangrijk nadeel is echter, dat de produktie van zuurstof energie kost, waardoor het totaalrendement van de KV STEG-installatie bij zuurstoftoepassing lager is dan wanneer lucht wordt gebruikt. Momenteel is de ontwikkelingsstand van de procesen, die met lucht werken, nog niet zover dat toepassing verantwoord is.

Een verder onderscheid bij vooral de stofwolkprocessen is nog of de kolen droog of als slurry (kolen-water mengsel) in de vergasser worden gebracht. Hoewel de slurry-voeding technisch iets eenvoudiger is, zijn beide varianten zover ontwikkeld, dat beide goed toepasbaar zijn. Bij droge voeding is een iets hoger totaal rendement bereikbaar.

De conclusie ten aanzien van het vergassingsproces is daarmee, dat gekozen zal worden voor een stofwolkproces met droge of natte voeding of voor een bewegend bed proces en dat als vergassingsmedium zuurstof gebruikt zal worden.

### 3.1.1.2 Stookgasreiniging

De stookgasreiniging dient om uit het stookgas diverse niet-gewenste componenten, die in betrekkelijk lage concentraties aanwezig zijn, te verwijderen. Het betreft vaste asdeeltjes en de gasvormige componenten $H_2S$, COS, $NH_3$, HCN, HCl en HF.

Deze verwijdering is enerzijds vereist omdat anders in de verdere installatie teveel corrosie- en erosieproblemen ondervonden zouden worden en anderzijds uit milieu-oogpunt, daar deze componenten dan niet via de afgassenketelschoorsteen geëmitteerd worden. Bij bewegend bed processen (zie par. 3.1.1.1) vindt een extra afscheiding van teer- en olieachtige produkten plaats. Deze afgescheiden produkten worden naar de vergasser teruggevoerd.

De stookgasreiniging bestaat uit twee stappen, een eerste die vooral dient om de asdeeltjes, ammoniak, chloride, fluoride en cyanide te verwijderen. De afgescheiden asdeeltjes komen als restprodukt vrij of worden teruggevoerd. De andere componenten gaan met het water naar de afvalwaterbehandeling. In de tweede stap worden de zwavelcomponenten uit het stookgas gewassen.

### 3.1.1.3 Zwavelwinning

In de zwavelwinning wordt uit het gasmengsel, dat uit de wasvloeistof van de tweede stap van de stookgasreiniging wordt gehaald, zwavel gemaakt. De zwavelcomponenten worden daarbij met toevoeging van zuurstof omgezet in zwavel en water. Voor verdere details wordt verwezen naar par. 3.2.3.

### 3.1.1.4 Verbrandingsproces in gasturbine

Het uit de kolen gemaakte stookgas wordt in de verbrandingskamers bij de gasturbine verbrand. De energie, die in de verbrandingsgassen aanwezig is, wordt vervolgens benut om een gasturbine aan te drijven. Deze turbine is verbonden met een generator voor de opwekking van elektriciteit.

### 3.1.1.5 Stoom-water kringloop

Nadat de verbrandingsgassen de gasturbine gepasseerd zijn bevatten ze nog zoveel energie, dat deze benut kan worden om in een afgassenketel stoom te produceren. Naast de stoom, die in de afgassenketel wordt geproduceerd, wordt ook bij de afkoeling van het stookgas in warmtewisselaars water in stoom omgezet. Beide stoomstromen worden naar een stoomturbine gevoerd. Ook deze is verbonden met een elektriciteitsgenerator. Nadat de stoom de stoomturbine gepasseerd is wordt deze gecondenseerd in een condensor, waarna het condensaat weer gebruikt wordt om in de afgassenketel en bij de stookgaskoeling stoom te produceren.

### 3.1.2 De brandstoffen

Kolen

De voorraden steenkool en bruinkool zijn met een relatief grote mate van nauwkeurigheid bekend. De mondiaal winbare reserves bedragen circa 640 miljard ton; de geologische kolenvoorraad (aangetoonde hoeveelheden welke in de toekomst van economische waarde kunnen worden) bedraagt circa 10130 miljard ton steenkool en bruinkool.

De Nederlandse kolenbehoefte wordt uit import gedekt. Kolen zijn voor de Nederlandse markt vanuit een groot aantal landen te verkrijgen, zoals de V.S., Polen, West-Duitsland, Australië en Columbia.

Voor de periode tot 2000 wordt door de Sep de volgende verdeling verwacht:

| | |
|---|---|
| V.S. | 30-45% |
| Australië | 25-45% |
| Polen | 5-10% |
| Columbia | 15-25% |
| Overige | 0-10% |

Aan kolen te stellen kwaliteitseisen

Aan kolen dienen dusdanige eisen gesteld te worden, dat er goed bedrijf mee te voeren is, dat er uit milieuoogpunt geen onacceptabele gevolgen uit voortkomen maar ook, dat de verkrijgbaarheid zoveel mogelijk gegarandeerd is.

Voor een KV/STEG-installatie zullen uit bedrijfstechnisch oogpunt de volgende eisen gesteld moeten worden.

De stookwaarde is bepalend voor de hoeveelheid energie, die uit een bepaalde hoeveelheid brandstof vrij kan komen. Het gehalte aan de brandbare elementen koolstof (C), waterstof (H) en in geringe mate zwavel (S), speelt hierbij een belangrijke rol. Het overige deel van de kool bestaat uit zuurstof (O), stikstof (N), water ($H_2O$) en as. Indien de stookwaarde laag is, wordt het aandeel transportkosten in de brandstofkosten hoog. Dit geldt vooral voor situaties als de Nederlandse, waar de transportafstand van mijn tot gebruiker groot is. Daarom wordt voor Nederlandse centrales een minimum stookwaarde van 25 MJ/kg gehanteerd. De kolen moeten voorts goed maalbaar zijn, waarbij de maaldelen van de kolenmolens een redelijke levensduur moeten hebben. In verband hiermee wordt een minimum maalbaarheid van 45° Hardgrove geëist.

Het vrije vochtgehalte van de kolen dient minimaal 6% te bedragen om het stuiven van de kolen tijdens transport en opslag binnen aanvaardbare grenzen te houden. In verband met transport en overslag wordt de korrelgrootte beperkt tot 50 mm. Een eis, die speciaal bij kolenvergassing belangrijk is in verband met de aftap van de vloeibare slak, is het asvloeipunt, dat in reducerende atmosfeer maximaal 1650°C mag bedragen. Overigens is het mogelijk, indien hier niet aan voldaan wordt, het asvloeipunt te verlagen door kalk of kalksteen aan de kolen toe te voegen.

Zowel uit bedrijfs- als uit milieuoogpunt zijn het zwavel-, het chloor- en het asgehalte van belang.

Daarnaast geeft de koolstof, die zoals hiervoor aangegeven de hoofdbron voor de energie-opwekking is, als verbrandingsprodukt kooldioxide ($CO_2$). De $CO_2$-problematiek wordt behandeld in hoofdstuk 8.

Het beperken van het S-gehalte is van belang om de installatiedelen waar de zwavel gewonnen wordt in omvang te beperken, maar vooral ook om de bijprodukthoeveelheid (in dit geval zwavel) te beperken.

Het "Gemeenschappelijk Koleninkoopbureau voor de Elektriciteitsbedrijven" verwacht tot 2010 globaal de kolenherkomstverdeling als aangegeven in tabel 3.1.3.

Tabel 3.1.3 Herkomst en zwavelgehalte van de in te zetten kolen in Nederland

| Land | Percentuele inzet | Zwavelgehalte (%) |
|---|---|---|
| Verenigde Staten | 30-45% | 0,8-1,2 |
| Australië | 45-25% | 0,5-0,6 |
| Polen | 10- 5% | 1,0-1,1 |
| Colombia | 15-25% | 0,6-0,7 |

Het gemiddelde zwavelgehalte bedraagt 0,78%. De spreiding hierin bedraagt circa 20%. De in de tabel aangegeven zwavelgehalten gelden voor het grootste deel (circa 90%) van de voorraden. Incidenteel kunnen zowel de boven- als de ondergrenzen ruimer liggen.

Hieruit blijkt, dat er ruime voorraden zijn met S-gehaltes onder 1,5%. Om de verkrijgbaarheid niet te veel te beperken, wordt de installatie ontworpen voor een maximaal S-gehalte van 1,5%. Zoals echter uit de tabel blijkt, zal het merendeel van de in Nederland te verstoken kolen een S-gehalte onder 1% hebben. Voor het vaststellen van de gevolgen van de aanwezigheid van de zwavel in de kolen zal daarom in het navolgende van een S-gehalte van 1% worden uitgegaan.

Het chloorgehalte van de in Nederland verstookte kolen is relatief laag en loopt tot 0,2%. Metingen rond de jaren '80 gaven gemiddelde waarden van 0,12% te zien. Gegevens van recentere datum (zie tabel 3.1.4) wijzen uit, dat de laatste jaren de gewogen gemiddelde waarde van de Nederlandse kolenimport iets lager ligt.

Het asgehalte van kolen kan sterk variëren. Zelfs in een bepaalde mijn kunnen grote verschillen optreden. Een vergassingsinstallatie wordt op een bepaald maximaal asgehalte ontworpen, in verband met de slak- en KV-vliegashandeling. Hiervoor wordt 20% aangehouden. Gezien de afzetproblematiek wordt bij de kolenaankoop ernaar gestreefd 15% als maximum asgehalte aan te houden. Voor de eerste decennia wordt als gemiddeld asgehalte voor de in Nederland te verstoken kolen hooguit 11% verwacht.

De eisen, die bij aankoop aan de kolen gesteld worden uit bedrijfstechnisch en milieu-oogpunt, zijn samengevat (gebaseerd op "as received" kolen):

| | | |
|---|---|---|
| korrelgrootte | max. | 50 mm |
| stookwaarde | min. | 25 MJ/kg |
| maalbaarheid | min. | 45° Hardgrove |
| asgehalte | max. | 15% |
| vrij-vochtgehalte | min. | 6% |
| asvloeipunt (red) | max. | 1650°C |
| zwavelgehalte | max. | 1,5% |
| chloorgehalte | max. | 0,2% |

Voorts komen in de kolen vele elementen in zeer lage concentraties als anorganische verbindingen voor. De gemiddelde concentraties met de spreiding ervan zijn door de KEMA in samenwerking met ECN onderzocht (Van der Sloot et al, 1983). De resultaten zijn in tabel 3.1.4 vermeld. De voor Nederland verwachte gemiddelde concentraties zijn gelijk aan die in de laatste kolom.

Tabel 3.1.4 De gemiddelde concentraties spoorelementen (in mg/kg) van in Nederland geïmporteerde steenkool (H.A. v.d. Sloot, e.a., 1983)

| *Element* | *VS (oostkust)* | | | *Australië* | | | *Polen* | | | *W-Duitsland (Ruhr)* | | | *Gewogen gemiddelde Nederlandse import** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | x̄ | σ | n | x̄ | σ | n | x̄ | σ | n | x̄ | σ | n | |
| As | 10,9 | 4,5 | 16 | 2,4 | 2,45 | 33 | 1,96 | 1,15 | 9 | 4,67 | 3,16 | 26 | 7 |
| Ba | 190 | 135 | 16 | 680 | 360 | 33 | 319 | 109 | 9 | 85 | 62 | 26 | 350 |
| Be | 4 | 2 | 6 | 6 | 7 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | – | 1 | 4 |
| B | 51 | 33 | 4 | 37 | 12 | 3 | 36 | – | 1 | 45 | – | 1 | 45 |
| Cd | 0,19 | 0,13 | 3 | <0,1 | – | 5 | 0,20 | 0,06 | 2 | 0,12 | – | 1 | 0,15 |
| Cl | 870 | 330 | 4 | 480 | 400 | 5 | 1300 | – | 1 | 1200 | – | 1 | 850 |
| Co | 6,07 | 1,63 | 16 | 7,60 | 1,38 | 33 | 5,44 | 2,06 | 9 | 8,45 | 2,65 | 26 | 7 |
| Cr | 24,7 | 11,6 | 16 | 14,8 | 4,9 | 33 | 18,9 | 6,5 | 9 | 21,8 | 10,5 | 26 | 20 |
| Cu | 21,5 | 3,2 | 6 | 12 | 2,4 | 5 | 26 | 4 | 2 | 34 | – | 1 | 20 |
| F | 260 | 110 | 4 | 200 | 40 | 2 | 340 | – | 1 | 330 | – | 1 | 250 |
| Hg | 0,33 | 0,16 | 4 | 0,18 | 0,06 | 2 | 0,40 | 0,30 | 2 | 0,16 | – | 1 | 0,25 |
| Mo | 3,2 | 1,7 | 5 | 2,3 | 0,5 | 3 | 1,9 | – | 1 | 2,6 | – | 1 | 3 |
| Ni | 11 | 5 | 6 | 16 | 12 | 5 | 25 | 15 | 2 | 14 | – | 1 | 15 |
| Pb | 10 | 2,4 | 6 | 16 | 6 | 5 | 22 | 6 | 2 | 23 | – | 1 | 15 |
| Sb | 0,58 | 0,22 | 16 | 2,30 | 0,77 | 33 | 1,93 | 0,61 | 9 | 1,68 | 1,06 | 26 | 1,5 |
| Se | 4,3 | 1,1 | 5 | 1,2 | 0,5 | 2 | 1,3 | – | 1 | 2,1 | – | 1 | 3 |
| Th | 4,44 | 3,15 | 16 | 6,73 | 2,50 | 33 | 2,76 | 0,72 | 9 | 2,43 | 1,28 | 26 | 5 |
| Tl | <6 | – | 4 | <6 | – | 2 | <6 | – | 2 | <6 | – | 1 | <6 |
| U | 0,91 | 0,65 | 16 | 2,15 | 0,88 | 33 | 1,26 | 0,53 | 9 | 0,93 | 0,82 | 26 | 1,5 |
| V | 39 | 8 | 6 | 16 | 6,6 | 5 | 36 | 5 | 2 | 66 | – | 1 | 35 |
| Zn | 27 | 11 | 5 | 21 | 1,6 | 5 | 50 | 7 | 2 | 32 | – | 1 | 30 |

* 30% VS + 30% Australisch + 13% Pools + 7% Duits (Ruhr) [10]

* De fluorconcentraties zijn bepaald met een niet gebruikelijke analysemethode (INAA). Met chemische analyses is een waarde van 100 mg/kg gevonden. Hiermee is dan ook gerekend bij bepaling van emissies naar de lucht, daar het in dat geval ook om het chemisch ontsluitbare gedeelte gaat.

Tot slot bevatten kolen sporen van in de natuur voorkomende radioactieve isotopen K 40, Th 232 en U 238 en die van de vervalreeksen van de twee laatstgenoemde.

Aardgas

Aardgas zal eventueel incidenteel in de gasturbine worden gestookt en wel alleen in de bijzondere gevallen dat de kolenaanvoer stagneert of indien de vergassingsinstallatie voor langere tijd gestoord is. Voorts wordt mogelijkerwijs een kleine aardgashoeveelheid gebruikt voor de waakvlam van de fakkel, voor de hulpketel, eventueel voor de kolendroging en voor de zwavelwineenheid. Ook bij het starten van de installatie zal de gasturbine kortstondig met aardgas kunnen worden gevoed.

Het aardgas zal worden betrokken uit het landelijk aardgasnet. Aan de centrale kan zowel Gronings aardgas als hoog calorisch gas van andere velden worden geleverd. De belangrijkste gegevens van dit gas zijn:

| | | Groningen | Hoog calorisch |
|---|---|---|---|
| Stookwaarde | $MJ/m^3_0$ | 31,7 - 33,5 | 35,2 - 37,6 |
| Rel. dichtheid | | 0,65 - 0,70 | 0,60 - 0,65 |
| $CH_4$ | vol% | 81 - 83 | 86 - 94 |
| $CO_2$ | vol% | 1 - 10 | 1 - 2 |
| $N_2$ | vol% | 3 - 14 | 2 - 6 |

### 3.1.3 Situatieschets van de DEMO KV/STEG

De DEMO KV/STEG is geprojecteerd op een terrein ten zuiden van de Maascentrale te Buggenum (zie figuur 3.2).

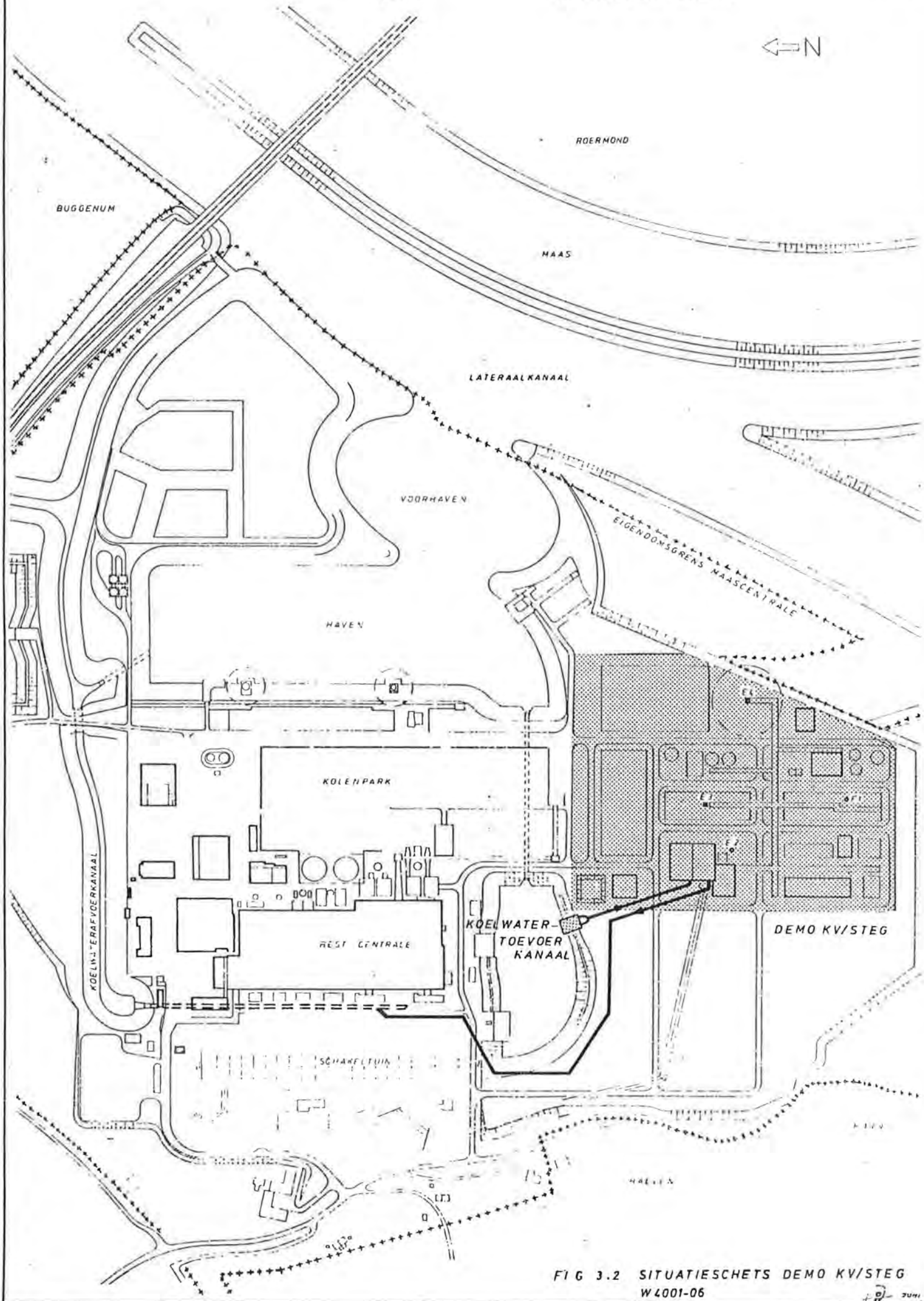



FIG 3.2 SITUATIESCHETS DEMO KV/STEG
W4001-06

De totale installatie is onder te verdelen in een aantal deelinstallaties zoals kolentoevoer, vergassing en gaskoeling, gasreiniging en zwavelwinning, STEG-installatie, afvalwaterreiniging, luchtscheiding en koelwatersysteem. De kolentoevoer sluit aan op het bestaande kolenpark van de Maascentrale. Het wegenplan wordt verbonden met het bestaande wegenplan. Het koelwater wordt onttrokken aan het centraal gelegen koelwatertoevoerkanaal en afgevoerd via een bestaand koelwaterkanaal waarop wordt aangesloten tussen de afvoeren van de eenheden 5 en 6 van de bestaande centrale. De start-stoorfakkel is ten oosten van de DEMO KV/STEG geprojecteerd aan de Maaszijde, zodat hier de minste hinder (geluid, licht) van ondervonden wordt. Ten westen van de DEMO KV/STEG is een ruim terrein beschikbaar met een toegang vanaf de openbare weg waar tijdens de montageperiode bouwmaterialen kunnen worden opgeslagen en een ketenplan kan worden gerealiseerd.

De elektrische energie wordt vanuit het turbogeneratorgebouw via een transformator door middel van een bovengrondse hoogspanningsverbinding (circa 500 m afstand) afgevoerd naar het 150 kV-station bij de Maascentrale.

### 3.1.4 Transport en behandeling van kolen en aardgasaanvoer

Kolenaanvoer

De vergassingsinstallaties verstoken maximaal circa 90 ton kolen per uur. Het jaarverbruik, gemiddeld over de levensduur van de DEMO KV/STEG, wordt geraamd op 576 000 ton.

De kolen worden aangevoerd vanaf het bestaande opslagterrein van de Maascentrale van EPZ. Hoewel de kolenaanvoer naar dit opslagterrein en de opslag zelf niet tot de voorgenomen activiteit behoren zal conform de MER richtlijnen toch een beschrijving van deze tot de Maascentrale behorende systeemdelen worden gegeven.

De kolen worden per schip, in het algemeen duwbakken, aangevoerd. Een torenkraan haalt de kolen uit de schepen en stort deze in trechters. Van daaruit gaan de kolen via transportbanden naar het kolenpark. Het kolenpark heeft een capaciteit van 120 000 ton, waarvan 80 000 ton normale voorraad en 40 000 ton reservevoorraad.
De kolen worden over het park verdeeld met brugkranen. Het hernemen van de kolen van het park gebeurt met afgraafmachines.

Daar de aanwezigheid van deze infrastructuur voor kolenaanvoer en -opslag juist ook een van de redenen was voor het kiezen van de locatie Buggenum voor vestiging van de DEMO KV/STEG, zullen geen alternatieven voor deze systeemdelen worden gegeven.

Het transport van de kolen naar de DEMO KV/STEG vindt plaats met een bandtransporteur met een capaciteit van circa 400 t/h. De bestaande afgraafmachine stort de kolen op de nieuwe bandtransporteur, die ten dele ondergronds loopt. In de transporteur zijn enkele overstortpunten, een ontijzeringsinstallatie, een monsternamepunt en een weegfaciliteit opgenomen. Het ijzerafval wordt ter plaatse verzameld en op gezette tijden afgevoerd. De bandtransporteurs voeren de kolen, via een vertikale bandtransporteur naar 3 buiten opgestelde dagbunkers met een capaciteit van 700 ton elk, van waaruit de kolenmolens worden gevoed. Op de bandtransporteur naar de molen kan ook eventueel kalksteen aan de kolen worden toegevoegd.

Daar waar windinvloeden bij het kolentransport te verwachten zijn en waar dit technisch mogelijk is, zullen deze invloeden worden beperkt door afscherming. De transportbanden zullen geheel omhuld worden uitgevoerd. Bij overstortpunten zal de valhoogte worden beperkt tot circa 1 m.

De transportbanden werken volgens het principe van meenemen, waarbij geen relatieve verplaatsing tussen kolen en band optreedt. Door bovendien relatief lage bandsnelheden van circa 3,5 m/s toe te passen, worden luchtwervelingen gereduceerd en daarmee de stofontwikkeling beperkt.

Voorts worden alle kolenoverstortpunten voorzien van sproeiwatersystemen, waarmee de kolen op een vochtgehalte van minimaal 6% worden gehouden, zodat ook daar de stofverstuiving gering is.

Aardgasaanvoer

De brandstof aardgas zal worden betrokken via een reduceerstation met een aansluitwaarde van 50 000 $m^3$/h, gebaseerd op Slochterengas (zie 3.1.2). Vanaf dit station wordt het gas via gasregelstraten naar de verbrandingskamers van de gasturbine geleid. Vanaf het reduceerstation loopt ook een gasleiding naar de waakvlambrander bij de fakkel, naar de hulpketel, eventueel naar de kolendrooginstallatie en naar de zwavelwineenheid.

### 3.1.5 Vergassingsinstallatie en gaskoelers

Voordat de kolen worden vergast vindt eerst een voorbehandeling plaats. Dit is, afhankelijk van het proces (zie par. 3.1.1), een maling tot een deeltjesgrootte kleiner dan 0,1 mm, waarna eventueel menging met circa 35% water plaatsvindt ofwel een behandeling, waarbij de deeltjes, die kleiner zijn dan 5 à 6 mm, tot briketten met een minimale grootte van deze afmeting worden geperst. Bij deze laatste behandeling vindt toevoeging van bitumen plaats.

In de gevallen, dat de kolen zijn vermalen tot fijn poeder ofwel tot droge 5 mm briketten zijn gevormd, vindt droging met warm rookgas van verbrand aard- of kolengas plaats. Vervolgens worden de kolen in de vergassingsreactor gebracht via een sluizensysteem, waarbij de sluizen op druk worden gebracht met stikstof. Bij de fijne poederkool fungeert stikstof ook als transportmedium. In het geval dat de fijne kool met water tot slurry is vermengd, wordt deze slurry van omgevingsdruk naar de hoge druk van de reactor gepompt.

Al deze genoemde toevoersystemen zijn in principe gesloten systemen; alleen bij de kolendroging komt een geringe hoeveelheid nat afgas vrij. Dit bestaat voornamelijk uit $CO_2$, $N_2$, $O_2$ en uit 33% waterdamp. Voorts bevat het enig kolenstof, max. 20 mg/$m^3_n$.

In één, dan wel twee of vier parallel geschakelde kolenvergassers worden de behandelde kolen vervolgens samen met water of stoom en zuurstof uit de luchtscheidingsinstallatie bij een druk van 25-40 bar en een temperatuur tussen 400 en 1500°C vergast.

Bij de hoge temperatuur van de vergassing smelt de kolenas. Het grootste deel vloeit naar de bodem en wordt opgevangen in een waterbad. Hierbij stolt de as ogenblikkelijk. Deze snel in water gestolde as wordt slak genoemd. Het water/slakmengsel wordt via een sluizensysteem in druk verlaagd tot omgevingsdruk (zie verder par. 3.1.8). Bij het uitsluizen vindt geen waterlozing plaats.

De kleinere asdeeltjes worden meegevoerd met het kolengas dat de reactor verlaat. Dit gas wordt soms gekoeld door het op te mengen met koud kolengas of water. Bij de afkoeling stollen de kolenasdeeltjes en condenseren de eventueel aanwezige zware koolwaterstoffen. Daarna wordt de warmte in het kolengas benut om stoom op te wekken of om water voor te verwarmen. Ook de vergasser zelf wordt bij sommige uitvoeringen, afhankelijk van de procesleverancier, gekoeld door een koelmantel waarin stoom wordt opgewekt. Na de afkoeling van het kolengas is de temperatuur circa 250 à 300°C. Deze afkoeling is noodzakelijk in verband met de daarop volgende waterwassing van het kolengas.

Bij sommige processen wordt nog vóór de gasreiniging eerst het grootste deel van de fijne kolenasdeeltjes met behulp van filters afgescheiden en naar silo's gevoerd (zie verder par. 3.1.8). Bij andere processen geschiedt dit bij de gasreiniging (zie par. 3.1.6). Deze afscheidingen vinden plaats in het gesloten systeem; er treden dus geen emissies bij op.

### 3.1.6 Gasreinigingsinstallatie

Waterwassing/gasbevochtiging

In de waterwassing wordt het kolengas gewassen met water. Hierbij worden de asdeeltjes, de vloeibare koolwaterstoffen, $NH_3$, HCl, HF en een gedeelte van de HCN afgescheiden. De waterwassing vindt plaats bij een temperatuur van 100 à 185°C. Vloeibare koolwaterstoffen en asdeeltjes (KV-vliegas) worden van het water afgescheiden. De KV-vliegas wordt verder ontwaterd (zie par. 3.1.8). De eventueel aanwezige vloeibare koolwaterstoffen worden in de vergasser geïnjecteerd en vergast. Het resterende water gaat naar de afvalwaterbehandeling (zie par. 3.1.10). De waterhoeveelheid is voornamelijk afhankelijk van het chloridegehalte in de kolen. Het chloridegehalte in het waswater wordt vanwege corrosiegevaar beperkt tot 1 à 3 g/l. De afvalwaterhoeveelheid zal 20-50 $m^3/h$ bedragen (inclusief HCN-absorber, zie hierna).

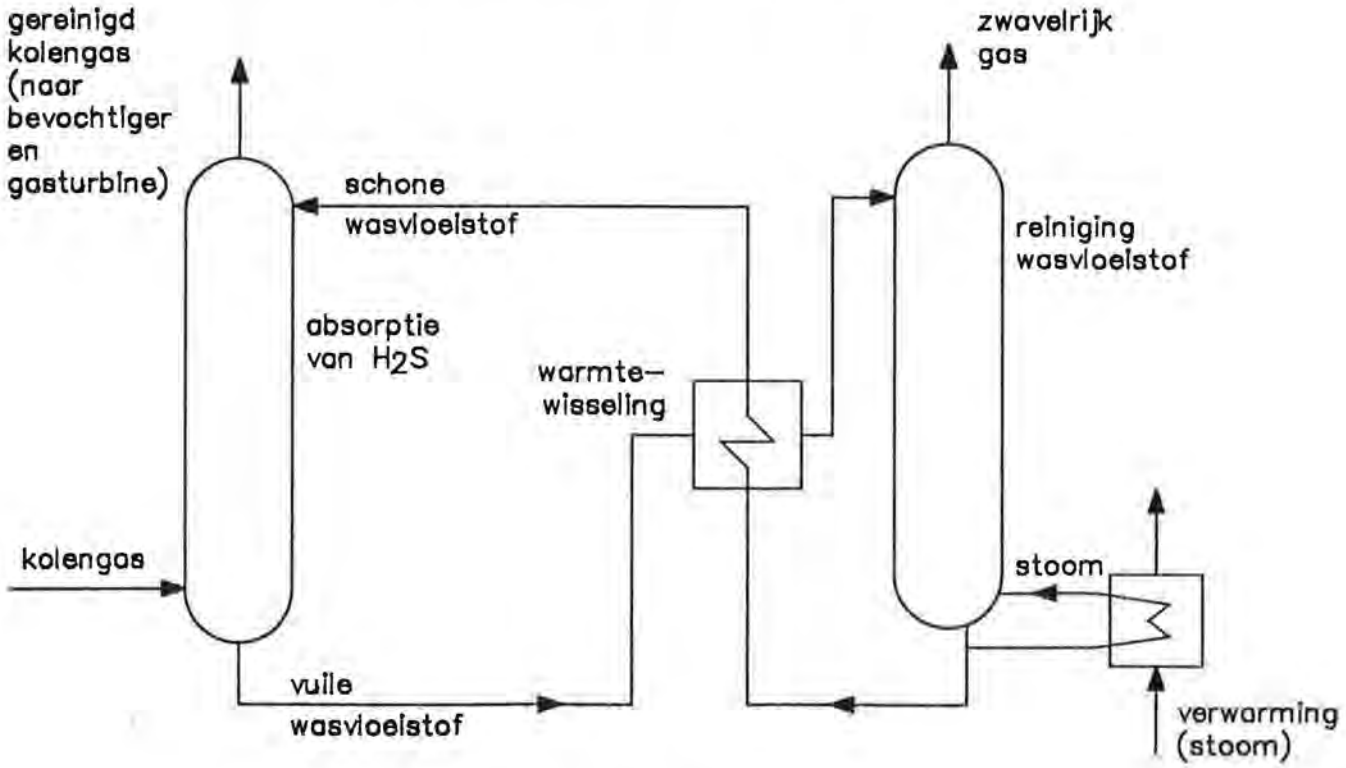
Na de waterwassing wordt het kolengas verder afgekoeld tot 20 à 120°C. Deze afkoeling is noodzakelijk in verband met de navolgende zwavelverwijdering. Na deze afkoeling wordt bij sommige processen de HCN verder met water verwijderd in een HCN absorber.

Met de warmte, die vrijkomt bij het condenseren van waterdamp in het stookgas, wordt water verwarmd, dat zoveel wordt mogelijk ingezet voor het bevochtigen van kolengas dat reeds ontzwaveld is. De bevochtiging vermindert de $NO_x$-vorming in de gasturbine. Niet alle warmte kan worden benut. Het overschot moet worden weggekoeld. De kolenvergassingsinstallatie en de waterwasinstallatie samen produceren bij vollast maximaal 27 MW (th.) aan warmte. Hiervoor is een koelwaterhoeveelheid nodig van 0,9 $m^3/s$ ($\Delta t_{max}$=7°C). De voornaamste bron is de condensatiewarmte van waterdamp in het kolengas. Eventuele zware koolwaterstoffen, die bij het afkoelen van het kolengas condenseren, worden naar de afvalwaterbehandelingsinstallatie geleid.

Verwijdering van zwavelcomponenten (zie figuur 3.3)

Het kolengas wordt nu bij een druk van 20 à 35 bar door een waskolom geleid. In deze kolom worden ofwel in een zoutoplossing of in een oplossing van een organische component in water (een amine of een etherverbinding) de zwavelcomponenten ($H_2S$, COS) voor het allergrootste deel geabsorbeerd. Omdat $H_2S$ veel beter uitwasbaar is dan COS wordt nog voor de HCN-absorber een COS-omvormer geplaatst, waarin de COS vergaand in $H_2S$ wordt omgezet. De gemiddeld verwachte eindconcentratie bedraagt, onafhankelijk van de inlaatconcentratie, 20 ppm, hetgeen bij vollast overeenkomt met 2,5 g/s (berekend als $SO_2$). In de kolom wordt ook het eventuele restant van de HCN uit het kolengas verwijderd, terwijl tevens een gedeelte van de kooldioxide oplost. Het kolengas wordt vervolgens verzadigd met waterdamp, ter verlaging van de $NO_x$-uitworp van de gasturbine (zie par. 3.1.11). Daarna wordt het stookgas met stoom of hoge-druk water verhit tot 300°C en naar de gasturbine geleid.

De wasvloeistof, die verzadigd is met de bovengenoemde gascomponenten, wordt geregenereerd in een aparte kolom. Door drukverlaging tot 1 à 2 bar en door het doorleiden van stoom worden de opgeloste zwavelcomponenten uit de vloeistof verdreven; de wasvloeistof kan nu weer worden gebruikt. Het gasmengsel met de zwavelcomponenten wordt naar de zwavelwininstallatie gevoerd (zie par. 3.1.7).




Figuur 3.3 Zwavelverwijdering

### 3.1.7 Zwavelwininstallatie en restgasbehandeling

Het overgrote gedeelte van het gas, dat in deze installatie wordt behandeld, komt uit de gasreinigingsinstallatie. Dit gas bevat 5 tot 50% $H_2S$ en bestaat voor het resterende gedeelte vooral uit $CO_2$, kleine hoeveelheden COS en HCN en waterdamp. Daarnaast komt er uit de afvalwaterbehandeling ook wat gas dat naast $CO_2$, $H_2S$, $NH_3$, HCN en waterdamp bevat (zie par. 3.1.10). Deze twee soorten gassen worden gemengd en samen naar de zwavelwininstallatie geleid.

De zwavelwininstallatie kan op twee manieren worden uitgevoerd, te weten de droge of de natte procesvoering. Voor een beschrijving van beide processen wordt verwezen naar 3.2.3.1. De zwavelproduktie, die circa 5 600 t/a bedraagt, wordt naar de zwavelopslagtank gevoerd. Het restgas dat via een schoorsteen wordt geloosd, bevat zwavelcomponenten en $NO_x$. De uitworpverwachtingswaarden bedragen 7,5 g/s $SO_2$ en 1,3 g/s $NO_x$.

De totale hoeveelheid warmte, die door de zwavelverwijderings- en zwavelwineenheid moet worden overgedragen aan de lucht of aan koelwater, is maximaal 8 MW (th.). Dit komt overeen met 0,3 $m^3/s$ koelwater ($\Delta t_{max}$=7°C).

### 3.1.8 Slak- en KV-vliegasafvoersystemen

De slak, die vermengd met water uit het sluissysteem van de vergasser komt, wordt met een schrapersysteem uit de opvangbak gehaald. Bij het schuin omhooggaande transport komt de slak boven water. Het met de slak meegevoerde water stroomt voor een groot deel terug in de opvangbak, waardoor het restvochtgehalte circa 50% bedraagt. Het watersysteem wordt gekoeld en eventueel wordt continu een spuistroom naar de afvalwaterbehandeling gevoerd. De warmte, die voor de de slakkoeling aan koelwater wordt overgedragen, bedraagt circa 2 MW (th.). Bij en $\Delta t$ van 7°C is hiervoor een koelwaterstroom van 0,07 $m^3/s$ benodigd. De slak wordt verder met behulp van een kettingschraper of transportband naar containers of bunkers gevoerd. Hier vandaan vindt transport naar de tijdelijke opslag plaats (zie par. 3.1.18).

Zoals uit de par. 3.1.5 en 3.1.6 bleek, worden de fijne vliegasdeeltjes (KV-vliegas) voor het grootste deel ofwel droog ofwel nat afgevangen. In het geval van droge vangst wordt de KV-vliegas pneumatisch naar silo's gevoerd. De transportlucht, een hoeveelheid van 0,02 $m^3/s$, wordt via filters met een maximale stofconcentratie van 20 $mg/m^3_0$ naar buiten afgeblazen. Vanuit de silo's, die een capaciteit van 2 weken vollast hebben, kan de KV-vliegas droog of bevochtigd naar afnemers worden afgevoerd. Het overige deel wordt bevochtigd naar de tijdelijke opslag getransporteerd (zie par. 3.1.18).

Ingeval de KV-vliegas nat is afgevangen, vindt eerst vergaande ontwatering plaats, bijvoorbeeld in een filterpers. Het restvochtgehalte bedraagt 30-50%. Vanaf de filterpers wordt de KV-vliegas met transportbanden naar containers vervoerd. Van daar af vindt verder transport naar de tijdelijke opslag plaats (zie par. 3.1.18).

3.1.9 Luchtscheidingsinstallatie (zie figuur 3.4)

In de luchtscheidingsinstallatie wordt lucht gescheiden in zuurstof en stikstof. De zuurstof is nodig voor het vergassen van de kolen bij hoge temperatuur. De stikstof wordt vooral gebruikt om $NO_x$-vorming in de gasturbine te beperken. De capaciteit van de luchtscheidingsinstallatie bedraagt 12-20 kg/s zuurstof. De luchthoeveelheid is 55-95 kg/s.

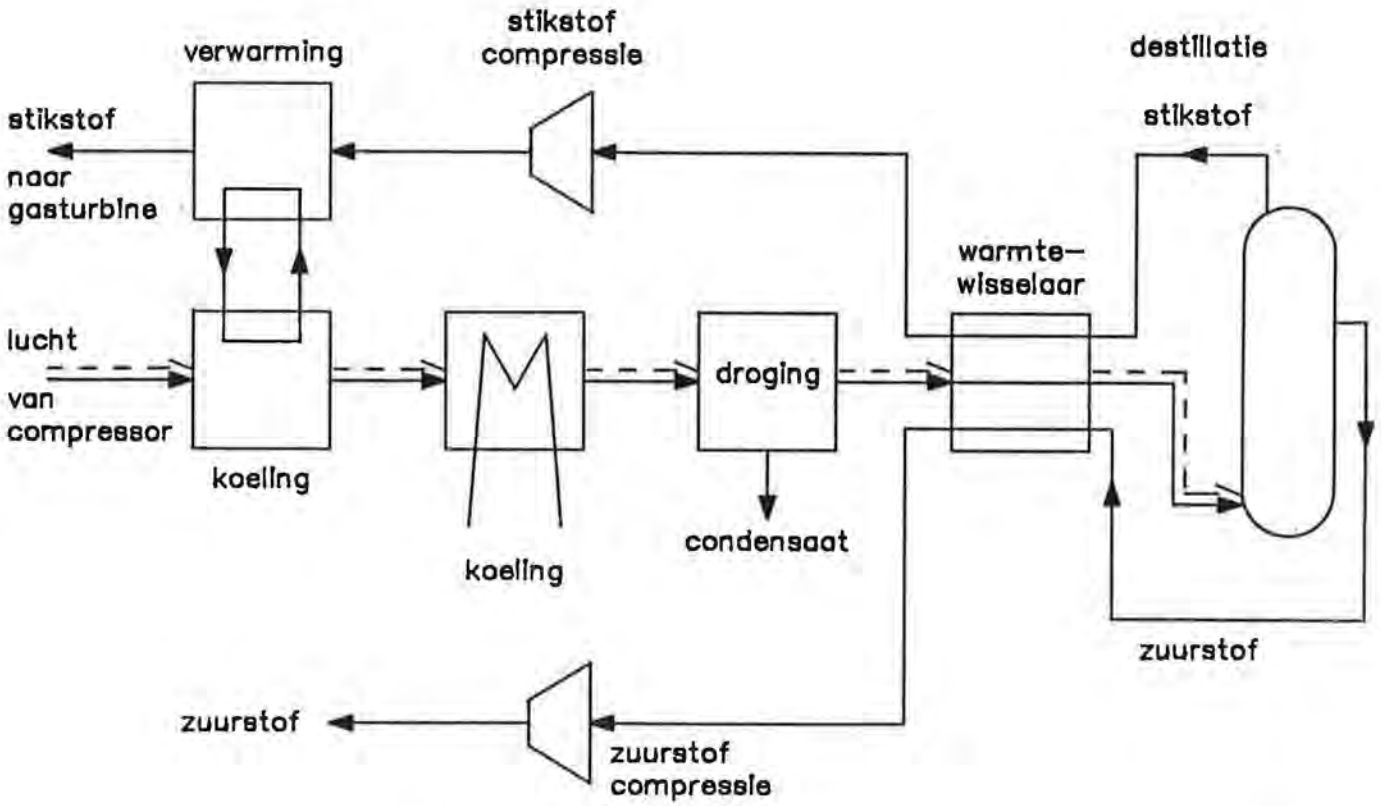



Fig. 3.4 Luchtscheidingsinstallatie

Door de gasturbinecompressor (zie par. 3.1.11) wordt lucht gecomprimeerd tot circa 11 bar. De lucht voor de luchtscheidingsinstallatie komt ook van deze compressor vandaan. Door de compressie is de temperatuur gestegen tot circa 300°C. Deze warmte wordt zoveel mogelijk benut in andere procesdelen. Bijvoorbeeld kan deze worden overgedragen aan de stikstof, die aan de gasturbine wordt toegevoerd. Verdere afkoeling geschiedt met behulp van koelwater. Bij de afkoeling ontstaat condensaat dat wordt afgescheiden, vervolgens wordt de lucht gedroogd. Dit gebeurt door de gecomprimeerde lucht langs moleculaire zeven te leiden, waarbij de waterdamp aan de zeven wordt geadsorbeerd.

Via warmtewisseling en expansie wordt de lucht nu afgekoeld tot circa -180°C. De lucht wordt hierbij gedeeltelijk vloeibaar en kan via destillatie gescheiden worden in zuurstof en stikstof. De zuurstof is hierbij niet geheel zuiver maar bevat nog circa 5% argon en stikstof. De stikstof bevat nog circa 0,5% zuurstof.

Na de scheiding worden zuurstof en stikstof weer opgewarmd tot omgevingstemperatuur en gecomprimeerd tot respectievelijk 30 à 60 bar en circa 15 bar. In geval de zuurstofinstallatie plotseling uitvalt, is een voorraadvat voorzien met vloeibare zuurstof met een inhoud van circa 600 ton.

De totale hoeveelheid warmte die in de luchtscheidingsinstallatie moet worden afgestaan aan het koelwater is maximaal 35 MW (th.) bij vollast. Dit komt overeen met 1,2 $m^3/s$ koelwater ($\Delta t=7°C$).

### 3.1.10 Afvalwaterbehandelingsinstallatie

De afvalwaterbehandelingsinstallatie (zie fig. 3.5), die een capaciteit heeft van 20-50 $m^3/h$, dient om afvalwater afkomstig van het slakkenbad en van de stookgasreiniging te behandelen. De behandeling bestaat in het algemeen uit drie stappen: strippen, indampen en kristalliseren. Indien droge voorafscheiding van vliegas (zie par. 3.1.5) heeft plaatsgevonden, wordt tussen het strippen en het indampen een extra stap toegevoegd: vaste-stof afscheiding. De volgende beschrijving is inclusief deze stap. Het afvalwater wordt na het strippen verzameld in een tank met een inhoud van 960 $m^3$.

In de stripper wordt natronloog (NaOH) toegevoegd om de pH te verhogen. Door stoom door het afvalwater te leiden worden de vluchtige componenten zoals $NH_3$, $H_2S$ en HCN uit het afvalwater verwijderd. Deze gassen worden naar de zwavelwininstallatie gevoerd (zie par. 3.1.7).

Het van de vluchtige componenten ontdane water wordt vervolgens naar een scheidingstank gepompt, waar de asdeeltjes na flocculatie met een bandfilter worden afgescheiden (filterkoek). Hierna wordt het water naar de indamper gevoerd. In deze uit enkele trappen bestaande installatie wordt in warmtewisselaars een groot deel van het water verdampt. Er ontstaat dan een geconcentreerde (circa 20%) zoutoplossing. Het verdampte water wordt met behulp van koelwater gecondenseerd. Dit zuivere water wordt in de KV/STEG hergebruikt. De geconcentreerde zoutoplossing wordt uit het buffervat naar de kristallisator gepompt.

In de kristallisator wordt de zoutoplossing met behulp van stoom ingedikt tot zout met een laag vochtgehalte (circa 35%). In centrifuges wordt het vochtgehalte verder verlaagd tot enkele procenten. De in de kristallisator vrijgekomen waterdamp wordt gecondenseerd en ook het hierbij ontstane zuivere water wordt in de KV/STEG hergebruikt.

In plaats van kristallisering kan de zoutoplossing ook worden verbrand. Dit zal gebeuren indien de zoutoplossing veel koolwaterstoffen bevat, hetgeen bij bewegend bed processen (zie par. 3.1.1) meestal het geval is.

De koelwaterbehoefte van de waterbehandelingsinstallatie bedraagt circa 14 MW (th.). Dit komt overeen met een koelwaterstroom van 0,5 $m^3/s$ ($\Delta t$ = 7°C).

De hoeveelheid zout, die bij een Cl-gehalte in de kolen van 0,12% ontstaat, is circa 60 g/s. Op jaarbasis is dit 1500 ton. Het zout bestaat voornamelijk uit NaCl, maar bevat daarnaast geringe concentraties zware metalen. Het zout wordt met behulp van een omsloten transportsysteem naar opvangsilo's gevoerd.

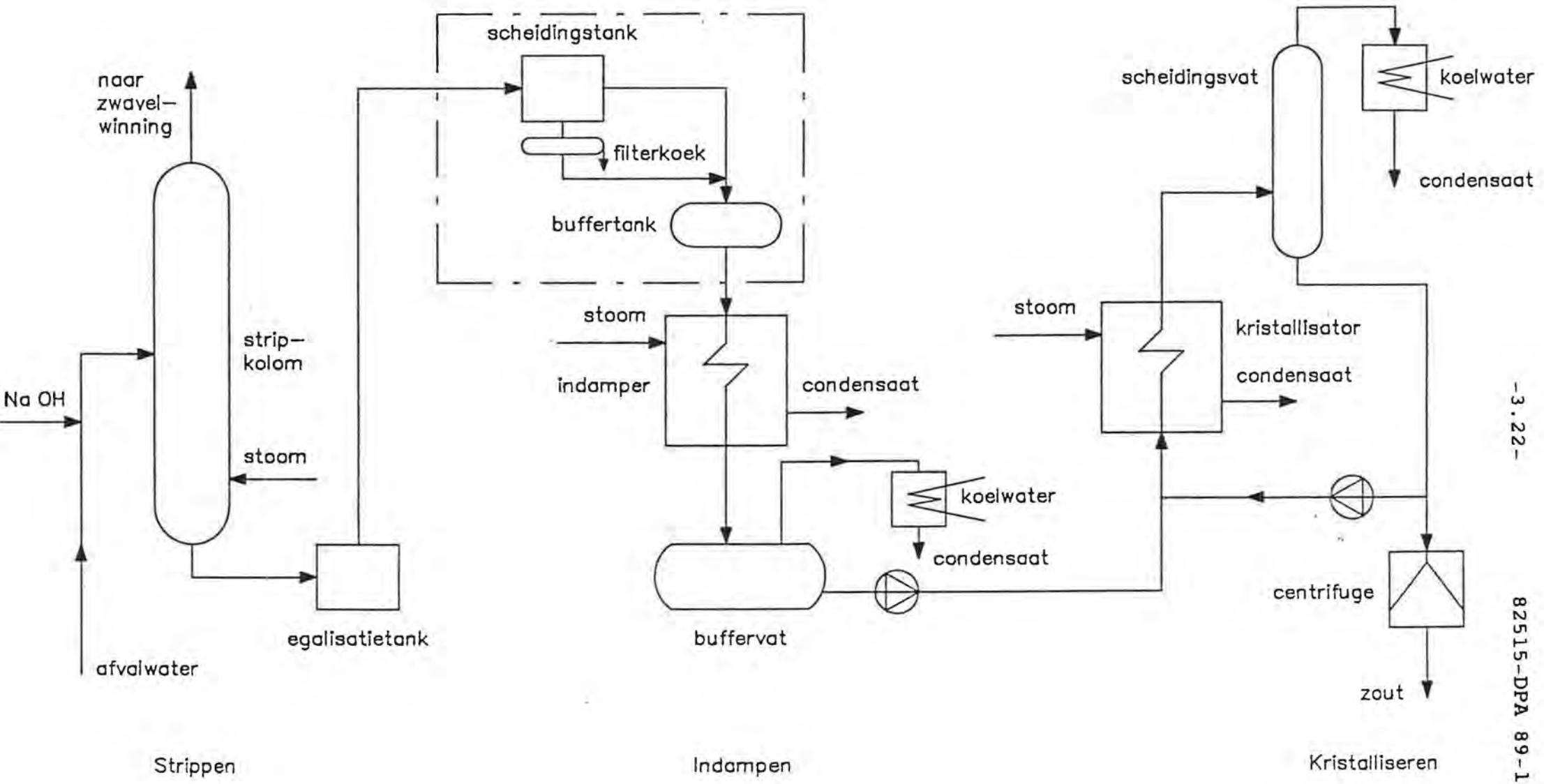



Fig. 3.5 Schema Waterbehandelingsinstallatie

### 3.1.11 Gasturbine-installatie

De gasturbine-installatie bestaat uit verbrandingskamers, schoepenwielen in een gesloten omhuizing en een luchtcompressor.

In de verbrandingskamers wordt het stookgas, dat met een druk van 15-20 bar is ingebracht, verbrand. Het stookgas is bevochtigd en met stikstof vermengd om de $NO_x$-vorming zoveel mogelijk te beperken. Ter beperking van de $NO_x$-vorming zullen tevens meerdere kleine branders toegepast worden en zullen constructieve maatregelen genomen worden die resulteren in een korte verblijftijd en een zekere voormenging.

De hete gassen (ca. 1000°C), die bij de verbranding zijn ontstaan, worden vervolgens naar de schoepenwielen geleid en bij doorstroming wordt de energie uit de gassen omgezet in mechanische energie. Het toerental van de gasturbine is 3 000 t/min.

Aan de as van het schoepenwiel is behalve een elektriciteitsgenerator (zie par. 3.1.14) ook een luchtcompressor gekoppeld. Met de luchtcompressor wordt de verbrandingslucht voor de gasturbine aangezogen en op de vereiste druk gebracht. Een deel van de gecomprimeerde lucht wordt echter ook gebruikt in de luchtscheidingsinstallatie (par. 3.1.9).

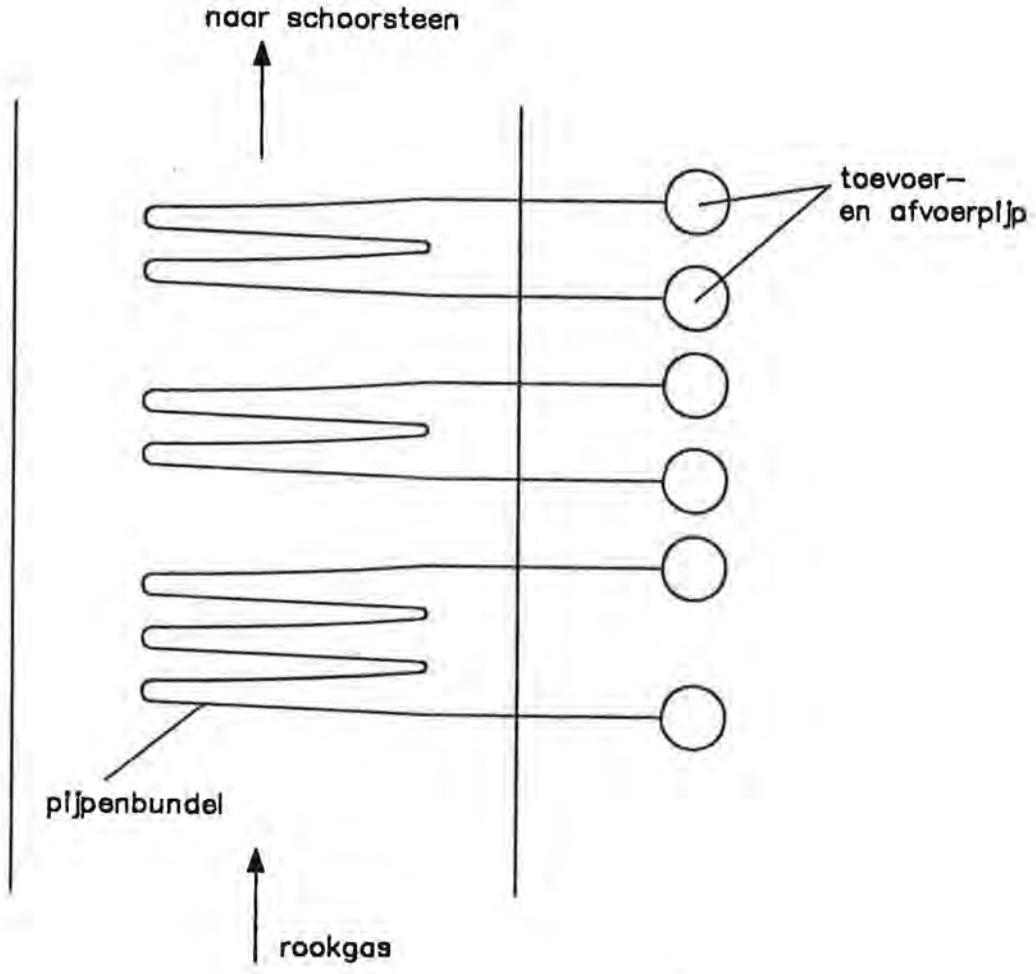
De $NO_x$-produktie, die gemiddeld wordt verwacht, bedraagt 100 g/GJ, betrokken op de verbrandingswarmte van het stookgas. Dit komt overeen met een uitworp van 45 g/s.

De installatie kan ook met aardgas bedreven worden. De verbrandingskamers zijn voorzien van stoominjecteurs om ook in dat geval de $NO_x$-vorming voldoende te kunnen beperken.

### 3.1.12 Afgassenketel

De rookgassen, die de gasturbine verlaten, hebben nog een betrekkelijk hoge temperatuur, 500 à 560°C. Deze warmte wordt gebruikt om stoom te vormen, die dan via een stoomturbine en generator weer in elektrische energie omgezet kan worden. De stoomvorming vindt plaats, door de rookgassen, ook wel afgassen genoemd, door de afgassenketel te voeren.

De afgassenketel bestaat uit een plaatstalen kanaal, met rechthoekige doorsnede, waarin diverse pijpenbundels zijn geplaatst. De pijpenbundels zijn verbonden met toevoer- en afvoerpijpen (zie figuur 3.6).




Figuur 3.6 Principe afgassenketel

De pijpenbundels hebben diverse functies. Ten eerste zijn er bundels waarin water wordt opgewarmd: de economiserbundels (eco). Vervolgens zijn er bundels waarin het water grotendeels wordt omgezet in stoom: de verdamperbundels. In een apart vat wordt water en stoom gescheiden. De stoom wordt naar bundels gevoerd, waarin oververhitting plaatsvindt: ovobundels. Tot slot zijn er nog bundels om stoom, die een deel van de stoomturbine doorstroomd heeft, weer in temperatuur te verhogen: de herverhitterbundels (herovo).

In de afgassenketel kunnen zowel hoge druk (HD), middendruk (MD) als lage druk (LD) systemen opgenomen zijn. Deze zijn deels verbonden met het stoomopweksysteem, dat in de vergassingsinstallatie opgenomen is (zie par. 3.1.5).

De temperatuur en druk aan de uitlaatzijde van de oververhitter (HD) bedragen respectievelijk 500 à 520°C en 100 tot 135 bar. Na herverhitting (MD) zijn deze waarden respectievelijk 500 à 520°C en 30 tot 35 bar.

### 3.1.13 Stoomturbine

De in de afgassenketel en in de vergassingsinstallatie geproduceerde stoom wordt naar de stoomturbine gevoerd, alwaar met de energie van de stoom schoepenwielen, die op een as gemonteerd zijn, worden aangedreven. De stoomturbine bestaat uit een hoge druk (HD), middendruk (MD) en lage druk (LD) deel. De as van de stoomturbine is gekoppeld aan een elektriciteitsgenerator (zie par. 3.1.14).

### 3.1.14 Elektriciteitsgeneratoren

Zoals hiervoor reeds aangegeven (de par. 3.1.11 en 3.1.13) zijn de assen van de gasturbine en de stoomturbine elk gekoppeld aan een generator, waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Het maximaal continu vermogen bedraagt respectievelijk circa 150 en 125 MW (el.).

De rotorwikkelingen van de generatoren zullen worden gekoeld met waterstof ($H_2$), terwijl de statorwikkelingen met water zullen worden gekoeld. Het lekverlies van de $H_2$-koelinstallaties bedraagt circa 6 $m^3_\delta$ per etmaal en wordt via leidingen naar het dak afgevoerd. Indien tijdens stilstand werkzaamheden moeten worden uitgevoerd aan een generator, wordt door middel van koolzuurgas ($CO_2$) het waterstofgas uitgedreven. De door de generatoren opgewekte elektrische energie wordt door een drietal aluminium stroomgeleiders naar de machinetransformatoren 21/150 kV geleid. Deze transformatoren zijn direct verbonden met het 150 kV-station van de Centrale Buggenum.

### 3.1.15 Condensor en koelwater

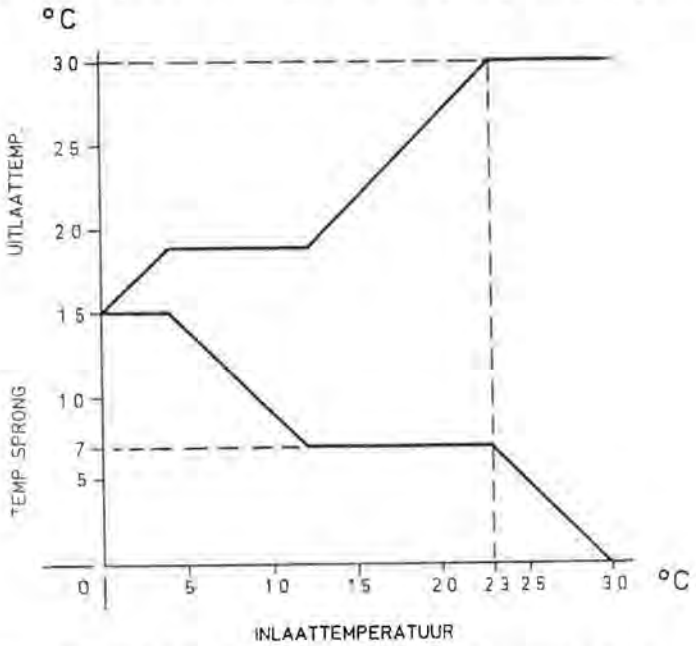
De uit de stoomturbine (par. 3.1.13) komende stoom wordt gecondenseerd in condensors, die doorstroomd worden door koelwater, dat via een haven aan de Maas (Lateraalkanaal) onttrokken wordt.

Het via de koelwaterinlaatkanalen aangevoerde water stroomt via filters naar de pompen, die het water naar de condensors stuwen. Na de condensors doorstroomd te zijn, wordt het koelwater via de uitlaatkanalen afgevoerd. Voor de loop van de kanalen wordt verwezen naar paragraaf 3.1.3.

Via deze weg wordt eveneens het koelwater voor de andere koelsystemen aangevoerd; hierbij wordt eventueel van een separate koelwaterpomp gebruik gemaakt.

De condensors en de andere koelers worden ontworpen op een temperatuursprong van 6 à 7°C. De maximale koelwateruitlaattemperatuur bedraagt 30°C. De vollast koelwaterhoeveelheid voor de condensor van de stoomturbine bedraagt bij $\Delta t$ = 7°C: 5,0 - 6,8 $m^3/s$. De andere koelers behoeven circa 2,5 - 3,0 $m^3/s$, waardoor de totale koelwaterbehoefte 7,5 - 9,8 $m^3/s$ bedraagt. In warmte is dit 220 - 287 MW (th.).

Het temperatuurverschil zal in de zomer, bij een inlaattemperatuur van 23°C, maximaal 7 K zijn en in de winter, bij een inlaattemperatuur van 0°C, maximaal 15 K. Daartussen zal een geleidelijke overgang zijn (zie figuur 3.7).




Figuur 3.7 Schema voor koelwatertemperatuur

De optredende warmtelozing is ongeveer evenredig met de belasting waarop de eenheid draait. Basislasteenheden draaien overdag en 's avonds (08h00-24h00) meestal op circa 97% van het vollastvermogen, daar ongeveer 3% reserve vereist is om bij uitval van andere eenheden snel vermogen beschikbaar te hebben. 's Nachts (00h00-08h00) zal de belasting circa 60% bedragen. In de normale basislastsituatie zal de etmaalgemiddelde warmtelozing circa 210 - 240 MW (th.) bedragen. Incidenteel kan dit kortdurend (enkele uren) oplopen tot 250 à 285 MW (th.).

Bij de aangroeibestrijding moet onderscheid worden gemaakt tussen bestrijding van bacteriële afzettingen op de condensorpijpen, waardoor de warmteoverdracht vermindert en het rendement van de centrale daalt, en bestrijding van afzetting van mosselen in koelwatertoevoerleidingen die na losraken met het koelwater worden meegevoerd en condensorpijpen kunnen verstoppen.

Voor bestrijding van de slijmvorming door bacteriegroei in condensorpijpen kan het Taprogge-systeem worden toegepast. Hierbij worden sponsrubber balletjes voor de condensor aan het koelwater toegevoegd en achter de condensor weer uitgezeefd. De met het koelwater meegevoerde balletjes schuren de condensorpijpen schoon. Afhankelijk van waterkwaliteit en slibgehalte van het water kan de condensor door alleen het Taprogge-systeem schoongehouden worden of moet naast dit systeem ook regelmatig kortdurend chloorbleekloog worden gedoseerd.

In het koelwaterfiltergebouw wordt een chloorbleekloog-installatie opgesteld. Deze installatie bestaat uit een opslagtank met een inhoud van circa 10 $m^3$ en doseerpompen. Het doseerpunt bevindt zich direct achter de zeven in het filtergebouw. Het aantal doseringen is afhankelijk van het seizoen. Gemiddeld wordt 's zomers (mei-oktober) 3 x per week gedurende 10 minuten gedoseerd. De hoeveelheid per dosering bedraagt circa 140 kg (14 kg/min). De concentratie voor de condensor bedraagt maximaal 3 mg/l totaal beschikbaar chloor. 's Winters (november-april) wordt de dosering tot één maal per week teruggebracht. De filterputten van de Maascentrale zijn behandeld met aangroeiwerende verf. Dit systeem zal ook voor de KV/STEG worden toegepast. De Maascentrale heeft tot nu toe geen problemen gehad door afzetting van driehoeksmosselen. Deze mosselen hebben bij andere centrales wel tot problemen geleid, vaak ondanks gebruik van aangroeiwerende verf. Als de DEMO KV/STEG in de toekomst problemen zou krijgen met afzetting van driehoeksmosselen kan het noodzakelijk zijn deze afzetting te bestrijden door één maal per jaar gedurende twee à drie weken continu chloorbleekloog te doseren. De toe te passen aangroeiwerende verf dankt zijn werking aan vrijkomen van koper uit de verf. De koperemissie is 1 mg/s.

Daar het momenteel niet aannemelijk is, dat de twee à drie wekelijkse dosering nodig is, is ook het alternatief hiervoor, te weten de temperatuurschok-methode, niet aan de orde. Overigens is deze methode voor centrales, die aan binnenwater zijn gelegen en geen koeltoren hebben toch al niet geschikt, daar het koelwater met een temperatuur van 38 à 39°C geloosd zou moeten worden en de menging onvoldoende snel zou zijn om vissterfte in het uitlaatgebied te voorkomen.

Ter bescherming van de pijpen van de koelers tegen corrosie wordt ferrosulfaat gedoseerd. Het ferrosulfaat wordt, gemengd met demiwater, naar buffervaten gepompt, van waaruit het in de koelwaterleidingen geïnjecteerd wordt. Tijdens bedrijf kan continu worden gedoseerd met een concentratie van 0,03 mg Fe per liter koelwater of discontinu gedurende 1 h per etmaal met een concentratie van 1 mg Fe per liter koelwater.

### 3.1.16 Fakkelsysteem

Het fakkelsysteem dient om bij het opstarten en bij stoppen en noodgevallen kolengas te kunnen afblazen. Bij het starten van de kolenvergasser is het gas nog niet meteen geschikt voor gasturbineverbruik. Ook moet de installatie na de vergasser nog op druk gebracht worden. Daarom is het nodig om gedurende enige tijd (1 à 2 h) 25 à 50% van de capaciteit van de installatie aan kolengas af te blazen. Een noodsituatie kan zich voordoen wanneer een regelklep weigert (zie par. 3.1.20). Dan zal in het uiterste geval via de overdrukbeveiliging de totale kolengasdoorzet van de installatie moeten worden afgeblazen. Ook bij het stoppen wordt in korte tijd de gehele gasinhoud van het systeem naar de fakkel gevoerd, teneinde in de buiten-bedrijf toestand niet langer dan nodig gas in het systeem te houden. De fakkel wordt daarom voor de volledige capaciteit van de installatie ontworpen. Het fakkelsysteem bestaat uit een of meer vertikale pijpen waarin leidingen van diverse installatie-onderdelen uitkomen. Hiertoe behoort ook altijd de afblaasleiding van het systeem tussen zwavelwassing en zwavelwinning, dat het zwavelcomponenten-houdend gas bevat. De uitlaat hoogte van het systeem is 75 m. Bovenin de fakkel branden voortdurend kleine met aardgas gestookte waakvlammen om het kolengas te kunnen ontsteken. Het verbranden van kolengas levert een vlam op die weinig licht geeft. Naar verwachting zal na de aanloopfase, maximaal 12 maal per jaar de start- en stopcyclus, inclusief die voor noodgevallen, worden doorlopen. Bij het starten zal het kolengas ongeveer 1½ h worden afgefakkeld, eerst een half uur niet-ontzwaveld gas met een doorzet van 25% van de capaciteit van de installatie en vervolgens één uur ontzwaveld gas met een doorzet van 50%. Bij het stoppen zal in circa 10 minuten de inhoud van de gassystemen worden afgefakkeld.

Extra $SO_2$ uitworp tijdens starten vindt dus alleen gedurende het eerste half uur plaats. Tijdens dit half uur bedraagt de $SO_2$-uitworp 125 g/s. De extra jaarlijkse emissie hierdoor bedraagt 2,7 ton. Bij stoppen zal per keer 330 kg $SO_2$ worden geëmitteerd als totaal van het affakkelen van stookgas en zwavelcomponenten-houdend gas. Per jaar is dit 4,0 ton. De totale $SO_2$-emissie voor affakkelen komt hiermee op 6,7 ton/a.

De $NO_x$-uitworp van de fakkel bedraagt tijdens starten gedurende het eerste half uur 6 g/s en het daarop volgende uur 18 g/s. Dit resulteert in een jaaruitworp van 0,9 t/a. Tijdens stoppen zal per keer 26 kg worden geëmitteerd, hetgeen een jaaremissie van 0,3 t/a geeft. De totale $NO_x$-emissie door affakkelen is daarmee 1,2 ton/a.

### 3.1.17 Schoorstenen

De installatie bevat twee of drie schoorstenen, één bij de zwavelwininstallatie, de schoorsteen van de afgassenketel en een bij de eventuele kolendroging. De uitlaten van deze schoorstenen bevinden zich alle op 75 m boven maaiveld. Bij de bepaling van deze hoogte hebben twee overwegingen een rol gespeeld:
- de uitlaten dienen hoger te zijn dan de installaties
- de immissiebijdragen dienen dusdanig laag te zijn, dat hierdoor geen nadelige effecten ontstaan.

De verwachtingswaarden voor de uitworp van milieubelastende componenten uit de schoorsteen van de zwavelwinning zijn gegeven in paragraaf 3.1.7, terwijl deze waarden voor de afgassenketelschoorsteen voor $SO_2$ en $NO_x$ te ontlenen zijn aan respectievelijk de paragrafen 3.1.6 en 3.1.11. De stofuitworp uit laatstgenoemde schoorsteen wordt op maximaal 0,4 g/s geraamd. De uitworpen uit de schoorsteen van de eventuele kolendroging zijn zo gering (hooguit enkele tonnen per jaar), dat deze buiten beschouwing worden gelaten.

Een totaal overzicht wordt gegeven in tabel 3.1.5.

Tabel 3.1.5 Overzicht uitworpgegevens (emissiepunten zie fig. 3.2)

Jaargemiddelde verwachtingswaarden

| Schoorstenen | | | | | | | | | Uitworp Totaal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zwavelwinning (E1) | | | | Afgassenketel (E2) | | | | | |
| Hoogte m | Rookgassen Hoev. $m^3_o$/s nat/droog | Temp. °C | Uitworp g/s | Hoogte m | Rookgassen Hoev. $m^3_o$/s nat/droog | Temp. °C | Uitworp g/s | | g/s |
| 75 | 0,9/0,8 | 400 | $SO_2$ 7,5<br>$NO_x$ 1,3 | 75 | 400/370 | 70 | $SO_2$ 2,5<br>$NO_x$ 45,0<br>stof 0,4 | | $SO_2$ 10,0<br>$NO_x$ 46,3<br>stof 0,4 |

Voor zwavel bedraagt hiermee het verwachte verwijderingsrendement 98%.

De CO-concentratie aan de uitlaat van de schoorsteen van de afgassenketel zal maximaal circa 100 mg/$m^3_o$ bedragen.

De rookgassen worden bij maximale belasting met een uittreedsnelheid van circa 20 m/s in de atmosfeer gebracht. Van de rookgassen uit de afgassenketel zullen de volgende metingen continu worden uitgevoerd: CO, $O_2$, temperatuur, $SO_2$ en $NO_x$.
Van de restgassen uit de zwavelwinning zal de $SO_2$-concentratie en de temperatuur continu worden gemeten.

3.1.18 Afvoer en opslag kolenreststoffen

Slak

De slak, die bij de vergassing vrijkomt, zal continu of intermitterend worden afgevoerd naar een tijdelijke open slakopslag om van daar uit per schip naar de afnemers te worden gebracht.

De tijdelijke slakopslag is noodzakelijk om perioden van stagnaties in de afzet en om vakantie en vorstperioden te kunnen opvangen. De omvang van de opslag zal maximaal 32 000-64 000 ton bedragen (een jaar produktie). De slakopslag kan ten zuiden of ten oosten van de DEMO KV/STEG worden gesitueerd.

De slakopslag zal worden voorzien van wallen of dammen, dan wel een goot- of greppelsysteem die de opslag omringen. Verder zal een vaste of mobiele besproeiingsinstallatie worden toegepast, die de slak besproeit ter voorkoming van eventuele stofoverlast.

Het afloopwater, afkomstig van de slakopslag dat wordt opgevangen in het goot- of greppelsysteem, zal voor de besproeiing van de slak worden gebruikt.
De slakopslag zal doorgaans slechts ten dele zijn gevuld. Dientengevolge kan de opslag gecompartimenteerd worden uitgevoerd, waarbij het hemelwater afkomstig van niet gevulde compartimenten rechtstreeks wordt geloosd. Daartoe zullen de verzamelgoten van de compartimenten onderling afsluitbaar zijn en van eigen afvoerleidingen worden voorzien.

KV-vliegas/filterkoek

De KV-vliegas tezamen met de filterkoek zal intermitterend worden afgevoerd naar een tijdelijke open vliegasopslag met een capaciteit voor één jaar (0-32 000 ton) om van daaruit per vrachtauto te worden afgevoerd naar de eventuele afnemers. Deze open vliegasopslag zal, wanneer van toepassing, evenals de slakopslag gesitueerd kunnen worden ten oosten of ten zuiden van de DEMO KV/STEG.
Ter voorkoming van eventuele milieu-effecten zullen de volgende voorzieningen worden getroffen:
- een situering boven grondwaterniveau
- een voorziening van een waterondoorlatende laag op de bodem van de opslag
- voorzieningen om controle uit te kunnen oefenen, dat geen ontoelaatbare bodemverontreiniging optreedt
- wallen of wanden dan wel een goot- of greppelsysteem die de opslag omringen; afloop- en percolatiewater wordt opgevangen en verzameld en eventueel behandeld
- een besproeiingsinstallatie, die de bovenlaag van de KV-vliegasberg ter voorkoming van stofoverlast op een vochtgehalte van minstens 10% houdt.

Ook bij KV-vliegasopslag kan sprake zijn van compartimentering zoals hiervoor bij de slak besproken.

Waterbuffer voor KV-slak en KV-vliegas opslagen

Voor de opslag van de KV-slak en KV-vliegas, waarvan de gezamenlijke opslagcapaciteit 64 000 ton bedraagt, is bij een opslaghoogte van 5,5 m een terrein nodig van 12 000 $m^2$.

Bij bestudering van meteorologische waarnemingen betreffende regenval en verdamping is gebleken dat het kan voorkomen dat bij extreme omstandigheden gedurende een periode van 2 maanden een neerslagoverschot ontstaat van 500 mm. Door in deze extreme gevallen water te versproeien over de opslagen, ook wanneer dit uit stofverspreidingsoogpunt niet is vereist, kan dit overschot tot 200 à 300 mm worden beperkt. Mede door toepassing van compartimentering ontstaat maximaal een te bufferen waterhoeveelheid van 1 800 $m^3$ gedurende deze 2 maanden.

Voor de bevochtiging van vliegas met water zal gedurende 2 maanden enkele honderden $m^3$ water benodigd zijn. Daarnaast zal tegelijkertijd enig schrob- en spoelwater naar de waterbuffer moeten kunnen worden afgevoerd.
Op grond van het bovenstaande wordt een waterbuffer voorzien met een capaciteit van 2 000 $m^3$

Zwavel

De vloeibare zwavel, zoals die in de zwavelwininstallatie wordt geproduceerd, zal worden opgeslagen in een buffertank alvorens het naar de afnemers wordt afgevoerd (per tankauto). De capaciteit van de buffertank bedraagt circa 400 ton (drie weken vollastproduktie).

Indampresidu

Het indampresidu (circa 1500 t/a) kan van enkele zware metalen concentraties bevatten die mogelijkerwijs de grenzen gesteld in de WCA overschrijden. Het indampresidu zal hetzij tijdelijk worden opgevangen op het terrein van de DEMO KV/STEG ofwel rechtstreeks worden afgevoerd naar een vergunninghouder voor de verwerking van chemisch afval voorzover sprake zal zijn van chemisch afval. Het indampresidu, dat niet als zodanig is aan te merken, zal zoveel mogelijk worden afgezet. Afzetmogelijkheden worden momenteel onderzocht (zie par. 3.1.21). De tijdelijke opvang zal in een gesloten silo met een capaciteit van 750 ton plaatsvinden.

## 3.1.19 Overige installaties

### 3.1.19.1 Demineralisatie installatie

Het voor de installatie benodigde suppletiewater, inclusief water dat voor verzadiging van het stookgas wordt gebruikt, zal worden aangemaakt in een uit twee straten bestaande demineralisatie-installatie met een capaciteit van 2x50 t/h. Deze straten kunnen onafhankelijk bedreven worden. Ze bestaan ieder uit diverse filters en ionenwisselaars, waarmee de verontreinigingen uit het water verwijderd kunnen worden. De demi-installatie is voorts voorzien van een zuur- en een loogregenereerstation. De regeneratiecyclus vindt telkenmale na 10 h bedrijf plaats. Het regeneratiestation bevat een zoutzuurtank (30% HCl) met een inhoud van 100 $m^3$ en een natronloogtank (33% NaOH) eveneens met een inhoud van 100 $m^3$. Het regenerant, 2 $m^3/h$ wordt naar de neutralisatiekelder gevoerd.

Het geproduceerde gedemineraliseerde water wordt opgeslagen in 2 tanks met een inhoud van 500 $m^3$.

### 3.1.19.2 Condensaatreinigingsinstallatie

Om het condensaat te zuiveren wordt een condensaatreinigingsinstallatie met een capaciteit van 400 $m^3/h$ in het condensaatsysteem gebouwd. De installatie is daarmee geschikt voor de gehele condensaatstroom.

De condensaatreinigingsinstallatie is opgebouwd uit diverse ionenwisselaars. Voorts wordt gebruik gemaakt van het regeneratiestation van de demi-installatie. Het regenerant wordt eveneens naar de neutralisatiekelder gevoerd. De regeneratie zal, afhankelijk van de ionenwisselaar, met tussenliggende periodes variërend van 10 dagen tot 3 maanden plaatsvinden. De hoeveelheid regenerant is verwaarloosbaar vergeleken met die van de demi-installatie. Het gereinigde condensaat wordt naar een buffertank met een inhoud van 4800 $m^3$ gevoerd.

### 3.1.19.3 Afvalwater van de demi- en condensaatreinigingsinstallaties (neutralisatiekelder)

Ten behoeve van de behandeling van de hiervoor genoemde regeneranten wordt een voorraadkelder aangebracht. De netto-inhoud van deze kelder wordt circa 200 $m^3$, gesplitst in 2x100$m^3$. De inhoud is zodanig, dat 2x per week gespuid moet worden.

Elke kelder wordt voorzien van elektrisch gedreven roerwerken, een handbediende doseerinstallatie ten behoeve van het neutraliseren van het regenerant, een pH-meter en de nodige afvoerpompen (2 stuks) voor het verpompen van het geneutraliseerde regenerant (pH circa 7 1/2).De geneutraliseerde vloeistof wordt via het koelwaterafvoerkanaal geloosd in de Maas. In de gevallen, dat het laagwaterscenario van de Maas in werktuig treedt, dat wil zeggen het Maasdebiet bij Borgharen lager dan 55 $m^3/s$ wordt, zal de vloeistof ofwel tijdelijk opgeslagen ofwel ingedampt worden. Voor samenstelling en hoeveelheid wordt verwezen naar paragraaf 6.2.3.

3.1.19.4 Hulpketel

Teneinde bij stilstand van de eenheid verzekerd te zijn van hulpstoom, welke noodzakelijk is voor onder andere verwarmingsdoeleinden en vooral bij de start, wordt een hulpketel geïnstalleerd. Deze ketel wordt gestookt met aardgas en levert 14 kg stoom per seconde met een druk van circa 35 bar en een temperatuur van circa 300°C. Het brandstofverbruik bedraagt bij vollast circa 2 $m^3_n/s$. De rookgastemperatuur bedraagt maximaal 400°C. De uitstoot van zwavel- en stikstofoxiden is verwaarloosbaar. Het aantal vollasturen per jaar is circa 150. De rookgassen worden via een schoorsteen met een hoogte van circa 75 m boven het maaiveld en een inwendige diameter van 1900 mm afgevoerd met een uittreesnelheid van 17 m/s.

3.1.19.5 Gasdetectie-apparatuur

Op diverse posities rondom de systemen, die kolengas bevatten, worden CO detectoren (0-250 ppm) geïnstalleerd. Evenzo zullen rondom de leidingsystemen tussen de zwavelwaterstofregeneratie en de zwavelwinning $H_2S$ detectoren (0-50 ppm) geplaatst worden. Bij overschrijding van de ingestelde waarden treedt het waarschuwingsalarm in werking.

Ook in de gebouwen komen gasdetectoren, die een alarm in werking stellen. Dit zijn:
- de centrale wacht wordt uitgerust met een rookmeldsysteem (ionisatie-HCl type). Dit systeem zal als minimum, alle onbemande ruimten bewaken (kelder, vloerruimten, omsloten kabelbanen, computerruimten en alle kasten waarin warmte vrij zou kunnen komen)
- detectoren voor brandbaar en giftig gas (CO, $H_2$, $H_2S$) worden geïnstalleerd aan de inlaat van de luchtinlaat van de centrale wacht (2 uit 2 systeem). Hetzelfde geldt voor de analysegebouwen. Voor beveiliging van het personeel zal bij melding van te hoge concentraties het air-conditioning systeem automatisch op de recirculatie-stand geschakeld worden.

In geval van gasdetectie worden alle stroomvoorzieningen van lasapparatuur automatisch afgeschakeld.

3.1.19.6 Brandblusinstallaties

De installatie zal worden voorzien van een brandbluswatersysteem met een capaciteit van 720 $m^3/h$. De bluswaterpompen staan bij het filterhuis aan het koelwatertoevoerkanaal. Om de installaties wordt ondergronds een hoofdringleidingsysteem aangebracht. Op dit leidingsysteem zijn 20 à 40 hydranten en daarnaast stijgpijpen in de vergasserinstallatie en gebouwen aangesloten. Hydranten en stijgpijpen zijn voorzien van slangaansluitingen.

De smeeroliesystemen van de compressoren en turbines zullen worden voorzien van automatische brieselwatersystemen. Verder zullen bij de zwavelopvang- en opslagtank lage-druk stoomlansen geïnstalleerd worden. De transformatoren zullen voorzien worden van een nevelblusinstallatie.

In het bedieningsgebouw, in de ruimten voor regelapparatuur en in de laboratoriumruimten zullen draagbare handblusapparaten worden aangebracht. De gasturbine zal met een automatisch werkend Halon blussysteem uitgerust worden. Voorts worden bij de overgangen in de kolenbanden sproeiwatersystemen geïnstalleerd, terwijl bij de maal- en droogeenheid van de kolen automatische vernevelingssystemen komen. De zwavelopslagput zal voorzien worden van stikstofaansluitingen en de zwavelopslagtank van stoomaansluitingen.

Naast handbediende apparatuur om brandalarm te geven, die op strategische punten wordt aangebracht, komt er ook de nodige branddetectie-apparatuur. Deze zal o.a. worden aangebracht in alle elektrische eigen-bedrijfsruimten en in de regel- en computerruimten (zie eveneens bij gasdetectie-apparatuur). Ook de accuruimten, laboratoria en opslagruimten worden voorzien van temperatuurdetectoren.

3.1.19.7 Kalksteentoevoeginstallatie

De kalksteen, die gebruikt kan worden, om indien het asvloeipunt van de kolen te hoog is dit te verlagen, wordt in brokken per schip of vrachtauto aangevoerd. De kalksteenbrokken worden opgeslagen onder een afdak of in silo's met een opslagcapaciteit van 2000 $m^3$. Vandaar kan transport per gesloten transportband naar de kolentoevoerband van de kolenmolens plaatsvinden. De kalksteen wordt daarna samen met de kolen vermalen.

3.1.19.8 Voorzieningen in verband met stroomuitval

Van een "black-out" (totale stroomuitval) is sprake indien ten gevolge van een vanuit het koppelnet of uit de installatie optredende storing de gehele installatie uitvalt en de eigenbedrijfsvoorzieningen niet meer kunnen worden gehandhaafd. Ter bescherming van het bedieningspersoneel en de installatie zijn de volgende voorzieningen getroffen:
- de noodstroomvoorziening, bestaande uit één of twee diesel-aggregaten met een totaal vermogen van 1500 kW waarmee in de black-out-situatie de benodigde elektrische energie voor verlichting, pompen, compressoren, liften, en dergelijke, verzorgd kan worden
- een noodkoelwaterpomp welke is aangesloten op dat gedeelte van het interne koelsysteem, waarin koelers voor vitale delen van de installatie zijn opgenomen. Deze pomp heeft een dieselaandrijving.

De dieselaggregaten worden bedreven met lichte olie waarvan het zwavelgehalte de 0,3% niet overschrijdt. Bij het ontwerp van de totale eenheid is wat de dieselaggregaten betreft uitgegaan van maximaal 15 bedrijfsuren per aggregaat per jaar. Het brandstofverbruik bedraagt circa 60 g/s. De uitstoot van zwaveldioxide bedraagt circa 0,4 g/s.

3.1.20 Beveiligingssystemen

3.1.20.1 Algemeen

Voor het bewaken van de juiste werking van het proces worden op belangrijke plaatsen van de installatie gedurende de bedrijfsvoering metingen verricht. Wanneer bij deze metingen een gemeten waarde buiten de ingestelde grenswaarden komt te liggen, zal een signalering in werking worden gesteld. Voor een aantal situaties zullen corrigerende maatregelen getroffen worden om de normale waarden voor de procesgang te herstellen. Aan bepaalde metingen worden extra voorwaarden gesteld, zodat bij het niet voldoen aan de gestelde voorwaarden, beveiligingen in werking komen.

Afhankelijk van de plaats in de installatie zal dit resulteren in een afschakelen van een deel van het proces ofwel onmiddelijke onderbreking van de hele procesgang. Zo nodig zullen ook hulpwerktuigen worden afgeschakeld. Metingen, signaleringen en beveiligingen zijn zowel gericht op de procesgang van de eenheid zelf als ook op de van buiten de eenheid komende verstoringen. Alle signalen voor meting, regeling en beveiliging van het proces van de installatie zijn ondergebracht in een daartoe ingerichte bedienings- en bewakingsruimte met een continue bezetting.

3.1.20.2 Beveiliging vergassings- en stookgassysteem

In de vergasser(s) kunnen gevaarlijke situaties ontstaan, indien de zuurstof/brandstof verhouding te hoog wordt en indien de koeling uitvalt. Daarom worden diverse beveiligingen aangebracht om te bewerkstelligen, dat in die gevallen ofwel branders of de gehele installatie buiten bedrijf gesteld worden.

De signalen, die een brander buiten bedrijf stellen zijn:
- kolentoevoer te laag (hoeveelheid of dichtheid)
- zuurstofstroom te hoog of te laag
- drukverschil tussen kolenvoeding en zuurstof/stoomleiding te laag.

In het geval de branderbeveiliging aanspreekt, worden bij de betreffende brander de kolen- en zuurstof/stoom toevoerleidingen gesloten en worden deze leidingen met stikstof doorgeblazen.

De signalen, die de hele installatie buiten bedrijf stellen zijn:
- stikstofdruk te laag (stikstof moet altijd voorhanden zijn om de systemen te kunnen inertiseren)
- zuurstofdruk te laag
- vergasserdruk te hoog (2 uit 3 systeem)
- te laag niveau in slakkenbad
- gedurende het starten vlambewakingssignaal (in later stadium is deze bewaking overbodig en door slakafzetting ook niet mogelijk)
- te geringe water/stoomkoeling, zowel in de vergasser als de stookgaskoeler
- te hoge stoomproduktie.

In het geval één of meer van deze beveiligen aanspreken zal brandstof- en zuurstoftoevoer naar alle branders gestopt worden en zal het hele stookgassysteem worden afgeblazen via de fakkel en met stikstof worden geïnertiseerd.

Daarnaast wordt het stookgassysteem voorzien van diverse veiligheidskleppen. In het geval de druk in het systeem te hoog wordt, zal stookgas via deze klep(pen) naar de fakkel gevoerd worden. Deze veiligheidskleppen zijn aangebracht op alle systemen, die met behulp van kleppen in het stookgassysteem geïsoleerd kunnen worden, zoals b.v. het systeem tot aan de zwaveluitwassing, het zwavelwassysteem en het stookgasverzadiginsgssysteem.

3.1.20.3 Beveiliging overige systemen

De verdere systemen, die worden beveiligd zijn:
- het poederkooltoevoersysteem
- het zwavelwas/winsysteem
- de water/stoomsystemen
- de stoomturbine
- de gasturbine
- de elektriciteitsgeneratoren
- het aardgastoevoersysteem.

In het poederkooltoevoersysteem is een zuurstofmeting opgenomen. Zo gauw deze een bepaalde waarde overschrijdt, wordt de gehele KV-STEG installatie buiten bedrijf gesteld.

In het zwavelwas/winsysteem worden veiligheidskleppen opgenomen, die bij te hoge druk het gasmengsel met zwavelverbindingen naar de fakkel voeren.

Van de water/stoomsystemen en overigens ook van de verder onder druk staande systemen, behoeven alle daarvoor in aanmerking komende delen van de constructie en de hierbij toegepaste materialen alsmede de wijze waarop deze worden verwerkt, de goedkeuring van de Dienst voor het Stoomwezen. Bij overschrijding van de toelaatbare drukken, komen de daartoe verplicht aangebrachte veiligheidstoestellen in werking.

De stoom- en gasturbine bevatten de gebruikelijk beveiligingen tegen te hoog toerental, terwijl de branders van de gasturbine eveneens van de normaal toegepaste beveiligingen worden voorzien. Het waterstofgashoudende koelsysteem van de elektriciteitsgeneratoren wordt met een $CO_2$-spoelsysteem uitgerust. Het aardgastoevoersysteem wordt eveneens op de gebruikelijke manier volgens de geldende voorschriften beveiligd.

## 3.1.21 Opslag gevaarlijke stoffen

Bulkopslag chemische stoffen

De benodigde chemicaliën ten behoeve van de waterbehandeling (natronloog 33%, zoutzuur 30%) zullen in tanks worden opgeslagen.

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

Opslag chloorbleekloog

Ten behoeve van het chloreren van het koelwater zal nabij het koelwaterfiltergebouw een chloorbleekloogtank met een capaciteit van 10 $m^3$ worden opgesteld.

Opslag oplosmiddel zwavelverbindingen

In de nabijheid van het zwavelwassysteem zal een opslagtank voor de wasvloeistof met een inhoud voor 5 ton worden opgesteld.

Opslag van zuurstof:

De in de zuurstoffabriek geproduceerde zuurstof worden opgeslagen in tanks van 500 $m^3$ (vloeibaar) en 35 $m^3$ (gasvormig).

Opslag chemische stoffen in kleinverpakking/chemische afvalstoffen

Chemische stoffen in kleinverpakking (o.a. katalysatoren) worden in een opslaggebouw gecompartimenteerd opgeslagen.

Opslag lichte stookolie

Lichte stookolie voor starten en voor de nooddiesel-aggregaten zal worden opgeslagen in een bovengrondse opslagtank van 50 $m^3$. Deze tank is omgeven door vloeistofdichte keerwanden.

Opslag van industriële gassen in cylinders

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

### 3.1.22 Afzetmogelijkheden reststoffen

Zwavel

De afzet van zwavel van de DEMO KV/STEG zal naar verwachting geen problemen geven. De laatste jaren wordt door de Nederlandse industrieën circa 300 000 t/a zwavel geïmporteerd. Dit ondanks het feit dat in Nederland ook zwavel wordt geproduceerd en wel bij de raffinaderijen en de zuivering van aardgas. De produktiecapaciteit bedraagt ongeveer 250 000 t/a. Deze produktie zal weliswaar toenemen door de tendens zo diep mogelijk te raffineren, maar er zal naar verwachting een aanzienlijke import blijven bestaan.

Zwavel wordt voornamelijk gebruikt voor het maken van zwavelzuur, dat voor het grootste deel gebruikt wordt in de kunstmestindustrie. Kleinere hoeveelheden zwavelzuur worden gebruikt bij de nylonfabricage, in de petrochemische industrie en bij de verfproduktie. De importhoeveelheid is in principe te vervangen door KV-zwavel. Bij vergelijking van de zwavelproduktiehoeveelheid van de DEMO KV/STEG met de importhoeveelheid is de afzet verzekerd.

Slak

Het onderzoek naar toepassingsmogelijkheden voor KV-slak is enkele jaren geleden gestart. Dit onderzoek is bijzonder complex en vergt veel tijd. Het zal dan ook nog geruime tijd voortgezet dienen te worden. De eerste onderzoeken wijzen uit, dat de eigenschappen ten aanzien van uitlooggedrag ongeveer gelijk zijn aan die van slak uit conventionele poederkooleenheden. Ook de civieltechnische eigenschappen liggen op hetzelfde niveau. Nader onderzocht zullen echter nog dienen te worden de invloed van kolensoort en vergassingsproces op de slak. Ook de mate waarin de eigenschappen eventueel veranderen in afhankelijkheid van de belasting van de DEMO KV/STEG is een punt van nadere bestudering.

Op korte termijn zijn twee mogelijkheden denkbaar:

* afzet op de bestaande bodemasmarkt voornamelijk in wegfunderingen; een onderzoeksdemonstratieproject bij de KEMA is gaande. De aanleg van een proefwegvak zal in 1989 plaatsvinden en verwacht wordt, dat begin 1990 over de civiel- en milieutechnische onderzoeksresultaten gerapporteerd zal worden.

* terugstoken in een poederkoolketel; gezien het betrekkelijk hoge koolstofgehalte in de slak zou dit tegen betrekkelijk lage kosten mogelijk kunnen zijn.

Op middellange termijn (circa 3 jaar) kunnen de volgende afzetmogelijkheden ontwikkeld worden:
* toepassing in terreinophoging
* inzet als grondstof voor cementklinker.

Op langere termijn zijn nog diverse andere toepassingen denkbaar, die het waard zijn onderzocht te worden:
* toeslagstof in diverse soorten bouwsteen
* licht toeslagmateriaal voor beton en asfalt.

Op basis van het voorgaande mag worden verwacht, dat zeker op de langere duur de afzet van KV-slak afkomstig van de DEMO KV/STEG geen problemen hoeft op te leveren. Voor verdere details omtrent afzetscenario's wordt verwezen naar par. 3.2.3.6.

KV-vliegas

De eigenschappen van de vliegas uit een KV/STEG-installatie zijn vrijwel gelijk aan die van conventioneel poederkoolstoken. Deze vliegas zal in principe afzetbaar zijn op de huidige markt voor poederkoolvliegas. Dit zal nog door verificatieproeven worden bevestigd. Bij hoge C-gehalten kan net als bij slak terugstoken in een poederkoolketel een mogelijkheid zijn.

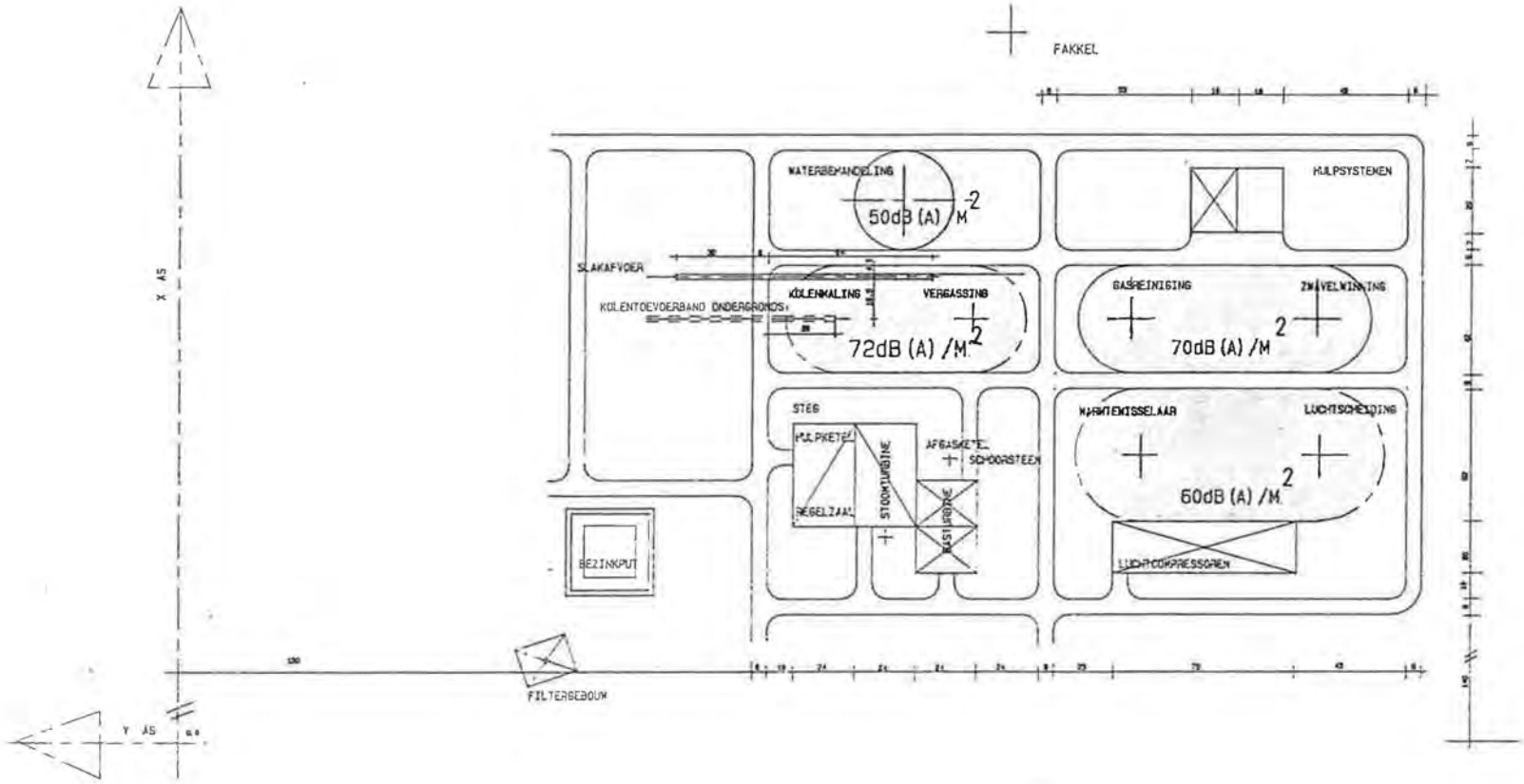
Indampresidu

Het indampresidu zal voornamelijk uit zouten, vooral NaCl bestaan. Enkele zware metaalconcentraties zouden in sommige gevallen de grenzen gesteld in de WCA kunnen overschrijden. Dit zal nog nader onderzocht moeten worden. Door het NaCl-gehalte is het mogelijk dat het zout, eventueel na een speciale behandeling, als strooizout gebruikt kan worden. Indien toepassing niet mogelijk is, zal nagegaan worden op welke wijze afvoer te realiseren is.

### 3.1.23 Akoestische voorzieningen

Aangezien de DEMO KV/STEG nog niet in een stadium van het ontwerp is dat alle componenten bekend zijn, worden in het navolgende ontwerp-bronvermogens aangegeven, die bij de realisatie niet zullen worden overschreden.

Ten behoeve van de geluidberekeningen is het DEMO KV/STEG terrein in sectoren verdeeld. Per sector zijn de aanwezige geluidbronnen geschematiseerd tot 1 of meer puntbronnen (afhankelijk van de vorm van de sector). De sectoren zijn: zwavelwinning en gasreiniging, kolenvergassing, STEG, luchtscheiding, hulpsystemen, afvalwaterbehandeling en de fakkel (zie figuur 3.8).




Figuur 3.8 Lay-out KV/STEG voor geluidberekening

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | | | | | | | | KEMA | DIVISIE PROJECTEN EN ADVIEZEN | TITEL | LAY-OUT KV-STEG | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | CIV.TECHN. EN BOUWK. PROJ. BUR. | | VOOR GELUIDSBEREKENING | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | PROJECT MER KV.STEG | | | | | | |
| 0 | X X - | | | | | | | | | | OPDRACHTGEVER N.V. SEP | FORM. | TEKENINGNUMMER | BLAD NR. | AANTAL | WIJZ. | |
| LAAG | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | WIJZ. | OMSCHRIJVING | DATUM | GET. | GEC. | GC. | DPL. | PL. | | TEK.NR.OPDR.GEV. | A3 | FIG.3.8. | | | | |
| BESTAND | | | | 89-06-21 | jvg | | | | | | PROJ.NR. SCHAAL | | | | | | =10mm |

© NV KEMA ARNHEM NEDERLAND

De gehanteerde bronvermogens per sector zijn:
- zwavelwinning en gasreiniging: kengetal van 70 dB(A) per $m^2$ (bebouwd oppervlak)
- kolenvergassing: aan de hand van meetgegevens van een bestaande KV-installatie is een contourlijn vastgesteld op de sectorgrens van 70 dB(A). Deze is omgerekend in een kengetal van 72 dB(A) per $m^2$ (bebouwd oppervlak)
- STEG: de STEG-gebouwen zijn in drie delen gesplitst, te weten hulpsystemen, stoomturbine en condensor en gasturbine. Voor de ruimte met de hulpsystemen wordt als maximum de Noise Rating Curve (ISO-normen) van 70 dB(A) aangehouden. Voor de overige gebouwen is dit de 75 dB(A) Curve. Voor het maximale geluidniveau van de inlaat van de gasturbine wordt uitgegaan van een brongeluidvermogen van 102 dB(A), overeenkomend met circa 42 dB(A) op 300 m afstand. Voor het maximale geluiddrukniveau op 1 m afstand van de contouren van de afgassenketel is de waarde op 72 dB(A) gesteld (brongeluidvermogen 103 dB(A). Voor het bronvermogen bij de uitlaat van de gasturbine (schoorsteen van de afgassenketel) is een waarde van 90 dB(A) op 75 m boven maaiveld genomen. Het maximale brongeluidvermogen van de transformator, ten zuiden van het STEG-gebouw zal overeenkomen met de be staande trafo B van de Maascentrale
- luchtscheiding: de sector luchtscheiding is in twee delen gesplitst, te weten luchtcompressoren en buitenopstelling. Voor het compressorgebouw is uitgegaan van een brongeluidvermogen van 99 dB(A) in het gebouw (met enkele omkasting). Voor de buitenopstelling is een kengetal gehanteerd van 60 dB(A) per $m^2$ (bebouwd oppervlak)
- hulpsystemen: voor het brongeluidvermogen in het compressorgebouw is uitgegaan van 99 dB(A) (met enkele omkasting)
- afvalwaterbehandelingsinstallatie: uitgegaan is van een kengetal van 50 dB(A) per $m^2$ (bebouwd oppervlak)
- fakkel: uitgegaan is van een bronvermogen van 110 dB(A) ofwel 99 dB(A) op 1 m afstand op 75 m boven maaiveld.

De geluidproduktie door de ondergrondse kolenaanvoer en is verwaarloosbaar. De kolenaanvoer binnen de sector kolenvergassing zal voldoen aan het kengetal voor deze sector. De KV-slakafvoer en de KV-vliegasafvoer met transportbanden zal geschieden met de op pag. 3.44 genoemde geluidvoorzieningen.

Algemeen uitgangspunt voor de geluidniveau's op 1 m afstand is 80 dB(A).

Om bovengenoemde ontwerpwaarden voor de immissierelevante bronsterkten te kunnen realiseren zullen akoestische voorzieningen gerealiseerd moeten worden aan de diverse installaties, welke voor met name de sectoren kolenvergassing en STEG gekarakteriseerd kunnen worden als "Best Technical Means".

Aangezien in dit stadium van het ontwerp van de DEMO KV/STEG nog niet alle componenten bekend zijn is de omschrijving van de akoestische voorzieningen globaal. Ook zou enige verandering in uitgangspunten zoals hiervoor genoemd kunnen plaatsvinden. Deze veranderingen zullen echter altijd zodanig zijn dat wordt voldaan aan de ontwerp-geluidzonering voor het Maascentrale terrein.
Om de gehanteerde bronvermogens te kunnen bereiken zullen de volgende voorzieningen worden getroffen:

Bandtransport:
- toepassen van met rubber of kunststof beklede stalen rollen
- beperking van de snelheid van de transportbanden tot 3 m/s
- speciale aandacht voor de lagering van de rollen en trillingsoverdracht van de rolconstructie
- inbouwen c.q. omkasten van aandrijf- en overstortpunten, mogelijk zelfs van een deel van de banden.

Sector zwavelwinning en gasreiniging:
- ommanteling of omkasting van ventilatoren, pompen, motoren, wassers etc.
- ter plekke van de ventilatoren geluiddempers in de aanzuig- en afvoerkanalen van lucht- en rookgaskanalen.

Sector kolenvergassing:
- ommanteling en/of omkasting van de meest relevante geluidsbronnen, zoals bunkers, kettingelevatoren, kolenmolens, kolenzeven en het zoveel mogelijk toepassen van geluidarme installatie-onderdelen (bijvoorbeeld voor de kolenmolens)
- geluiddempers bij de (verbrandings-)luchtventilatoren ter plaatse van de in- en de uitlaat.

Sector STEG:
ten aanzien van de bouwkundige constructie van de STEG-gebouwen zijn voor de geluidberekening de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- de wandconstructies zijn verondersteld te zijn opgebouwd uit minimaal een dubbelwandige gesloten staalconstructie (2 x 1,5 mm) met een kern van poly-urethaan schuim, of akoestisch gelijkwaardig
- de dakconstructie is verondersteld te zijn opgebouwd uit minimaal een enkelvoudige staalplaat (dik 0,7 mm) voorzien van isolatie en dakbedekking, of akoestisch gelijkwaardig
- om het gestelde geluidsdrukniveau in de gebouwen te kunnen realiseren zullen mogelijk de gas- en stoomturbine van een akoestische omkasting voorzien moeten worden
- om afstraling van contactgeluid te voorkomen, moeten alle installaties trillingvrij worden opgesteld.

Ten aanzien van de overige installaties in de STEG-sector worden de volgende akoestische voorzieningen getroffen:
- de afgassenketels zullen worden voorzien van een akoestische omkleding of omkasting teneinde de 72 dB(A) op 1 m van de contour van de afgassenketels te realiseren
- de verbrandingsluchtventilator zal voorzien worden van een geluiddemper. Afhankelijk van de plaats van de demper(s) is ook een gedeeltelijke akoestische ommanteling van het rookgaskanaal noodzakelijk
- om afstraling van geluid door de inlaatdemper van de gasturbine-installatie te voorkomen, zal de buitenwand van de demper voorzien worden van een akoestische mantel
- de machinetrafo wordt in een cel geplaatst.

Sector luchtscheiding:
- alle compressoren zullen worden voorzien van een omkasting
- de luchtinlaat en de luchtuitlaat worden voorzien van een geluiddemper
- de dak- en wandconstructie zal voldoen aan dezelfde eisen als gesteld voor het STEG-gebouw.

Voor de buitenopstelling wordt rekening gehouden met de ommanteling of omkasting van onder andere de ventilatoren, pompen en de moleculaire zeven.

Sector hulpsystemen:
voor het compressorgebouw wordt uitgegaan van ommanteling of omkasting van de compressoren, dempers op de in- en uitlaten en een wand- en dakconstructie die minimaal voldoet aan de eisen die gesteld zij voor het STEG-gebouw.

Waterbehandeling:
waar nodig zullen de motoren en pompen, die buiten zijn opgesteld, omkast worden.

De geluidemittenten van de DEMO KV/STEG zullen gedurende de gehele etmaalperiode continu in bedrijf zijn, met uitzondering van de fakkelinstallatie (zie par. 3.1.16).

Inzake de invoergegevens ten aanzien van de geluidproduktie door de verschillende emittenten wordt verwezen naar de vergunningenaanvraag op grond van WLV, HW en WGH.

### 3.1.24 Overzicht waterlozingen

In tabel 3.1.6 wordt een overzicht gegeven van de waterlozingen op oppervlaktewater en riool

Tabel 3.1.6 Waterlozingen door de DEMO KV/STEG

| Soort afvalwater | Debiet | Samenstelling | Lozingsplaats |
|---|---|---|---|
| Koelwater | max. 7,5-9,8 $m^3/_s$ | Maaswater $\Delta t$ max. 7°C | Maas/Lat. kanaal |
| Spuiwater stoom/water circuit | incidenteel max. 6 $m^3/h$ | Geringe concentraties $Na^+$, $NH_4^+$, $Cl^-$ en silicaten, max. 10 mg/l | Riool |
| Afvalwater neutralisatiekelder | max. 3 $m^3/h$ | NaCl en $CaCl_2$ $Cl^-$ max. 360 kg/d $NH_4^+$ max. 2,9 kg/d | op Oppervlaktewater |
| Hemel, schrob- en spoelwater uit kolenstofhoudende zones | Incidenteel 500 à 1000 $m^3/a$ | Water met kolenstof max. 20 mg/l | Wordt bij EPZ over kolenopslag versproeid |
| Schrob- en spoelwater zonder kolenstof | Incidenteel 1000 $m^3/_a$ | Spoelwater na olie- en vetafscheiding en via bezinkbassin | Riool |
| Afvalwater reiniging installatiedelen | Incidenteel max. 500 $m^3$/keer | Afh. rein. methode | Na overleg H.I.D.-Rijkswaterst. |
| Hemelwater | Incidenteel | Afloopwater gebouwen, etc. | Riool |
| Huishoudelijke afvalwater | max. 2000 $m^3/_a$* | N.v.t. | Riool |

* 120 l/persoon.dag

## 3.2 ALTERNATIEVEN IN VERBAND MET DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT

### 3.2.1 Inleiding

De alternatieven in verband met de voorgenomen activiteit die overeenkomstig de richtlijnen in dit MER worden beschouwd, zijn te verdelen in:
- nulalternatief
- uitvoeringsalternatieven
- meest milieu-vriendelijke alternatief.

In de richtlijnen voor dit MER is voorts aangegeven, dat ten aanzien van het nulalternatief 3 situaties zijn te onderscheiden: de eenheden 4, 5, 6 in bedrijf (tot 1992), alleen eenheid 6 in bedrijf (tot 2000), geen eenheden in bedrijf (na 2000). De eerste situatie komt overeen met de huidige situatie (1987 referentiejaar).

De uitvoeringsalternatieven, die in dit MER worden beschouwd zijn:
- gaswassingsprocessen en zwavelterugwinsystemen
- maatregelen ter beperking $NO_x$-uitworp
- koelwatervoorzieningen
- voorzieningen ter beperking van geluidemissies
- opslag en bewerking KV-vliegas en KV-slak.

Verder zullen scenario's voor de afzet van kolenreststoffen gegeven worden.

Diverse onderwerpen, die in de richtlijnen voor het MER onder het punt uitvoeringsalternatieven genoemd zijn, worden elders in dit MER behandeld daar deze alternatieven ofwel geen verbetering in milieu-opzicht bewerkstelligen, ofwel om andere redenen niet voor uitvoering in aanmerking komen.

Dit betreft:
- overslag en opslag van kolen (par. 3.1.4)
- ruimtelijke aspecten (par 6.6)
- veiligheidsaspecten (par 3.1.20, 6.5.1)
- voorzieningen ter beperking van emissies bij starten en storingen (par 3.1.16)
- vergassen met lucht in plaats van met zuurstof (par 3.1.1)
- zuivering afvalwater (par 3.1.10)
- temperatuurschok tegen aangroeibestrijding in koelwatersystemen (par. 3.1.15).

Het meest milieu-vriendelijke alternatief wordt gevormd door combinatie van de voorgenomen activiteit en de meest milieu-vriendelijke uitvoeringsalternatieven.

### 3.2.2 Nulalternatief

Zoals hiervoor reeds aangegeven komt de eerste situatie, die in de MER-richtlijnen is genoemd (eenheden 4, 5 en 6 in bedrijf), overeen met de bestaande situatie en wordt de daarmee samenhangende milieubeïnvloeding behandeld in hoofdstuk 5. De tweede situatie, alleen eenheid 6 in bedrijf, wordt in dit MER behandeld als een variant van de bestaande situatie en komt eveneens aan de orde in hoofdstuk 5. De derde genoemde situatie, die zou gelden na het jaar 2000, waarbij de eenheden 4,5 en 6 buiten bedrijf gesteld zijn en waarbij de DEMO KV/STEG niet gebouwd zou worden, is niet te beschouwen als reëel alternatief, op grond van de besluiten, zoals reeds genomen in het Elektriciteitsplan 1989-1998 (zie hoofdstukken 2 en 4). Ingevolge de WABM, art. 41j zal deze situatie wel in de vergelijking in hoofdstuk 7 als referentiesituatie worden opgenomen. Overigens zullen in die situatie geen emissies naar lucht, bodem en water optreden, daar de Maascentrale dan niet meer zou bestaan.

### 3.2.3 Uitvoeringsalternatieven

#### 3.2.3.1 Gaswassingsprocessen en zwavelterugwinsystemen

De gaswassing zal plaatsvinden met een vloeistof, waarin de zwavelcomponenten zeer goed oplossen. Deze vloeistoffen zijn ófwel een zoutoplossing óf een oplossing van een organische stof (een amine of etherverbinding). Voorbeelden van de laatste zijn: Sulfinol, Purisol, Selexol en Rectisol. Met al deze wasvloeistoffen is een zeer goede verwijdering van zwavelcomponenten mogelijk, tot ca. 20 ppm $H_2S$. Dit komt bij een zwavelgehalte van 1% in de kolen overeen met een uitwasrendement van gemiddeld 99,5%. Van de wasstap worden daarom de diverse alternatieven in milieu-opzicht als gelijkwaardig beschouwd.

Voor de zwavelwininstallatie zijn er twee mogelijkheden.

a Droge procesvoering

In dit geval wordt het $H_2S$ rijke gas gemengd met een mengsel van zuurstof uit de luchtscheidingsinstallatie en lucht. Dit gasmengsel wordt vervolgens bij 1300°C verbrand. Een derde deel van de $H_2S$ wordt daarbij geoxideerd naar $SO_2$. $NH_3$, HCN en koolwaterstoffen worden omgezet in stikstof, kooldioxide en waterdamp. Daarna laat men de gevormde $SO_2$ reageren met de nog aanwezige $H_2S$. Deze reactie wordt versneld met een katalysator bij circa 250 à 300°C. Bij de reactie ontstaan zwavel en waterdamp. Door afkoeling tot circa 135°C condenseert de zwavel en kan deze vloeibaar worden afgevoerd naar een zwavelopslagtank. De zwavel kan niet volledig worden afgescheiden uit het gas.

Bij een 2-traps uitvoering blijft circa 4 à 5% van de zwavelcomponenten nog in de vorm van $H_2S$ en $SO_2$ in het restgas aanwezig.
Dit restgas kan worden behandeld in een "tailgas"-eenheid, waarvan hieronder vier mogelijkheden besproken worden.

* Sulfreen
Bij het sulfreenproces reageren $H_2S$ en $SO_2$ samen tot zwavel en waterdamp over een katalysator. De temperatuur is echter zo laag (ca 140°C) dat de zwavel op de katalysator condenseert. Na enige tijd is het katalysatorbed beladen met zwavel. Het tailgas wordt op dat moment overgeschakeld naar een andere reaktor met een schone katalysator. De katalysator wordt schoongemaakt door de zwavel af te dampen bij ca 300°C. De katalysator wordt dus regelmatig geregenereerd. De zwavel wordt aan de overige zwavel van de Claus-installatie toegevoegd. Het restgas wordt in een oven bij 600-800°C verbrand, om alle $H_2S$ in $SO_2$ om te zetten, en komt vervolgens via een schoorsteen in de atmosfeer terecht.

* Scot
In een Scoteenheid wordt eerst de aanwezige $SO_2$ met waterstof ($H_2$) en koolmonoxide (CO) over een katalysator gereduceerd tot $H_2S$.
Het tailgas bestaat dan uit een kleine hoeveelheid $H_2S$ en voor het grootste gedeelte uit $CO_2$ en stikstof ($N_2$). Dit tailgas wordt nu met een speciale vloeistof gewassen, waarmee de meeste $H_2S$ wordt verwijderd, maar slechts een klein gedeelte van de $CO_2$.
Wanneer in een stoomstripvat stoom langs de wasvloeistof wordt geleid komen de daarin opgeloste $H_2S$ en $CO_2$ weer vrij. Deze gasstroom wordt teruggeleid naar de ingang van het Clausproces voor de omzetting naar zwavel. Het restgas uit de wasstap bestaande uit kooldioxide en stikstof met een zeer kleine hoeveelheid $H_2S$ wordt in een oven verbrand bij 600-800°C en via een schoorsteen naar de atmosfeer geleid.

* Beavon Stretford
In een Beavon Stretford eenheid wordt allereerst de $SO_2$ omgezet naar $H_2S$, op dezelfde wijze als bij het Scotproces. Vervolgens wordt het tailgas gewassen. De wasvloeistof bestaat uit water met een katalysator, waardoor de $H_2S$ wordt geabsorbeerd. Wanneer er vervolgens lucht door de oplossing wordt geleid, wordt de $H_2S$ geoxideerd tot zwavel.
De zwavel drijft als schuim op de oplossing en wordt daarvan afgescheiden.
Bij de oxidatie ontstaat ook enig natriumthiosulfaat. Daarom moet de oplossing na enige tijd worden ververst en de oude oplossing van de hand gedaan. Aangezien de katalysator o.a. een arseenbinding bevat dient dit met bijzondere zorg te gebeuren.

* LO-CAT
Het LO-CAT proces werkt grotendeels hetzelfde als het Beavon-Stretford proces.
Bij dit proces echter zakt de zwavel uit in de vloeistof in plaats van dat er zich een schuim vormt. Voorts wordt er bij het LO-CAT proces een geheel andere katalysator gebruikt n.l. een ijzerzout.

Bij toepassing van de vier bovengenoemde restgasbehandelingen is het mogelijk van de in de eerste stap resterende 4 à 5%, nog eens minstens 70% van de zwavelcomponenten af te scheiden, zodat in zijn totaliteit in de zwavelwininstallatie een zwavelafscheiding van 98,5% plaats vindt. Indien, zoals in dit geval, een restgasbehandeling toegepast wordt, is het economisch niet aantrekkelijk het hoofdzwavelwinsysteem als 3-traps eenheid uit te voeren. Zoals bij de voorgenomen activiteit (zie par. 3.1.7) vermeld, zal één van deze vier processen gekozen worden.

Een andere denkbare variant van de restgasbehandeling is de $SO_2$ in het restgas omzetten in $H_2S$ (op dezelfde wijze als bijvoorbeeld bij het Scotproces) en daarna het gas comprimeren en terugvoeren naar de inlaat van de waskolom voor de zwavelcomponenten (par. 3.1.6). Energetisch is deze oplossing echter zeer ongunstig en daarom praktisch niet toepasbaar. Op deze wijze komt echter in het geheel geen $SO_2$ uit de zwavelwininstallatie vrij. Zover bekend is deze variant nog niet toegepast.

b Natte procesvoering

Bij de natte procesvoering wordt het $H_2S$ rijke gas uit de gasreinigingsinstallatie door een waterige oplossing geleid. In het water bevindt zich een katalysator (bijvoorbeeld een ijzerzout) waardoor de $H_2S$ gemakkelijk oxideert tot zwavel wanneer er lucht door de oplossing wordt geleid. De ontstane zwavel zakt uit, wordt verzameld, gesmolten en opgeslagen. Ammoniak in het zwavelrijke gas wordt omgezet naar ammoniumthiosulfaat. HCN wordt omgezet in ammoniumthiocyanaat. De waterige oplossing wordt regelmatig ververst en de vervuilde oplossing kan bij vergassingsprocessen met natte voeding (kolenslurry) naar de kolenaanmaaktank worden geleid. In de vergassingsreactor worden de ammoniumzouten ontleed. Bij processen met droge voeding zal de gebruikte oplossing afgevoerd moeten worden. Het restgas, dat na de ontzwaveling overblijft, wordt via een schoorsteen afgeblazen.
De zwavelafscheiding, die met het natte proces bereikt kan worden, ligt boven de 99,5%.

Afgezien van het genoemde nadeel van een afvalwaterstroom in geval van toepassing bij een kolenvergassingsproces met droge voeding, heeft de zwavelwinning volgens de natte procesvoering als tweede nadeel dat de zwavel enigszins verontreinigd zal zijn met katalysatordeeltjes. Dit zou de verkoopbaarheid van de zwavel nadelig kunnen beïnvloeden.

c Conclusie ten aanzien van gaswassingsprocessen en zwavelterugwinning

De conclusie ten aanzien van de gaswassingsprocessen en zwavelterugwinprocessen is, dat het met diverse industrieel ontwikkelde processen met name ten aanzien van tailgasbehandeling mogelijk is een totale zwavelverwijdering van 98% (= 10 g/s $SO_2$) te bereiken, uitgaande van 1% S in de kolen. Met een energetisch zeer ongunstige variant is het mogelijk 99,5% te bereiken (= 2,5 g/s $SO_2$). Bij de natte procesvoering, die als nadelen een afvalwaterstroom en zwavel van mindere kwaliteit kent, is 99% (= 5 g/s $SO_2$) bereikbaar.

3.2.3.2 Maatregelen ter beperking van de $NO_x$-uitworp

In par. 3.1.11 is aangegeven, dat bij de voorgenomen activiteit maatregelen getroffen worden, om de $NO_x$-uitworp zoveel mogelijk te beperken. Bij de huidige stand van de techniek mag verwacht worden dat, betrokken op de verbranding van het kolengas in de gasturbine, de uitworp gemiddeld minder dan 100 g/GJ zal bedragen. Er zijn echter een aantal ontwikkelingen gaande, die het in de toekomst mogelijk zullen maken, dat de uitworp nog aanmerkelijk lager zal zijn.

Bij verbranding van gasvormige brandstoffen, die weinig of geen stikstof bevatten, vormen de stikstofoxyden ($NO_x$), die gevormd worden bij de verbranding van het kolengas door reactie van de stikstof uit de verbrandingslucht met zuurstof, verreweg het grootste aandeel van de totale $NO_x$-produktie. Speciaal de hoge vlamtemperatuur speelt hierbij een belangrijke rol.

De maatregelen, die genomen kunnen worden om de $NO_x$-produktie te verlagen, dienen dan ook gericht te worden op:
- verlagen van de vlamtemperatuur
- verkorten van de verblijftijd van de hete gassen
- een zo laag mogelijk zuurstofpercentage in de reactiezone.

Hierbij dient wel bedacht te worden, dat eveneens zowel een stabiele als een volledige verbranding nagestreefd worden en dat bovengenoemde maatregelen tegengesteld kunnen uitwerken op deze doelstellingen. Ook is voor een hoog gasturbinerendement een zo hoog mogelijke uitlaattemperatuur van de verbrandingskamer gewenst.

Verlagen van de vlamtemperatuur zal dan ook meer betekenen, dat piektemperaturen in de vlam zoveel mogelijk vermeden moeten worden en dat de temperatuur in de vlam zo homogeen mogelijk wordt.

Bij de verbranding van kolengas met een gering inert gasaandeel treden in principe hogere vlamtemperaturen op, dan bij verbranding van aardgas. Om deze temperatuur te verlagen kan ten eerste stikstof en/of water of stoom aan het kolengas toegevoegd worden. Bij de voorgenomen activiteit wordt het kolengas na de reiniging verzadigd met water en vervolgens wordt de stikstof, die bij de luchtscheiding is verkregen, aan het kolengas toegevoegd.

Omdat het kolengas reeds verzadigd wordt met water, is een methode ter verlaging van $NO_x$-produktie, die bij aardgas gestookte gasturbines toegepast wordt, te weten water- of stoominjectie in de brandermondstukken, minder effectief en zou bovendien gepaard gaan met een aanzienlijke rendementsverlaging van de eenheid. Deze methode wordt in dit geval dan ook niet toegepast, behalve in het geval inderdaad aardgas gestookt wordt.

Daarnaast zijn voornamelijk voor aardgastoken, een aantal andere maatregelen, die aanpassing van de verbrandingskamerconstructies betreffen, ontwikkeld of in ontwikkeling.

Deze maatregelen, de zogenaamde "droge" technieken, zijn:
- aanpassing verbrandingskamers
- getrapte verbranding met rijk/arm mengselzones
- voormenging en arm mengsel
- katalytische verbrandingskamers
- hybride verbrandingskamers
- interne recirculatie.

Aanpassing van de verbrandingskamers kan op diverse manieren plaatsvinden. De belangrijkste aanpassingen zijn: grotere luchtovermaat in de reactiezone, betere menging van brandstof en lucht en kortere verblijftijd. Naast wijziging van de constructie van de verbrandingskamer wordt dit ook bewerkstelligd door opdeling in meerdere kleine branders.

Bij het systeem met getrapte verbranding wordt het gas in eerste instantie met een ondermaat lucht, dat wil zeggen minder dan voor volledige verbranding nodig is, verbrand. Daarna vindt snelle koeling plaats door luchtbijmenging en vervolgens vindt restverbranding plaats. De regelbaarheid van deze branders is zeer gecompliceerd, omdat de verhouding tussen de diverse luchthoeveelheden varieert met de belasting.

De methode van voormenging behelst verlaging van de verbrandingstemperatuur door de lucht en de brandstof te mengen, voordat ze in de verbrandingskamer komen. Zelfontbranding, vlamterugslag en vlamstabiliteit zijn problemen bij deze methodiek.

Bij katalytische verbrandingskamers wordt gewerkt met een zeer grote lucht/brandstof verhouding. Om voldoende vlamstabiliteit te bereiken wordt een katalysator gebruikt. Dit systeem is zeer gecompliceerd, omdat op conventionele manier gestart en deellast bedreven moet worden.

Bij het systeem van externe recirculatie worden de uitlaatgassen deels teruggevoerd naar de compressorinlaat. Deze methode is zeer gecompliceerd en erg duur, zeker bij toepassing in een STEG.

De ontwikkeling van de bovengenoemde droge technieken is nog in volle gang. Voor de voorgenomen activiteit, die het stoken van kolengas betreft, is toepassing dan ook slechts ten dele mogelijk (zie par. 3.1.11). De uitworpwaarde die op basis van de huidige stand van de techniek verwacht mag worden bedraagt 100 g/GJ.

Indien bovengenoemde maatregelen verder ontwikkeld zijn, zullen in de toekomst uitworpwaarden van 50 g/GJ en lager, tot de mogelijkheden gaan behoren. Vandaar dat bij het meest milieuvriendelijke alternatief van deze uitworpwaarde uitgegaan zal worden. Uitdrukkelijk zij hier echter vermeld, dat deze waarde voor de voorgenomen activiteit geen alternatief uitgangspunt kan zijn.

### 3.2.3.3 Condensorkoelwaterkoeling met een koeltoren

Om thermische lozing via het koelwater vergaand of geheel terug te kunnen brengen, kan de eenheid uitgebreid worden met een koeltoren. In plaats van naar het water wordt de laagwaardige warmte dan naar de lucht afgevoerd.

Koeltorens zijn in drie types in te delen: natte, droge en hybride koeltorens. Bij de natte koeltoren wordt het koeleffect voornamelijk bereikt door verdamping van een klein gedeelte van het te koelen water (het condensorkoelwater). Daartoe wordt dit water in open contact gebracht met de voor de koeling benodigde lucht. Doordat koeling met behulp van verdamping zeer effectief is, kan met een relatief kleine koeltoren volstaan worden. Bij droge koeltorens vindt de warmteoverdracht door convectie plaats. Als scheiding tussen het te koelen water en de lucht worden daarbij in het algemeen vinpijpen gebruikt. De hybride koeltoren is opgebouwd uit een nat en een droog gedeelte.

Zowel bij de natte als bij de droge koeltoren kan de lucht, of door natuurlijke trek of wel geforceerd door ventilatoren, door de koeltoren worden gevoerd. Bij de hybride koeltoren gebeurt het meestal geforceerd.

In Nederland wordt bij grote eenheden uitsluitend het natte koeltorentype met natuurlijke trek toegepast. Dit type is in het gebruik veel goedkoper dan het droge en het hybride type, terwijl ook de investering veel lager is. Het natte type met geforceerde trek heeft als nadeel dat de pluim op geringe hoogte ontstaat en daardoor overlast kan geven. Ook bij de natte natuurlijke trek koeltoren treedt pluimvorming op. In de voorkomende gevallen werd deze echter, mede door de grotere hoogte waarop deze ontstaat, niet onaanvaardbaar geacht.
Hierbij komt, dat de koeltorens in Nederland slechts gedurende beperkte tijd van het jaar in bedrijf zijn en dat de weersomstandigheden dan meestal niet dusdanig zijn, dat de pluimvorming op zijn sterkst is.

Indien de DEMO/KV-STEG met een koeltoren uitgerust zou worden, zou dit daarom het beste met een natte, natuurlijke trek koeltoren kunnen gebeuren. Deze zou noordwestelijk van de centrale gesitueerd worden. Extra koelwaterkanalen zouden de koeltoren met de condensor verbinden en daarnaast zouden extra koelwaterpompen geïnstalleerd moeten worden om het drukverschil over het koeltorencircuit te kunnen compenseren. Het koelvermogen van de koeltoren zou maximaal 285 MW (th) behoeven te bedragen (zie 3.1.15).

Andere capaciteiten beneden deze waarde zijn in principe ook mogelijk, waarbij vanzelfsprekend bij kleinere vermogens gedurende bepaalde perioden belastingbeperking van de eenheid noodzakelijk kan zijn.

De afmetingen van een koeltoren voor 285 MW (th) bedragen globaal: gronddiameter 65 m, diameter op pakkethoogte 60 m en hoogte 80 m.

De koeltoren bezit een totaal geluidvermogen van circa 115 db(A). Door middel van akoestisch scherm rondom de voet van de koeltoren, dan wel met behulp van coulissendempers bij de aanzuigopening kan de geluidemissie aan de onderzijde van de koeltoren aanzienlijk worden gereduceerd. De geluidemissie via de top blijft evenwel ongewijzigd.

Een nadeel van toepassing van een koeltoren is, dat de condensaattemperatuur hoger is dan bij koeling met oppervlaktewater. Het gevolg is een lager eenheidsrendement; indien de koeltoren in bedrijf is, is dit circa 1% lager.

Daarnaast vergen de koelwaterpompen extra energie. Over het gehele jaar gemiddeld, uitgaande van een inzettijd van 15% van het jaar, zal het totale extra energieverbruik 0,25 à 0,50% bedragen. De investeringskosten voor een koeltoren met een koelvermogen van 285 MW (th) zijn circa NLG 15 mln. Per kWh gemiddeld over het hele jaar zijn de extra kosten 0,14 à 0,16 ct.

### 3.2.3.4 Voorzieningen ter verdere beperking van geluidemissies

Bij het geluidtechnisch inpassen van de DEMO KV/STEG in de "Ontwerp-Geluidzonering Maascentrale Buggenum, 1987" (zie hoofdstuk 4) is gebleken, dat reeds zeer vergaande maatregelen genomen moesten worden, om hieraan te kunnen voldoen. Deze maatregelen liggen voor groot deel op het niveau van "best technical means".

Verdere verbeteringen zouden alleen nog te bereiken zijn met maatregelen, die technisch niet meer als realistisch te kwalificeren zijn, zoals bijvoorbeeld compleet omhullen van de vergassingsinstallatie. Dientengevolge zullen alternatieven voor de voorgenomen maatregelen ter beperking van de geluidemissies niet verder worden aangegeven en beschouwd.

### 3.2.3.5 Opslag en bewerking KV-vliegas en KV-slak

In par. 3.1.18 is beschreven hoe bij de voorgenomen activiteit de opslag van KV-vliegas en KV-slak is gedacht. Indien de KV-vliegas in droge vorm wordt verkregen kan de opslag ook in silo's plaatsvinden. In het geval de KV-vliegas nat wordt afgescheiden, zou alternatief de opslag in loodsen kunnen geschieden.
Hetzelfde geldt voor de opslag van KV-slak, die in alle gevallen in natte vorm vrijkomt (25 à 50% vocht). Door genoemde kolenreststoffen gesloten op te slaan, worden de geringe stofemissies, die bij open opslag kunnen optreden, vermeden.

KV-vliegas opslag in silo's (droog) en loodsen (bevochtigd)

De totale capaciteit van de KV-vliegas opslag bedraagt maximaal 32.000 ton. In verband met de verschillende kwaliteiten (afhankelijk van de kolensoort en vergassingscondities) zal de opslag in 3 silo's van ca 11.000 ton plaatsvinden. De silo's kunnen op diverse wijzen uitgevoerd worden, waarbij vooral de losmethodiek van invloed op het totale ontwerp is. Voor de capaciteit van 11.000 ton is het Euro-type silo het meest optimaal (KEMA, 1984).

Hierbij vindt de vulling en de lossing aan de bovenzijde plaats. De kosten van silo-opslag zijn aanmerkelijk hoger dan die van open opslag (KEMA, 1984). De investeringskosten bij silo-opslag bedragen ca NLG 250,-/$m^3$ tegen hooguit NLG 100,-/$m^3$ bij open opslag, ofwel NLG 8,0 mln tegen NLG 3,2 mln. Het verschil in totale jaarkosten (kapitaalslasten en exploitatiekosten) bedraagt ongeveer NLG 550.000,-.

Indien de KV-vliegas bevochtigd afgescheiden wordt, zal de opslagcapaciteit maximaal 15.000 ton bedragen. Het ruimtegebruik bij opslag in loodsen is veel minder effectief dan bij opslag in silo's, zeker bij deze relatief geringe capaciteit. Wel zou in dit geval met opslag in één loods, waarin 3 bergen gemaakt worden, volstaan kunnen worden. Niettemin zouden de investeringen minstens NLG 300,-/$m^3$ bedragen. Op jaarbasis bedraagt het kostenverschil met open opslag NLG 350.000,-.

KV-slak opslag in loodsen

De capaciteit van de KV-slak opslag bedraagt 32.000 à 64.000 ton (droge stof). Inclusief vocht wordt het 50.000 à 100.000 ton. Ook in dit geval zijn de opslagkosten, door het weinig effectieve ruimtegebruik bij opslag in loodsen, veel hoger dan bij open opslag (NLG 175,-/$m^3$ resp. NLG 80,-/$m^3$).
Uitgaande van een opslagcapaciteit van 75.000 ton bedragen de totale investeringen: ca NLG 13 mln resp. NLG 6 mln. Het jaarlijkse kostenverschil is: NLG 800.000,-.

Bewerking van KV-vliegas en KV-slak

In par. 3.1.21 zijn de verwachte toepassingsmogelijkheden voor KV-vliegas en KV-slak vermeld. Bij de daar genoemde mogelijkheden zijn geen (voor)-bewerkingen van deze reststoffen opgenomen. Deze (voor)bewerkingen zouden kunnen zijn: scheiden in grootteFracties of extractie van bepaalde elementen.
Scheiding in grootteFracties is momenteel niet aan de orde, daar dit voor de gedachte toepassingen niet noodzakelijk is. Bovendien is dit alleen bij droge vliegas tegen niet al te hoge kosten mogelijk (b.v. windziften). Deze scheidingstechniek wordt momenteel voor conventionele vliegas ontwikkeld en kan bij succes in principe ook voor droge KV-vliegas gebruikt worden.
Extractie van bepaalde elementen, met name aluminium wordt, ook weer voor conventionele vliegas, diepgaand bestudeerd. Deze door TNO en KEMA uitgevoerde studie, die zowel de technische als de economische aspecten behelst, is in een vergevorderd stadium en publicatie van de resultaten wordt in 1989 verwacht. Indien deze resultaten een positief beeld geven is er geen reden, dat dit voor KV-vliegas niet zou gelden en zou ook daar deze extractie techniek toegepast kunnen worden. Het gevolg zou zijn, dat een extra toepassingsmogelijkheid gecreëerd zou zijn, hetgeen de afzet vanzelfsprekend bevordert.

### 3.2.3.6 Scenario's voor de afzet van KV-vliegas en KV-slak

Bij de uitvoering van de voorgenomen activiteit zullen KV-vliegas en KV-slak zoveel als mogelijk afgezet gaan worden. Hoe gedacht wordt dit te realiseren, zowel op korte, middellange als lange termijn is in paragraaf 3.1.21 beschreven. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat de KV-vliegas en de KV-slak op dezelfde markten als die van conventionele vliegas en slak afgezet kunnen gaan worden. Het is momenteel niet exact aan te geven hoe zowel de produktie als de markt voor deze reststoffen in de periode na 1993 zal verlopen. Beschouwingen hierover kunnen voorts niet per elektriciteitproduktie-eenheid worden gehouden, maar dit kan alleen in landelijk verband. In enkele gevallen dienen zelfs invloeden van ons omringende landen meebeschouwd te worden.
Om beter inzicht in deze problematiek te krijgen heeft de OntwikkelingsGroep Kolen Reststoffen (OGKR), (een industrieel verband waarvan ook de Vliegasunie B.V. deel uitmaakt), door DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. een logistiek studie uit laten voeren, waarbij diverse produktie- en afzetscenario's voor de diverse reststoffen zijn opgesteld (DHV, 1986). De Vliegasunie B.V. is door de kolenstokende elektriciteitsbedrijven opgericht ter bewerkstelling van een doelmatige afzet van kolenreststoffen. Inmiddels zijn de in het DHV-rapport genoemde waarden, vooral door het verschijnen van het nieuwste Elektriciteitsplan 1989-1998 (zie par. 2.2) enigszins achterhaald. Met de in het DHV-rapport gevolgde systematiek zijn echter wel nieuwe scenario's vast te stellen.
De nieuwste prognoses omtrent de produktie van kolenreststoffen zijn vermeld in een gezamenlijke publicatie Vliegasunie en Novem (Novem, 1988). Hierin zijn voor het kernenergiescenario en het kolenscenario (de laatste met twee varianten: de KV-STEG variant en de poederkoolvariant) de verwachtingen voor de kolenreststoffen, waaronder vliegas, bodemas en KV-slak (in dat rapport KV-granulaat genoemd) opgenomen. Deze waarden zijn samengevat in tabel 3.2.1. Daar hierbij aangenomen was, dat bij een KV-STEG alle as als slak vrijkomt, is bij de KV-STEG variant een correctie aangebracht (de oorspronkelijke waarden staan tussen haakjes).
De berekende waarden zijn gebaseerd op een asgehalte in de kolen van 10,5%, waardoor zoals ook in het rapport vermeld, de prognoses aan de veilige (hoge) kant zijn.

| Scenario | Reststof | 1989 | 1995 | 2000 | 2004 | 2008 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| KE | Vliegas | 820.000 | 880.000 | 840.000 | 740.000 | 480.000 |
| | Bodemas | 90.000 | 90.000 | 90.000 | 80.000 | 50.000 |
| | KV-slak | --- | 40.000 | 40.000 | 40.000 | 130.000 |
| Kolen KV-STEG | Vliegas | 820.000 | 880.000 | 910.000 (830.000) | 1000.000 (820.000) | 910.000 (500.000) |
| | Bodemas | 90.000 | 90.000 | 90.000 | 90.000 | 50.000 |
| | KV-slak | --- | 40.000 | 240.000 (320.000) | 550.000 (730.000) | 1250.000 (1660.000) |
| Kolen Poederkool | Vliegas | 820.000 | 880.000 | 1100.000 | 1490.000 | 1880.000 |
| | Bodemas | 90.000 | 90.000 | 120.000 | 170.000 | 230.000 |
| | KV-slak | --- | 40.000 | 40.000 | 40.000 | 40.000 |

Tabel 3.2.1 Prognoses voor vliegas- en slakproduktie in $t/_a$

Het blijkt, dat tot het jaar 2000 de produktiehoeveelheden bij de 3 scenario's/varianten hetzelfde zijn en dat na 2000 de waarden sterk uiteen gaan lopen.Bij het kernenergiescenario zullen na 2000 de hoeveelheden eerst langzaam en daarna zelfs sterk gaan afnemen. Ook de introductie van KV-STEG zal dan zeer beperkt plaatsvinden. In het kolenscenario zullen de te produceren hoeveelheden vanaf 2000 aanmerkelijk toenemen.

Ook voor de afzet heeft de Vliegasunie nieuwe prognoses gemaakt.
De ontwikkeling van de afzetmogelijkheden van vliegas is op grond van een aantal verwachtingen met drie scenario's beschreven:
- scenario "kleine vraag" gaat uit van een afname van de exportmogelijkheden van vliegas en bodemas tot een nulniveau in de periode van 1990 tot 1995, een geringe afzet van kunstgrind en trage ontwikkelingen van diverse deelmarkten
- scenario "middelgrote vraag" gaat uit van een gestadigde groei van de afzetmogelijkheden van vliegas
- scenario "grote vraag" houdt rekening met een snellere stijging van de af te zetten hoeveelheden op verscheidene deelmarkten, mede doordat de deponiekosten een prikkel zullen vormen om de afzet tot en zo hoog mogelijk niveau te bevorderen, en verder als gevolg van positieve technische ontwikkelingen in de grond-, weg- en waterbouwsector (ophogingen en dergelijke); ook is rekening gehouden met een belangrijke toeneming van de vraag naar kunstgrind.

De prognoses zijn vermeld in tabel 3.2.2.
De hierin genoemde types V1, V2 en V3 zijn kwaliteitsaanduidingen, met de volgende betekenis:
V1 aan deze vliegas worden de meeste eisen gesteld overeenkomstig de Duitse norm DIN 1045 en is daarmee geschikt voor toepassing in cement en beton. Deze as wordt alleen droog toegepast
V2 aan deze vliegas worden enige eisen gesteld met betrekking tot het percentage onverbrand (C-gehalte), het $Fe_2O_3$-gehalte en de fijnheid. Deze vliegas wordt zowel in droge vorm (V2d) als in aangevochtigde vorm (V2n) toegepast
V3 aan deze vliegas worden vrijwel geen nadere eisen gesteld. Ook deze vliegas wordt in droge vorm (V3d) of aangevochtigd (V3n) toegepast.

Het is niet algemeen zo, dat de klassen V1, V2 en V3 in die volgorde laagwaardiger zijn. Voor bepaalde toepassingen is bijvoorbeeld een hoog C-gehalte juist gewenst.

Tabel 3.2.2 Prognose vliegasafzet (in 1000 $t/_a$)

| Jaar | V1 droog | V2 droog | V2 nat | V3 droog | V3 nat | totaa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| kleine vraag | | | | | | |
| 1989 | 120 | 280 | 100 | 145 | 25 | 670 |
| 1990 | 75 | 310 | 100 | 170 | 50 | 705 |
| 1992 | 20 | 345 | --- | 180 | 60 | 605 |
| 1995 | 30 | 345 | --- | 225 | 100 | 700 |
| 2000 e.v. | 50 | 345 | --- | 225 | 100 | 720 |
| middelgrote vraag | | | | | | |
| 1989 | 145 | 280 | 100 | 145 | 25 | 695 |
| 1990 | 115 | 310 | 100 | 175 | 55 | 755 |
| 1992 | 80 | 345 | --- | 200 | 80 | 705 |
| 1995 | 50 | 345 | --- | 265 | 140 | 800 |
| 2000 e.v. | 70 | 345 | --- | 265 | 140 | 820 |
| grote vraag | | | | | | |
| 1989 | 170 | 280 | 100 | 145 | 25 | 720 |
| 1990 | 145 | 310 | 100 | 185 | 65 | 805 |
| 1992 | 110 | 345 | --- | 235 | 115 | 805 |
| 1995 | 70 | 345 | --- | 305 | 180 | 900 |
| 2000 e.v. | 90 | 345 | --- | 305 | 180 | 920 |

De afzetmogelijkheden voor bodemas zijn vermeld in tabel 3.2.3.

Tabel 3.2.3 De vraag naar bodemas (1000 t/a)

| Afnemer | 1990 | 1995 | 2000 | 2010 |
|---|---|---|---|---|
| Wegenbouw | 120 | 120 | 140 | 160 |
| Betonwaren | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Toeslag pleisters | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Totaal | 150 | 150 | 170 | 190 |

Betreffende vliegas is, met inbegrip van KV-vliegas en uitgaande van middelgrote vraag, uit bovenstaande cijfers of te leiden dat:
- zowel bij het kolen- als het kernenergiescenario vliegasoverschotten ontstaan, die omstreeks het jaar 2000 tot maximaal 900.000 ton gecumuleerd zijn;
- de vliegasoverschotten bij het kernenergiescenario na 2000 niet verder stijgen;
- bij de KV-STEG-variant van het kolenscenario de vliegasoverschotten verder stijgen tot cumulatief 1.800.000 ton in 2008;
- het vliegasoverschot bij de poederkoolvariant van het kolenscenario na 2000 sterk stijgt tot circa 6.500.000 ton in het jaar 2008;

Voor bodemas en KV-slak zijn de volgende gevolgtrekkingen te maken:
- zowel bij het kolen- als het kernenergiescenario zullen tot het jaar 2000 geen bodemasoverschotten ontstaan;
- bij het kernenergiescenario zullen ook in de periode 2000-2008 geen bodemasoverschotten ontstaan;
- bij de poederkoolvariant zullen vanaf 2003 geringe overschotten bodemas/KV-slak ontstaan die in 2008 cumulatief 300.000 ton bedragen;
- bij de KV-STEG variant zullen na 2000 grote overschotten bodemas/KV-slak ontstaan, die in 2008 cumulatief tot 4.800.000 ton opgelopen zullen zijn.

Conclusies betreffende DEMO KV/STEG

Voor het afzetten van de KV-vliegas en de KV-slak van de DEMO KV/STEG zijn de volgende conclusies te trekken:

- de jaarlijkse vliegasoverschotten, die tot 2000 gemiddeld maximaal circa 70.000 t bedragen (ca 9% van de geproduceerde hoeveelheid) zullen door de DEMO KV/STEG licht stijgen met ca 13.000 t/a.
  Daar deze prognose aan de behoudende kant is, is niet uit te sluiten, dat de geproduceerde hoeveelheden vrijwel geheel af te zetten zullen zijn. In 1988 werd 96% van de geproduceerde vliegashoeveelheid afgezet;
- na 2000 zal bij het kernenergiescenario de geproduceerde KV-vliegas en KV-slak afzetbaar zijn;
- na 2000 zal bij de KV-STEG variant van het kolenscenario de situatie ongeveer hetzelfde blijven als daarvoor, dat wil zeggen jaarlijks geen tot een gering vliegasoverschot;
- het is de verwachting, dat bij het kolenscenario tot het jaar 2000 de KV-slak op de bestaande markt is onder te brengen;
- vanaf 2003 zal bij de poederkoolvariant van het kolenscenario de KV-slak geproduceerd door de DEMO KV/STEG gaan bijdragen in het bodemas overschot, totaal cumulatief ca 200.000 ton in 2008;
- bij de KV-STEG variant van het kolenscenario zal de DEMO KV/STEG vanaf 2000 bijdragen in het bodemasoverschot, totaal cumulatief ca 360.000 ton in 2008.

Langdurige opslag van kolenreststoffen

Zoals uit het voorgaande blijkt en ook al uit de door DHV in opdracht van de OGKR uitgevoerde studie was gebleken, is het aannemelijk, dat het stoken van kolen in elektriciteitscentrales structureel kan gaan leiden tot het ontstaan van een overschot aan kolenreststoffen. Voor het oplossen van dit probleem wordt gedacht aan het inrichten van een landelijke faciliteit voor langdurige opslag. De Ministers van Economische Zaken en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer hebben in 1987 schriftelijk te kennen gegeven bereid te zijn ondersteuning te geven bij de invulling van een initiatief daartoe, indien dit door de elektriciteitssector wordt genomen.

Eind 1987 heeft de elektriciteitssector de Stuurgroep LOKO geformeerd, die tot taak heeft:

* Het doen van voorstellen, teneinde te komen tot de keuze van een of enkele locaties en het voorbereiden van de inrichting daarvan. Daartoe zal de stuurgroep:
  a algemene economische en milieuhygiënische randvoorwaarden opstellen waaraan een langdurige opslag van kolenreststoffen dient te voldoen;
  b geschikte locaties inventariseren en selecteren;
  c de voorkeur bepalen voor één of meer locaties;
  d procedures voorbereiden en begeleiden, teneinde de planologische inpassing te bewerkstelligen en de vereiste milieuvergunning(en) te verkrijgen.

* Tevens de meest geschikte organisatiestructuur aan te geven voor de exploitatie en het beheer van de bedoelde voorzieningen.

Daar het de bedoeling is deze opslag ver voor het jaar 2000 te realiseren en pas na dat jaar de vliegas- en slak hoeveelheden, die door de DEMO KV/STEG geproduceerd worden eventueel een rol van betekenis gaan spelen bij de overschotten, zal indien op dat moment geen of onvoldoende toepassing mogelijk is, deze opslag voor de DEMO KV/STEG overschotten een oplossing bieden.

Tot slot zij hier opgemerkt, dat veel inspanning wordt en zal blijven worden verricht om nuttige toepassingsmogelijkheden voor de kolenrestproducten te vinden en dat dus nog geenszins zeker is dat overschotten aan reststoffen van kolenvergassing zullen ontstaan. De langdurige opslag is vooral bedoeld om in het geval de reststoffentoepassing niet mogelijk blijkt de zekerheid te hebben, dat de electriciteitsvoorziening hierdoor niet in gevaar komt.

### 3.2.4 Meest milieuvriendelijke alternatief

Zoals in par. 3.2.1 aangegeven wordt het meest milieuvriendelijke alternatief gevormd door de voorgenomen activiteit te combineren met de meest milieuvriendelijke uitvoeringsalternatieven.
Het meest milieuvriendelijke alternatief bestaat dientengevolge uit de voorgenomen activiteit, zoals behandeld in par. 3.1, met de volgende modificaties:

- toepassing van het droge zwavelwinningssysteem met terugvoering van het restgas zodat de totale zwavelverwijdering 99,5% bedraagt
- verbrandingskamerconstructies van de gasturbines, die in de toekomst zover ontwikkeld zijn, dat de gemiddelde uitworpwaarde lager is dan 50 g/GJ (toekomstalternatief)
- condensorkoelwaterkoeling met een koeltoren
- gesloten opslag van KV-vliegas en KV-slak.

Voor verdere details wordt verwezen naar de paragrafen 3.2.3.1 t/m 3.2.3.3 en 3.2.3.5

# 4 BESLUITVORMING EN RANDVOORWAARDEN

## 4.1 Inleiding

De bouw en het bedrijf van de DEMO KV/STEG dient plaats te vinden met inachtneming van eisen vanuit overheidsbeleid en -wetgeving inzake de elektriciteitsvoorziening, ruimtelijke ordening en milieu en met inachtneming van technisch-economische eisen vanuit de elektriciteitsvoorziening. Deze eisen kunnen beperkingen opleggen of randvoorwaarden stellen aan de besluiten over de vergunningen van de DEMO KV/STEG, waarvoor het MER is opgesteld. De belangrijkste eisen die voortvloeien uit overheidsbeleid en -wetgeving worden aangegeven in:

- Nota Energiebeleid, deel 2/Kolen (1980)
- Nota Elektriciteitsvoorziening in de jaren '90 (regeringsstandpunt met betrekking tot het Eindrapport van de Maatschappelijke Discussie Energiebeleid, 1985)
- Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (deel e, tekst na parlementaire behandeling, 1981)
- Elektriciteitsplan 1989-1998 (1989)
- Indicatief Meerjaren Programma's Milieubeheer, nader uitgewerkt in het Milieuprogramma 1988-1991 (Tweede Kamer, 1987) en het Nationaal Milieubeleidsplan (Tweede Kamer, 1989)
- Besluit emissie-eisen stookinstallaties WLV (1987)
- Indicatief Meerjarenprogramma Water 1985-1989 (1985)
- Rijkswaterkwaliteitsplan (1987), inclusief de Voorlopige richtlijnen inzake het lozen van koelwater (bijlage 3)
- Nota Waterhuishouding in Nederland (1984)
- Besluit Risico's zware ongevallen (Staatsblad 1988, 432)
- Streekplan Noord- en Midden-Limburg (1982)
- Milieunota provincie Limburg (1985)
- Stofgericht programma $SO_2$ en zwevende deeltjes 1987-1988 (1987)
- Ontwerp-Geluidzonering Maascentrale (1987)
- Bestemmingsplan Westzijde Lateraal Kanaal, gemeente Roermond (1967).

Eén en ander zal in de volgende paragraaf nader worden uitgewerkt.

## 4.2 Randvoorwaarden

Het rijksoverheidsbeleid inzake de elektriciteitsvoorziening in de toekomst is aangegeven in "Elektriciteitsvoorziening in de jaren '90" (Tweede Kamer 1985). Dit beleid is gericht op brandstoffendiversificatie en een internationaal concurrerende elektriciteitsprijs. Om dit te bereiken wordt voor het jaar 2000 een brandstoffeninzet in de elektriciteitssector nagestreefd gebaseerd op 35% gas/- olie, 31% kolen, 31% kernenergie en 3% water en wind (momenteel (1985) respektievelijk 73%, 21%, 6% en 0%).

De wens om tot een groter aandeel van kolen in de brandstoffeninzet te komen werd reeds in 1980 in de Nota Energiebeleid Deel 2: Kolen geformuleerd. Toen werd als beleid geformuleerd dat in het jaar 2000 40% van het totaal opgestelde elektriciteitsproduktievermogen op kolen gebaseerd diende te zijn. De nota "Elektriciteitsvoorziening in de jaren 90" is de herevaluatie van de Nota Energiebeleid Deel 2: Kolen, waarbij het beleid met betrekking tot het uitbreiden van het aandeel kolen in de brandstoffeninzet wordt voorgezet.

Om een brandstoffenverdeling te verkrijgen gebaseerd op brandstoffendiversificatie en een internationaal concurrerende elektriciteitprijs, zal nieuw kolengestookt vermogen nodig zijn, zeker gezien het gegeven dat besluiten omtrent de realisering van nieuw nucleair vermogen opgeschort zijn naar aanleiding van het ongeval met de kerncentrale in Tsjernobyl.

In het Structuurschema voor de Elektriciteitsvoorziening (Tweede Kamer 1981) zijn potentiële vestigingsplaatsen voor elektriciteitscentrales van in totaal tenminste 1000 MW aangegeven. Deze vestigingsplaatsen zijn in eerste instantie naar voren gekomen na beoordeling op koelmogelijkheden. Ook de doelstellingen van de elektriciteitsvoorziening zijn daarbij in de beschouwing betrokken. Voor de totale vermogensomvang op de vestigingsplaats Buggenum is circa 1000 MW (el.) aangegeven. Daarbij geldt dat bij lage Maasafvoeren de centrale Maasbracht (Clauscentrale) met koeltorens gekoeld dient te worden, teneinde de koelcapaciteit van de Maas voor Buggenum te reserveren.

Vervolgens zijn in het SEV de potentiële vestigingsplaatsen getoetst aan doelstellingen ten aanzien van ruimtelijke inrichting, landschap, natuurlijk milieu, milieuhygiëne en recreatie.

Ten aanzien van deze aspecten worden in het SEV voor de vestigingsplaats Buggenum geen bezwaren verwacht.

De totale beoordeling van de vestigingsplaats Buggenum is volgens het SEV dat geen of weinig bezwaren te verwachten zijn. Een en ander dient echter nader getoetst te worden in de vergunningen- en mer-procedure.

Het SEV heeft de procedure van de Planologische Kernbeslissing (PKB) doorlopen en het is op 23 november 1981 door de Tweede Kamer vastgesteld en bestrijkt de periode tot het jaar 2005, onderscheiden in twee fasen (tot 1995 en na 1995). Voor het Elektriciteitsplan dient een keuze gemaakt te worden uit de vestigingsplaatsen genoemd voor de eerste fase. Hiertoe behoort de vestigingsplaats Buggenum.

De relevante besluiten inzake de DEMO KV/STEG uit het Elektriciteitsplan 1989-1998 zijn reeds aangegeven in hoofdstuk 2 van het MER. In essentie gaat het om de bouw op de locatie Maascentrale, de inbedrijfstelling in 1993 en een vermogensomvang van circa 250 MW (el.).

Het milieubeleid van de rijksoverheid is aangegeven in de verschillende Indicatieve-Meerjarenprogramma's (IMP)-Milieubeheer, nader uitgewerkt in het Milieuprogramma 1988-1991, (Tweede Kamer, 1987) en het Nationaal Milieubeleidsplan (Tweede Kamer, 1989).
Centraal in het verzuringsbeleid van de rijksoverheid staat nu een depositiedoelstelling van 2400 zuurequivalenten per hectare per jaar, voor het jaar 2000, waarmee een deel van de bossen en natuurgebieden kan worden beschermd. Voor $SO_2$ en $NO_x$ zijn emissieplafonds aangegeven voor de electriciteitsbedrijven van respectievelijk 30 kiloton en 55 kiloton in 1994 en ten hoogste 30 en 40 kiloton in 2000. Verder dient het streven erop gericht te zijn de $CO_2$-emissies op een verantwoorde manier zoveel mogelijk te beperken.

In verband met de verspreiding van verontreinigende stoffen in het milieu worden in het IMP-Milieubeheer (ontwerp)grens- en richtwaarden voor de luchtkwaliteit geformuleerd. Voor een aantal stoffen bestaan er reeds (ontwerp)grens- en richtwaarden. Voor een groot aantal andere stoffen zijn deze in voorbereiding. Bij de behandeling van de bestaande toestand van het milieu rond de Maascentrale en bij de toestand van het milieu na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG, zal de luchtkwaliteit getoetst worden aan de reeds bestaande (ontwerp)grens- en richtwaarden.

Inzake de produktie van kolenreststoffen zal de rijksoverheid initiatieven van de elektriciteitssector om te komen tot één of meer centrale opslagplaatsen voor niet-afzetbare kolenreststoffen ondersteunen.

In het IMP-Milieubeheer worden ook maximaal toelaatbare niveaus voor individueel en groepsrisico aangegeven in verband met externe veiligheid. Gezien de aard en ligging van een KV/STEG is alleen het individueel risico relevant. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat activiteiten met een individueel risico van kleiner of gelijk aan $10^{-8}$ per jaar als verwaarloosbaar kunnen worden beschouwd.

Voor de een KV/STEG zijn in het Besluit emissie-eisen stookinstallaties (WLV) 1987 geen emissie-eisen opgenomen. Het besluit is volgens artikel 2 niet van toepassing op stookinstallaties die bestemd zijn voor het onderzoeken, beproeven of demonstreren van experimentele verbrandingstechnieken. Hiervoor zullen emissie-eisen dienen te worden vastgesteld in het kader van de vergunningverlening.

Het IMP-Water 1985-1989 bevat de hoofdlijnen en beginselen die van algemeen belang zijn voor het landelijk te voeren beleid. Centraal in dit beleid staat:
1 vermindering van de verontreiniging
2 standstill-beginsel
3 waterkwaliteitsdoelstellingen.

Bij verminderen van verontreinigingen geldt voor de zwarte lijst stoffen dat gestreefd moet worden naar het beëindigen van de lozing (ten minste toepassing van best bestaande technieken). Voor de overige stoffen gelden toepassing van best uitvoerbare technieken en de waterkwaliteitsdoelstellingen voor het ontvangende oppervlaktewater.

Het standstill-beginsel houdt in dat de waterkwaliteit niet significant mag verslechteren, terwijl voor de zwarte lijst stoffen geldt dat de emissies in een bepaald gebied niet mogen toenemen. Wanneer echter de lokale verslechtering van de waterkwaliteit veroorzaakt wordt door lozing door een zuiveringsinstallatie, dan kan de lozing toelaatbaar worden geacht, indien daardoor bestaande ongezuiverde lozingen worden gesaneerd.

Bepalend voor de samenstelling van afvalwater dat op oppervlaktewater mag worden geloosd zijn de waterkwaliteitsdoelstellingen en bijbehorende normen. In principe wordt gestreefd naar in het IMP-Water als algemeen beschermingsniveau (voor zoete oppervlaktewateren) omschreven basiskwaliteit. Voor bepaalde wateren kunnen verdergaande doelstellingen gelden. De waterkwaliteitsdoelstellingen zijn neergelegd in het Rijkswaterkwaliteitsplan 1986.

Voor de Maas gelden de volgende kwaliteitsdoelstellingen, inclusief de termijn waarop deze gehaald dienen te worden:

| Termijnen | 85 | 86 | 91 | 92 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Functies en kwaliteitsdoelstellingen | Drinkwater | Zwemwater | Water voor karperachtigen | Schelpdierwater | Watervoorziening | Recreatie | Ecologische doelstelling |
| Maas | | | | | | | |
| Maas | | | x | | x | x | |
| Grensmaas | | | x | | | x | x |
| Julianakanaal | | | x | | | | |
| Lateraalkanaal | | | x | | | | |
| Maas-Waalkanaal | | | x | | x | | |
| Kanaal v. St. Andries | | | x | | | | |
| Zuid-Willemsvaart | | | | | x | | |
| Kanaal Wessem-Nederweert | | | | | | | |
| Oude Maasarmen/Zandputten | | x | x | | | x | x |

Nieuwe koelwaterlozingen zijn op grond van de voorlopige richtlijnen inzake het lozen van koelwater, welke gehanteerd wordt door de minister van Verkeer en Waterstaat, gebonden aan de volgende koelwaterrichtlijnen:

- een maximum lozingstemperatuur van 30 °C
- een maximum temperatuursprong over de condensor van 7 K in de zomer (achtergrondtemperatuur 23 °C) en 15 K in de winter (achtergrondtemperatuur 0 °C) met hiertussen een geleidelijke overgang
- de temperatuurverhoging over het dwarsprofiel van de Maas mag niet meer bedragen dan 3 K boven de natuurlijke temperatuur
- warmtelozing is niet toegestaan bij een zuurstofgehalte bovenstrooms van het lozingspunt van minder dan 5 mg/l, tenzij het koelwater intensief wordt belucht.

Het Rijkswaterkwaliteitsplan (incl. regionota) is gebaseerd op de nota "Waterhuishouding in Nederland". In deze nota en de daaruit voorkomende notitie "Omgaan met water" is de visie neergelegd op het waterhuishoudkundig systeem van Nederland. In de nota "Waterhuishouding in Nederland" worden de koelcapaciteiten langs rivieren en kanalen voor de situatie in 1990 geschat bij een ongewijzigd waterhuishoudkundig en bij een gewijzigd waterhuishoudkundig beleid. De koelcapaciteit betreft het opwekbaar vermogen zonder dat normoverschrijding plaatsvindt in de landelijk gezien ongustigste decade van een droog en een extreem droog jaar. Voor de vestigingsplaats Buggenum bedraagt deze koelcapaciteit:

| ongewijzigd beleid | | gewijzigd beleid | |
|---|---|---|---|
| extreem droog jaar | droog jaar | extreem droog jaar | droog jaar |
| 204 MW (el.) | 284 MW (el.) | 177 MW (el.) | 302 MW (el.) |

Het verschil in opwekbaar vermogen bij ongewijzigd beleid en gewijzigd beleid is voornamelijk het gevolg van de vigerende koelwaterrichtlijnen. Het ongewijzigd beleid (situatie voor 1981) is een situatie waarbij voor koelwaterlozing alleen de 30 °C-norm geldt. Bij gewijzigd beleid geldt naast de 30 °C-norm ook de 3K maximale opwarming van de Maas buiten de mengzone.

Het Besluit Risico's zware ongevallen is voor de DEMO KV/STEG niet van toepassing omdat de in de KV/STEG aanwezige hoeveelheden gevaarlijke stoffen ver onder de gestelde maximale hoeveelheden blijven, op grond waarvan een extern veiligheidsrapport noodzakelijk zou zijn.

De vestiging van de DEMO KV/STEG bij de Maascentrale past in het provinciaal ruimtelijk beleid zoals neergelegd in het streekplan Noord- en Midden-Limburg.

In de Milieunota van de provincie Limburg worden immissiegrenswaarden voor luchtverontreinigende stoffen gehanteerd die overeenkomen met de (ontwerp)grenswaarden zoals in het kader van het IMP worden vastgesteld. Verder worden EPEL-waarden gehanteerd inzake maximale concentraties giftige stoffen in de lucht.

Inzake geluidhinder zijn de normen overeenkomstig de Wet Geluidhinder.

De normstelling voor externe veiligheid houdt in, dat indien de kans op een individueel dodelijk ongeval gelijk of kleiner dan $10^{-8}$ is, dit toelaatbaar geacht wordt.

In het stofgerichtprogramma $SO_2$ en zwevende deeltjes 1987-1988 is aangegeven dat het beleid er op gericht zal zijn dat de 50-percentielrichtwaarde voor $SO_2$ niet wordt overschreden, terwijl de 95- en 98-percentielrichtwaarden op termijn bereikt dienen te worden. Voor de vergunningverlening zal daartoe uitgegaan worden van "best practical means".

In het kader van de Wet Geluidhinder is een ontwerp-zonegrens vastgesteld voor het terrein van de Maascentrale. Deze zonering is aangegeven in figuur 4.1.

In het bestemmingsplan "Westzijde Lateraal Kanaal is de locatie van de DEMO KV/STEG bestemd als gronden voor gebouwen ten behoeve van de elektriciteitsopwekking en daarbij behorende andere bouwwerken en andere werken. De totale bebouwde oppervlakte mag niet meer bedragen dan 60% van de bovengenoemde gronden. Verder mag de hoogte van de te bouwen schoorstenen niet meer dan 150 m bedragen en die van de overige bouwwerken niet meer dan 75 m.




**Figuur 4.1 Ontwerp geluidzone Maascentrale Buggenum**

## 4.3 BESLUITVORMING

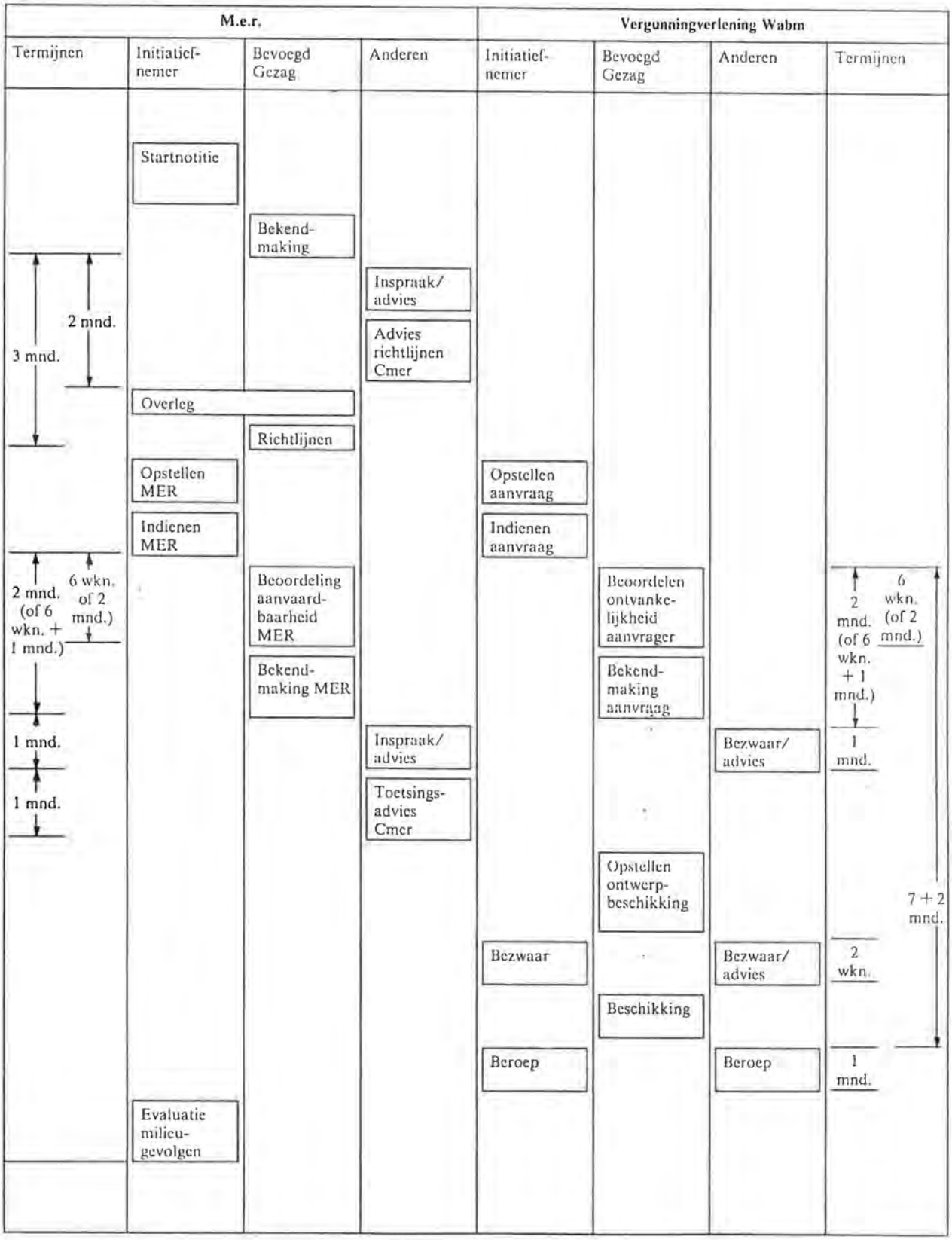
Voordat met de bouw van de DEMO KV/STEG begonnen kan worden dienen diverse vergunningen verleend te zijn. Het betreffen vergunningen op grond van:
- Woningwet (in verband met de bouwvergunning)
- Hinderwet (HW)
- Wet inzake de Luchtverontreiniging (WLV)
- Wet Geluidhinder (WGH)
- Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO).

De bouw van de DEMO KV/STEG vindt plaats onder verantwoordelijkheid van Demkolec B.V., een dochteronderneming van de N.V. Sep. Demkolec was ten tijde van de start de MER-procedure nog niet opgericht, reden waarom de N.V. Sep de richtlijnen voor dit MER heeft aangevraagd. De vergunningen op grond van de HW, WLV en WGH zullen worden aangevraagd door Demkolec B.V. De vergunning op grond van de WVO zal worden aangevraagd door de N.V. EPZ, de eigenaar van het koelwaterafvoersysteem via welke de DEMO KV/STEG haar afvalwater zal lozen op het oppervlaktewater.

De DEMO KV/STEG zal worden gesitueerd op het grondgebied van de gemeente Roermond. De bouwvergunning dient daarom verleend te worden door de gemeente Roermond. De voorgenomen activiteit past in het vigerende bestemmingsplan "Westzijde Lateraal Kanaal". De exacte situering van de DEMO KV/STEG zal circa 100 m ten oosten van de locatie, zoals vermeld in de startnotitie voor de MER-procedure, plaatsvinden.

De vergunningen die nodig zijn op grond van HW, WLV en WGH zullen gecombineerd worden aangevraagd bij Gedeputeerde Staten van Limburg. De vergunning op grond van de WVO zal worden aangevraagd bij de Minister van Verkeer en Waterstaat (Rijkswaterstaat, directie Limburg). De procedures voor vergunningverlening op grond van WLV, HW, WGH en WVO is conform de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne (WABM) en is aangegeven in figuur 4.2. De mer-procedure is daarin geïntegreerd.

Ten aanzien van alle besluiten over de vergunningen geldt dat deze voorafgegaan worden door inspraak- en adviesprocedures, terwijl tegen de besluiten beroep mogelijk is.




**Figuur 4.2 Procedure mer en vergunningverlening voor DEMO KV/STEG**

# 5 BESTAANDE TOESTAND VAN HET MILIEU ROND DE MAAS-CENTRALE

## 5.1 Inleiding

De bestaande toestand van het milieu rond de Maascentrale zal in dit MER worden beschreven, voor zover die toestand van belang is voor de voorspelling van de gevolgen voor dat milieu bij uitvoering van de voorgenomen activiteit. Daarbij komen de aspecten grondgebruik, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, geluidbelasting en landschap aan de orde. Het aspect veiligheid wordt niet apart beschreven. Inzake de veiligheidsaspecten van de huidige conventionele poederkoolgestookte eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale wordt verwezen naar het Milieu-Effect-Rapport kolengestookte eenheid 8 Centrale Hemweg (UNA, 1988 pag. 6.82 t/m 6.87). Uit de daarin opgenomen beschouwing komt naar voren dat in zijn algemeenheid de kans op ongevallen door conventionele poederkoolgestookte eenheden in het verwaarloosbaarheidsniveau, volgens het IMP-milieubeheer 1987-1991, valt.
Per milieuaspect verschilt de omvang van het mogelijke beïnvloedingsgebied. In zijn algemeenheid wordt echter een gebied in beschouwing genomen van 37,5 x 37,5 km waarbij, in verband met de emissies van luchtverontreinigende stoffen en de overheersende zuid-westelijke winden, het beschouwde gebied zo is gekozen dat het oppervlak ten noordoosten van de Maascentrale groter is dan het oppervlak ten zuidwesten van de centrale. Binnen dit gebied van 37,5 x 37,5 km vallen de maxima van de jaargemiddelde concentraties van luchtverontreinigende stoffen op grondniveau ten gevolge van emissies van de Maascentrale. Dit gebied omvat ook globaal de isolijnen van bovengenoemde jaargemiddelde concentraties die groter of gelijk zijn aan 50% van de maxima. Daar waar per milieuaspect de beschrijving van het milieu beperkt is tot een kleiner gebied is dat in de tekst aangegeven. Voor zover mogelijk wordt ook aandacht besteed aan de te verwachten ontwikkeling in het bestaande milieu, zonder rekening te houden met de voorgenomen activiteit. Ontwikkelingen welke mogelijk zouden kunnen plaatsvinden op de Maascentrale zoals bijvoorbeeld een vuilverbrandingsinstallatie of een installatie voor de verwerking van vliegas c.q. produktie van vliegascement worden op het moment nog op haalbaarheid onderzocht. Over deze installaties zijn te weinig gegevens bekend om hun invloed op de ontwikkeling van het bestaande milieu vast te kunnen stellen.

## 5.2 Grondgebruik en natuurwaarden

Het gebied van 37,5 km x 37,5 km wordt op de topografische kaarten van Nederland begrensd door de noord-zuid coördinaten 181 en 218,5 en de oost-west coördinaten 344,5 en 382. Dit gebied heeft een oppervlak van 140 625 ha.

Hiervan valt 32% buiten Nederland (3% is Belgisch en 29% is Duits gebied). Over het gedeelte van het te beschouwen gebied in België en Duitsland is minder informatie beschikbaar dan over het Nederlandse deel, waardoor de beschrijving van de gebieden buiten Nederland globaler zal zijn dan van het Nederlandse deel.

### 5.2.1 Huidig grondgebruik

Op basis van kaartmateriaal is een globale schatting gemaakt van het huidige grondgebruik. Het grondgebruik is als volgt verdeeld.

Tabel 5.2.1 Aandeel grondgebruik in beschouwd gebied rond de Maascentrale

| grondgebruik | totale gebied | Nederlandse deel |
|---|---|---|
| bouwland | 37% | 32% |
| grasland | 21% | 25% |
| bos | 18% | 13% |
| natuurterreinen | 3% | 3% |
| water | 2% | 2% |
| bebouwing | 10% | 13% |
| overig | 9% | 12% |

In het Nederlandse deel van het beschouwde gebied omvat de agrarische activiteit ook intensieve veehouderij, in het jaar 1980 77 000 runderen, 440 000 varkens en 7,5 miljoen stuks pluimvee. De varkenshouderij wordt vooral in het Peelgebied beoefend en de gemeente Nederweert is een concentratie voor pluimveehouderij. Voor het Nederlandse deel van het beschouwde gebied is het gemiddeld aantal varkens per ha drie maal zo hoog en het gemiddeld aantal stuks pluimvee per ha vijf maal zo hoog als gemiddeld voor Nederland. Deze intensieve veehouderij veroorzaakte in 1987 binnen het Nederlandse deel van het beschouwde gebied ruim tweederde deel van de totale stikstofdepositie van ongeveer 5500 ton/jaar. Over het Duitse en Belgische deel van het beschouwde gebied zijn geen getallen beschikbaar.

### 5.2.2 Natuurgebieden

Voor natuurgebied wordt hier de omschrijving gebruikt volgens het structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud. Natuurgebieden worden daarin beschreven als gebieden waarin de aanwezige levensgemeenschappen geheel of overwegend spontaan tot ontwikkeling zijn gekomen, al dan niet onder invloed van vormen van menselijk handelen.

Relaties tussen planten onderling en tussen planten en dieren worden beïnvloed door beheer van de levensgemeenschap. Als het beheer in een bepaald terrein primair gericht is op natuurbehoud, is eveneens sprake van een natuurgebied.

Ondanks veel menselijk ingrijpen is de Maasvallei nog één van de mooiste rivierlandschappen van Nederland. Vooral de Belgische Maasoever binnen het beschouwde gebied heeft, dankzij extensiever gebruik, nog mooie maasheggen van meidoorn en sleedoorn. Het grootste deel van het binnen Nederland liggende gedeelte van het beschouwde gebied heeft waardevolle of zeer waardevolle natuurwaarden.

Doordat de Maas in het verleden nogal eens van loop is veranderd heeft de Maas ook buiten de huidige Maasvallei haar invloed doen gelden. Veel oude Maasmeanders zijn in het landschap terug te vinden, soms op kilometers afstand van de huidige Maasloop. Deze Maasmeanders zijn in de loop der tijden geheel of gedeeltelijk verland en soms weer uitgeveend. Ze hebben een rijke en interessante flora. Enkele oude Maasmeanders met botanische of natuurwetenschappelijke waarde zijn het Beesels Broek, Dubbroek bij Maasbree, de Turfkoelen bij Herkenbosch, het Zwartwater bij Velden en Koelbroek bij Blerick. Zijrivieren met plaatselijk nog gave meanders met drassige weilanden, moerasbosjes en populierenopstanden zijn de Roer en de Swalm. Op Duits gebied zijn grote delen van de Swalm genormaliseerd. Mooie beekdalen van kleinere beekjes zijn het Molenbeekdal ten noordwesten van Maasbree, het Leudal tussen Heythuysen en de Maas en het Rozendaal en Schrevenhof bij Sint Joost. De beekdalen bezitten een rijke flora. Sommige beken zochten hun weg door de oude Maasmeanders. Waar het verval van de beken groot genoeg is worden nog oude watermolens aangetroffen. Het beekdallandschap is zeer afwisselend met weilanden, houtwallen en moerasbosjes. Op de beekdalhellingen zijn plaatselijk mooie loofbossen, bijvoorbeeld in het Leudal, het Vreewater bij Velden, het Spaanse bos, de Winkel bij Maasbree en vooral de Holtmühle bij Tegelen.

Drassige graslanden met broekbos langs beken zijn te vinden bij Kessel (Donkervennen), bij het Molenbeekdal en Langhout bij Maasbree, de Voorst bij Posterholt, de Wilde Bemden, bij Heythuysen en Aardsbroek en Heesbeemden bij Sevenum.

De belangrijkste natuurgebieden in het Peelgebied zijn de restanten van het vroeger ondoordringbare hoogveenlandschap met karakteristieke hoogveenvegetaties op de grens van Brabant en Limburg, de Groote Peel, Mariapeel en de Zoom. Vooral de Groote Peel heeft grote nog voedselarme wateroppervlakken. Voedselarme vennen buiten de Groote Peel zijn nog te vinden op de Beegderheide en in de Meinweg. Veel oude heidevennen zijn voedselrijk geworden, zoals het Sarsven en de Balen en Roevenderpeel ten oosten van Nederweert.

Het heideven de Grote Moost, noordoost van Nederweert is geheel dichtgegroeid. De rivierduinen ten oosten van de Maas (de Weerd bij Velden) en de dekzanden ten westen van de Maas vertonen een afwisselend landschap met veel cultuurbossen, zoals het Boekenderbos bij Kessel, het Sint Jan Sleutelbos ten noorden van Blerick, waterbloem bij Heibloem, de Melickerheide, Wellenstein in de gemeente Nederweert, de Beegderheide en de bossen bij Helden.

De rand van het hoogterras, voornamelijk in Duitsland liggend, is ook bebost met veelal produktiebos. Het natuurgebied Meinweg in Nederland, ook een stuk hoogterras, loopt in Duitsland door en vormt een geheel met de rest van de strook bos langs de rand van het hoogterras. De Meinweg in Nederland heeft echter bijzondere betekenis door een geologische storing waardoor het westelijk deel van het hoogterras omlaag is gezakt.

Botanisch en vaak ook ornithologisch waardevolle gebieden, ontstaan door menselijk ingrijpen, zijn verlande kleiputten, zoals de Doort bij Echt en Heek bij Swalmen. Ook oude kleigroeven zoals de Mussenberg bij Kessel en de Jemmerdaalse Heide bij Venlo zijn botanisch zeer interessant.

Buiten Nederland moeten binnen het beschouwde gebied nog de volgende natuurgebieden worden genoemd: in België de Vijverbroek, een loofbos vlak over de grens bij Thorn en in Duitsland, behalve de al genoemde bossen, moerasbossen langs de Swalm en de Nette. De Nette is door stuwtjes een aaneenschakeling van meertjes geworden met daartussen beekrestanten. Deze meertjes worden in belangrijke mate recreatief gebruikt.

Veel van de hierboven genoemde natuurgebieden hebben dankzij het wisselend karakter en gradiënten (droog-nat of hoog-laag) behalve een rijke en interessante flora ook een belangwekkende fauna. In veel van de nog uitgestrekte bossen broeden naast zangvogels ook veel roofvogels. Ook de broekbossen en houtwallen geven nestgelegenheid aan veel vogelsoorten. Moerasgebieden, oude Maasmeanders en enkele vennen geven nog broedgelegenheid aan blauwe en bruine kiekendief, roerdomp en fuut, terwijl de steile beekoevers broedgelegenheid geven aan oeverzwaluwen en aan de in Nederland steeds zeldzamer wordende ijsvogel. In de Peelgebieden komen meer dan 80 broedvogelsoorten voor. Verder is het Peelgebied een belangrijke pleisterplaats voor ganzen en rustgebied voor kraanvogels tijdens de najaarstrek. Voor wat zoogdieren betreft komt in het beschouwde gebied de das voor in geaccidenteerde dekzand- en rivierduingebieden, hoewel deze soort in aantal achteruit gaat. Vos en ree komen algemener voor en ook kleine marterachtigen vinden nog veel goede biotopen. In het grensgebied en in Duitsland komt het wilde zwijn voor. In het beschouwde gebied komen alle Nederlandse slangen voor.

Een gedeelte van de Meinweg is een adderreservaat. Een aantal natuurgebieden heeft nog een geschikte biotoop voor amfibieën, waaronder de zeldzame knoflookpad en hagedissen.

De visstand in veel beken heeft te lijden gehad van de vervuiling. Slechts weinig beken zijn niet of weinig vervuild. In de Maas zijn in het gestuwde deel veel van de echte riviervissen die nog in de Grens Maas voorkomen, zoals sneep, barbeel en riviergrondel, vervangen door vissen van stilstaande wateren.

In het hoogveen waren de wateren van nature te zuur voor de meeste vissoorten. Alleen het hondsvisje, oorspronkelijk afkomstig uit Amerika, kan zich in zuur water handhaven. Door zure neerslag zijn ook oorspronkelijk niet zure, maar voedselarme, vennen verzuurd en is de visstand achteruit gegaan. Dit geldt bijvoorbeeld voor de vennen in de Meinweg en sommige vennen in het Peelgebied. De voedselrijke vennen zoals Sarsven en de Balen zijn niet zuur en hebben een redelijk gevarieerde visstand.

De bossen binnen het beschouwde gebied hebben evenals elders in Nederland te lijden van luchtverontreiniging. De effecten van luchtverontreiniging op de vegetatie wordt in het algemeen samengevat als effecten van zure regen, hoewel schade aan bossen waarschijnlijk meer een gevolg is van verstoring van stikstofhuishouding dan van verzuring.

De vitaliteit van het bos in Limburg is in 1988 verslechterd. Het oppervlak vitaal bos in met 5,5% afgenomen in vergelijking met 1987. Momenteel is in Limburg 56,6% van het bosbestand vitaal. Voor heel Nederland is dit 50,9%. In Limburg is 26,2% van het bos minder vitaal, 13,4% weinig vitaal en 3,8% niet vitaal. De cijfers voor Nederland zijn respectievelijk 28,1%, 16% en 5%. Het minder vitale bos is vooral in het Peelgebied en in de Maasvallei te vinden. Binnen het beschouwde gebied is bijvoorbeeld een groot deel van het bos van de Beegderheide minder vitaal. In het Meinweggebied zijn 13 steekproeven genomen. Hiervan was het bos op 9 steekproeven vitaal, op 3 minder vitaal en op 1 niet vitaal.

Gezien de slechte vitaliteit van bossen in de directe omgeving van concentraties intensieve veeteeltbedrijven kan worden geconcludeerd dat hoge ammoniakemissies nadeling zijn voor deze bossen.

### 5.2.3 Landschappelijk waardevolle gebieden

Gebieden met een bijzonder landschap zijn:
- het dal van Astense Aa
- het afgeveende gedeelte langs de Helenavaart tussen Mariapeel en de Deurnse Peel
- de vennen en omringend gebied ten oosten van Nederweert
- het dal van de Tungelroysche beek en Leubeek
- het Swalmdal
- het Roerdal
- de Maasbocht tussen Ohé en Stevensweert.

Vrijwel het hele beschouwde gebied is van aardwetenschappelijk belang. Belangwekkende verkavelingspatronen komen voor in Roer- en Swalmdal, in de Maasbocht bij Ohé, om Thorn, langs de Uffeltsche beek.

### 5.2.4 Cultuurhistorische waarden in het beschouwde gebied

Het beschouwde gebied is ruim voorzien van cultuurhistorisch waardevolle objecten, zoals kastelen, ruïnes, molens, zowel in het Nederlandse deel als in Duitsland en België. Binnen het beschouwde gebied liggen zevenentwintig kastelen of buitenplaatsen en een drietal ruïnes. Langs de vele beken zijn in Nederland zeven, in België drie en in Duitsland nog twee watermolens. Daarnaast staan in het beschouwde gebied achttien windmolens.

In Blerick en Venlo en bij Stevensweert en Roermond zijn restanten van vestingswerken.

Van belangrijke stads- of dorpsgezichten, beschermd of in procedure, moet in de eerste plaats het witte stadje Thorn worden genoemd, vroeger de zetel van een rijksvorstin, de abdis van het stift in Thorn. Verder Roermond, Stevensweert, Wessem en Ronkenstein (bij Reuver).

### 5.2.5 Recreatie

De grote oppervlakken open water ten gevolge van grindwinning bieden gelegenheid tot watersport en oeverrecreatie. Andere belangrijke recreatiemogelijkheden binnen het MER-gebied zijn:
- de Schatberg bij Sevenum
- de Bercht bij Beerlo
- de Heldense bossen
- Heelderpeel
- 't Hitje bij Posterholt.

Daarnaast zijn er nog een groot aantal recreatiemogelijkheden van geringere omvang, terreinen voor tenten, toer- en stacaravans en enige terreinen met zomerhuisjes.

### 5.2.6 Woon- en industriegebieden

Woongebieden van enige omvang binnen het beschouwde gebied zijn Venlo/Blerick/Tegelen en Roermond. Uitbreiding van woningbouw is hier te verwachten.

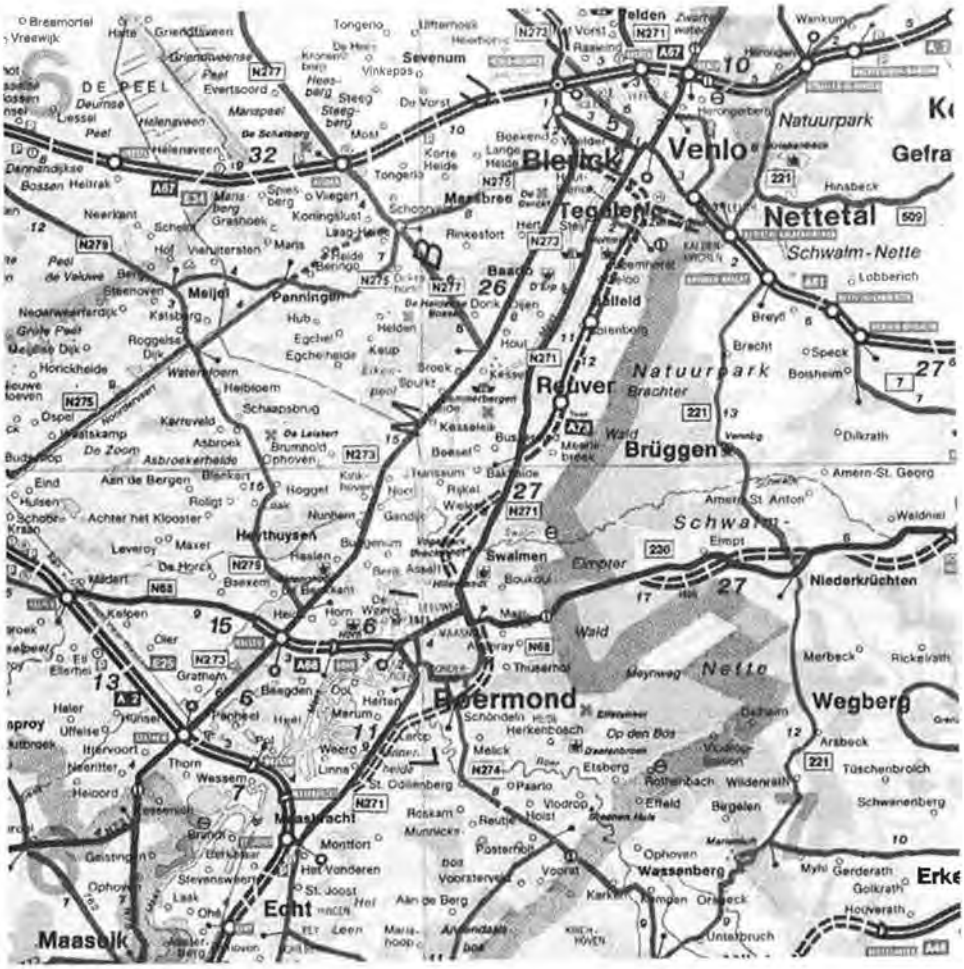
Omvangrijke industriegebieden liggen niet binnen het beschouwde gebied.

## 5.3 Luchtkwaliteit

### 5.3.1 Luchtkwaliteit in de omgeving van Buggenum

De luchtkwaliteit in de omgeving van Buggenum kan worden afgeleid uit de meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Er wordt een gebied van 37,5 x 37,5 km rondom de Maascentrale in beschouwing genomen (zie figuur 5.3.1). Voor een aantal componenten wordt in verband met de geringe meetnetdichtheid in het beschouwde gebied gebruik gemaakt van resultaten van meetpunten die buiten het beschouwde gebied vallen.

De luchtkwaliteit in Nederland in het algemeen en in Limburg in het bijzonder wordt onder bepaalde omstandigheden voor een groot deel beïnvloed door buitenlandse bronnen waarbij met name zeer hoge concentraties van $SO_2$ en $NO_x$ en van de secundaire luchtverontreinigingscomponenten sulfaat en nitraat kunnen optreden. Dergelijke omstandigheden doen zich voor gedurende de winterperiode waarbij met een zwakke noordoostelijke tot zuidoostelijke stroming Nederland ligt in de grootschalige pluim van brongebieden van luchtverontreiniging in Oost-Duitsland, Polen en Tsjechoslowakije. Daarnaast treedt extra verhoging op in Limburg door aanvoer van verontreinigende lucht uit het Ruhrgebied (Anonymous, 1988).
De concentraties zijn hoog omdat de verontreiniging zich bevindt in een dunne luchtlaag, de verticale menging sterk wordt onderdrukt en geen verlies optreedt door droge depositie aan grote delen van Europa die met sneeuw zijn bedekt (Steenkist, 1988).
De belangrijkste luchtverontreinigingsperioden zijn opgetreden in de jaren 1985 en 1987 (De Leeuw en Van Egmond, 1985; Onderdelinden et al., 1987). Tijdens deze episoden zijn in Limburg zeer hoge concentraties opgetreden, waarbij de grenswaarden van uurgemiddelde en daggemiddelde $SO_2$-concentraties van resp. 830µg/m$^3$ en 500µg/m$^3$ werden overschreden en daggemiddelde $NO_2$-concentraties van 200 µg/m$^3$ werden gemeten. Tevens werden daggemiddelde $SO_4$- en $NO_3$-aerosolconcentraties bereikt van resp. 124µg/m$^3$ en 20µg/m$^3$ (RIVM, 1988a).
Naast episoden in de winter kunnen zich perioden met verhoogde luchtverontreiniging voordoen in de zomer bij zonnig en warm weer met lage windsnelheden bij wind uit oostelijke richtingen. In deze situatie treden in het gehele land verhoogde niveaus op van $O_3$ en $NO_2$ door vorming uit stikstofoxiden en reaktieve koolwaterstoffen.




Figuur 5.3.1 In beschouwing genomen gebied van 37,5 x 37,5 km rond de Maascentrale

### 5.3.1.1 Zwaveldioxide

De concentraties zwaveldioxide gemeten in 1987 zijn vermeld in tabel 5.3.1 (RIVM, 1988a; RIVM, 1988b). In deze tabel zijn tevens vermeld de in het Besluit luchtkwaliteit zwaveldioxide en zwevende deeltjes (zwarte rook) vastgestelde grenswaarden van $SO_2$ voor de buitenlucht (Staatsblad, 1986).

Het feit dat de $SO_2$-concentratiewaarden voor het meetpunt Steeg lager zijn dan de waarden van de andere meetpunten wordt veroorzaakt door het niet in bedrijf zijn van dit meetpunt in de periode januari tot medio april 1987.

De maximale uurgemiddelde concentraties, de maximale daggemiddelde concentraties en de dagen met daggemiddelde concentraties gelijk aan of groter dan de 98-percentielwaarden zijn alle opgetreden in de periode van 14 tot en met 22 januari 1987. In deze periode lag Nederland in de grootschalige pluim van de brongebieden in Oost-Duitsland, Polen en Tsjechoslowakije. De $SO_2$-concentraties zijn hoog omdat de verontreiniging zich bevond in een dunne luchtlaag en verticale menging sterk werd onderdrukt. Tevens trad geen droge depositie op daar grote delen van Europa met sneeuw waren bedekt. In Limburg werd tevens sterk verontreinigde lucht vanuit het Westduitse Ruhrgebied aangevoerd.

Uit de waarden gegeven in tabel 5.3.1 kan geconcludeerd worden dat de $SO_2$-concentraties in 1987 onder de grenswaarden lagen. De richtwaarden van 80 en 100 $\mu g/m^3$ zijn overschreden.

Tabel 5.3.1 Jaargemiddelden, maxima en percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties in de omgeving van Buggenum in 1987 (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit)

| meetpunt | | concentraties in $\mu g/m^3$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| nr. | plaats | gem. | P50 | P95 | P98 | max. dag | max. uur |
| 103 | Steeg* | 15 | 9 | 49 | 61 | 119 | 260 |
| 104 | Venlo | 35 | 18 | 136 | 213 | 462 | 651 |
| 105 | Nederweert | 28 | 13 | 99 | 184 | 440 | 625 |
| 106 | Maalbroek | 33 | 17 | 140 | 250 | 442 | 657 |
| 107 | Posterholt | 32 | 15 | 116 | 248 | 394 | 703 |
| grenswaarden | | | 75 | 200 | 250 | 500 | 830 |
| richtwaarden | | | 30 | 80 | 100 | | |

* metingen vanaf medio april 1987

### 5.3.1.2 Stikstofoxiden

Stikstofoxiden komen in de buitenlucht voornamelijk voor in de vorm van stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide ($NO_2$). Deze twee verbindingen samen duidt men aan als $NO_x$. Het is gebruikelijk om de totale hoeveelheid $NO_x$ op gewichtsbasis uit te drukken alsof het geheel uit $NO_2$ bestaat.

In tabel 5.3.2 zijn van drie meetpunten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit waarden van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties vermeld (RIVM, 1988a; RIVM, 1988b). In deze tabel zijn tevens de grens- en richtwaarden van $NO_2$ gegeven, zoals opgenomen in het Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide (Staatsblad, 1987a). Voor dezelfde meetpunten zijn in tabel 5.3.3 waarden van uurgemiddelde $NO_x$-concentraties vermeld (RIVM, 1988a; RIVM, 1988b). Voor de omrekening van $NO_x$-concentraties in ppb (zoals vermeld in de RIVM-rapportage) naar $\mu g/m^3$ (berekend als $NO_2$) is gebruik gemaakt van de omrekeningsfactor
1 ppb = 2,05 $\mu g/m^3$.

Evenals bij $SO_2$ het geval is zijn de maximale uurgemiddelde concentraties opgetreden in de periode met verhoogde luchtverontreiniging in januari 1987. In deze periode leidde de aanvoer van verontreinigde lucht uit het Ruhrgebied te zamen met het stagnerende weertype met name in Limburg tot zeer hoge concentraties.

Uit de waarden gegeven in tabel 5.3.2 blijkt dat de grenswaarden voor $NO_2$-concentraties in 1987 niet zijn overschreden. De richtwaarden daarentegen zijn wel overschreden.

Tabel 5.3.2 Jaargemiddelden, maxima en percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties in de omgeving van Buggenum in 1987 (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit)

| meetpunt | | concentraties in $\mu g/m^3$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| nr. | plaats | gem. | P50 | P95 | P98 | P99,5 | max. |
| 107 | Posterholt | 37 | 33 | 77 | 97 | 119 | 188 |
| 131 | Vredepeel | 35 | 30 | 77 | 96 | 133 | 211 |
| 227 | Budel | 31 | 25 | 77 | 95 | 126 | 189 |
| grenswaarden | | | | | 135 | 175 | |
| richtwaarden | | | 25 | | 80 | | |

Tabel 5.3.3 Jaargemiddelden, maxima en percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_x$-concentraties (berekend als $NO_2$) in de omgeving van Buggenum in 1987 (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit)

| meetpunt | | concentraties in $\mu g/m^3$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| nr. | plaats | gem. | P50 | P95 | P98 | max. |
| 107 | Posterholt | 80 | 49 | 255 | 361 | 795 |
| 131 | Vredepeel | 70 | 41 | 214 | 288 | 799 |
| 227 | Budel | 60 | 33 | 209 | 281 | 704 |

5.3.1.3 Fotochemische luchtverontreiniging

Fotochemische luchtverontreiniging ontstaat door de invloed van zonlicht op lucht die is verontreinigd met koolwaterstoffen en stikstofoxiden.

Geïnitieerd door fotochemische reacties ontstaat zogenaamde secundaire (niet direct geëmitteerde) luchtverontreiniging. De belangrijkste component daarvan is ozon. Andere componenten zijn oxidantia zoals peroxyacetylnitraat (PAN) en waterstofperoxide, aldehyden, zuren zoals salpeterzuur en mierenzuur en verder kort levende zeer reactieve radicalen. Daarnaast worden aerosolen gevormd bestaande uit sulfaten, nitraten en geoxideerde organische verbindingen.

In Limburg ligt slechts één $O_3$-meetpunt waarvan voor 1987 een complete meetreeks aanwezig is. Voor dit meetpunt, nr. 131, Vredepeel, bedroeg in 1987 de 50-percentiel van uurgemiddelde concentraties 28 $\mu g/m^3$. De 95- en 98-percentiel waren respectievelijk 92 en 111 $\mu g/m^3$; de hoogste uurgemiddelde concentratie bedroeg 232 $\mu g/m^3$ (RIVM, 1988a; RIVM, 1988b). De momenteel gehanteerde interimgrenswaarde van 240 $\mu g/m^3$ werd niet overschreden. De interimstreefwaarde van 120 $\mu g/m^3$ werd op 27 dagen overschreden.

5.3.1.4 Zwevend stof

In Nederland zijn de volgende grenswaarden voor zwevend stof, gemeten als standaardrook gedefinieerd (Staatsblad, 1986): P50 30 $\mu g/m^3$, P95 75 $\mu g/m^3$, P98 90 $\mu g/m^3$. Deze percentielwaarden hebben betrekking op daggemiddelde waarden. Tevens mag het maximum daggemiddelde 150 $\mu g/m^3$ bedragen. Voor wat betreft fijn stof (afmetingen tot 10 $\mu m$) wordt uit een oogpunt van bescherming van de gehele bevolking een jaargemiddelde waarde van 40 $\mu g/m^3$ en een daggemiddelde van 140 $\mu g/m^3$ aanvaardbaar geacht (VROM, 1988b).

Op het meetstation nr. 131, Vredepeel, van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit bedroeg in 1987 de zwarte rook (standaardrook) concentratie (daggemiddelde waarde): gemiddelde 20 $\mu g/m^3$, P50 13 $\mu g/m^3$, P95 51 $\mu g/m^3$, P98 80 $\mu g/m^3$, maximum 108 $\mu g/m^3$. Op dit meetpunt zijn in 1987 ook stofconcentraties met behulp van een high-volume sampler bepaald. Meetresultaten hiervan zijn echter nog niet beschikbaar.

In Nederland zijn nog geen meetwaarden beschikbaar met betrekking tot de concentratie aan fijn stof in de atmosfeer. Wel is op basis van high-volume sampler metingen een schatting gemaakt van het fijn stof niveau. In de omgeving van Buggenum blijkt op basis van deze schattingen het jaargemiddelde niveau 45-50 $\mu g/m^3$ te bedragen (VROM, 1988b).

Een beeld van de samenstelling van het zwevend stof kan verkregen worden uit de meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. In tabel 5.3.4 zijn voor 1987 percentielwaarden, jaargemiddelden en maxima vermeld van concentraties van sulfaat ($SO_4^{2-}$), nitraat ($NO_3^-$), lood (Pb) en zink (Zn) (RIVM, 1988a).

Voor cadmium zijn door RIVM voor 1986 jaargemiddelde concentraties in lucht berekend (RIVM, 1988d). In de omgeving van Buggenum bedraagt de Cd-concentratie 1,2-1,5 $ng/m^3$.

Tabel 5.3.4 Jaargemiddelden, maxima en percentielwaarden van daggemiddelde concentraties van sulfaat, nitraat, lood en zink in 1987. Meetstation nr. 131, Vredepeel

| component | concentraties in $\mu g/m^3$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | gem. | P50 | P95 | P98 | max. |
| sulfaat | 9,0 | 6,4 | 22 | 31 | 127 |
| nitraat | 8,0 | 6,5 | 20 | 24 | 41 |
| lood* | 0,08 | 0,07 | 0,16 | 0,20 | 0,24 |
| zink | 0,10 | 0,08 | 0,25 | 0,30 | 0,49 |

* voorlopige waarden

De samenstelling van het zwevend stof kan tevens worden afgeleid uit metingen uitgevoerd in het kader van NOK-LUK (Nationaal Onderzoekprogramma Kolen-Luchtverontreiniging ten gevolge van Uitworp van Kolengestookte installaties). Deze metingen van een groot aantal elementen (anorganische verbindingen) hebben plaatsgevonden in de periode oktober 1982 tot oktober 1983 op vijf meetpunten in Nederland. De resultaten zijn in tabel 5.3.5 gegeven (PEO, 1985).

De herkomst van deze anorganische verbindingen moet voor 80 à 90% toegeschreven worden aan het buitenland. Afhankelijk van de het element, zoals cadmium, zink, arseen, seleen en antimoon, ligt de bijdrage van België en Noord-Frankrijk tussen de 45 en 60%, van West-Duitsland tussen 15 en 30% en van Oost-Europa tussen < 1 en 20%. De spoorelementen aluminium, barium, strontium, ijzer, titaan, calcium en mangaan lijken vooral afkomstig van de bodem of daar sterk op lijkende bronnen als cement en bouwactiviteiten. Een tweede groep hangt samen met emissies door oliestook en verkeer en meer algemeen met menselijke activiteiten. Deze groep omvat de elementen vanadium, nikkel, lood en broom en ook cadmium en antimoon (PEO, 1985).

Tabel 5.3.5 Uit metingen (Medium Volume Sampling) berekende gemiddelde concentraties in ng/m$^3$ van spoorelementen (deeltjesvormig); periode oktober 1982-oktober 1983

| component | | Witteveen | Rekken | Bilthoven | Vlaardingen | Biest-Houtakker |
|---|---|---|---|---|---|---|
| cadmium | Cd | 0,71 | 1,18 | 1,12 | 1,27 | 1,70 |
| vanadium | V | 7,5 | 8,4 | 12,6 | 23,5 | 12,3 |
| lood | Pb | 67 | 89 | 138 | 226 | 125 |
| chroom | Cr | 2,0 | 4,3 | 2,5 | 4,7 | 2,1 |
| cobalt | Co | 0,19 | 0,35 | 0,28 | 0,39 | 0,34 |
| nikkel | Ni | 3,4 | 4,3 | 6,3 | 10,2 | 5,1 |
| koper | Cu | 25 | 14,8 | 19 | 20,2 | 23 |
| aluminium | Al | 120 | 160 | 140 | 190 | 250 |
| barium | Ba | 4,1 | 5,3 | 5,0 | 7,2 | 6,0 |
| strontium | Sr | 1,5 | 1,9 | 1,7 | 2,5 | 2,1 |
| mangaan | Mn | 8,9 | 13,1 | 10,9 | 13,6 | 13,1 |
| ijzer | Fe | 130 | 200 | 200 | 250 | 240 |
| zink | Zn | 76 | 87 | 80 | 90 | 100 |
| borium | B | 2,5 | 4,3 | 3,5 | 6,7 | 3,4 |
| titaan | Ti | 15 | 27 | 20 | 55 | 33 |
| calcium | Ca | 260 | 480 | 330 | 640 | 450 |
| zwavel | S | 2300 | 2800 | 2400 | 3200 | 2700 |
| broom | Br | 33 | 46 | 66 | 113 | 62 |
| arseen | As | 2,3 | 3,2 | 3,2 | 3,0 | 6,9 |
| seleen | Se | 1,37 | 1,96 | 1,57 | 1,73 | 2,6 |
| antimoon | Sb | 1,24 | 1,46 | 2,1 | 3,0 | 3,8 |
| fluor | F | 11 | 24 | 21 | 66 | 26 |

### 5.3.1.5 Anorganische gasvormige verbindingen

In het kader van NOK-LUK zijn op basis van metingen in september tot en met november 1983 de achtergrondconcentraties geschat van enige anorganische verbindingen die zowel in de gasfase als in aerosolen in de buitenlucht voorkomen. De resultaten zijn vermeld in tabel 5.3.6 (PEO, 1986a; PEO, 1985).

Tabel 5.3.6 Concentraties in ng/$m^3$ van enkele anorganische verbindingen, die zowel in de gasfase als vaste fase voorkomen

| | borium | broom | chloor | fluor | kwik |
|---|---|---|---|---|---|
| gas | 50 | 58 | 30 | 55 | 0,4 |
| vast | 5 | 60 | 600 | 26 | - |

Hierbij kan worden aangetekend dat de gemeten kwikconcentraties vrij laag zijn in relatie tot de in de literatuur vermelde waarde van 4 ng/$m^3$ boven land en 7 ng/$m^3$ in een stedelijk gebied (Schroeder, 1982).

### 5.3.1.6 Organische verbindingen

In het kader van NOK-LUK is ook aandacht besteed aan organische verbindingen in de buitenlucht. De meetresultaten zijn gegeven in tabel 5.3.7 (PEO, 1985).

Tabel 5.3.7 Gemiddelde achtergrondconcentraties van enige koolwaterstoffen over de periode oktober 1982/1983 in $ng/m^3$

| component | Witteveen | Rekken | Bilthoven | Vlaardingen | Biest-Houtakker |
|---|---|---|---|---|---|
| vluchtige aromatische koolwaterstoffen | | | | | |
| benzeen | 1580 | 2000 | 2800 | 9000 | 2400 |
| tolueen | 2400 | 3400 | 5900 | 15400 | 4300 |
| p+m xyleen | 1190 | 1640 | 2900 | 9900 | 2900 |
| gehalogeneerde koolwaterstoffen | | | | | |
| 1,2-dichloor ethaan | 86 | 94 | 183 | 320 | 122 |
| tetrachloor-etheen | 580 | 680 | 780 | 850 | 770 |
| 1,4-dichloor-benzeen | 16 | 17 | 36 | 110 | 28 |
| vluchtige alifatische koolwaterstoffen | | | | | |
| cyclohexaan | 280 | 450 | 470 | 2000 | 410 |
| n-octaan | 280 | 350 | 480 | 1470 | 470 |
| naftaleen | 37 | 52 | 77 | 240 | 87 |
| PAK | | | | | |
| fenantreen | 16 | 42 | 51 | 127 | 63 |
| benzo(a) pyreen | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 |
| laagvluchtige koolwaterstoffen | | | | | |
| heptadecaan | 6 | 6 | 9 | 21 | 8 |
| di-isobutyl-ftalaat | 12 | 12 | 13 | 17 | 12 |

### 5.3.2 Bijdrage van de Maascentrale aan de huidige luchtkwaliteit

De bijdrage van de Maascentrale te Buggenum aan de huidige luchtkwaliteit zoals beschreven in paragraaf 5.3.1 wordt berekend voor twee situaties:
- de situatie waarbij de eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale in bedrijf zijn (1987)
- de situatie waarbij alleen eenheid 6 in bedrijf is (1992).

De gehanteerde verspreidingsmodellen zijn in bijlage A beschreven.

#### 5.3.2.1 Situatie in 1987

De bedrijfs- en emissiegegevens van de Maascentrale voor de situatie in 1987 zijn vermeld in tabel 5.3.8. De uit deze tabel afgeleide jaarlijke emissies van $SO_2$, $NO_x$ en stof zijn gegeven in tabel 5.3.9.

Tabel 5.3.8 Bedrijfs- en emissiegegevens van de Maascentrale in 1987[1)]

| grootheid | eenheid | E4 | E4 | E5 | E5 | E6 | E6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| brandstof | | kolen | olie | kolen | gas | kolen | gas |
| netto vermogen | MW (el) | 120 | 120 | 177 | 177 | 223 | 223 |
| vollasturen | h | 6556 | 33 | 7433 | 208 | 6599 | 106 |
| rookgasvolume[2)] | $m^3_o/s$ | 128 | 105 | 180 | 158 | 240 | 212 |
| zuurstofgehalte | % | 6 | 3 | 6 | 3 | 6 | 3 |
| rookgastemperatuur | °C | 140 | 150 | 130 | 120 | 135 | 125 |
| schoorsteenhoogte | m | 100 | 100 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| $SO_2$ | $mg/m^3_o$ | 1347 | 1700 | 1255 | - | 1417 | - |
| | g/s | 160 | 162 | 210 | - | 316 | - |
| $NO_x$ [3)] | $mg/m^3_o$ | 1100 | 800 | 860 | 400 | 645 | 400 |
| | g/s | 130 | 76 | 144 | 53 | 144 | 71 |
| stof | $mg/m^3_o$ | 23 | 23 | 30 | - | 39 | - |
| | g/s | 2,7 | 2,2 | 5,0 | - | 8,7 | - |

1) de gegevens hebben betrekking op vollast en op droge rookgassen bij 0 °C en 1013 mbar, tenzij anders vermeld
2) natte rookgassen
3) $NO_x$ berekend als $NO_2$

Tabel 5.3.9 De emissies (t/a) van de Maascentrale in 1987

| eenheid | brandstof | $SO_2$ | $NO_x$ | stof |
|---|---|---|---|---|
| E4 | kolen | 3780 | 3070 | 65 |
| E4 | olie | 20 | 10 | < 0,5 |
| E5 | kolen | 5620 | 3850 | 135 |
| E5 | gas | - | 40 | - |
| E6 | kolen | 7510 | 3420 | 205 |
| E6 | gas | - | 30 | - |
| totaal | | 16930 | 10420 | 405 |

De resultaten van de verspreidingsberekeningen uitgevoerd met het nationale verspreidingsmodel zijn gegeven in tabel 5.3.10.

Voor de situatie in 1987 bedragen de maximale jaargemiddelde immissiebijdragen van $SO_2$, $NO_x$ (berekend als $NO_2$) en stof respectievelijk 4,2 $\mu g/m^3$, 2,7 $\mu g/m^3$ en 0,1 $\mu g/m^3$.

In de figuren 5.3.2 tot en met 5.3.4 zijn de isolijnen van de jaargemiddelde concentraties gegeven. Uit deze figuren blijkt dat de maximale jaargemiddelde concentraties van $SO_2$, $NO_x$ en stof optreden ten noordoosten van de centrale op een afstand van 6,1 km.

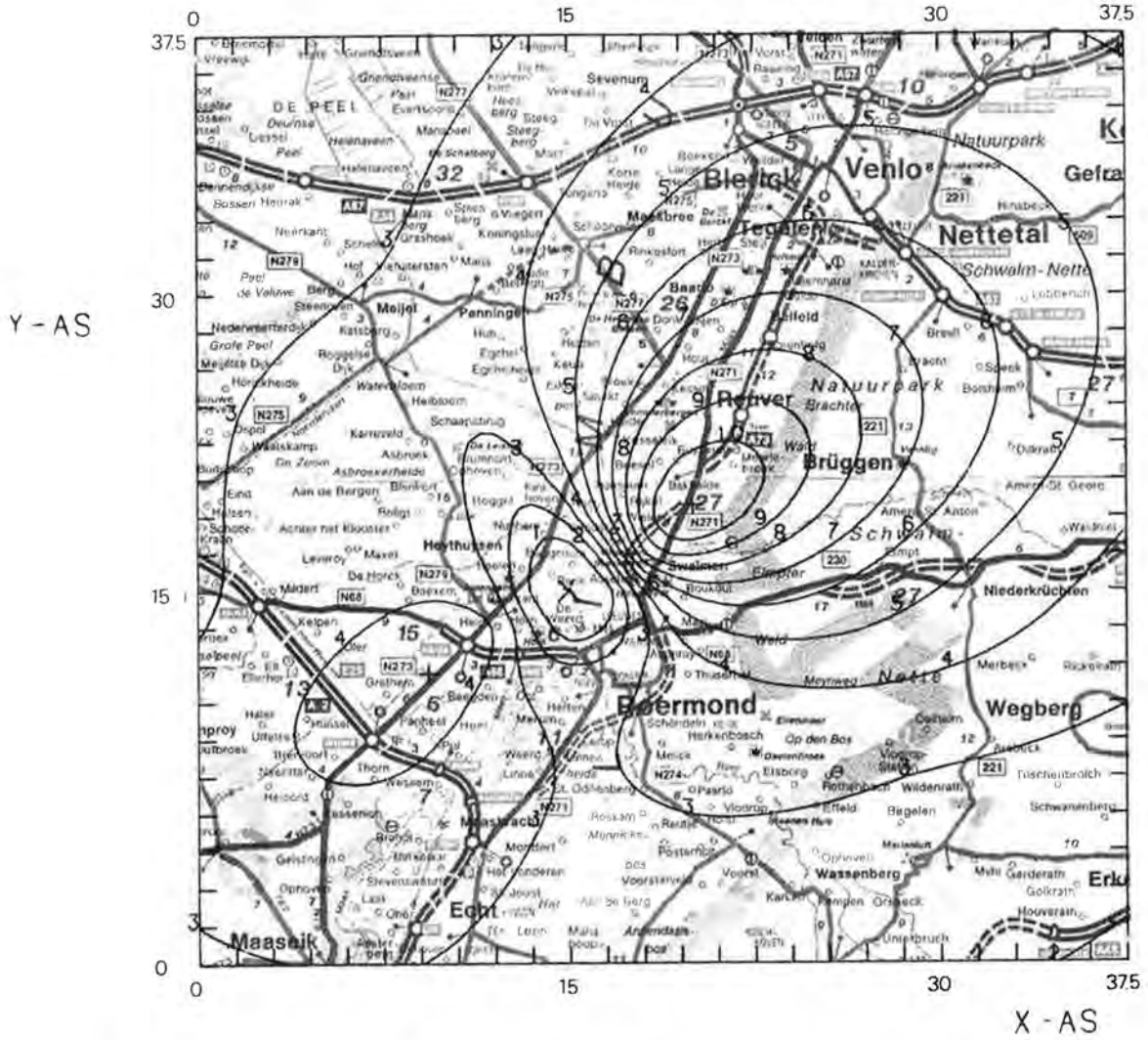
Uit de berekeningen uitgevoerd met het bij de KEMA ontwikkelde verspreidingsmodel voor de berekening van $NO_2$-concentraties volgt dat de maximale $NO_x$-, $NO_2$- en NO-concentraties respectievelijk bedragen 2,5 $\mu g/m^3$, 1,0 $\mu g/m^3$ en 1,6 $\mu g/m^3$ (NO berekend als $NO_2$). Deze maxima zijn niet gelegen op hetzelfde punt maar op diverse afstanden, namelijk $NO_x$ 8,5 km, $NO_2$ 12,7 km en NO 6,4 km.

Dat de berekende maximale $NO_x$-concentratie en de plaats van het $NO_x$-maximum enigszins verschillen van de resultaten van het nationale model hangt samen met de verschillen in klimatologie tussen beide modellen (KEMA, 1989a). Uit de berekeningen blijkt dat op de plaats van het $NO_x$-maximum de omzetting van NO naar $NO_2$ 40% bedraagt; op de plaatsen van de $NO_2$- en NO-maxima is het jaargemiddelde omzettingspercentage respectievelijk 45% en 36%. Op grotere afstanden dan het maximum neemt de omzetting toe tot maximaal circa 65%, maar zijn de concentraties lager.

Uit de figuren 5.3.2 tot en met 5.3.4 blijkt tevens dat een tweede maximum wordt aangetroffen ten zuidwesten van de centrale. Dit maximum bedraagt voor $SO_2$, $NO_x$ en stof respectievelijk 1,8 $\mu g/m^3$, 1,1 $\mu g/m^3$ en $< 0,05$ $\mu g/m^3$ en is gelegen op een afstand van 6,6 km. In de omgeving van het tweede $NO_x$-maximum bedraagt het jaargemiddelde omzettingspercentage circa 35%.

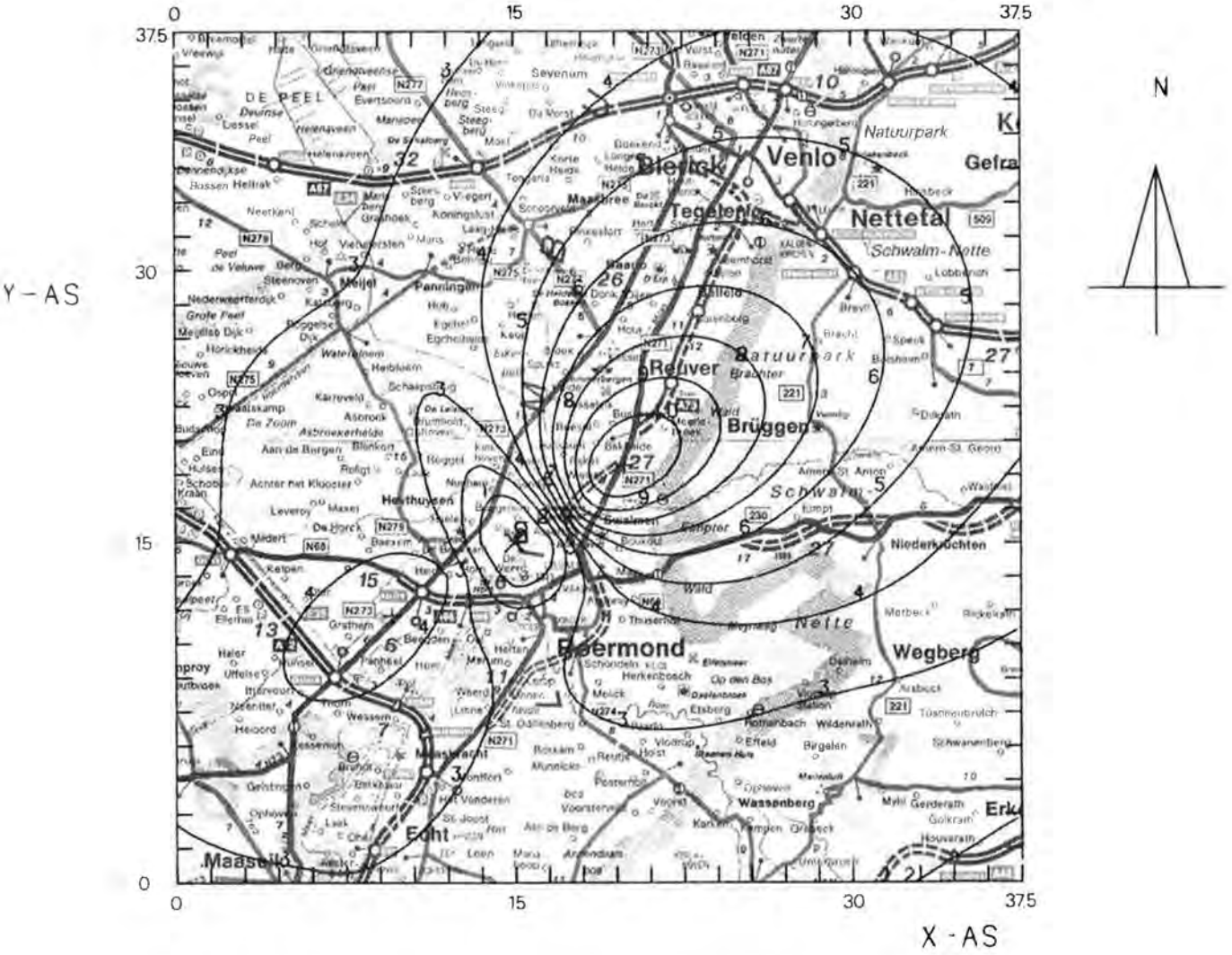
Tabel 5.3.10 De maximale jaargemiddelde immissiebijdragen van $SO_2$, $NO_x$ (berekend als $NO_2$) en stof in 1987

| eenheid | brandstof | plaats van het maximum | | $SO_2$ ($\mu g/m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| | | x (km) | y (km) | |
| E4 | kolen + olie | 19,5 | 18,0 | 1,3 |
| E5 | kolen + gas | 19,5 | 18,0 | 1,4 |
| E6 | kolen + gas | 21,0 | 19,5 | 1,5 |
| totaal | | 20,0 | 18,5 | 4,2 |
| | | | | $NO_x$ ($\mu g/m^3$) |
| E4 | kolen + olie | 19,5 | 18,0 | 1,1 |
| E5 | kolen + gas | 19,5 | 18,0 | 1,0 |
| E6 | kolen + gas | 21,0 | 19,5 | 0,7 |
| totaal | | 19,9 | 18,4 | 2,7 |
| | | | | stof ($\mu g/m^3$) |
| E4 | kolen + olie | 19,5 | 18,0 | <0,05 |
| E5 | kolen + gas | 19,5 | 18,0 | <0,05 |
| E6 | kolen + gas | 21,0 | 19,5 | <0,05 |
| totaal | | 20,1 | 18,5 | 0,1 |



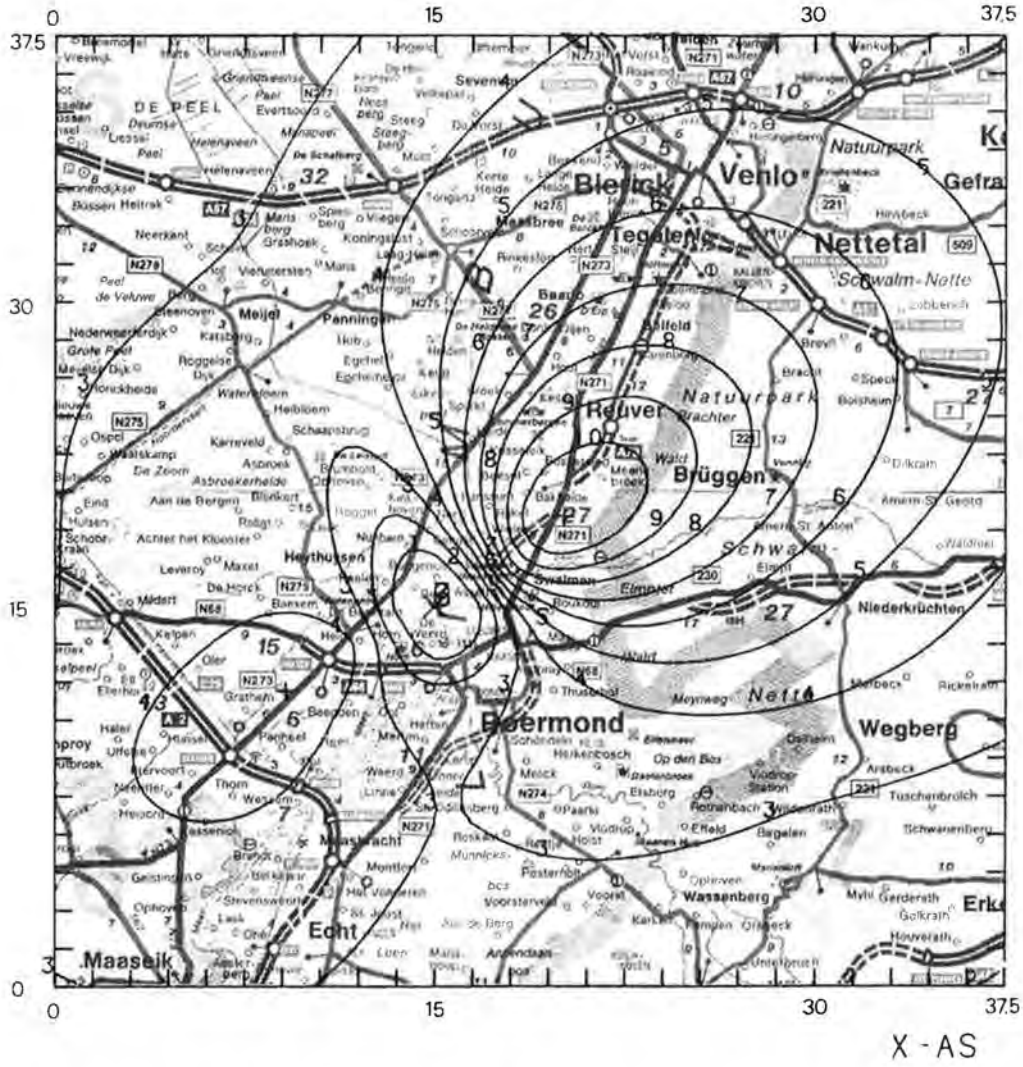

Figuur 5.3.2 Isolijnen van jaargemiddelde $SO_2$-concentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de Maascentrale in 1987
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in µg/m$^3$ |
|---|---|
| 1 | 0,38 |
| 2 | 0,75 |
| 3 | 1,13 |
| 4 | 1,50 |
| 5 | 1,88 |
| 6 | 2,25 |
| 7 | 2,63 |
| 8 | 3,00 |
| 9 | 3,38 |
| 10 | 3,75 |
| maximum | 4,2 |




Figuur 5.3.3 Isolijnen van jaargemiddelde $NO_x$-concentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de Maascentrale in 1987
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in µg/m$^3$ |
|---|---|
| 1 | 0,24 |
| 2 | 0,49 |
| 3 | 0,73 |
| 4 | 0,97 |
| 5 | 1,21 |
| 6 | 1,46 |
| 7 | 1,70 |
| 8 | 1,94 |
| 9 | 2,18 |
| 10 | 2,43 |
| maximum | 2,7 |




Figuur 5.3.4 Isolijnen van jaargemiddelde stofconcentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de Maascentrale in 1987
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in µg/m$^3$ |
|---|---|
| 1 | 0,01 |
| 2 | 0,02 |
| 3 | 0,03 |
| 4 | 0,04 |
| 5 | 0,05 |
| 6 | 0,06 |
| 7 | 0,07 |
| 8 | 0,08 |
| 9 | 0,09 |
| 10 | 0,10 |
| maximum | 0,10 |

De toename van een aantal percentielwaarden van immissieconcentraties van de componenten $SO_2$ en $NO_2$ is berekend voor twee punten. Deze punten komen nagenoeg overeen met de plaatsen waar de maximale jaargemiddelde immissiebijdragen optreden. Voor $SO_2$ zijn voor punt A de berekeningen uitgevoerd ten opzichte van de gemeten $SO_2$-concentraties in 1987 op het meetpunt 104 Venlo (zie tabel 5.3.1) en voor punt B ten opzichte van de gemeten $SO_2$-concentraties in 1987 op het meetpunt 105 Nederweert (zie tabel 5.3.1). Berekend is de toename van de 95-, 98- en 99,7-percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties.

Voor $NO_2$ is berekend de toename van de 95-, 98- en 99,5-percentielwaarden van uurgemiddelde concentraties met als achtergrondconcentraties voor de punten A' en B' de in 1987 gemeten waarden op de meetpunten 107 Posterholt en 227 Budel (zie tabel 5.3.2). Hierbij is rekening gehouden met een jaargemiddelde omzetting van NO naar $NO_2$ in de atmosfeer van maximaal 50% op de plaats van de maximale jaargemiddelde $NO_x$-concentratie (punt A') en van maximaal 40% op de plaats van het tweede maximum (punt B'). Deze waarden van de omzetting zijn ontleend aan de berekeningsresultaten van de jaargemiddelde $NO_x$- en $NO_2$-concentraties.

De resultaten van de berekeningen zijn vermeld in de tabellen 5.3.11 en 5.3.12.

Tabel 5.3.11 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $SO_2$-emissie van de Maascentrale in 1987

| plaats | A (Venlo NO) (x = 19,5 km, y = 18,0 km) | B (Nederweert ZW) (x = 9,0 km, y = 12,0 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 2,4 | 9,2 |
| ΔP98 | 1,5 | 13,5 |
| ΔP99,7 | 0,6 | 23,5 |

Tabel 5.3.12 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $NO_x$-emissie van de Maascentrale in 1987

| plaats | A' (x = 24,0 km, y = 24,0 km) | B' (x = 3,0 km, y = 7,5 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 1,5 | 1,7 |
| ΔP98 | 1,3 | 2,3 |
| ΔP99,5 | 1,1 | 3,0 |

Met het KEMA korte-termijn model zijn schattingen gemaakt van de percentielen van uurgemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties. Deze percentielen hebben betrekking op de situatie zonder achtergrondconcentraties.

De berekende percentielen geven niveaus aan die ergens op een afstand van x km van de bron een bepaalde tijd worden overschreden. Hieruit kan een plafondwaarde voor het plaatsgebonden percentiel geschat worden door de overschrijdingskans (als functie van de afstand) te vermenigvuldigen met de frequentie van voorkomen van die windrichtingssector van 30 graden die het meest optreedt. In de tabellen 5.3.13 en 5.3.14 is een aantal $SO_2$- en $NO_x$-percentielen als functie van de afstand tot de centrale gegeven.

Tabel 5.3.13 Percentielen van uurgemiddelde $SO_2$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de Maascentrale ten gevolge van de $SO_2$-emissie in 1987

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| 95 | < 1 | 3 | 8 | 11 | 9 | 7 | 6 |
| 98 | 14 | 57 | 58 | 48 | 32 | 25 | 21 |
| 99 | 52 | 101 | 193 | 75 | 52 | 40 | 33 |
| 99,7 | 125 | 154 | 142 | 121 | 90 | 71 | 61 |

Tabel 5.3.14 Percentielen van uurgemiddelde $NO_x$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de Maascentrale ten gevolge van de $NO_x$-emissie in 1987

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| 95 | < 1 | 3 | 6 | 8 | 6 | 5 | 4 |
| 98 | 10 | 37 | 37 | 30 | 21 | 16 | 13 |
| 99 | 35 | 65 | 59 | 47 | 33 | 26 | 21 |
| 99,7 | 85 | 98 | 89 | 76 | 57 | 45 | 38 |

Uit de tabellen 5.3.13 en 5.3.14 blijkt dat de hoogste uurgemiddelde waarden optreden op afstanden van 2 tot 5 km van de centrale, waarbij de maxima van de hogere percentielen op kortere afstand optreden.

De resultaten van een door de KEMA in samenwerking met ECN uitgevoerd onderzoek naar de emissies van anorganische spoorelementen bij een met kolen gestookte centrale zijn vermeld in tabel 5.3.15 (KEMA, 1988; Meij et al., 1986a; Meij et al., 1986b).

De vliegassamenstelling is berekend uitgaande van de gemiddelde kolensamenstelling (Van der Sloot et al., 1983), het gemiddelde asgehalte van de kolen (KEMA, 1985) en de gemiddelde verrijkingsfactor (Meij et al., 1986b; PEO, 1986b). De verrijkingsfactor ("relative enrichtment factor" = RE) wordt gedefinieerd als:

$$RE = \frac{\text{[conc. element X in de as]}}{\text{[conc. element X in de steenkool]}} \cdot \frac{\text{asgehalte}}{100}$$

Uit de deeltjesgrootteverdeling van de vliegas bleek dat 90% van de massa werd aangetroffen in deeltjes met een aerodynamische diameter kleiner dan 3,5 µm tot 6,0 µm en 50% tussen 0,7 µm en 1,5 µm. Alle geëmitteerde vliegas valt dus in de categorie van respirabel stof.

De geschatte emissies van de anorganische verbindingen ten gevolge van poederkool stoken bij de Maascentrale zijn vermeld in tabel 5.3.16.

De emissie van gasvormige anorganische verbindingen is berekend uitgaande van de gemiddelde kolensamenstelling en het gemiddelde vervluchtigingspercentage van de betreffende elementen uit de kolen (Meij et al., 1986b; PEO, 1986b).

Emissies in de gasfase treden op van verbindingen van de volgende elementen: chloor, fluor, borium, bromium, jodium, selenium en kwik. Ten opzichte van de vorige rapportage in het kader van NOK-LUK is nu meer duidelijkheid ten aanzien fluor. Het vervluchtigingspercentrage ligt boven de 90% (Meij, 1988). Tevens zijn er meer gegevens over jodiumemissies, waardoor ook dit cijfer is bijgesteld. Bovendien is het nu praktisch zeker dat er geen significante bijdrage is aan emissies in de gasfase van verbindingen van de elementen cadmium, lood, antimoon en zink (Meij, 1988). Dit geldt ook voor arseen met dien verstande dat er wel aanwijzingen zijn dat er af en toe geringe concentraties arseenverbindingen kunnen vrijkomen. De absolute hoeveelheid van arseen in de gasfase is in het algemeen ondergeschikt aan de hoeveelheid die aerosolgebonden geëmitteerd wordt. De resultaten van het onderzoek in Nederland worden bevestigd door een recent overzicht van de IEA (IEA, 1987).

De emissies van de gasvormige anorganische verbindingen zijn vermeld in tabel 5.3.17.

Tabel 5.3.15 Gemiddelde elementsamenstelling van steenkool en vliegas (berekend)

| element | steenkool | poederkoolvliegas | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | afgevangen | | geëmitteerd | |
| | | RE | conc. | RE | conc. |
| macro-elementen in % | | | | | |
| Al | 2,50 | 1 | 19 | 1 | 19 |
| Ca | 0,15 | 1 | 1,3 | 1 | 1,3 |
| Cl | 0,09 | 0,05 | 0,03 | 0,1 | 0,07 |
| Fe | 0,80 | 1 | 6 | 1,2 | 7,4 |
| K | 0,30 | 1 | 2,1 | 1 | 2,1 |
| Mg | 0,08 | 1 | 0,7 | 1 | 0,7 |
| Na | 0,04 | 1 | 0,3 | 2 | 0,4 |
| P | 0,01 | 1 | 0,07 | 4 | 0,3 |
| Si | 3,72 | 1 | 31 | 1 | 31 |
| Ti | 0,1 | 1 | 0,85 | 1 | 0,85 |
| micro- en spoorelementen in ppm | | | | | |
| As | 7 | 1 | 56 | 5 | 300 |
| B | 40 | 0,5 | 170 | 1 | 330 |
| Ba | 350 | 1 | 2800 | 1,8 | 4800 |
| Be | 4 | 1 | 30 | 2,1 | 60 |
| Br | 6 | 0,05 | 2 | 0,5 | 25 |
| Cd | 0,15 | 1 | 1 | 9 | 10 |
| Ce | 24 | 1 | 200 | 1 | 200 |
| Co | 7 | 1 | 60 | 2,1 | 130 |
| Cr | 20 | 1 | 150 | 1 | 150 |
| Cs | 1 | 1 | 10 | 1 | 10 |
| Cu | 20 | 1 | 160 | 2,3 | 380 |
| Eu | | 1 | 3,5 | 1 | 3,5 |
| F | 80 | 0,1 | 80 | 3 | 2400 |
| Ge | 4 | 1 | 30 | 2,5 | 75 |
| Hg | 0,25 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| I | 2 | <1 | <15 | 0 | 0 |
| La | 10 | 1 | 80 | 1 | 80 |
| Mn | 80 | 1 | 700 | 1,8 | 1100 |
| Mo | 3 | 1 | 25 | 3,5 | 80 |
| Ni | 15 | 1 | 120 | 3,5 | 400 |
| Pb | 15 | 1 | 120 | 6 | 700 |
| Rb | 15 | 1 | 120 | 1,4 | 160 |
| Sb | 1,5 | 1 | 12 | 6 | 65 |
| Sc | 4 | 1 | 35 | 1 | 35 |
| Se | 3 | 0,5 | 12 | 7 | 180 |
| Sm | 2,5 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| Sr | 120 | 1 | 900 | 2 | 1800 |
| Th | 5 | 1 | 40 | 1 | 40 |
| Tl | 0,5 | 1 | 4 | 5 | 20 |
| U | 1,5 | 1 | 12 | 2,1 | 25 |
| V | 35 | 1 | 280 | 3 | 800 |
| W | 1,5 | 1 | 10 | 3 | 35 |
| Zn | 30 | 1 | 240 | 7 | 1600 |

Tabel 5.3.16 De emissie van diverse elementen in geëmitteerd vliegas (totale emissie 405 t) bij de Maascentrale in 1987

| macro-elementen | | t |
|---|---|---|
| Al | aluminium | 77 |
| Ca | calcium | 5,3 |
| Cl | chloor | 0,3 |
| Fe | ijzer | 30 |
| K | kalium | 8,5 |
| Mg | magnesium | 2,8 |
| Na | natrium | 1,6 |
| P | fosfor | 1,2 |
| Si | silicium | 125 |
| Ti | titaan | 3,4 |

| micro- en spoorelementen | | kg |
|---|---|---|
| As | arsenicum | 120 |
| B | borium | 135 |
| Ba | barium | 1940 |
| Be | beryllium | 24 |
| Br | broom | 10 |
| Cd | cadmium | 4 |
| Ce | cerium | 81 |
| Co | cobalt | 53 |
| Cr | chroom | 61 |
| Cs | cesium | 4 |
| Cu | koper | 155 |
| Eu | europium | 1,4 |
| F | fluor | 970 |
| Ge | germanium | 30 |
| Hg | kwik | 0,08 |
| La | lantanium | 32 |
| Mn | mangaan | 445 |
| Mo | molybdeen | 32 |
| Ni | nikkel | 160 |
| Pb | lood | 285 |
| Rb | rubidium | 65 |
| Sb | antimoon | 26 |
| Sc | scandium | 14 |
| Se | selenium | 73 |
| Sm | samarium | 8 |
| Sr | strontium | 730 |
| Th | thorium | 16 |
| Tl | thallium | 8 |
| U | uranium | 10 |
| V | vanadium | 325 |
| W | wolfraam | 14 |
| Zn | zink | 650 |

Tabel 5.3.17 Emissies van gasvormige anorganische elementen bij de Maascentrale in 1987

| element | | concentratie in rookgassen* ($mg/m^3_0$) | emissie (t) |
|---|---|---|---|
| Cl | chloor | 78 | 945 |
| F | fluor | 7 | 85 |
| B | borium | 1,2 | 15 |
| Br | broom | 0,7 | 8,5 |
| I | jodium | 0,2 | 2,4 |
| Se | selenium | 0,05 | 0,60 |
| Hg | kwik | 0,02 | 0,24 |

* droog rookgas, 6% $O_2$

De immissieberekeningen zijn uitgevoerd voor de plaats waar op jaargemiddelde basis de maximale immissie optreedt. De resultaten zijn vermeld in de tabellen 5.3.18 en 5.3.19.

Tabel 5.3.18 De maximale jaargemiddelde immissiebijdragen van diverse aan deeltjes gebonden elementen bij de Maascentrale in 1987

| macro-elementen | | pg/m$^3$ |
|---|---|---|
| Al | aluminium | 19000 |
| Ca | calcium | 1300 |
| Cl | chloor | 74 |
| Fe | ijzer | 7400 |
| K | kalium | 2100 |
| Mg | magnesium | 690 |
| Na | natrium | 400 |
| P | fosfor | 300 |
| Si | silicium | 31000 |
| Ti | titaan | 840 |
| **micro- en spoorelementen** | | **pg/m$^3$** |
| As | arsenicum | 30 |
| B | borium | 33 |
| Ba | barium | 480 |
| Be | beryllium | 6 |
| Br | broom | 3 |
| Cd | cadmium | 1 |
| Ce | cerium | 20 |
| Co | cobalt | 13 |
| Cr | chroom | 15 |
| Cs | cesium | 1 |
| Cu | koper | 38 |
| Eu | europium | 0,3 |
| F | fluor | 240 |
| Ge | germanium | 7 |
| Hg | kwik | 0,02 |
| La | lantanium | 8 |
| Mn | mangaan | 110 |
| Mo | molybdeen | 8 |
| Ni | nikkel | 40 |
| Pb | lood | 70 |
| Rb | rubidium | 16 |
| Sb | antimoon | 6 |
| Sc | scandium | 4 |
| Se | selenium | 18 |
| Sm | samarium | 2 |
| Sr | strontium | 180 |
| Th | thorium | 4 |
| Tl | thallium | 2 |
| U | uranium | 3 |
| V | vanadium | 80 |
| W | wolfraam | 4 |
| Zn | zink | 160 |
| totaal stof | | 100 ng/m$^3$ |

Tabel 5.3.19 De maximale jaargemiddelde immissiebijdragen van gasvormige anorganische elementen bij de Maascentrale in 1987

| element | | ng/m$^3$ |
|---|---|---|
| Cl | chloor | 235 |
| F | fluor | 21 |
| B | borium | 3,7 |
| Br | broom | 2,1 |
| I | jodium | 0,6 |
| Se | selenium | 0,15 |
| Hg | kwik | 0,06 |

In de vliegas komen ook elementen voor waarvan enkele isotopen radioactief zijn: thorium, uranium, kalium, polonium, radium en lood. De betreffende nucliden zijn tezamen met hun specifieke radioactiviteiten en hun totale uitworp in tabel 5.3.20 vermeld. Het zijn waarden gebaseerd op de gemiddelde kolensamenstelling met de maximale verrijking in de geëmitteerd vliegas (Van der Lugt, 1984).

Tabel 5.3.20 De bovengrens van de specifieke radioactiviteit in geëmitteerde vliegas en de emissie van de Maascentrale in 1987

| element | nuclide | specifieke activiteit Bq/kg vliegas | uitworp $10^6$ Bq/a |
|---|---|---|---|
| kalium | K-40 | 600 | 245 |
| lood | Pb-210 | 1000 | 405 |
| polonium | Po-210 | 2000 | 810 |
| uranium | U-234 | 400 | 160 |
| | U-238 | 400 | 160 |
| thorium | Th-228 | 160 | 65 |
| | Th-230 | 200 | 80 |
| | Th-232 | 160 | 65 |
| radium | Ra-224 | 210 | 85 |
| | Ra-226 | 260 | 105 |
| | Ra-228 | 210 | 85 |

Door de aanwezigheid van radioactieve stoffen in geëmitteerd vliegas treedt in principe een radiologische belasting van het milieu op. De wijze van blootstelling alsmede de doses zijn in tabel 5.3.21 vermeld (Van der Lugt, 1984).

Tabel 5.3.21 Op te lopen individuele doses van radioactieve stoffen via geëmitteerd vliegas

| wijze van blootstelling | $10^{-6}$ Sievert/a |
|---|---|
| inhalatie van vliegas | 0,2 |
| bestraling van gedeponeerd vliegas | 0,2 |
| inhalatie van geresuspendeerd vliegas | 0,2 |
| opname via voedsel | < 4 |
| totaal | < 4 |

In deze tabel zijn de theoretisch maximale individuele doses weergegeven. De gemiddelde individuele dosis zal veel lager zijn. De door iedere Nederlander jaarlijks ontvangen dosis ten gevolge van de achtergrondstraling bedraagt 1 à 2 x $10^{-3}$ Sievert. Dit betekent dat de eventuele extra stralingsdosis veroorzaakt door de immissie van vliegas minder dan 2 promille is van de achtergrondstraling en dus te verwaarlozen. De variatie in de natuurlijke stralingsbelasting in Nederland van ongeveer 1 mSv/a wordt veroorzaakt door verschillen in radioactiviteitsconcentraties in de bodem en in bouwmaterialen.

Alhoewel door de volledige verbranding van kolen bij moderne met poederkool gestookte ketels de emissie van organische verbindingen zeer gering is, wordt door de KEMA gedetailleerd onderzoek naar het voorkomen van PAK's in rookgassen uitgevoerd. De belangstelling voor de PAK's is gebaseerd op het feit dat sommige PAK's carcinogene eigenschappen bezitten. Uit metingen bij de Amercentrale te Geertruidenberg is gebleken dat de concentraties totaal PAK's in de rookgassen liggen in het bereik tussen < 1 en 4 $\mu g/m^3_n$. De grootste bijdrage wordt geleverd door phenanthreen (bijvoorbeeld 3 $\mu g/m^3_n$ bij een totale PAK-concentratie van 4 $\mu g/m^3_n$). Phenanthreen is echter milieuhygiënisch weinig relevant omdat deze verbinding niet carcinogeen is. De concentraties van een carcinogene PAK als benzo(a)pyreen liggen in de orde van 1 $ng/m^3_n$ (Meij et al., 1986a; PEO, 1986b; PEO, 1986a). De concentraties van benzo(a)pyreen (BaP) in de rookgassen zijn van dezelfde orde van grootte als die in de buitenlucht.

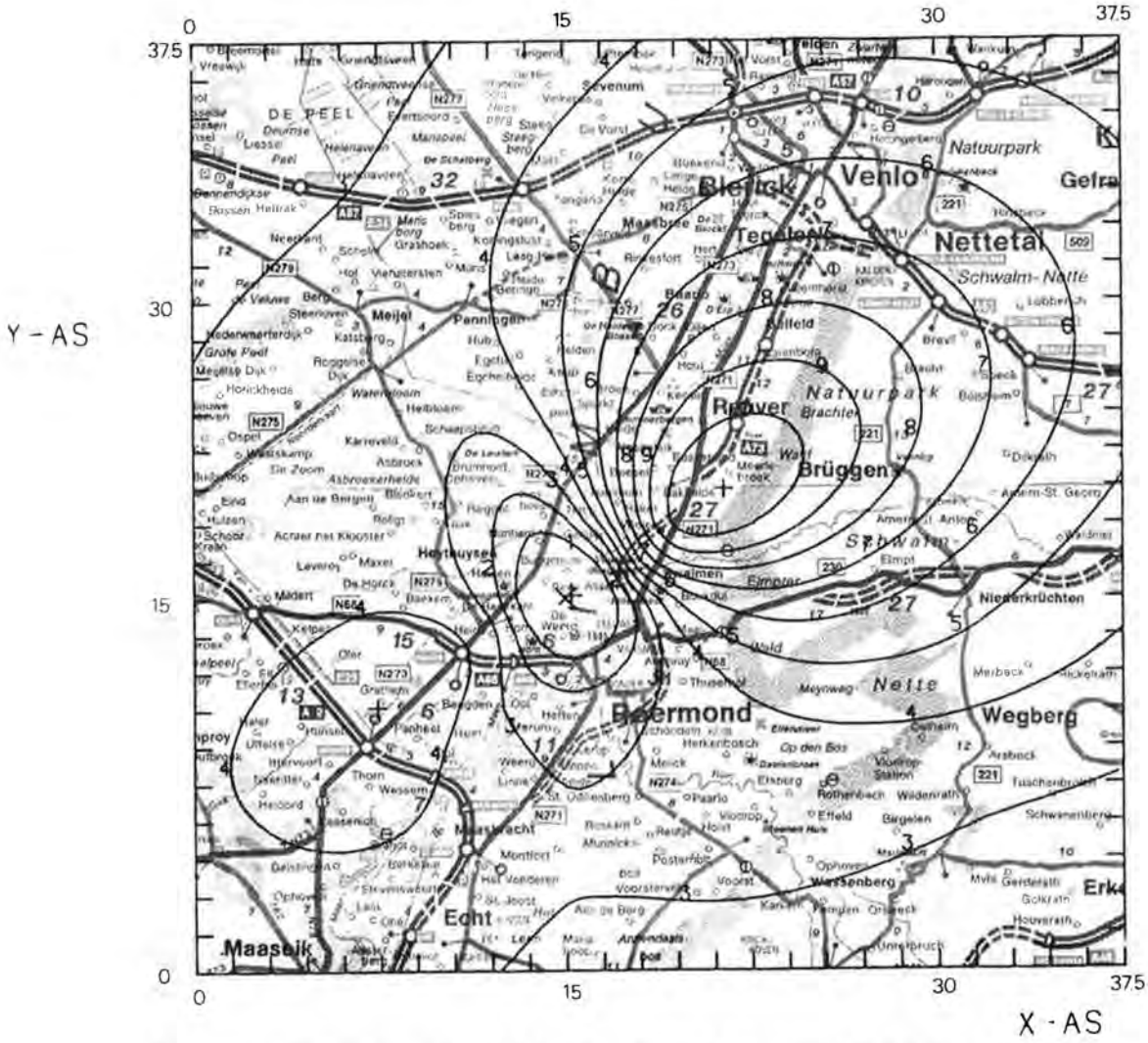
5.3.2.2 Situatie in 1992

De bedrijfs- en emissiegegevens van de Maascentrale in 1992 zijn vermeld in tabel 5.3.22. Voor de situatie in 1992 bedragen de maximale jaargemiddelde immissiebijdragen voor $SO_2$, $NO_x$ (berekend als $NO_2$) en stof respectievelijk 1,9 $\mu g/m^3$, 0,7 $\mu g/m^3$ en < 0,05 $\mu g/m^3$.
In figuur 5.3.5 zijn de isolijnen van de jaargemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties gegeven. Uit deze figuur blijkt dat de maximale jaargemiddelde concentraties optreden ten noordoosten van de centrale op een afstand van 7,8 km. De maximale jaargemiddelde $NO_2$-concentratie bedraagt 0,3 $\mu g/m^3$ op 12,7 km afstand en de maximale jaargemiddelde NO-concentratie (berekend als $NO_2$) 0,4 $\mu g/m^3$ op 8,5 km afstand. Op de plaats van de maximale $NO_x$-concentratie bedraagt de jaargemiddelde NO-omzetting 40% en op de plaats van de maximale jaargemiddelde $NO_2$-concentratie 48%. Het tweede maximum gelegen op 8,8 km ten zuidwesten van de centrale bedraagt: $SO_2$ 0,8 $\mu g/m^3$, $NO_x$ 0,3 $\mu g/m^3$, stof < 0,05 $\mu g/m^3$.
De mate van NO-omzetting in de omgeving van dit maximum is 32%.

Tabel 5.3.22 Bedrijfs- en emissiegegevens van de Maascentrale in 1992[1)]

| grootheid | eenheid | E6 |
|---|---|---|
| brandstof | | kolen |
| netto vermogen | MW (el) | 223 |
| vollasturen | h | 6200 |
| rookgasvolume[2)] | $m_o^3/s$ | 240 |
| zuurstofgehalte | % | 6 |
| rookgastemperatuur | °C | 135 |
| schoorsteenhoogte | m | 125 |
| $SO_2$ | $mg/m_o^3$ | 1850 |
| | g/s | 413 |
| | t | 9220 |
| $NO_x$ [3)] | $mg/m_o^3$ | 650 |
| | g/s | 145 |
| | t | 3240 |
| stof | $mg/m_o^3$ | 40 |
| | g/s | 8,9 |
| | t | 200 |

1) de gegevens hebben betrekking op vollast en op droge rookgassen bij 0 °C en 1013 mbar, tenzij anders vermeld
2) natte rookgassen
3) $NO_x$ berekend als $NO_2$




Figuur 5.3.5 Isolijnen van jaargemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de Maascentrale in 1992
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in $\mu g/m^3$ | |
|---|---|---|
| | $SO_2$ | $NO_x$ |
| 1 | 0,17 | 0,06 |
| 2 | 0,34 | 0,12 |
| 3 | 0,50 | 0,18 |
| 4 | 0,67 | 0,24 |
| 5 | 0,84 | 0,30 |
| 6 | 1,01 | 0,35 |
| 7 | 1,17 | 0,41 |
| 8 | 1,34 | 0,47 |
| 9 | 1,51 | 0,53 |
| 10 | 1,68 | 0,59 |
| maximum | 1,9 | 0,7 |

De toename van de percentielwaarden van $SO_2$ en $NO_2$ is berekend voor twee punten gelegen in de nabijheid van de plaats van de maximale jaargemiddelde immissiebijdragen. Als achtergrondconcentraties zijn gebruikt de waarden voor 1987 zoals vermeld in paragraaf 5.3.2.1. De toename van de percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties is vermeld in tabel 5.3.23 en van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties in tabel 5.3.24. Als NO-omzettingspercentage is toegepast 50% voor punt A' en 40% voor punt B'.

Tabel 5.3.23 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $SO_2$-emissie van de Maascentrale in 1992

| plaats | A (x = 21,0 km, y = 19,5 km) | B (x = 7,5 km, y = 10,5 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 0,6 | 4,1 |
| ΔP98 | 0,3 | 6,0 |
| ΔP99,7 | 0 | 10,3 |

Tabel 5.3.24 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $NO_x$-emissie van de Maascentrale in 1992

| plaats | A' (x = 24,0 km, y = 24,0 km) | B' (x = 3,0 km, y = 7,5 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 0,3 | 0,4 |
| ΔP98 | 0,2 | 0,6 |
| ΔP99,5 | 0,2 | 0,7 |

De met behulp van het korte-termijn model berekende percentielwaarden van uurgemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties, betrekking hebbend op een omgeving zonder achtergrondconcentratie zijn vermeld in de tabellen 5.3.25 en 5.3.26.

Tabel 5.3.25 Percentielwaarden van uurgemiddelde $SO_2$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de Maascentrale ten gevolge van de $SO_2$-emissie in 1992

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| 95 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| 98 | < 1 | 15 | 24 | 23 | 17 | 13 | 11 |
| 99 | 10 | 49 | 50 | 41 | 29 | 23 | 19 |
| 99,7 | 52 | 84 | 77 | 68 | 53 | 43 | 36 |

Tabel 5.3.26 Percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_x$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de Maascentrale ten gevolge van de $NO_x$-emissie in 1992

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| 95 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 |
| 98 | < 1 | 5 | 8 | 8 | 6 | 5 | 4 |
| 99 | 4 | 17 | 18 | 14 | 10 | 8 | 7 |
| 99,7 | 18 | 29 | 27 | 24 | 19 | 15 | 13 |

Bij de situatie in 1992 bedraagt de totale emissie aan stof van de Maascentrale 200 ton ten opzichte van 405 ton bij de situatie in 1987. Dientengevolge bedragen de emissies in 1992 van de diverse elementen in geëmitteerde vliegas de helft van de emissies in 1987, zoals vermeld in tabel 5.3.16. De emissie in 1987 van 405 ton resulteerde in een maximale jaargemiddelde stofconcentratie van 100 $ng/m^3$; zie tabel 5.3.18. In 1992 bedraagt de maximale jaargemiddelde stofconcentratie 40 $ng/m^3$ bij een stofemissie van 200 ton, waaruit volgt dat de maximale jaargemiddelde immissiebijdragen van de diverse aan deeltjes gebonden elementen in 1992 40% bedragen van de berekende immissiebijdragen voor 1987, zoals vermeld in tabel 5.3.18.

De emissie van gasvormige anorganische elementen bedraagt in 1992 40% van de emissies in 1987, zoals gegeven in tabel 5.3.17. De maximale jaargemiddelde immissiebijdragen van deze elementen bedragen in 1992 32% van de voor 1987 berekende immissies, zoals vermeld in tabel 5.3.19.

Voor de radioactiviteit in geëmitteerd vliegas geldt hetzelfde als voor de elementen daarin, namelijk dat de emissie in 1992 50% bedraagt van die in 1987. De totale op te lopen individuele dosis bedraagt in 1992 $< 2 \times 10^{-6}$ Sievert.

## 5.4 Waterkwaliteit en -beschikbaarheid

Binnen het beschouwde gebied is de Maas het belangrijkste oppervlaktewater. Ook voor de elektriciteitscentrales in Limburg is de Maas belangrijk want dit is het water waaruit koelwater wordt onttrokken en na gebruik weer op wordt geloosd. Daarnaast zijn er een groot aantal zijriviertjes en beken die hun water afvoeren op de Maas. Andere oppervlaktewateren binnen het beschouwde gebied zijn enkele kanalen in het Peelgebied, het water binnen het natuurgebied de Groote Peel en een tiental vennen op de hogere zandgronden.

### 5.4.1 Afvoer van de Maas

De Maas is een echte regenrivier waarvan de afvoer wordt bepaald door neerslag en verdamping in het stroomgebied. Het verschil tussen maximum en minimum afvoer is groot. De grootste dagafvoer tussen 1911 en 1983 bedroeg 3000 $m^3/s$, de kleinste enkele $m^3/s$. Bij lage afvoer zijn wateronttrekkingen aan de rivier in België mede van invloed op de afvoer bij Eijsden. In België wordt 10-12 $m^3/s$ uit de Maas onttrokken voor de voeding van het Albertkanaal en 3 $m^3/s$ voor drinkwatervoorziening van Brussel en Antwerpen. De wateronttrekkingen zullen waarschijnlijk in de toekomst toenemen. Bij Maastricht wordt nog eens 10 $m^3/s$ afgelaten langs de Zuid-Willemsvaart. De gemiddelde afvoer van de Maas is 250 $m^3/s$ bij Borgharen en 320 $m^3/s$ bij Lith. Ter hoogte van Buggenum zal de gemiddelde afvoer van de Maas ongeveer 285 $m^3/s$ bedragen.

### 5.4.2 De chemische waterkwaliteit van de Maas

De waterkwaliteit van de Maas in Nederland is in de eerste plaats afhankelijk van de kwaliteit van het Maaswater zoals dat bij Eijsden ons land binnenkomt. Deze waterkwaliteit is afhankelijk van de afvoer. Bij hoge waterafvoer worden op de Maas geloosde stoffen sterk verdund, bij lage afvoer niet. Stroomafwaarts van Eijsden wordt de waterkwaliteit beïnvloed door natuurlijke processen, zoals bezinking en bacteriële afbraak van organische stoffen, en door toevoer van veelal verontreinigd water uit zijrivieren en -beken.

De gegevens betreffende de chemische waterkwaliteit van de Maas zijn afkomstig uit de kwartaalverslagen van het kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren en uit de RIWA-rapportage over de samenstelling van het Maaswater. De chemische waterkwaliteit van de Maas wordt voor een aantal relevante data getoetst aan de normen met bedtrekking tot de basiskwaliteit zoals vermeld in het IMP-water 1985-1989.

- Temperatuur
  In 1986 kwam de watertemperatuur bij Eijsden gemiddeld 2,5 K boven de natuurlijke temperatuur en kwam één maal boven de 25 °C, de norm met betrekking tot de basiskwaliteit buiten de mengzone van een koelwaterlozing. Bij Stevensweert is de Maas gemiddeld bijna 1 K afgekoeld en komt overschrijding van de 25 °C norm niet meer voor. In 1984 en 1985 was de maximum watertemperatuur bij Eijsden 23,5 °C. De watertemperatuur van de Maas bij Eijsden is door koelwaterlozingen in Frankrijk en België gemiddeld circa 2,6 K verhoogd boven de natuurlijke temperatuur. In par. 5.4.5 wordt nader ingegaan op de bovenstroomse restwarmte in de Maas bij Eijsden en Buggenum.

- Zuurstof
  Aangezien de Maas is aangewezen als water voor karperachtigen moet het zuurstofgehalte minimaal 6 mg/l bedragen. Dit werd bij Eijsden in 17% van de gevallen niet gehaald, met een minimum van 3,6 mg/l. Bij Stevensweert was het percentage waarnemingen beneden 6 mg/l ook 17%, maar het minimum lag hier op 4,8 mg/l. Bij Linne werd in 1986 slechts in 4% van waarnemingen een zuurstofgehalte beneden de 6 mg/l gemeten.

  In de jaren 1978 tot en met 1981 zijn bij de stuwen in de Maas zuurstofconcentraties zowel boven als beneden de stuw gemeten. Bij de stuw bij Roermond is het zuurstofverzadigingspercentage beneden de stuw 0 tot 10% hoger dan boven de stuw. Gemiddeld neemt het zuurstofpercentage met 5% toe of wel gemiddeld met 0,4-0,5 mg/l.

  Het zuurstofverlies in de Maascentrale is gemiddeld ongeveer even groot als de zuurstofwinst bij de stuw te Roermond. In de jaren 1984 tot en met 1986 werden in de genoemde kwartaalverslagen alleen zuurstofconcentraties boven de stuwen gemeten. In deze drie jaar zijn de gemiddelden van 70 waarnemingen:
  - Linne boven de stuw 9,2 $\pm$ 1,34 mg $O_2$/l
  - Roermond boven de stuw 9,7 $\pm$ 1,30 mg $O_2$/l
  - Belfeld boven de stuw 9,6 $\pm$ 1,54 mg $O_2$/l.

  Deze cijfers geven een beeld dat met het voorgaande overeenstemt. Als wordt voorbijgegaan aan veranderingen van de zuurstofconcentratie in de stuwpanden wijzen deze cijfers op een zuurstoftoename door de stuw bij Linne en een mogelijke zuurstoftoename bij de stuw bij Roermond die gecompenseerd wordt door het zuurstofverlies door de koelwaterlozing door de Maascentrale.

- Biologisch zuurstofverbruik (BZV)
  Organische verontreiniging van oppervlaktewater wordt gekarakteriseerd door het Biochemisch Zuurstof Verbruik of BZV.

De $BZV_5^{20}$ geeft aan hoeveel mg/l zuurstof in vijf dagen wordt verbruikt bij een temperatuur van 20 °C. Het $BZV_5^{20}$ van het Maaswater bij Eijsden overde jaren 1980 tot en met 1986 is gemiddeld 2,9 mg/l. De jaargemiddelde cijfers over deze jaren zijn redelijk constant. De BZV dient volgens de gemiddelde basiskwaliteitsnorm minder dan 5 mg/l als $O_2$ te bedragen. Aan deze gemiddelde norm wordt bij Eijsden voldaan, hoewel incidenteel BZV's van meer dan 5 mg/l worden gemeten. Bij Linne voldoet de BZV altijd aan de norm. Dit is in overeenstemming met het zuurstofgehalte. Tussen Eijsden en Linne is de concentratie organische verontreiniging onder andere afgenomen door de bouw van rioolwaterzuiveringsinstallaties en ten gevolge van zelfreiniging en is het zuurstofgehalte daardoor verbeterd.

Temperatuurverhoging van oppervlaktewater heeft ook invloed op bacteriële omzetting van organische verontreiniging en van ammonium en nitriet. Bij deze omzettingen wordt zuurstof verbruikt. In het stroomgebied van de Maas neemt het BZV af, bij Keizersveer is het gemiddelde over de jaren 1980 tot en met 1986 2,1 mg/l. De BZV van de Maas ter hoogte van de koelwaterlozing door de Maascentrale zal gemiddeld tussen 2,1 en 2,9 mg/l liggen. De gemiddelde zuurstofconcentratie bij Belfeld (het eerste meetpunt stroomafwaarts van de koelwaterlozing door de Maascentrale) was in 1985 en 1986 90%. Door reaëratie tijdens het doorlopen van het traject Buggenum-Belfeld zal de zuurstofconcentratie ongeveer 0,4 mg/l toenemen. Een zuurstofgehalte van 0,4 mg/l lager dan bij Belfeld betekent dat na de koelwaterlozing bij Buggenum de zuurstofconcentratie in alle gevallen boven 5 mg/l blijft en in 96% van de gevallen ook boven 6 mg/l, de norm voor water voor karperachtigen. Deze norm en de norm met betrekking tot de basiskwaliteit geldt niet voor de mengzone na een koelwaterlozing.

- De norm met betrekking tot de basiskwaliteit wordt in 1986 voor $NO_2$ + $NO_3$, ammonium en vrij ammoniak bij Eijsden niet overschreden.

- Totaal fosfaat
  De basiskwaliteitsnorm van 0,15 mg P/l wordt bij Eijsden vrijwel steeds overschreden met een gemiddelde waarde van 0,5 mg/l en een maximum van 1,4 mg/l. Stroomafwaarts van Eijsden verandert de fosfaatconcentratie nauwelijks.

- Chlorophyl a
  Ondanks de hoge fosfaatconcentratie is het chlorophylgehalte op de meetpunten laag. Als echter bij zeer lage Maasafvoer het water vrijwel stil staat in de stuwpanden kan hier algenbloei met hoge chlorophylconcentraties optreden.

- Ammoniak
  Op de meetpunten Roermond boven de stuw, stroomopwaarts van Buggenum, en Belfeld boven de stuw, stroomafwaarts van Buggenum liggen de gemiddelde concentraties ammonium en ammoniak tussen 0,3 mg/l in de zomer en 0,7 mg/l in de winter met maxima die hier ongeveer het dubbele van zijn. De concentratie ammoniak is afhankelijk van watertemperatuur en zuurgraad (pH).
  In het algemeen is op genoemde meetpunten de pH < 8 en blijft bij de heersende watertemperatuur de concentratie ammoniak beneden 20 µ/l, de norm met betrekking tot de basiskwaliteit.
  Incidenteel kan, vooral in het voorjaar, de pH oplopen tot boven 8,5 en kan, afhankelijk van de watertemperatuur, deze norm worden overschreden. De twee genoemde meetpunten vertonen onderling zeer weinig verschil in meetresultaten zodat deze resultaten ook relevant zijn voor de locatie Buggenum.

- Chloride
  De chlorideconcentratie in de Maas is de laatste 20 jaar voortdurend toegenomen, wat in belangrijke mate wordt veroorzaakt door chloridelozingen op de Samber in België door de soda-industrie. Omdat de Maas een belangrijke functie heeft voor de drinkwatervoorziening en de tuinbouw geldt voor de Maas niet de chloridenorm met betrekking tot de basiskwaliteit van 200 mg/l maar geldt voor de Maas een grenswaarde van 100 mg/l. Deze grenswaarde is aangegeven in het Rijkswaterkwaliteitsplan. Aangezien bij Eijsden de chloride-norm van 100 mg/l in 5-10% van de waarnemingen wordt overschreden worden in Nederland bij lage Maasafvoer (55 $m^3/s$ bij Borgharen) geen nieuwe chloridelozingen op de Maas toegestaan.

- Sulfaat
  De sulfaatconcentratie voldoet 1-5% van de gevallen niet aan de basiskwaliteitsnorm.

- Zware metalen
  De concentraties arseen, cadmium, kwik, koper, lood, zink, chroom en nikkel voldoen aan de basiskwaliteitsnorm.

- Olie
  De basiskwaliteitsnorm voor olie (0,2 mg/l) wordt bij Eijsden regelmatig overschreden, met in 1986 een maximum van 1,27 mg/l. Op de andere monsterpunten in de Maas wordt geen olie bepaald. Op de drinkwateronttrekkingspunten bij Heusden en Keizersveer zijn de oliegehalten lager en wordt de norm niet overschreden.

- PCB's
  De basiskwaliteitsnorm voor PCB's werd in 1986 één maal overschreden. PCB's worden vooral aangevoerd via de Roer.

- Coli
  De concentratie thermo-tolerante coli's is een maat voor faecale verontreiniging van het water. In een aantal zijbeken, is de coliconcentratie meestal zeer hoog. Ook in de Maas wordt de basiskwaliteitsnorm vrijwel steeds overschreden met een factor 4 tot 10. Dit geldt zowel voor het meetpunt Eijsden als voor het meetpunt Stevensweert. De mate van normoverschrijding is bij Stevensweert een factor 3 à 4 lager.

Lozing van koelwater verhoogt de watertemperatuur en kan van invloed zijn op het zuurstofgehalte en het gehalte aan vrij ammoniak. Door verhoging van bacteriële activiteit kan nitrificatie van ammonium en nitriet en afbraak van organische stof enigszins worden versneld. Deze extra bacteriële activiteit kan het zuurstofgehalte nadelig beïnvloeden. Zoals hiervoor aangegeven blijkt deze invloed in de praktijk gering.

Als de chemische waterkwaliteit in vijf opvolgende jaren (1982 tot en met 1986) wordt bekeken, zijn er betrekkelijk weinig verschillen tussen de verschillende jaren. Enkele uitzonderingen zijn het lage zuurstofgehalte in de maanden augustus tot en met oktober 1985. Deze maanden was de maandgemiddelde zuurstofconcentratie bij Eijsden beneden 6 mg/l met in oktober een maandgemiddelde concentratie van 3 mg/l. In deze periode is bij Maastricht vissterfte opgetreden. Het chloridegehalte van de Maas neemt van jaar tot jaar geleidelijk toe. Alleen in 1984, een jaar met gemiddeld een relatief hoge rivierafvoer, was de gemiddelde chlorideconcentratie lager dan in de andere vier jaar.

De overschrijding van de norm met betrekking tot de basiskwaliteit voor coli, olie en totaal fosfaat deed zich in alle vijf jaren voor.

### 5.4.3 De biologische waterkwaliteit van de Maas

In 1980 heeft het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) onderzoek verricht naar de visstand in de Maas (RIVO, 1981). Daarnaast zijn door de KEMA in 1980 en 1981 regelmatig vismonsters genomen van met het koelwater ingezogen vis bij de Maascentrale en bij de Clauscentrale. Bij deze bemonsteringen door KEMA en RIVO zijn in de Maas in het gedeelte dat binnen het beschouwde gebied valt totaal 32 vissoorten gevonden. Zeer algemeen in de Maas zijn paling, brasem, baars, kolblei, blankvoorn, alver en snoekbaars. In de Grens Maas worden nog enige soorten karakteristieke riviervissen aangetroffen, barbeel, sneep, serpeling en kopvoorn.

Een viertal vissoorten is voor Nederland niet inheems, regenboogforel, Amerikaanse dwergmeerval, zonnebaars en hondsvis. De eerste twee soorten zijn ontsnapt uit viskwekerijen, de laatste twee soorten waarschijnlijk als aquariumvis. Bij de uitmonding van de Neerbeek in de Maas werden enige vissoorten aangetroffen die karakteristiek zijn voor de zijbeken, bermpje, grote en kleine modderkruiper. Van de zalmachtigen is forel zeldzaam maar trekt de zeeforel de laatste jaren in toenemende mate de grote rivieren op en ziet in de Maas kans de stuwen te passeren.

Behalve de hierboven genoemde soorten komen nog twaalf vissoorten in geringe aantallen voor of kunnen zeldzaam worden genoemd.

Naast vis worden met het koelwater bij de centrales aan de Maas ook Amerikaanse rivierkreeftjes ingezogen. Ook dit dier is ontsnapt uit kwekerijen. De inheemse rivierkreeft komt waarschijnlijk nog in de Maas voor, maar is uiterst zeldzaam.

Van macro-evertebraten, de met het blote oog zichtbare ongewervelde dieren, komen behalve de genoemde Amerikaanse rivierkreeften ook wormen, muggelarven, kokerjuffers, slakken en dergelijke in de Maas voor. De macro-evertebraten in monsters genomen in het midden van de Maas bestaan uit organismen die in de bodem huizen zoals muggelarven, wormen en schelpdieren. De monsters uit de oeverzône zijn soortenrijker en bevatten naast genoemde groepen ook kokerjuffers, waterpissebedden en bloedzuigers (RIVO, 1981). Totaal zijn 33 soorten macro-evertebraten aangetroffen in het deel van de Maas binnen het beschouwde gebied. Macroevertebraten zijn belangrijk als voedsel voor vissen.

De hoeveelheid plankton in de Maas is afhankelijk van afvoer, van watertemperatuur en van instraling van zonlicht. Bij lage afvoer kan in de dan vrijwel stroomloze stuwpanden algenbloei ontstaan.

### 5.4.4 De waterkwaliteit in het beschouwde gebied in verband met effecten van depositie

Zwakgebufferde wateren kunnen verzuren ten gevolge van zure depositie, waarbij het oorspronkelijke ecosysteem in deze wateren geheel kan degraderen. Binnen het beschouwde gebied is evenals elders in Nederland sprake van een zure depositie (circa 6100 mol/ha.a in 1987). Hieraan wordt door de Maascentrale momenteel een geringe maximale bijdrage geleverd van 579 mol/ha.a, en gemiddeld over het beschouwde gebied circa 230 mol/ha.a (zie par. 5.3). De Maas is een regenrivier, maar vanwege de kalkhoudende gronden in de bovenloop is het Maaswater sterk gebufferd tegen verandering van de zuurgraad. Invloed van zure depositie is dan ook niet te verwachten. Ook de pH (zuurgraad) van de beken in het beschouwde gebied is hoog genoeg om geen invloed van zure depositie te vrezen.

De wateren in de restanten van het oorspronkelijke hoogveengebied zijn van nature al zuur. Ook op deze wateren is zure depositie niet van invloed. Depositie van stikstof werkt wel bemestend op deze wateren en kan langs die weg wel van invloed zijn. De stikstofdepositie in het Peelgebied komt echter voornamelijk van ammoniakemissie uit de intensieve veehouderij. Naast de stikstofdepositie van gemiddeld over het Nederlandse deel van het beschouwde gebied 60 kgN/ha.a speelt de gemiddelde $NO_x$-immissie van de Maascentrale van circa 0,2 kgN/ha.a geen rol.

Wel gevoelig voor zure depositie zijn voedselarme vennen op kalk- en voedselarme zandgronden, zoals het Elfenmeer en Eendenpoel in het Meinweg-gebied. Ook in de Peel zijn sommige vennen nog voedselarm (Grote Moost). Andere vennen, zoals de Balen en het Sarsven bij Nederweert zijn voedselrijk en hebben een pH van rond de 7. Veel voedselarme vennen zijn verzuurd door zure depositie en hebben daardoor hun visstand grotendeels verloren. Alleen de hondsvis, die nog bij zeer lage pH kan leven, komt in deze vennen voor.

### 5.4.5 Beschikbaarheid van koelwater

#### 5.4.5.1 Koelwatersituatie met eenheden 4, 5 en 6 in bedrijf

Het koelwater voor de Maascentrale wordt onttrokken uit het Lateraalkanaal in de voorhaven, 600 m ten zuiden van de uitmonding van het Lateraalkanaal (zie figuur 3.2).

Het koelwater stroomt via voorhaven, haven, een duiker en een inlaatmeertje naar het pompgebouw. Aangezien de totale koelwaterhoeveelheid van de Maascentrale groter is dan het debiet door het Lateraalkanaal zal Maaswater via het Lateraalkanaal naar de voorhaven stromen.

In de huidige situatie is de maximale warmtelozing van de eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale 690 MW (th).

Het koelwaterdebiet in de huidige situatie is 18,9 $m^3/s$ met een opwarming in de condensors van 9,2 K.

In het Saneringsplan Koelwater Maascentrale wordt aanbevolen de koelwaterpompen van de eenheden 5 en 6 uit te rusten met motoren met een groter vermogen zodat circa 10% meer koelwater naar de condensors kan worden gevoerd. Hiermee wordt de opwarming in de condensor van eenheid 5 verlaagd van 9,5 K tot 8,6 K en van eenheid 6 van 9,35 K tot 8,5 K. Het koelwaterdebiet van eenheid 5 wordt 7 $m^3/s$ en van eenheid 6 8,56 $m^3/s$. De totale koelwaterlozing zal na vervanging van motoren maximaal 20,3 $m^3/s$ bedragen met een opwarming van 8,6 K.

Volgens de rivierenrichtlijn van de ABK-koelwaternormen mag het Maasdebiet niet meer dan 3 K boven de natuurlijke temperatuur worden opgewarmd. Ter hoogte van het koelwaterlozingspunt van de Maascentrale heeft de Maas in het algemeen een temperatuur die ten gevolge van bovenstroomse warmtelozingen hoger is dan de natuurlijke temperatuur. Bovendien is de mogelijk te lozen hoeveelheid warmte afhankelijk van de Maasafvoer. De bovenstroomse restwarmte betreft de restwarmte van koelwaterlozing door Franse en Belgische centrales en de koelwaterlozing door de Clauscentrale.

Om de bovenstroomse restwarmte in de Maas bij Buggenum onder verschillende omstandigheden vast te stellen zijn berekeningen uitgevoerd op basis van gegevens uit het rapport van de Commissie Koelwater Normen "De maatgevende lage afvoer voor de riveren Rijn en Maas" Nota-nr. WH 81-06 (1981) (tabel 5.4.1). De berekeningen zijn uitgevoerd met als uitgangspunt dat de Roer niet is opgewarmd. Volgens nota 87.065 (1987) van DBW-RIZA, wordt het reëel geacht om uit te gaan van geen dan wel geringe opwarming van de Roer.

Bovenstroomse restwarmte bij Eijsden is afkomstig van warmtelozingen in de Maas in België en Frankrijk. Tabel 5.4.1 geeft een overzicht van de centrales aan de Maas bovenstrooms van Eijsden. Uit deze tabel blijkt duidelijk dat bij volledig koeltorengebruik door de centrale te Tihange de warmtelozingen op de Maas beperkt zijn, maar bij directe lozing te Tihange aanzienlijk. In Chooz zijn momenteel twee nieuwe eenheden van ca 1200 MWe elk in aanbouw, die na 1990 achtereenvolgens in bedrijf zullen komen. Deze nieuwe eenheden zullen koeltorens gebruiken, maar via de koeltorenspui zal de warmtelozing tussen 1990 en 2000 met ca. 220 MWth toenemen. Er zijn geen andere plannen bekend voor uitbreiding van de elektriciteitscentrales langs de Maas.

De huidige centrale te Chooz, in 1967 in bedrijf genomen, wordt waarschijnlijk tussen 1990 en 2000 uit bedrijf genomen waardoor bij koeling via koeltorens door de nieuwe eenheden de totale warmtelozing niet toe zal nemen, maar met ca 345 MWth zal afnemen.

Tabel 5.4.1 Globaal overzicht van de huidige waterlozingen langs de Maas in Frankrijk en België

| Naam | MWe | Wijze van koeling | MWth |
|---|---|---|---|
| Chooz | 300 | rivier | 565 |
| Tihange | 2800 | koeltorens<br>(rivier) | 270<br>(5300) |
| Awirs | 550 | rivier | 700 |
| Angleur | 90 | rivier | 125 |
| Bressoux | 150 | rivier | 225 |
| Totaal | 3890 | | 1885<br>(6915) |

Over het belastingspatroon van Franse en Belgische centrales langs de Maas is geen informatie beschikbaar. Duidelijk zal zijn dat niet alle centrales altijd vollast zullen draaien. Daarnaast is de mate van inzet van koeltorens van grote invloed op de warmtelozing en dus op de grensoverschrijdende opwarming van de Maas bij Eijsden.

De opwarming boven de natuurlijke temperatuur ($T_N$) is te berekenen als over het stroomgebied van de Maas tussen Chooz en Eijsden van plaats tot plaats het debiet en het afkoelend oppervlak bekend is, en verder per lozingspunt de hoeveelheid geloosde warmte, de toevoer van water uit zijrivieren en de eventuele opwarming van deze zijrivieren. Aangezien de actuele waarden van deze lozingen en debieten niet van uur tot uur beschikbaar zijn, is de opwarming boven $T_N$ van de Maas te Eijsden op een gegeven tijdstip niet vast te stellen. Wel kan over een bepaalde periode de watertemperatuur en de luchttemperatuur worden gemeten en kan hieruit de gemiddelde opwarming boven $T_N$ worden vastgesteld.

In 1982 is de gemiddelde opwarming boven $T_N$ van de Maas te Eijsden vastgesteld op ca. 2,5 K (Rijkswaterstaat, 1982; Nota 82.8). Sinds 1982 is het opgestelde vermogen bij Tihange met 1900 MWe toegenomen, maar deze eenheden koelen in principe via koeltorens waardoor de totale warmtelozing op de Maas met slechts 180 MWth toenam. Voor de gemiddelde opwarming boven $T_N$ van de Maas bij Eijsden lijkt 2,6 K momenteel een redelijke schatting. Onder bepaalde omstandigheden kan de Maas echter meer dan 2,6 K en mogelijk tot 4 K boven $T_N$ bij Eijsden zijn opgewarmd. Dit doet zich vooral voor in de winterperiode bij hoge waterafvoer (300-600 $m^3/s$), als de Belgische waterbeheerder van de Maas de Belgische elektriciteitsbedrijven vraagt om bij Tihange de warmte direct op de Maas te lozen om ijsgang te voorkomen. Bij directe lozing is de centrale Tihange in principe in staat de Maas bij een afvoer van 300 $m^3/s$ 4,2 K en bij een afvoer van 400 $m^3/s$ 3,2 K boven $T_N$ op te warmen. Bij Maasafvoeren van meer dan 400 $m^3/s$ zijn de Franse en Belgische centrales niet in staat de Maas zover op te warmen dat de watertemperatuur bij Eijsden meer dan 3 K boven de natuurlijke temperatuur komt. Wat de werkelijke opwarming in een vorstperiode zal zijn, hangt van de luchttemperatuur af. Met bovenstroomse restwarmte, als b.v. Chooz in de toekomst in vorstperioden ook extra warmte op de Maas zou gaan lozen, kan de opwarming van de Maas bij Tihange nog toenemen.

Evenals in Nederland zijn de koelwaterlozingen in België aan voorwaarden gebonden. De Belgische koelwaterrichtlijnen zijn echter aanzienlijk minder stringent dan de Nederlandse richtlijnen. In België mag momenteel een rivier gemiddeld over het dwarsprofiel tot 5 K boven de achtergrondtemperatuur worden opgewarmd. Dit wordt na 1990 veranderd.

Bij Belgisch Koninklijk Besluit van 21 november 1987 zullen in België basiskwaliteitsnormen worden toegepast die ingaan op 21 november 1990. Na deze datum mag een rivier gemiddeld over het dwarsprofiel maximaal 3K boven de achtergrondtemperatuur worden opgewarmd.

Door bovenstroomse restwarmte kan dit meer zijn dan 3 K boven de natuurlijke temperatuur, waardoor ook na 1990 een opwarming van de Maas te Eijsden van meer dan 3 K boven $T_N$ onder bepaalde omstandigheden mogelijk is. Bij hoge afvoer (300 à 400 $m^3/s$) bij Borgharen zal opwarming van de Maas bij Eijsden van meer dan 4K boven $T_N$ niet voorkomen. Een afvoer van 300 $m^3/s$ bij Borgharen is 326 $m^3/s$ bij Eijsden. Een opwarming van 4 K betekent een fictieve warmtelozing bij Eijsden van 5500 MWth. Bij Tihange kan binnen de na 1990 geldende richtlijnen dan maximaal 3300 MWth worden geloosd. Bij een afvoer van 400 $m^3/s$ bij Borgharen is de fictieve warmtelozing bij Eijsden bij 4 K opwarming 7100 MWth terwijl Tihange dan maximaal 4300 MWth mag lozen.

Samenvattend is de huidige situatie een gemiddelde opwarming bij Eijsden van ca. 2,6 K boven $T_N$ en een maximum opwarming van ca. 4 K boven $T_N$. Als na 1990 mogelijk meer warmte bij Chooz kan worden geloosd maar de Belgische basiskwaliteisnormen worden toegepast, zal de maximum opwarming bij Eijsden niet toenemen. De gemiddelde opwarming, kan mogelijk wel toenemen.

Volgens de voor de huidige Maascentrale geldende lozingsvergunning mag de Maascentrale de Maas maximaal 3 K opwarmen boven de achtergrondtemperatuur (= inlaattemperatuur) en wordt de bedrijfsvoering niet gehinderd door bovenstroomse restwarmte zolang de inlaattemperatuur niet boven 21,4 °C komt. Na uitvoering van het Saneringsplan Koelwater Maascentrale zal de opwarming van het koelwater 8,6 K bedragen, terwijl de maximum lozingstemperatuur de 30 °C niet mag overschrijden.
Aangezien de Clauscentrale is voorzien van koeltorens kan de warmtelozing op de Maas door de Clauscentrale worden verminderd of geheel gestopt in gevallen dat de Maascentrale in haar warmtelozing wordt beperkt door de warmtelozing van de Clauscentrale.

Als de Maasafvoer te Buggenum beneden 55 $m^3/s$ daalt moet de Maascentrale in de huidige omvang (eenheden 4, 5 en 6; 690 MW th) vermogen beperken omdat dan de Maas, gemiddeld over het dwarsprofiel, meer dan 3 K boven de achtergrondtemperatuur wordt opgewarmd. Het Maasdebiet te Buggenum daalt gemiddeld 27 dagen per jaar beneden 55 $m^3/s$ en is er onvoldoende water voor lozing van 690 MWth aan warmte.

5.4.5.2 Koelwatersituatie met alleen eenheid 6

In de situatie in 1992, is alleen Maascentrale eenheid 6 in bedrijf. Er wordt dan maximaal 302 MWth geloosd. Hiervoor is tenminste een Maasafvoer te Buggenum van 24 $m^3/s$ nodig. De afvoer van de Roer en het debiet door het Julianakanaal is samen onder normale omstandigheden al meer dan 24 $m^3/s$.
Alleen onder zeer uitzonderlijke omstandigheden zal de afvoer te Buggenum lager zijn dan 24 $m^3/s$. De door Rijkswaterstaat gewenste minimum afvoer door de Grens Maas van 10 $m^3/s$ wordt in droge zomers niet gehaald. Door aanleg van stuwmeren in Duitsland heeft de Roer een minimumafvoer van 10 $m^3/s$ en normaal van tenminste 15 $m^3/s$.

5.4.6 De autonome ontwikkeling van afvoer en opwarming van de Maas

De afvoer van de Maas is primair afhankelijk van meteorologische omstandigheden (regen en verdamping). Daarnaast wordt in België 13-15 $m^3/s$ aan de Maas onttrokken voor voeding van het Albertkanaal en voor drinkwaterbereiding. Volgens het Maastractaat moet bij Maastricht nog 10 $m^3/s$ worden afgelaten in de Zuid-Willemsvaart. De wateronttrekkingen in België zullen waarschijnlijk in de toekomst toenemen.

De verhoging van de watertemperatuur bij Eijsden door warmtelozingen in België is niet vastgelegd.

Met België is in 1975 op ambtelijk niveau een accoord bereikt over verdeling en kwaliteit van het Maaswater. Er is vastgelegd dat naar voortgaande verbetering wordt gestreefd. Deze op 11 januari 1975 te Brussel door beide regeringen ondertekende overeenkomst tot wijziging van artikel 6 van het Maastractaat van 1863 is echter nog niet door de Belgische volksvertegenwoordiging geratificeerd. Voor wat betreft de watertemperatuur mag de Maas volgens in het Maastractaat vast te leggen afspraken aan de grens bij Eijsden/Lixhe tot 3 K boven de natuurlijke temperatuur worden opgewarmd. Dit verdrag is nog niet ondertekend en dit maximum van 3 K wordt regelmatig overschreden. Hernieuwde pogingen om tot een geratificeerd Maastractaat met België te komen zijn tot op heden gestrand. Wanneer de grensoverschrijdende opwarming van het Maaswater definitief zal zijn geregeld is niet bekend.

Toekomstige inbedrijfname van kerncentrale eenheden bij Chooz kunnen gevolgen hebben voor de watertemperatuur in de Maas met gevolgen voor de gemiddelde opwarming bij Eijsden.

## 5.5 Depositie van luchtverontreinigende stoffen in de omgeving van Buggenum

### 5.5.1 Depositie van luchtverontreinigende stoffen in Limburg

Bij depositie moet onderscheid worden gemaakt tussen natte en droge depositie. Onder natte depositie wordt verstaan de verontreiniging die door neerslag vanuit de lucht naar bodem en water wordt getransporteerd. Droge depositie is de verwijdering van gassen en aerosolen uit de lucht aan het grensvlak lucht-bodem.

#### 5.5.1.1 Natte depositie

In de omgeving van Buggenum wordt de natte depositie bepaald op meetpunt 25 Breeheij van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling en op de meetpunten L5 Helden, L6 IJsselstein en L8 Vlodrop van het regionale meetnet van de provincie Limburg.

Voor 1987 is de natte depositie van een aantal componenten vermeld in tabel 5.5.1 (RIVM, 1988a). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de neerslagmonsters zijn verzameld in open vangers, zodat in perioden dat het niet regent ook droge depositie kan optreden. Tevens kunnen, door de relatief lange verblijftijd in het veld, omzettingen in de gevangen neerslag optreden. Bij benadering kan de "echte" natte depositie voor sulfaat, nitraat en ammonium worden verkregen door de gemeten waarden voor $SO_4$ en $NH_4$ met 25% en die voor $NO_3$ met 15% te verminderen (RIVM, 1988a). Ook voor de overige componenten moet een correctiefactor gehanteerd worden variërend van 0,6 (Zn) tot 0,8 (Cd) (RIVM, 1988a).

Tabel 5.5.1 Natte depositie in mol/ha[1)] in 1987 in de omgeving van Buggenum

| component | meetpunt | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Breeheij | Helden | IJsselstein | Vlodrop |
| $NH_4$ | 1200 | 1160 | 1470 | 920 |
| $NO_3$ | 460 | 390 | 350 | 410 |
| $SO_4$ [2)] | 470 | 490 | 590 | 510 |
| F | 18 | 32 | 22 | 22 |
| Cd | 0,014 | - | - | - |
| Cu | 0,69 | - | - | - |
| Pb | 0,39 | - | - | - |
| Zn | 2,7 | 5,2 | 2,3 | 3,1 |

1) niet gecorrigeerd voor de bijdrage van de droge depositie
2) voor het meetpunt Breeheij gecorrigeerd voor de bijdrage van sulfaat in de vorm van zeezoutaerosol

Op de genoemde punten worden niet alle componenten gemeten. Om een indruk van de orde van grootte te krijgen, zijn enige gegevens van andere metingen in tabel 5.5.2 vermeld (KNMI, 1986; PEO, 1986c).

Tabel 5.5.2 Achtergrondniveaus van enkele componenten in regenwater (µmol/l) en natte depositie in mol/ha per jaar

| component | | concentratie | depositie |
|---|---|---|---|
| As | arseen | <0,01 | <0,1 |
| B | borium | 0,2 | 2 |
| Be | beryllium | 0,008 | 0,07 |
| Br | broom | 0,1 | 1 |
| Co | cobalt | <0,01 | <0,1 |
| Cr | chroom | <0,01 | <0,1 |
| Hg | kwik | <0,0004 | <0,003 |
| Mo | molybdeen | 0,0006 | 0,005 |
| Sb | antimoon | 0,001 | 0,01 |
| Se | seleen | <0,002 | <0,01 |
| phenanthreen | | 0,0008 | 0,0064 |
| benzo(a)pyreen | | 0,0001 | 0,00085 |

De natte zure depositie kan geheel worden toegewezen aan sulfaat, nitraat en ammonium. Deze depositie kan berekend worden door de ionendeposities van deze componenten te vermenigvuldigen met de ionenladingen waarbij gecorrigeerd wordt voor sulfaat afkomstig van het zeezoutaerosol en voor de bijdrage van de droge depositie. De bijdrage van andere ionen aan de verzuring is verwaarloosbaar. Bij deze berekeningswijze is het aandeel van de afzonderlijke verbindingen aan de natte zure depositie te berekenen (Van Aalst, 1984).

In 1987 bedroeg gemiddeld over Nederland de natte zure depositie (mol $H^+$) 1800 mol/ha (RIVM, 1988a). Hierin was het aandeel van sulfaat, nitraat en ammonium respectievelijk 36%, 22% en 42%. In Noord-Limburg bedroeg in 1987 de natte zure depositie (mol $H^+$) gemiddeld 2000 mol/ha ($SO_4$ 36%, $NO_3$ 19%, $NH_4$ 45%) en in Midden- en Zuid-Limburg gemiddeld eveneens 2000 mol/ha ($SO_4$ 38%, $NO_3$ 20%, $NH_4$ 42%).

### 5.5.1.2 Droge depositie

De mate van droge depositie kan voor gassen en aerosolen worden berekend uit de concentraties in de buitenlucht en de depositiesnelheden. Droge depositie wordt in hoofdzaak bepaald door de componenten $SO_2$, sulfaataerosol, NO, $NO_2$, nitraataerosol, gasvormig salpeterzuur en ammoniak. Door het RIVM worden onderstaande gemiddelde depositiesnelheden gehanteerd (Erisman et al., 1987).

Tabel 5.5.3 Depositiesnelheden

| component | | depositiesnelheid (cm/s) |
|---|---|---|
| $SO_2$ | zwaveldioxide | 0,91 |
| $SO_4^{2-}$ | sulfaat | 0,15 |
| NO | stikstofmonoxide | 0,15 |
| $NO_2$ | stikstofdioxide | 0,34 |
| $NO_3^-$ | nitraat | 0,15 |
| $HNO_3$ | salpeterzuur | 3,4 |
| $NH_3$ | ammoniak | 0,8 |
| $NH_4^+$ | ammonium | 0,15 |

Uit de droge depositie kan de droge zure depositie worden berekend. $SO_2$ en $SO_4^{2-}$, samen $SO_x$ genoemd, kunnen twee equivalenten $H^+$ vrijmaken, NO, $NO_2$, $NO_3^-$ en $HNO_3$, samen $NO_y$, één equivalent $H^+$, en $NH_3$ en $NH_4^+$, samen $NH_x$ genoemd, eveneens één equivalent $H^+$.

In 1987 was in Nederland de droge zure depositie (mol $H^+$) gemiddeld 3500 mol/ha (RIVM, 1988a). Het aandeel $SO_x$ bedroeg 44%, het aandeel $NO_y$ 33% en het aandeel $NH_x$ 23%.

In Noord-Limburg was in 1987 de droge zure depositie (mol $H^+$) gemiddeld 4200 mol/ha ($SO_x$ 42%, $NO_y$ 31%, $NH_x$ 27%) en in Midden- en Zuid-Limburg gemiddeld 4000 mol/ha ($SO_x$ 48%, $NO_y$ 33%, $NH_x$ 19%).

#### 5.5.1.3 Totale depositie

De totale zure depositie (mol $H^+$) was gemiddeld over Nederland in 1987 5300 mol/ha (RIVM, 1988a). Over Noord-Limburg was in 1987 de totale zure depositie (mol $H^+$) gemiddeld 6200 mol/ha en over Midden- en Zuid-Limburg gemiddeld 6100 mol/ha.

Een belangrijk deel van de depositie in Nederland is afkomstig van buitenlandse bronnen (Trisman, et al., 1987). In 1985 was de bijdrage van het buitenland aan de totale $SO_x$ depositie in Nederland 80% waarvan 48% uit West Duitsland en België en 32% uit andere landen. De bijdrage van het buitenland aan een totale $NO_y$-depositie bedroeg in 1985 65%, waarvan 39% uit West-Duitsland en België. Voor $NH_x$ is de bijdrage van buitenlandse bronnen gering, nl. 28% in 1985 waarvan 13% uit West-Duitsland en België.

In Limburg was in 1980 de bijdrage van het buitenland aan de $SO_x$-depositie 89%, aan de $NO_y$-depositie 81% en aan de $NH_x$-depositie 36% (Provincie Limburg, 1988).

### 5.5.2 Depositie van luchtverontreinigende stoffen ten gevolge van de Maascentrale

#### 5.5.2.1 Droge depositie

De droge depositie is een afgeleide van de concentraties op leefniveau en zal dus dezelfde isolijnen vertonen als gegeven in de figuren 5.3.2 tot en met 5.3.4. De droge depositie is berekend voor de plaatsen van de maximale jaargemiddelde immissieconcentraties. Dit houdt in dat maximale depositiewaarden zijn berekend.

Voor de componenten $SO_2$, NO en $NO_2$ zijn de depositiesnelheden toegepast als vermeld in tabel 5.5.3. De depositiesnelheden van andere gasvormige componenten en aerosolen zijn vermeld in tabel 5.5.4. Bij de depositiesnelheden van de aerosolen is rekening gehouden met verschillende deeltjesgrootteverdelingen die representatief zijn voor een bepaalde groep van elementen (PEO, 1986a).

In tabel 5.5.5 zijn de maximale droge deposities van de gasvormige componenten gegeven voor de situaties in 1987 en in 1992. De maximale droge deposities van een aantal aerosolcomponenten zijn vermeld in tabel 5.5.6.

Uit de waarden van de droge depositie van $SO_2$, $NO_2$, NO, Cl en F is de droge zure depositie berekend. De maximale droge zure depositie bedraagt voor de situatie in 1987 464 mol/ha (mol $H^+$) en voor de situatie in 1992 197 mol/ha (mol $H^+$).

Tabel 5.5.4 Depositiesnelheden van aerosolen en gasvormige componenten (PEO, 1986c)

| element | depositiesnelheid (cm/s) |
|---|---|
| aerosolen: | |
| As, B, Be, Br, Cd, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, V, Zn | 0,22 |
| Al, Ba, Cl, Cr, Mn | 0,35 |
| Co, Fe, Sr, Ti | 0,45 |
| gassen: | |
| B, Hg, Se | 1 |
| Br, Cl, F, I | 2 |

Tabel 5.5.5 Maximale droge depositie van gasvormige componenten in 1987 en 1992 ten gevolge van de emissie van de Maascentrale

| component | depositie (mol/ha) | |
|---|---|---|
| | 1987 | 1992 |
| $SO_2$ | 188 | 85 |
| $NO_2$ | 23 | 7 |
| NO | 16 | 5 |
| Cl | 42 | 13 |
| F | 7 | 2 |
| B | 1 | 0,3 |
| Br | 0,2 | 0,05 |
| I | 0,03 | 0,01 |
| Se | 0,006 | 0,002 |
| Hg | 0,0009 | 0,0003 |

Tabel 5.5.6 Maximale droge depositie van aerosolcomponenten in 1987 en 1992 ten gevolge van de emissie van de Maascentrale

| component | depositie (mmol/ha) |
|---|---|
| situatie 1987: | |
| Hg | <0,001 |
| Cd | 0,001- 0,01 |
| Br, Mo, Sb | 0,01 - 0,1 |
| As, Be, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Se | 0,1 - 1 |
| B, Ba, Cl, Mn, Sr, V, Zn | 1 -10 |
| Ti | 25 |
| Fe | 190 |
| Al | 780 |
| situatie 1992: | |
| Hg | <0,001 |
| Br, Cd | 0,001- 0,01 |
| Mo, Pb, Sb, Se | 0,01 - 0,1 |
| As, B, Be, Cl, Co, Cr, Cu | |
| Mn, Ni, Zn, V | 0,1 - 1 |
| Ba, Sr, Ti | 1 -10 |
| Fe | 75 |
| Al | 310 |

### 5.5.2.2 Natte depositie

Bij de natte depositie zijn twee processen te onderscheiden: uitwassen en uitregenen. Onder uitwassen wordt verstaan het verwijderen van aerosolen uit de atmosfeer doordat regendruppeltjes tijdens hun val deze aerosolen onderweg invangen. Dit proces treedt voornamelijk dicht bij de bron op. Onder uitregenen wordt verstaan dat door interactie van aerosolen en de aanwezige of zich vormende wolken opname van de verontreiniging in het wolkenwater plaatsvindt, die dan bij regenbuien naar beneden komt. Dit proces treedt meer op op grotere afstand van de bron.

Resultaten van modelberekeningen van natte depositie laten een ander patroon zien dan die van droge depositie. De locale verschillen zijn bij de natte depositie veel groter dan bij de droge depositie, zodat het weinig zinvol is de depositie in de plaats van het maximum te vermelden, temeer omdat het maximum per component kan verschillen.

Het optreden van de plaats van het maximum is onder andere afhankelijk van de grootte van de regendruppel, van de regenintensiteit, van de windsnelheid en van de windrichting.

Op basis van berekeningen van ECN (Janssen, 1987) uitgevoerd ten behoeve van milieu-effect rapportage voor de Amercentrale te Geertruidenberg (EPZ, 1987) is voor de Maascentrale een schatting gemaakt van de natte depositie van gasvormige componenten (tabel 5.5.7) en van aerosolcomponenten (tabel 5.5.8). Bij de Amercentrale is uitgegaan van een middeling over een sector van 60 graden met een straal van 22 km. Gebleken is dat de hoogste depositie optreedt in de sector 15-45 graden met een straal van 10 km (UNA, 1988). Afhankelijk van de component is de depositie in deze sector maximaal 2,5 maal groter dan in de sector van 60 graden. Deze factor is in de tabellen 5.5.7 en 5.5.8 verdisconteerd.

Tabel 5.5.7 Maximale natte depositie van gasvormige componenten in 1987 en 1992 ten gevolge van de emissie van de Maascentrale

| component | depositie (mol/ha) | |
|---|---|---|
| | 1987 | 1992 |
| $SO_2$ | 20 | 10 |
| Cl | 60 | 30 |
| F | 15 | 8 |
| B | 2 | 1 |
| Br | 2 | 1 |
| I | 0,05 | 0,02 |
| Se | 0,05 | 0,02 |
| Hg | 0,002 | 0,001 |

Tabel 5.5.8 Maximale natte depositie van aerosolcomponenten in 1987 en 1992 ten gevolge van de emissie van de Maascentrale

| component | depositie (mmol/ha) |
|---|---|
| situatie 1987: | |
| Cd, Hg | 0,01 - 0,1 |
| Br, Mo, Sb | 0,1 - 1 |
| As, Be, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Se, V | 1 -10 |
| B, Ba, Mn, Sr, Zn | 10 -20 |
| Ti | 200 |
| Fe | 1000 |
| Al | 5000 |
| situatie 1992: | |
| Hg | 0,001- 0,01 |
| Br, Cd | 0,01 - 0,1 |
| Co, Cr, Mo, Sb, Se | 0,1 - 1 |
| As, B, Ba, Be, Cu, Mn, Ni | |
| Pb, Sr, V, Zn | 1 -10 |
| Ti | 100 |
| Fe | 500 |
| Al | 2500 |

Uit de waarden van de natte depositie van $SO_2$, Cl en F is de natte zure depositie berekend. De maximale natte zure depositie (mol $H^+$) bedraagt voor de situatie in 1987 115 mol/ha en voor de situatie in 1992 58 mol/ha.

### 5.5.2.3 Totale depositie

De totale zure depositie (mol $H^+$) ten gevolge van de emissie van de Maascentrale bedraagt voor de situatie in 1987 maximaal 579 mol/ha en voor de situatie in 1992 maximaal 255 mol/ha.

Deze depositie treedt op op de plaats van de maximale jaargemiddelde immissiebijdrage.

## 5.6 Geluid

### 5.6.1 Inleiding

In 1986 is in opdracht van de Provinciale Waterstaat in Limburg door Tebodin (Tebodin, 1986) een akoestisch onderzoek verricht om de huidige geluidbelasting van de Maascentrale te inventariseren en om de zonegrens voor de Maascentrale vast te kunnen stellen. De resultaten hiervan worden aangegeven. De etmaalwaardecontouren voor de huidige situatie zijn bepaald op grond van deze onderzoeksresultaten en aanvullende gegevens Peutz 1985/86, Peutz 1989) en berekeningen, waarbij gebruik is gemaakt van de "Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai" en een computerprogramma gebaseerd op de zogenaamde standaardmethode (klasse B).

### 5.6.2 Huidige situatie

In figuur 5.6.1 zijn de 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren weergegeven van de Maascentrale te Buggenum, gebaseerd op de bedrijfssituatie zoals weergegeven in het Tebodin-rapport. Deze bedrijfssituatie zal niet altijd optreden, maar is representatief voor de maximale geluidbelasting.

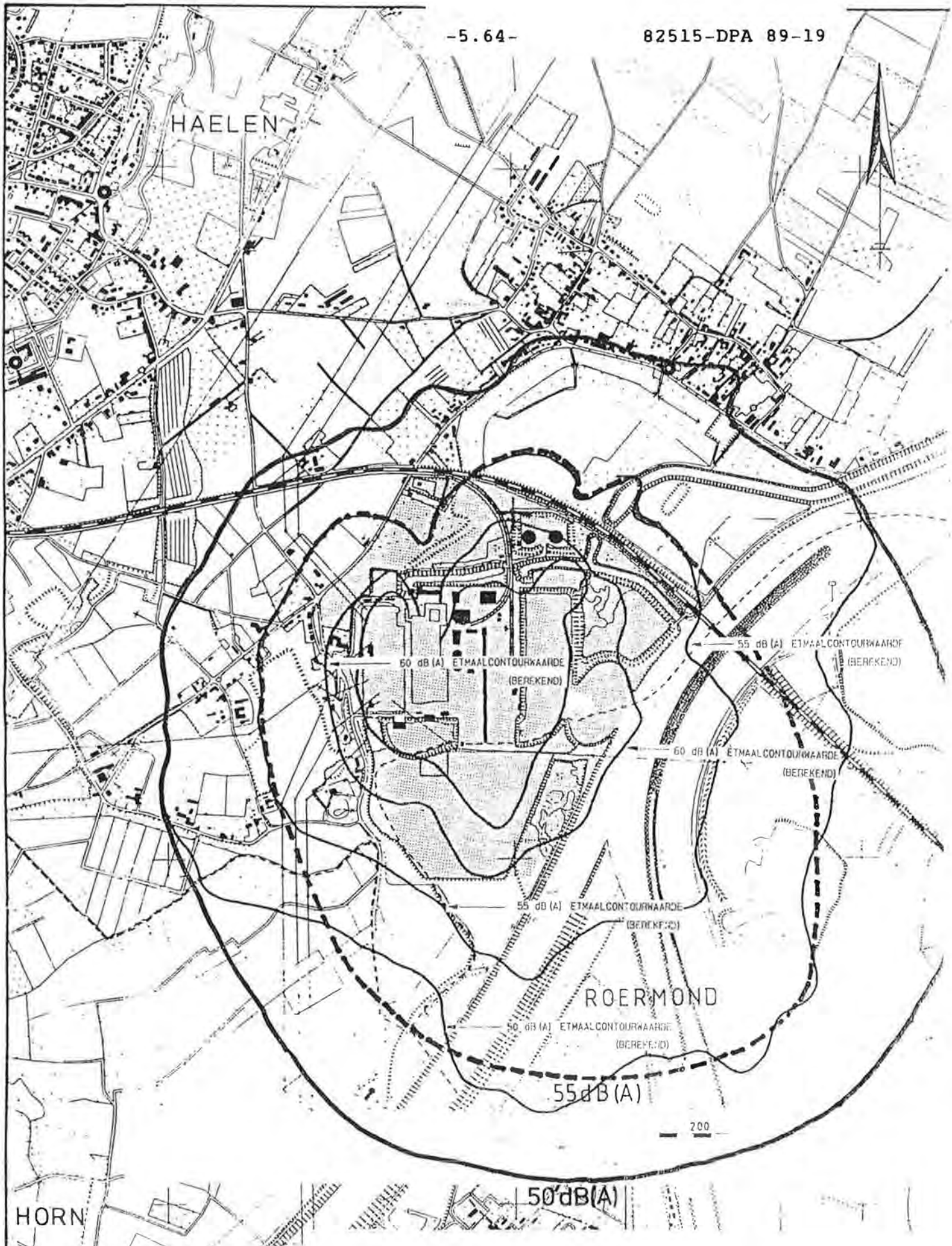
De in figuur 5.6.1 aangegeven geluidcontouren zijn de contouren zoals berekend volgens klasse C8 door Tebodin ten behoeve van het geluidzoneringsonderzoek voor de provincie Limburg.

### 5.6.3 Alleen produktie-eenheid 6 in bedrijf

In figuur 5.6.2 zijn de 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren weergegeven voor de situatie dat alleen eenheid 6 in bedrijf is. De contouren geven de situatie weer bij maximale geluidbelasting. De contouren zijn berekend volgens de standaardmethode (klasse B). Een en ander houdt in dat de geluidcontouren een extreme voorspelling zijn van de geluidbelasting.

Uitgangspunten voor deze berekening zijn:
- de gebouwen van eenheden 4 en 5 zijn nog niet afgebroken
- trafo's van eenheden 4 en 5 buiten bedrijf
- de kolenbunkering van eenheden 4 en 5 buiten bedrijf
- koelwaterfilter 1 buiten bedrijf
- het geluiddrukniveau in de turbinehal en het ketelhuis is met 1,8 tot 4,8 dB(A) gereduceerd (afhankelijk van de plaats) door het buiten bedrijf stellen van eenheden 4 en 5
- het geluidproduktieniveau van het kolenpark blijft gelijk (conservatieve aanneme).

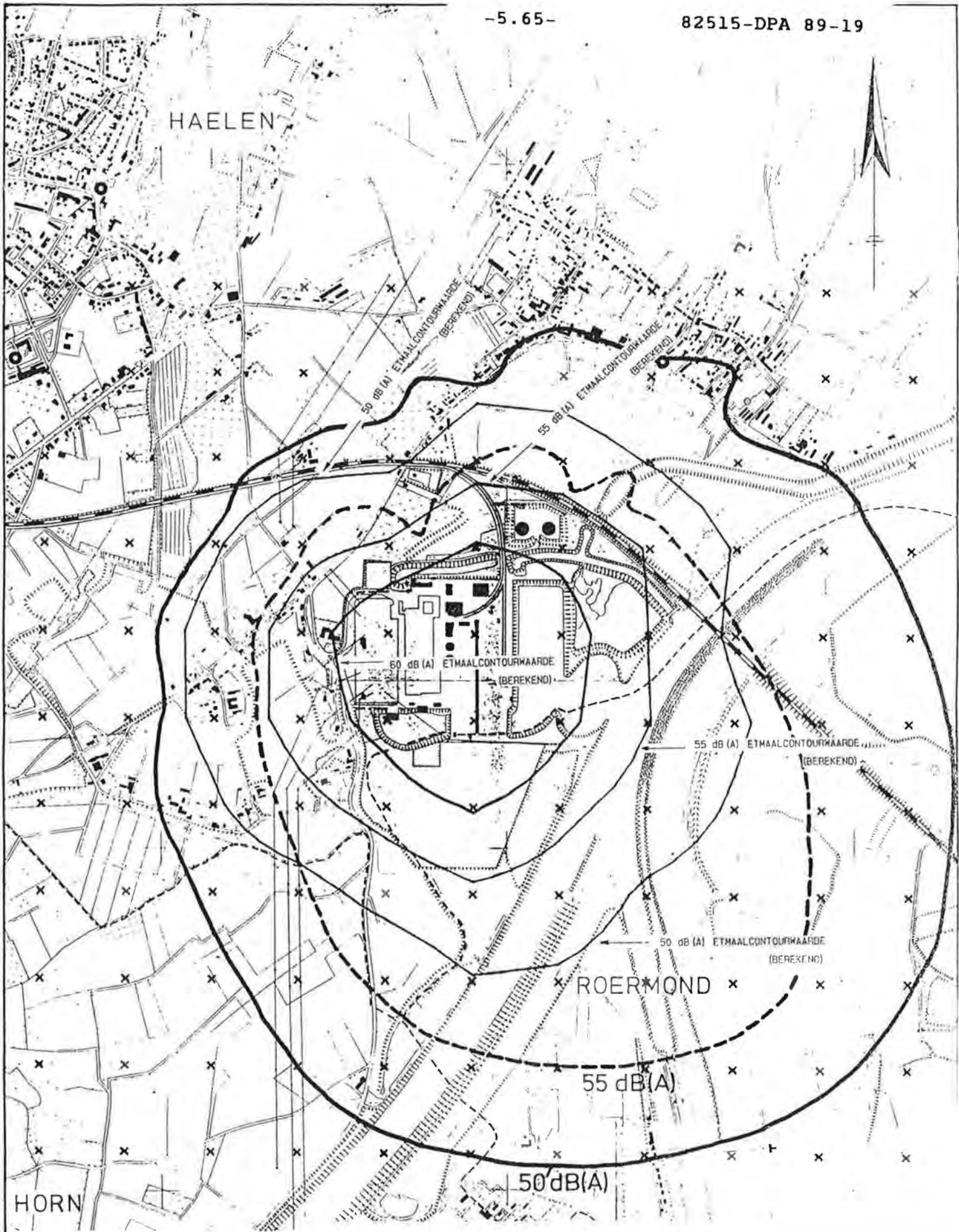
De berekende etmaatcontourwaarden voor de geluidbelasting met alleen eenheid 6 in bedrijf liggen in alle richtingen beduidend lager, dan in de situatie met eenheden 4,5 en 6 in bedrijf. De afname van de geluidbelasting is in noordoostelijke richting het grootst.




LEGENDA

- gemeentegrens
- geluidzone
- 55dB(A) etmaalwaarde kontour

| | | |
|---|---|---|
| KEMA | DIVISIE PROJECTEN EN ADVIEZEN CIV.TECHN. EN BOUWK. PROJ. BUR. | TITEL DE 50, 55 EN 60 dB(A) ETMAALWAARDECONTOUREN VAN DE MAASCENTRALE MET EENHEID 4, 5 EN 6 IN BEDRIJF |
| PROJECT MER KV-STEG | | |
| OPDRACHTGEVER N.V. SEP | | FORM A4 TEKENINGNUMMER FIG 5.6.1 BLAD NR. AANTAL |
| TEK.NR.OPDR.GEV. | | |
| PROJ.NR. | SCHAAL | = 10cm |




LEGENDA

- - - - - gemeentegrens

——— geluidzone

— — — 55dB(A) etmaalwaarde kontour

| | | | |
|---|---|---|---|
| KEMA | DIVISIE PROJECTEN EN ADVIEZEN CIV.TECHN. EN BOUWK. PROJ. BUR. | TITEL | DE 50, 55 EN 60 dB(A) ETMAALWAARDECONTOUREN VAN DE MAASCENTRALE MET ALLEEN EENHEID 6 IN BEDRIJF |
| PROJECT | MER KV-STEG | | |
| OPDRACHTGEVER | N.V. SEP | FORM. A 4 | TEKENINGNUMMER FIG 5.6.2 |
| TEK.NR.OPDR.GEV. | | | |
| PROJ.NR. | SCHAAL | | |

## 5.7 Landschap en visuele aspecten

Het Maascentraleterrein is gesitueerd op een industriegebied dat behoort tot de vlakkere opduikingen van het rivierendalgebied van de Maas.

Ten noorden en westen van de Maascentrale liggen de hogere zandgrondgebieden, ten noorden bestaande uit oude bouwlanden met randbebouwing en ten westen uit oude bouwlanden met verspreide bebouwing overgaand in bosgebieden op circa 3 km afstand bij de woonkernen Haelen en Horn. Direct ten westen van de Maascentrale zijn woningen en het bedrijventerrein van Haelensche Broek gelegen.

Het gebied tussen Buggenum en de Maascentrale bestaat uit weilanden met Maasheggen c.q. populieren.

Ten zuiden en oosten van de Maascentrale wordt het gebied gevormd door het rivierdal van de Maas, voornamelijk bestaande uit velden zonder beplantingen en bebouwing. In dit gebied zijn wel een tweetal campings gesitueerd.

Ten zuidoosten op circa 3 km afstand van de Maascentrale begint de stedelijke bebouwing van Roermond.

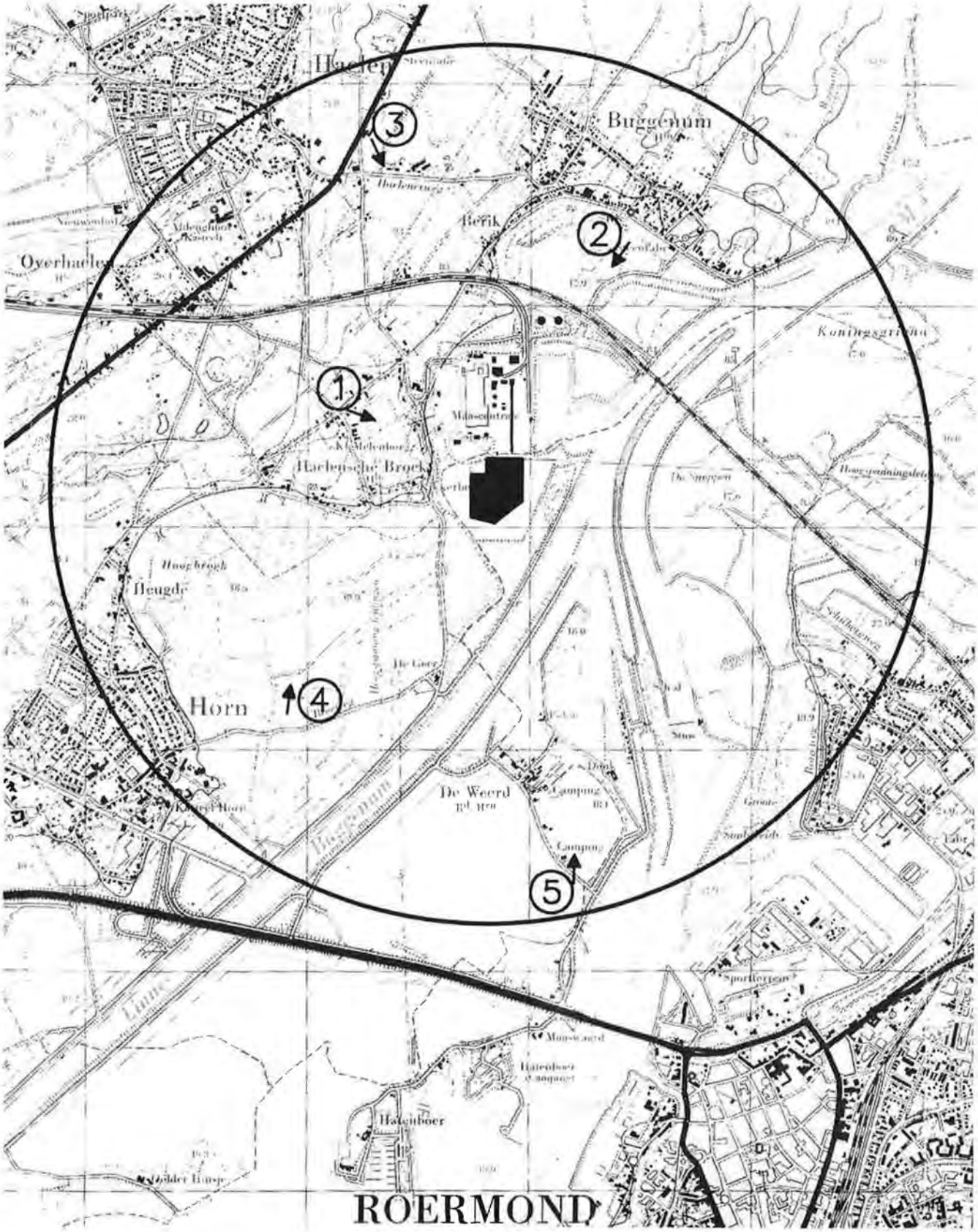
Hoogspanningsleidingen doorkruisen het gebied in noord-zuid richting en in oost-west richting met als knooppunt de Maascentrale.

Door de hoge bouwwerken (schoorsteen 100-150 m, ketelhuizen circa 60 m) is de Maascentrale op grote afstand zichtbaar. De belangrijkste visuele invloed van de centrale blijft echter beperkt tot een afstand van circa 2 km. Binnen deze afstand kan de centrale een dominerende invloed hebben op het landschap. Na circa 1,5 km begint het beeld van de centrale reeds te vervagen.

In figuren 5.7.2 tot en met 5.7.6 is middels foto's een en ander gevisualiseerd.

De woonkernen Buggenum, Haelen en Horn liggen op respectievelijk 1,5 km, 2 km en 2 km van de Maascentrale. Vanuit Buggenum is de Maascentrale duidelijk zichtbaar. Vanuit Haelen en Horn is de zichtbaarheid van de Maascentrale sterk beperkt door reliëfverschil en opgaande beplanting en bosstroken. Vooral voor de woonbebouwing van Haelensche Broek, direct ten westen van de Maascentrale, zal de beleving van de omgeving sterk worden beïnvloed door de aanwezigheid van de Maascentrale.

Door het relatief vlakke karakter van het landschap is de Maascentrale vooral ten zuiden in het rivierdalgebied tot op grotere afstand zichtbaar, maar verondersteld mag worden dat dit niet als storend wordt ervaren (zie figuur 5.7.6).




Figuur 5.7.1. Locaties van waaruit de huidige Maascentrale is gefotografeerd.

2 km.



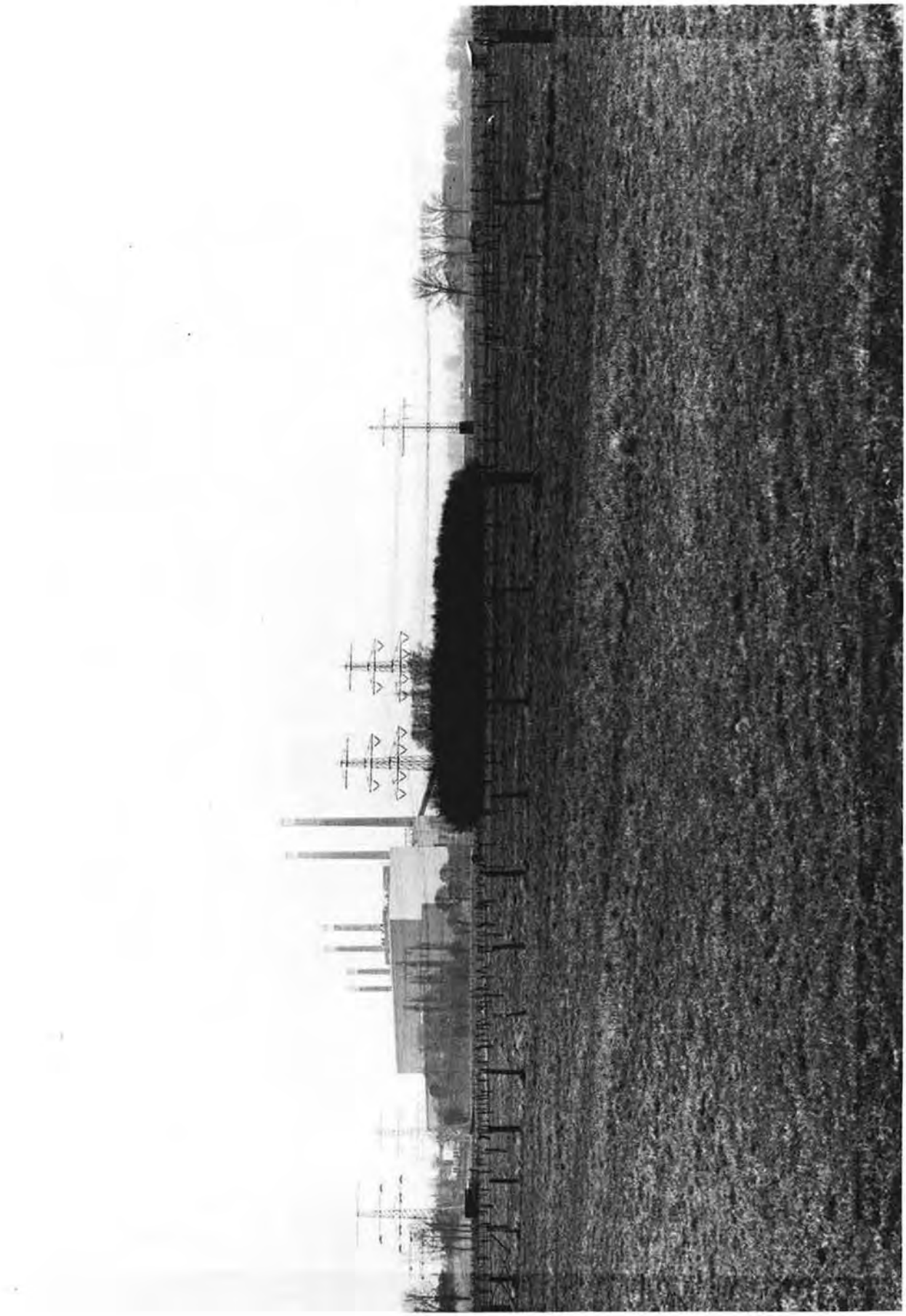
Figuur 5.7.2. Positie 1



Figuur 5.7.3. Positie 2



Figuur 5.7.4. Positie 3



Figuur 5.7.5. Positie 4



Figuur 5.7.6. Positie 5

# 6 MILIEUGEVOLGEN VAN DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN DE ALTERNATIEVEN

## 6.1 Luchtkwaliteit

De toekomstige beïnvloeding van de luchtkwaliteit wordt beschreven voor twee situaties:
- de voorgenomen activiteit met MC6 en DEMO KV/STEG in bedrijf (vanaf 1 juli 1993)
- de voorgenomen activiteit met alleen DEMO KV/STEG in bedrijf (vanaf 2000).

De verspreidingsberekeningen zijn voor de situatie 1993 uitgevoerd voor een gebied van 37,5 km x 37,5 km; zie figuur 5.3.1. De positie van de centrale is x = 15,0 km, y = 15,0 km. Voor de situatie vanaf 2000 zijn de berekeningen uitgevoerd voor een gebied van 12,5 x 12,5 km met als positie van de centrale x = 5,0 km, y = 5,0 km. De reden hiervoor is dat bij de schoorsteenhoogten van de KV/STEG (75 m) de maximale concentraties, met name van $SO_2$, vrij dicht bij de bron liggen. De toegepaste verspreidingsmodellen zijn beschreven in bijlage A. Bij de berekening van de verspreiding van de rookgassen van de KV/STEG is als ruwheidslengte 3,0 m aangehouden (industriegebied met hoge obstakels).

### 6.1.1 Situatie met eenheid 6 en DEMO KV/STEG

#### 6.1.1.1 Bedrijfs- en emissiegegevens

De bedrijfs- en emissiegegevens van de Maascentrale en de DEMO KV/STEG zijn vermeld in tabel 6.1.1. De uit deze tabel afgeleide jaarlijkse emissies van $SO_2$, $NO_x$ en stof in t/a zijn vermeld in tabel 6.1.2.
Naast de in tabel 6.1.1. vermelde bronnen kan bij de DEMO KV/STEG nog een derde bron met een schoorsteenhoogte van 75 m aanwezig zijn, die betrekking heeft op de droging van kolen. Hiervoor wordt aardgas of stookgas toegepast. De emissies van deze bron bedragen: $SO_2$ 0,1 kg/h (bij aardgas 0 kg/h), $NO_x$ 0,67 kg/h, stof 0,6 kg/h. De rookgashoeveelheid bedraagt 7,0 $m^3_0$/s (nat): de rookgastemperatuur is 100 °C. De jaarlijkse emissies van deze bron zijn: $SO_2$, 0,5 t/a, $NO_x$ 3,4 t/a, stof 3,0 t/a.

#### 6.1.1.2 Jaargemiddelde immissiebijragen

De resultaten van de verspreidingsberekeningen zijn gegeven in tabel 6.1.3. De maximale jaargemiddelde immissiebijdragen zijn: $SO_2$ 2,0 $\mu g/m^3$, $NO_x$ 1,0 $\mu g/m^3$, stof <0,05 $\mu g/m^3$. In de figuren 6.1.1 en 6.1.2 zijn de isolijnen van de jaargemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties gegeven. De maximale jaargemiddelde concentraties treden op op afstanden van 7,4 km en 6,0 km voor respectievelijk $SO_2$ en $NO_x$.

De maximale jaargemiddelde $NO_2$-concentratie bedraagt 0,4 $\mu g/m^3$ en de maximale jaargemiddelde NO-concentratie (berekend als $NO_2$) 0,6 $\mu g/m^3$. Op de plaats van de maximale $NO_x$-concentratie bedraagt de jaargemiddelde NO-omzetting 38%; op de plaats van de maximale $NO_2$-concentratie is dit 45%.

Het tweede maximum gelegen ten zuidwesten van de centrale bedraagt: $SO_2$ 0,9 $\mu g/m^3$ op 6,9 km, $NO_x$ 0,4 $\mu g/m^3$ op 6,6 km, stof <0,05 $\mu g/m^3$. De mate van NO-omzetting in de omgeving van dit maximum is 40%.

Tabel 6.1.1 Bedrijfs- en emissiegegevens van de Maascentrale eenheid 6 en de DEMO KV/STEG [1]. Jaargemiddelde verwachtingswaarden

| grootheid | eenheid | E6 | KV/STEG | |
|---|---|---|---|---|
| | | | schoorsteen | gasreiniging |
| brandstof | | kolen | kolen | |
| netto vermogen | MW (el) | 223 | 250 | |
| vollasturen | h | 6200 | 5000 [4] | |
| rookgasvolume [2] | $m^3_o/s$ | 240 | 400 | 0,9 |
| zuurstofgehalte | % | 6 | 13 | - |
| rookgastemperatuur | °C | 135 | 70 | 400 |
| schoorsteenhoogte | m | 125 | 75 | 75 |
| $SO_2$ | $mg/m^3_o$ | 1850 | - | - |
| | g/s | 413 | 2,5 | 7,5 |
| $NO_x$ [3] | $mg/m^3_o$ | 650 | - | - |
| | g/s | 145 | 45,0 | 1,3 |
| stof | $mg/m^3_o$ | 40 | - | - |
| | g/s | 8,9 | 0,4 | 0 |

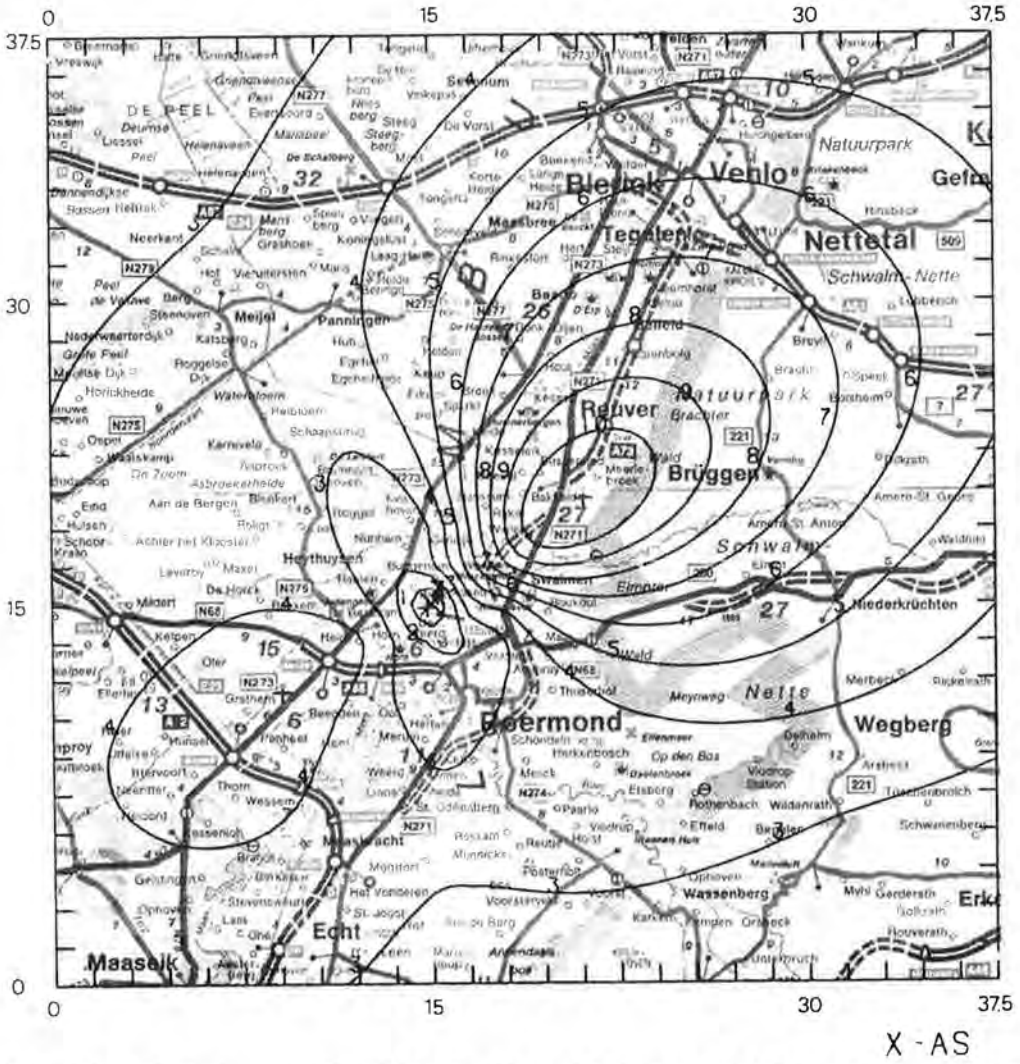
1) de gegevens hebben betrekking op vollast en op droge rookgassen bij 0 °C en 1013 mbar tenzij anders vermeld
2) natte rookgassen
3) berekend als $NO_2$
4) voor de eerste jaren na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG worden 5000 vollasturen per jaar verwacht

Tabel 6.1.2 De emissies (t/a) voor MC 6 + DEMO KV/STEG. Jaargemiddelde verwachtingswaarden.

| eenheid | brandstof | $SO_2$ | $NO_x$ | stof |
|---|---|---|---|---|
| E6 | kolen | 9220 | 3240 | 200 |
| KV-STEG | kolen | 45 | 810 | 7 |
| | | 135 | 25 | 0 |
| totaal | | 9400 | 4075 | 207 |

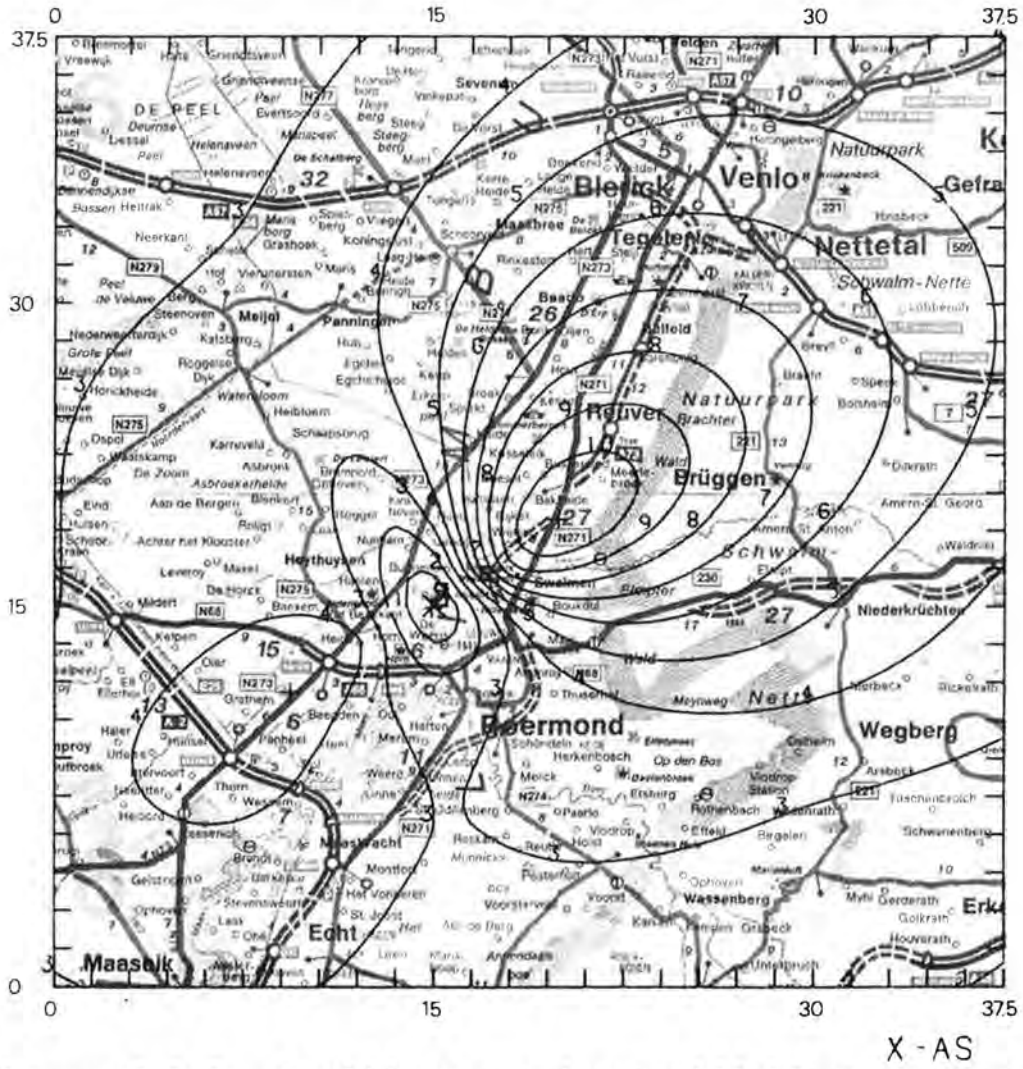
Tabel 6.1.3 De maximale jaargemiddelde immissieconcentraties van $SO_2$, $NO_x$ (berekend als $NO_2$) en stof; MC 6 + DEMO KV/STEG

| eenheid | brandstof | plaats van het maximum | | $SO_2$ ($\mu g/m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| | | x (km) | y (km) | |
| E6 | kolen | 21,0 | 19,5 | 1,8 |
| KV/STEG | kolen | 16,0 | 15,5 | 0,8 |
| totaal | | 21,1 | 19,2 | 2,0 |
| | | | | $NO_x$ |
| E6 | kolen | 21,0 | 19,5 | 0,6 |
| KV/STEG | kolen | 18,0 | 16,5 | 0,4 |
| totaal | | 19,9 | 18,4 | 1,0 |
| | | | | stof |
| E6 | kolen | 21,0 | 19,5 | <0,05 |
| KV/STEG | kolen | 16,0 | 15,5 | <0,01 |
| totaal | | 21,2 | 19,3 | <0,05 |




Figuur 6.1.1 Isolijnen van jaargemiddelde $SO_2$-concentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de Maascentrale eenheid 6 en de DEMO KV/STEG
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in $\mu g/m^3$ |
|---|---|
| 1 | 0,18 |
| 2 | 0,37 |
| 3 | 0,55 |
| 4 | 0,73 |
| 5 | 0,91 |
| 6 | 1,10 |
| 7 | 1,28 |
| 8 | 1,46 |
| 9 | 1,64 |
| 10 | 1,83 |
| maximum | 2,0 |




Figuur 6.1.2 Isolijnen van jaargemiddelde $NO_x$-concentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de Maascentrale eenheid 6 en de DEMO KV/STEG
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in $\mu g/m^3$ |
|---|---|
| 1 | 0,09 |
| 2 | 0,17 |
| 3 | 0,26 |
| 4 | 0,35 |
| 5 | 0,43 |
| 6 | 0,52 |
| 7 | 0,61 |
| 8 | 0,69 |
| 9 | 0,78 |
| 10 | 0,87 |
| maximum | 1,0 |

6.1.1.3 De frequentieverdelingen van immissieconcentraties

De toename van de percentielwaarden van $SO_2$ en $NO_2$ is berekend voor twee punten gelegen in de nabijheid van de plaats van de maximale jaargemiddelde immissiebijdragen. Als achtergrondconcentraties zijn gebruikt de waarden voor 1987 zoals vermeld in paragraaf 5.3.2.3. De toename van de percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties is vermeld in tabel 6.1.4 en van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties in tabel 6.1.5. Bij de berekening van de percentielwaarden van $NO_2$-concentraties is voor de punten A' en B' een jaargemiddelde NO-omzetting van 50% respectievelijk 40% in rekening gebracht.

Tabel 6.1.4 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $SO_2$-emissie van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG

| plaats | A (x = 21,0 km, y = 19,5 km) | B (x = 9,0 km, y = 12,0 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 0,6 | 4,4 |
| ΔP98 | 0,3 | 6,4 |
| ΔP99,7 | 0,1 | 11,1 |

Tabel 6.1.5 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $NO_x$-emissie van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG

| plaats | A' (x = 24,0 km, y = 24,0 km) | B' (x = 3,0 km, y = 7,5 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 0,5 | 0,6 |
| ΔP98 | 0,4 | 0,8 |
| ΔP99,5 | 0,3 | 1,0 |

De met behulp van het korte-termijn model berekende percentielwaarden van uurgemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties, betrekking hebbend op een omgeving zonder achtergrondconcentraties zijn vermeld in de tabellen 6.1.6 en 6.1.7.

Tabel 6.1.6 Percentielwaarden van uurgemiddelde $SO_2$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de Maascentrale ten gevolge van de $SO_2$-emissie door eenheid 6 en de DEMO KV/STEG

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 95 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 98 | 16 | 22 | 26 | 24 | 17 | 15 | 14 |
| 99 | 26 | 51 | 51 | 42 | 30 | 23 | 20 |
| 99,7 | 56 | 86 | 80 | 70 | 55 | 45 | 37 |

Tabel 6.1.7 Percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_x$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de Maascentrale ten gevolge van de $NO_x$-emissie door eenheid 6 en de DEMO KV/STEG

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 95 | <1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 98 | 4 | 11 | 13 | 11 | 8 | 7 | 6 |
| 99 | 10 | 23 | 23 | 19 | 13 | 11 | 9 |
| 99,7 | 26 | 39 | 36 | 31 | 24 | 19 | 16 |

### 6.1.1.4 Anorganische verbindingen

Na inbedrijfneming van de DEMO KV/STEG bedraagt de totale emissie aan stof 210 ton, waarvan 200 ton door eenheid 6.

De emissie van de diverse elementen in geëmitteerd vliegas door eenheid 6 bedraagt 50% van de emissie in 1987 (tabel 5.3.16) en de emissie van gasvormige anorganische elementen 40% van die in 1987 (tabel 5.3.17). De maximale jaargemiddelde immissieconcentraties van de aan vliegas gebonden elementen bedragen in 1993 40% van die in 1987 (tabel 5.3.18); voor de gasvormige elementen is dit 32% (tabel 5.3.19). De emissie van radioactiviteit bedraagt 50% van die in 1987 (tabel 5.3.20); de totale op te lopen individuele dosis bedraagt $<2 \times 10^{-6}$ Sievert.

Voor de emissie van anorganische elementen bij de DEMO KV/STEG is op basis van metingen uitgevoerd bij kolenvergassingsinstallaties gebaseerd op een stofwolkproces een schatting gemaakt. Resultaten van metingen aan vliegas zijn uiterst summier voorhanden. Bij het maken van de schatting is uitgegaan van verrijkingsfactoren van de slak en de afgevangen vliegas naar de verrijkingsfactoren van geëmitteerd vliegas in analogie met een met poederkool gestookte installatie. Op zich is dit wellicht een redelijke benadering, maar niet bekend is hoe de samenstelling eventueel verandert bij het doorlopen van de gehele installatie. Weliswaar zal veel vliegas worden verwijderd, maar daarnaast zouden andere bronnen kun- nen bijdragen aan de emissie, zoals corrosieprodukten en verdampte druppeltjes uit de wasprocessen.

In tabel 6.1.8 is een voorspelde samenstelling gegeven van geëmitteerd vliegas op basis van de gemiddelde samenstelling van in Nederland verstookte steenkool
Hierbij is rekening gehouden met een gemiddeld koolstofgehalte in de as van 20% (afhankelijk van het vergassingsproces bedraagt het koolstofgehalte 10 tot 30%). Tevens is in tabel 6.1.8 de emissie vermeld van de diverse elementen door de KV/STEG.

Tabel 6.1.8 Geschatte samenstelling van geëmitteerde vliegas en van de emissie van diverse elementen (totale emissie 7 t) bij de DEMO KV/STEG

| element | | verrijkings-factor RE | concentratie | emissie |
|---|---|---|---|---|
| macro-elementen | | | % | kg |
| Al | aluminium | 1 | 17 | 1190 |
| Ca | cadmium | 1 | 1,0 | 70 |
| Cl | chloor | 0,1 | 0,06 | 4,2 |
| Fe | ijzer | 1 | 5,3 | 371 |
| K | kalium | 1 | 2,0 | 140 |
| Mg | magnesium | 1 | 0,5 | 35 |
| Na | natrium | 2 | 0,4 | 28 |
| P | fosfor | 4 | 0,3 | 21 |
| Si | silicium | 1 | 25 | 1750 |
| Ti | titaan | 1 | 0,7 | 49 |
| micro-elementen en spoorelementen | | | ppm | kg |
| As | arsenicum | 10 | 470 | 3,3 |
| B | borium | 1 | 270 | 1,9 |
| Ba | barium | 1 | 2300 | 16 |
| Be | beryllium | 1 | 30 | 0,2 |
| Br | broom | 0,5 | 20 | 0,1 |
| Cd | cadmium | 10 | 10 | 0,1 |
| Ce | cerium | 1 | 160 | 1,1 |
| Co | cobalt | 1 | 50 | 0,4 |
| Cr | chroom | 1 | 130 | 0,9 |
| Cs | cesium | 3 | 30 | 0,2 |
| Cu | koper | 2,3 | 310 | 2,2 |
| Eu | europium | 1 | 3 | 0,02 |
| F | fluor | 3 | 1600 | 11 |
| Ge | germanium | 2,5 | 70 | 0,5 |
| Hg | kwik | 0,1 | 0 | 0 |
| I | jodium | 1 | 15 | 0,1 |
| La | lantanium | 1 | 70 | 0,5 |
| Mn | mangaan | 1 | 530 | 3,7 |
| Mo | molybdeen | 3,5 | 70 | 0,5 |
| Ni | nikkel | 1 | 100 | 0,7 |
| Pb | lood | 6 | 600 | 4,2 |
| Rb | rubidium | 1,4 | 140 | 1,0 |
| Sb | antimoon | 6 | 60 | 0,4 |
| Sc | scandium | 1 | 30 | 0,2 |
| Se | selenium | 70 | 1400 | 10 |
| Sm | samarium | 1 | 20 | 0,1 |
| Sr | strontium | 1 | 800 | 5,6 |
| Th | thorium | 1 | 35 | 0,2 |
| Tl | thallium | 7 | 25 | 0,2 |
| U | uranium | 1 | 10 | 0,1 |
| V | vanadium | 1 | 230 | 1,6 |
| W | wolfraam | 1 | 10 | 0,1 |
| Zn | zink | 1 | 200 | 1,4 |

Ten opzichte van de samenstelling van geëmitteerd vliegas bij een met poederkool gestookte centrale, zie tabel 5.3.15, zijn de belangrijkste verschillen bij vliegas van een KV-STEG:
- 20% of meer hogere concentratie: As, Cs, I, Se
- 20% of meer lagere concentratie: Ca, Fe, Mg, Ba, Be, Ce, Co, Fe, Hg, Mn, Ni, Sr, U, V, W, Zn.

De emissie van gasvormige anorganische elementen bij de DEMO KV-STEG is vermeld in tabel 6.1.9.

De maximale jaargemiddelde immissiebijdrage ten gevolge van de vliegasemissie van 7 t/a door de DEMO KV/STEG is $< 10$ ng/m$^3$. Hieruit en uit de gegevens in tabel 6.1.8 volgt dat de totale bijdrage van de macro-elementen $< 5$ ng/m$^3$ is en van de micro- en spoorelementen $< 0{,}1$ ng/m$^3$.

Ten gevolge van de droging van kolen wordt bij de DEMO KV/STEG 3 t/a kolenstof geëmitteerd. De maximale jaargemiddelde immissiebijdrage van dit stof bedraagt 15 ng/m$^3$.

Voor de gasvormige componenten is de maximale bijdrage het grootst voor het element fluor, namelijk 4 ng/m$^3$.

De emissie van radioactiviteit en de totale individuele dosis ten gevolge daarvan is slechts een fractie, namelijk 4% van de waarden geldend voor eenheid 6 van de Maascentrale en dientengevolge verwaarloosbaar.

Tabel 6.1.9 Geschatte emissie van gasvormige anorganische elementen bij de DEMO KV/STEG in 1993

| element | | concentratie in rookgassen ($mg/m^3_o$) | emissie (t) |
|---|---|---|---|
| Al | aluminium | 0,13 | 0,94 |
| As | arseen | 0,004 | 0,03 |
| B | borium | 0,17 | 1,2 |
| Br | broom | 0,04 | 0,29 |
| Cl | chloor | 1,0 | 7,2 |
| F | fluor | 1,4 | 10 |
| Hg | kwik | 0,007 | 0,05 |
| I | jodium | 0,01 | 0,07 |
| Ni | nikkel | 0,04 | 0,29 |
| Se | selenium | 0,02 | 0,14 |
| Zn | zink | 0,005 | 0,04 |

6.1.1.5 Start-stoor bedrijf

In de start-stoor situatie wordt de gasinhoud van het systeem afgevoerd via een fakkel. Aangenomen wordt dat dit 12 maal per jaar zal plaatsvinden. De totale jaarlijkse emissie van $SO_2$ en $NO_x$ bedraagt tijdens starten 2,7 t respectievelijk 0,9 t en tijdens stoppen 4,0 t resp. 0,3 t. Deze waarden zijn bij starten gebaseerd op een equivalente affakkelhoeveelheid van gemiddeld 25% belasting van ongereinigd gas gedurende 0,5 h, gevolgd door gemiddeld 50% belasting van gereinigd gas gedurende 1h.
Bij stoppen zijn de emissiewaarden erop gebaseerd dat in een periode van 10 min. de gehele inhoud van het systeem, zowel van stookgas als van $H_2S$ wordt afgefakkeld.
De fakkelhoogte is 75 m; de uitlaattemperatuur bedraagt circa 400 °C.
Met behulp van het korte-termijn model zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd, waaruit blijkt dat de maximale 30 min-gemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties naar verwachting 200 $\mu g/m^3$ resp. 20 $\mu g/m^3$ zullen bedragen. Deze concentraties treden op op een afstand van 10 km van de bron onder stabiele meteorologische omstandigheden met lage windsnelheid (1-2 m/s) en geringe menghoogte (250-300 m).

6.1.1.6 Effecten voor luchtkwaliteit bij de uitvoeringsalternatieven

De beschouwde uitvoeringsalternatieven zijn:
- verdergaande zwavelverwijdering tot 99,5%
- verdergaande $NO_x$-emissiebeperking bij de gasturbine tot een gemiddelde emissie van maximaal 50 g/GJ.

In het geval van de verdergaande zwavelverwijdering wordt de $SO_x$-emissie van de gasreiniging van 7.5 g/s gereduceerd tot 0 g/s. De totale $SO_2$-emissie van de DEMO KV/STEG bedraagt dan 2,5 g/s of op jaarbasis 45 t/a. De maximale jaargemiddelde $SO_2$-immissiebijdrage van de KV/STEG is < 0,05µg/m$^3$ en van de combinatie MC6 + DEMO KV/STEG 1,9µg/m$^3$.
De toename van de percentielwaarden van $SO_2$ op de punten A en B (Zie paragraaf 6.1.1.3) bedraagt in µg/m$^3$:
A Δ95 = 0,6, ΔP98 = 0,3, ΔP99.7 = 0,1
B Δ95 = 4,1, ΔP98 = 6,0, ΔP99.7 = 10,3

Bij verdergaande $NO_x$-emissiebeperking neemt de $NO_x$-emissie door de schoorsteen af van 45,0 g/s tot 22,5 g/s. De totale $NO_x$-emissie van de DEMO KV/STEG is 23,8µg/m$^3$ of op jaarbasis 22,5 g/s. De maximale jaargemiddelde $NO_x$-immissiebijdrage DEMO KV/STEG is 0,3µg/m$^3$. Voor de combinatie MC6 + DEMO KV/STEG is de maximale jaargemiddelde bijdrage voor $NO_x$ 0,9µg/m$^3$ en voor $NO_2$ 0,3µg/m$^3$.
De toename van de percentielwaarden van $NO_2$ op de punten A' en B' (zie paragraaf 6.1.1.3) bedraagt in µg/m$^3$:
A' ΔP95 = 0,5, ΔP98 = 0,4, ΔP99.5 = 0,3
B' ΔP95 = 0,6, ΔP98 = 0,8, ΔP99.5 = 1,0.

6.1.2 Situatie met aleen DEMO KV/STEG

6.1.2.1 Bedrijfs- en emissiegegevens

De bedrijfs- en emissiegegevens van de DEMO KV/STEG alleen (vanaf 2000) zijn vermeld in tabel 6.1.10.
Tevens is nog een eventuele verdere bron met een hoogte van 75 m aanwezig. De emissies van deze bron als gevolg van de droging van kolen met aardgas of stookgas bedragen: $SO_2$ 0,1 kg/h (bij aardgas 0 kg/h), $NO_x$ 0,67 kg/h, stof 0,6 kg/h. De rookgashoeveelheid is 8,6 m$^3$/s (nat) en de rookgastemperatuur 100 °C.
De jaarlijkse emissies bedragen: $SO_2$ 0,7 t/a, $NO_x$ 4,7 t/a, stof 4,2 t/a.

6.1.2.2 Jaargemiddelde immissiebijdragen

In de figuren 6.1.3 en 6.1.4 zijn de isolijnen van jaargemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties gegeven voor een gebied van 12,5 x 12,5 km. De maximale jaargemiddelde immissiebijdragen bedragen: $SO_2$ 1,2 $\mu g/m^3$, $NO_x$ 0,6 $\mu g/m^3$, stof <0,05 $\mu g/m^3$. Deze concentraties treden op op afstanden van 1,1 km voor $SO_2$ en stof en 3,0 km voor $NO_x$.

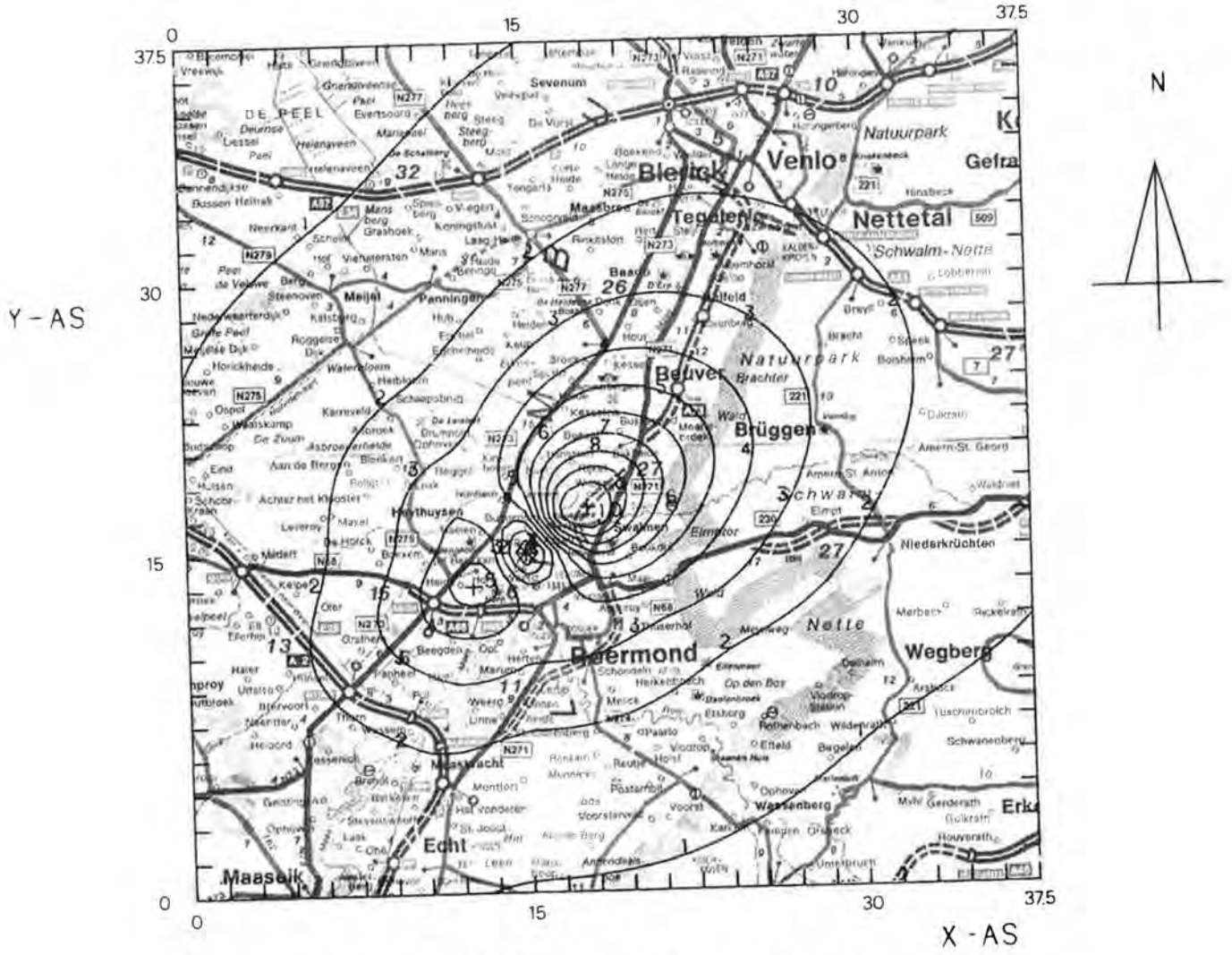
De maximale jaargemiddelde $NO_2$-concentratie bedraagt 0,1 $\mu g/m^3$ en de maximale jaargemiddelde NO-concentratie (als $NO_2$) 0,4 $\mu g/m^3$. De NO-omzetting bedraagt jaargemiddeld 20% op de plaats van het $NO_x$-maximum en 40% op de plaats van het $NO_2$-maximum.

Het tweede maximum ten zuidwesten van de centrale bedraagt: $SO_2$ 0,5 $\mu g/m^3$ op 0,9 km, $NO_x$ 0,2 $\mu g/m^3$ op 3,0 km, stof <0,05 $\mu g/m^3$. De NO-omzetting in de omgeving van het tweede maximum is jaargemiddeld circa 20%.

Tabel 6.1.10 Bedrijfs- en emissiegegevens van de DEMO KV/STEG.
Jaargemiddelde verwachtingswaarden

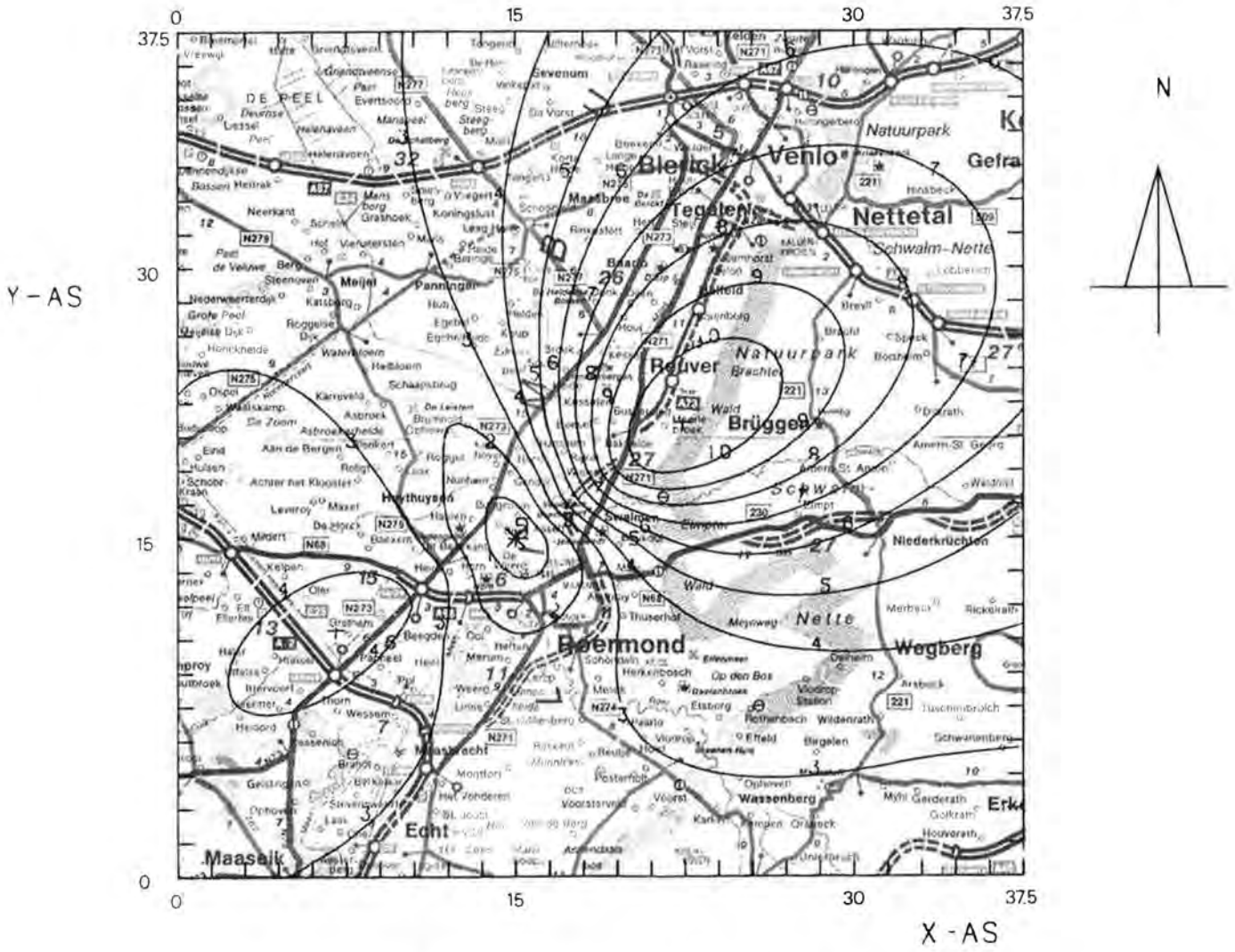
| grootheid | eenheid | KV/STEG | |
|---|---|---|---|
| | | schoorsteen | gasreiniging |
| brandstof | | kolen | |
| netto vermogen | MW (el) | 250 | |
| vollasturen | h | 7000 | |
| rookgasvolume[2] | $m^3_0/s$ | 400 | 0,9 |
| zuurstofgehalte | % | 13 | - |
| rookgastemperatuur | °C | 70 | 400 |
| schoorsteenhoogte | m | 75 | 75 |
| $SO_2$ | g/s | 2,5 | 7,5 |
| | t/a | 63 | 190 |
| $NO_x$ [3] | g/s | 45,0 | 1,3 |
| | t/a | 1134 | 33 |
| stof | g/s | 0,4 | 0 |
| | t/a | 10 | 0 |

1) de gegevens hebben betrekking op vollast en op droge rookgassen bij 0 °C en 1013 mbar tenzij anders vermeld
2) natte rookgassen
3) berekend als $NO_2$




Figuur 6.1.3 Isolijnen van jaargemiddelde $SO_2$-concentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de DEMO KV-STEG
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in µg/m$^3$ |
|---|---|
| 1 | 0,11 |
| 2 | 0,21 |
| 3 | 0,32 |
| 4 | 0,42 |
| 5 | 0,54 |
| 6 | 0,64 |
| 7 | 0,75 |
| 8 | 0,86 |
| 9 | 0,97 |
| 10 | 1,07 |
| maximum | 1,2 |




Figuur 6.1.4 Isolijnen van jaargemiddelde $NO_x$-concentraties op grondniveau ten gevolge van de emissie van de DEMO KV/STEG
x = positie centrale
+ = positie maximum

| volgnr. isolijnen | waarde van de isolijnen in µg/m$^3$ |
|---|---|
| 1 | 0,05 |
| 2 | 0,11 |
| 3 | 0,16 |
| 4 | 0,21 |
| 5 | 0,26 |
| 6 | 0,32 |
| 7 | 0,37 |
| 8 | 0,42 |
| 9 | 0,47 |
| 10 | 0,53 |
| maximum | 0,6 |

6.1.2.3 De frequentieverdelingen van immissieconcentraties

De toename van de percentielwaarden van $SO_2$ en $NO_2$ is berekend voor twee punten met als achtergrondconcentraties de waarden voor 1987 zoals vermeld in paragraaf 5.3.2.3. De resultaten zijn vermeld in de tabellen 6.1.11 en 6.1.12. Bij de berekening van de percentielwaarden van $NO_2$ is voor de punten A' en B' een jaargemiddelde omzetting van 40% respectievelijk 20% in rekening gebracht.

Tabel 6.1.11 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van daggemiddelde $SO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $SO_2$-emissie van de DEMO KV/STEG

| plaats | A (x = 6,0 km, y = 5,5 km) | B (x = 4,0 km, y = 4,5 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 0,3 | 2,8 |
| ΔP98 | 0,1 | 3,9 |
| ΔP99,7 | 0 | 6,6 |

Tabel 6.1.12 Toename in $\mu g/m^3$ van percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_2$-concentraties in twee punten ten gevolge van de $NO_x$-emissie van de DEMO KV/STEG

| plaats | A' (x = 10,0 km, y = 10,0 km) | B' (x = 0,5 km, y = 2,0 km) |
|---|---|---|
| ΔP95 | 0,2 | 0,2 |
| ΔP98 | 0,1 | 0,2 |
| ΔP99,5 | 0,1 | 0,2 |

De percentielwaarden van uurgemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties betrekking hebbend op een omgeving zonder achtergrondconcentraties zijn vermeld in de tabellen 6.1.13 en 6.1.14.

Tabel 6.1.13 Percentielwaarden van uurgemiddelde $SO_2$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de DEMO KV/STEG ten gevolge van de $SO_2$-emissie

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 95 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | <1 | <1 |
| 98 | 14 | 8 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| 99 | 20 | 12 | 8 | 6 | 3 | 3 | 3 |
| 99,7 | 27 | 18 | 13 | 9 | 5 | 5 | 4 |

Tabel 6.1.14 Percentielwaarden van uurgemiddelde $NO_x$-concentraties ($\mu g/m^3$) in de dominerende windrichting op verschillende afstanden van de DEMO KV/STEG ten gevolge van de $NO_x$-emissie

| percentiel | afstand tot centrale (km) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 90 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 95 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | <1 | <1 |
| 98 | 5 | 7 | 7 | 5 | 4 | 3 | 3 |
| 99 | 9 | 11 | 10 | 8 | 6 | 4 | 4 |
| 99,7 | 16 | 16 | 14 | 12 | 9 | 7 | 6 |

### 6.1.2.4 Anorganische verbindingen

De uitgangspunten voor de berekeningen van de emissie van de anorganische verbindingen zijn gegeven in paragraaf 6.1.1.4, tabellen 6.1.8 en 6.1.9. De emissie van vliegas bedraagt 10 t/a.

De maximale jaargemiddelde immissiebijdrage ten gevolge van vliegasemissie is < 10 ng/$m^3$, waarvan aan macro-elementen < 5 ng/$m^3$ en aan micro- en spoorelementen, < 0,1 ng/$m^3$.
De maximale jaargemiddelde immissiebijdrage als gevolg van de emissie van kolenstof van 4,2 t/a bedraagt 20 ng/$m^3$.

Voor de gasvormige componenten is de maximale bjdrage het grootst voor het element fluor, namelijk 7 ng/$m^3$. Wat betreft de emissie van radioactieve elementen is de bijdrage ten gevolge van de DEMO KV/STEG te verwaarlozen.

### 6.1.2.5 Start-stoor bedrijf

Ten aanzien van de immissie ten gevolge van start-stoor bedrijf gelden dezelfde opmerkingen als vermeld in paragraaf 6.1.1.5. De maximale 30-min-gemiddelde $SO_2$- en $NO_x$-concentraties zullen 200 µg/$m^3$ respectievelijk 20 µg/$m^3$ bedragen.

### 6.1.2.6 Effecten op luchtkwaliteit bij de uitvoeringsalternatieven

De uitvoeringsalternatieven bij de DEMO KV/STEG zijn:
- verdergaande zwavelverwijdering tot 99,5%
- verdergaande $NO_x$-emissiebeperking bij de gasturbine tot een gemiddelde waarde van maximaal 50 g/GJ.

Hierdoor wordt de totale $SO_2$- en $NO_x$-emissie van de KV/STEG verlaagd tot 2,5 resp. 23,8 g/s; zie paragraaf 6.1.1.6. De jaarlijkse emissie van $SO_2$ bedraagt 63 t/a en van $NO_x$ 600 t/a.

De maximale jaargemiddelde $SO_2$-immissiebijdrage van de DEMO KV/STEG zal in deze situatie < 0,05 µg/$m^3$ bedragen. De toename van de percentielwaarde van $SO_2$ op de punten A en B (zie paragraaf 6.1.2.3) bedraagt in µg/$m^3$:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | ΔP95 = 0 | ΔP98 = 0 | ΔP99,7 = 0 |
| B | ΔP95 = 0,1 | ΔP98 = 0 | ΔP99,7 = 0 |

De maximale jaargemiddelde immissiebijdrage van de DEMO KV/STEG is voor $NO_x$ 0,4 µg/$m^3$ en voor $NO_2$ 0,1 µg/$m^3$.
De toename van de percentiewaarden van $NO_2$ op de punten A' en B' (zie paragraaf 6.1.2.3), bedraagt in µg/$m^3$:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A' | ΔP95 = 0,2 | ΔP98 = 0,1 | ΔP99,5 = 0 |
| B' | ΔP95 = 0,2 | ΔP98 = 0,2 | ΔP99,5 = 0,1 |

### 6.1.3 Mistvorming

Mistvorming kan ontstaan doordat lucht van een bepaalde temperatuur slechts een beperkte hoeveelheid water in dampvorm kan bevatten. Verdere toevoeging van waterdamp veroorzaakt oververzadiging waardoor een wolk of mist ontstaat. Bij koeling via een koeltoren ontstaat hierdoor de koeltorenpluim. Bij een warm wateroppervlak ten gevolge van koelwaterlozing in contact met koude lucht kan verdampingsmist of "zeerook" ontstaan.

Door Wessels (1976) is een berekening gemaakt van de kans op verdampingsmist boven de Amer onder natuurlijke omstandigheden en ten gevolge van de koelwaterlozing door de Amercentrale bij een opwarming van het koelwater met 7 K. De berekeningen zijn gemaakt voor 's morgens (6h00) en 's middags (15h00) uitgaande van de meteorologische gegevens van vliegveld Zestienhoven bij Rotterdam. Uit deze berekening volgt dat onder natuurlijke omstandigheden de kans op hinderlijke verdampingsmist (een mistlaag tot 6 m boven het wateroppervlak) 's morgens 1% is en 's middags niet zal optreden. Met koelwaterlozing wordt deze kans 's morgens 7% en 's middags 0,7%. Dat deze berekende kansen benaderingen zijn volgt uit het feit dat uitgaande van de meteorologische gegevens van vliegveld Gilze-Rijen deze kansen ongeveer 10% kleiner worden.

Voor de omgeving van Buggenum zijn dergelijke berekeningen niet beschikbaar. Voor de meteorologische situatie rond de Maascentrale dienen de gegevens van vliegveld Beek te worden gebruikt. Aangezien de ligging van vliegveld Beek landinwaarts sterker overeenkomt met de ligging van vliegveld Gilze-Rijen dan met het vliegveld Zestienhoven, is voor Buggenum voorlopig aangenomen dat de kans op hinderlijke verdampingsmist 10% kleiner zal zijn dan volgens de berekeningen van de Amer. Dat betekent dat de kans op hinderlijke verdampingsmist in het uitlaatgebied van de Maascentrale door de koelwaterlozing ten hoogste toe zal nemen van 1% tot 6%.

In de huidige situatie is bij de Maascentrale alleen mist geconstateerd boven het koelwateruitlaatkanaal en niet boven de Maas. In de nieuwe situatie met eenheid 6 en KV/STEG is de totale warmtelozing geringer dan in de huidige situatie, zodat de kans op mist in de toekomst af zal nemen.

Als alternatief voor de koelwaterlozing door de KV/STEG kan een koeltoren in beschouwing worden genomen. Ook koeltorens kunnen afhankelijk van het soort koeltoren en van de omstandigheden bijdragen aan mistproblemen. De koeltorenpluim van een natte koeltoren kan visuele, meteorologische en verkeers- of scheepvaarttechnische aspecten hebben. Afhankelijk van het weertype kan een nauwelijks zichtbare tot een kilometerslange pluim ontstaan. De lengte van de pluim is afhankelijk van het koelwaterdebiet, de koelwatertemperatuur, de luchtvochtigheid, de luchttemperatuur en de hoeveelheid door de koeltoren stromende lucht. Vooral in de wintermaanden zijn lange pluimen te verwachten. Als dergelijke lange pluimen de grond raken kunnen op die plaatsen mistproblemen ontstaan. Bij het neerslaan op een wateroppervlak kan de scheepvaart worden belemmerd. Bij hoge natte koeltorens met natuurlijke trek spelen van de bovengenoemde aspecten alleen de visuele aspecten een rol. Bij een dergelijke koeltoren is de kans dat de pluim de grond raakt vrijwel uitgesloten. De kans op mist, bij doorstroomkoeling, door ontstaan van verdampingsmist boven het uitlaatgebied is reëler dan mistproblemen door koeltorengebruik. Bij de Clauscentrale, die voorzien is van twee koeltorens, zijn geen problemen in verband met mist of ijzel opgetreden, ook niet voor de op 750 m afstand van de koeltorens lopende verkeersweg A2.

## 6.2 WATERKWALITEIT EN BESCHIKBAARHEID

### 6.2.1 Beschikbaarheid van koelwater

Bij de warmtelozing door MC 6 en de DEMO KV/STEG moet rekening worden gehouden met restwarmte van bovenstroomse lozingen. Dit betreft restwarmte door koelwaterlozingen in België, en van koelwaterlozing door de Clauscentrale. De hoeveelheid restwarmte bij de Maascentrale is afhankelijk van het Maasdebiet.
Zoals in par. 5.4.5 is aangegeven wordt gerekend met een maximum opwarming te Eijsen van 4 K boven de natuurlijke temperatuur ($T_N$) terwijl wordt gestreefd, in overleg met België, naar een maximum opwarming aldaar van 3 K boven $T_N$.

Tussen Eijsden en Buggenum vindt afkoeling plaats, afhankelijk van de opwarming te Eijsden en het Maasdebiet. Bij de afkoelingsberekeningen is uitgegaan van gegevens uit rapport CKN (1981) "De maatgevende Lage afvoer voor de rivieren Rijn en Maas (RWS-nota nr. WH 81-06). De berekeningen zijn uitgevoerd met als uitgangspunten dat de Clauscentrale te Maasbracht via de koeltorens koelt en de Roer niet is opgewarmd, hetgeen volgens DBW/RIZA nota 87.056 een reëel uitgangspunt is.

In tabel 6.2.1 zijn de Maasafvoeren te Eijsden, Borgharen en Buggenum weergegeven en de bovenstroomse restwarmte te Buggenum bij een opwarming te Eijsden van 3 K en 4 K boven $T_N$. (De Maasafvoer wordt gemeten te Borgharen.) Uit deze tabel blijkt dat bij lage Maasafvoer de restwarmte gering is en een opwarming te Eijsden van 3 K of 4 K weinig verschil maakt.

Tabel 6.2.1 De afvoer te Eijsden (E), Borgharen (Bo) en Buggenum (Bu) en restwarmte te Buggenum bij opwarming van 3 K en 4 K boven $T_N$ te Eijsden

| Maasafvoer in $m^3/s$ bij: | | | Restwarmte Buggenum in K boven $T_N$ bij opwarming te Eijsden van: | |
|---|---|---|---|---|
| E | Bo | Bu | $T_N$ + 3 K | $T_N$ + 4 K |
| 38 | 12 | 46 | 0,10 | 0,14 |
| 41 | 15 | 49 | 0,12 | 0,16 |
| 51 | 25 | 59 | 0,20 | 0,27 |
| 126 | 100 | 134 | 1,09 | 1,45 |
| 176 | 150 | 189 | 1,41 | 1,89 |
| 276 | 250 | 294 | 1,84 | 2,48 |
| 326 | 300 | 349 | 1,95 | 2,60 |
| 401 | 375 | 424 | 2,11 | 2,82 |
| 426 | 400 | 454 | 2,13 | 2,84 |

Bij hoge Maasafvoer is de afkoeling gering, omdat dan de verblijftijd van het water tussen Eijsden en Buggenum kort is en warmte-afgifte aan de lucht vooral tijdsafhankelijk is. Bij hoge afvoer wordt ook het verschil tussen 3 K of 4 K opwarming bij Eijsden groter.

Na de inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG in 1993 lozen op de locatie Buggenum twee centrales koelwater in een gezamenlijk koelwaterafvoerkanaal. Bij lozing op de Maas worden deze koelwaterstomen niet gescheiden. De koelwaterstromen zijn als volgt:

| Centrale | Warmte in | Koelwater in $m^3/s$ | $\Delta T$ |
|---|---|---|---|
| MC-6 | 302 | 8,6 | 8,4 K |
| DEMO KV/STEG | 275 | 9,4 | 7 K |
| Totaal | 577 | 18 | 7,7 K |

MC-6 heeft een lozingsvergunning volgens welke vergunning de Maas tot 3 K boven de achtergrondtemperatuur mag worden opgewarmd.

Voor de DEMO KV/STEG als nieuwe centrale, worden voor de koelwaterlozing de huidige ABK-richtlijnen aangehouden, dat wil zeggen dat de Maas maximaal tot 3 K boven $T_N$ mag worden opgewarmd.

Teneinde deze twee verschillende richtlijnen voor de twee centrales toe te passen, is het nodig het totale Maasdebiet - fictief - te splitsen in twee parallelle stromen, waarbij elk van de stromen toegedacht wordt aan een van de centrales. Op basis van de genoemde vergunning voor MC-6 bedraagt het voor die centrale benodigde deel van het totale Maasdebiet 24 $m^3/s$ (302 MWth met een $\Delta T$ van 3 K). De rest van het Maasdebiet is beschikbaar voor de DEMO KV/STEG en mag bij toepassing van de ABK-richtlijnen tot 3 K boven $T_N$ worden opgewarmd.

In tabel 6.2.2 en 6.2.3 is voor verschillende Maasdebieten te Buggenum aangegeven hoeveel $m^3/s$ beschikbaar is voor de DEMO KV/STEG en hoeveel ruimte beschikbaar is tussen de achtergrondtemperatuur ($T_A$) bij een opwarming van 3 K respectievelijk 4 K boven $T_N$ bij Eijsden en 3 K boven $T_N$ bij Buggenum. Uit deze tabellen blijkt dat, na aftrek van 24 $m^3/s$ voor de koelwaterlozing door MC-6, onder vrijwel alle omstandigheden zoveel Maasdebiet overblijft dat de DEMO KV/STEG bij vollast het desbetreffende deel van het Maasdebiet met niet meer dan 3 K boven $T_N$ opwarmt.

Tabel 6.2.2 Maasafvoer te Buggenum, ruimte tussen $T_N$ + 3 K en $T_A$ en warmtelozing binnen de richtlijnen in MWth bij opwarming te Eijsden van 3 K boven $T_N$.

| Debiet $m^3/s$ | $T_N$+3 K-$T_A$ | MC-6 $m^3/s$ | MWth | DEMO $m^3/s$ | KV/STEG MWth | MWth | Totaal % vollast |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 46 | 2,90 | 24 | 302 | 22 | 267 | 569 | 98,6 |
| 49 | 2,88 | 24 | 302 | 25 | 301 | >577 | 100 |
| 59 | 2,80 | 24 | 302 | 35 | 410 | '' | '' |
| 134 | 1,91 | 24 | 302 | 110 | 880 | '' | '' |
| 189 | 1,59 | 24 | 302 | 165 | 1098 | '' | '' |
| 294 | 1,16 | 24 | 302 | 270 | 1311 | '' | '' |
| 349 | 1,05 | 24 | 302 | 325 | 1429 | '' | '' |
| 424 | 0,89 | 24 | 302 | 400 | 1491 | '' | '' |
| 454 | 0,87 | 24 | 302 | 430 | 1566 | '' | '' |

Tabel 6.2.3 Maasafvoer te Buggenum, ruimte tussen $T_N$ en 3 K en $T_A$ en warmtelozing binnen de richtlijnen in MWth bij opwarming te Eijsden van 4 K boven $T_N$

| Debiet $m^3/s$ | $T_N$+3 K-$T_A$ | MC-6 $m^3/s$ | MWth | DEMO $m^3/s$ | KV/STEG MWth | MWth | Totaal % vollast |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 46 | 2,86 | 24 | 302 | 22 | 263 | 565 | 97,9 |
| 49 | 2,84 | 24 | 302 | 25 | 297 | >577 | 100 |
| 59 | 2,73 | 24 | 302 | 35 | 400 | '' | '' |
| 134 | 1,55 | 24 | 302 | 110 | 714 | '' | '' |
| 189 | 1,11 | 24 | 302 | 165 | 767 | '' | '' |
| 294 | 0,52 | 24 | 302 | 270 | 588 | '' | '' |
| 349 | 0,40 | 24 | 302 | 325 | 544 | '' | '' |
| 424 | 0,18 | 24 | 302 | 400 | 301 | '' | '' |
| 454 | 0,16 | 24 | 302 | 430 | 288 | '' | '' |

In tabel 6.2.4 is bij verschillende Maasdebieten te Buggenum aangegeven wat de totale opwarming boven $T_N$, gemiddeld over het dwarsprofiel van de Maas is, bij de maximaal mogelijke warmtelozing door beide centrales binnen de genoemde richtlijnen voor deze centrales bij opwarming bij Eijsden van 3 K respectievelijk 4 K boven $T_N$. Uit deze tabel blijkt dat deze totale opwarming maximaal 3,15 K boven $T_N$ zal zijn.

Tabel 6.2.4 Opwarming van de Maas bij Buggenum boven $T_N$, gemiddeld over het dwarsprofiel van de rivier, bij verschillende debieten bij een opwarming bij Eijsden van 3 K resp. 4 K boven $T_N$ en warmtelozing volgens tabel 6.2.2 en 6.2.3

| Debiet te Buggenum in $m^3/s$ | $T_A$-$T_N$ te Buggenum als $T_{Eijsden}$ is: | | Totale lozing te Buggenum in MWth | $T_{Maas}$ - $T_N$ te Buggenum als $T_{Eijsden}$ is | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $T_N$+3K | $T_N$+4K | | $T_N$+3K | $T_N$+4K |
| 46 | 0,10 | 0,14 | 565 | 3,03 | 3,07 |
| 49 | 0,12 | 0,16 | 577 | 2,93 | 2,97 |
| 59 | 0,20 | 0,27 | '' | 2,54 | 2,61 |
| 134 | 1,09 | 1,45 | '' | 2,12 | 2,48 |
| 189 | 1,41 | 1,89 | '' | 2,14 | 2,62 |
| 294 | 1,84 | 2,48 | '' | 2,31 | 2,95 |
| 349 | 1,95 | 2,60 | '' | 2,34 | 2,99 |
| 424 | 2,11 | 2,82 | '' | 2,44 | 3,15 |
| 454 | 2,13 | 2,84 | '' | 2,43 | 3,14 |

Voor de situatie 2000 is eenheid 6 niet meer in bedrijf en wordt alleen 250-275 MW warmte geloosd door de DEMO KV/STEG. Voor 275 MW (th) is 9,4 $m^3/s$ koelwater nodig dat 7 K wordt opgewarmd. Voor koelwaterlozing bij vollast zonder overschrijding van de richtlijn en zonder bovenstroomse restwarmte is een Maasafvoer van 23 $m^3/s$ nodig. Deze situatie is iets gunstiger dan de situatie in 1992 (alleen eenheid 6 in bedrijf). Zoals in paragraaf 5.4.5. is aangegeven kan in de situatie 1992 eenheid 6 onder normale omstandigheden steeds vollast draaien. Alleen in uitzonderlijk droge perioden kan kortdurende beperking van de warmtelozing noodzakelijk zijn. Ditzelfde geldt voor de DEMO KV/STEG voor de situatie 2000.

Bij eventuele toepassing van een koeltoren bij de DEMO KV/STEG is in de periode 1993-2000 de koelwatersituatie met koeltorengebruik gelijk aan de situatie 1992. In de praktijk betekent dit dat er een groot aantal jaren geen beperkingen zijn en alleen in een uitzonderlijk droog jaar en periode met belastingvermindering noodzakelijk kan zijn.

Gezien de kwaliteit van het Maaswater en de ervaringen met de koeltorens bij de Clauscentrale is bij voldoende spui van de koeltoren (circa 5%) toevoeging van chemicaliën aan het koelwater bij koeltorengebruik niet noodzakelijk, zodat een eventuele koeltoren geen invloed heeft op de chemische waterkwaliteit van de Maas.

Bij langdurig koeltorenbedrijf is ontwikkeling van menspathogene organismen in de koeltoren mogelijk. Door adequate maatregelen kan het risico voor de volksgezondheid echter zeer beperkt blijven. Deze maatregelen bestaan uit gebruik van adembeschermingsmiddelen indien het noodzakelijk is werkzaamheden te verrichten in een inbedrijfzijnde koeltoren, of bij werkzaamheden in de directe omgeving van een inbedrijfzijnde koeltoren.

Volgens de ABK-richtlijnen voor rivieren geldt naast een maximum opwarming van 3 K boven $T_N$, gemiddeld over het dwarsprofiel van de rivier, dat in principe geen warmtelozing is toegestaan bij een zuurstofgehalte van het ingenomen koelwater van minder dan 5 mg/l, tenzij het koelwater intensief wordt belucht. Deze ABK-richtlijn wordt ten aanzien van de Maas nog niet gehanteerd. Eventuele toekomstige toepassing van deze extra richtlijn zal voor de lokatie Buggenum slechts bij hoge uitzondering tot vermogensbeperking leiden.
In de jaren 1984 tot en met 1986 is in het meetpunt Roermond boven de stuw in één van 70 waarnemingen (1,4%) het zuurstofgehalte lager dan 5 mg/l (4,4 mg/l). Dit was waarschijnlijk het gevolg van een laag zuurstofgehalte in de Roer. Op dezelfde meetdag was het zuurstofgehalte bij Linne boven de stuw 7,3 mg/l, bij Maasbracht 7,6 mg/l en bij Belfeld boven de stuw 7,8 mg/l.

Door de beluchtende werking van de stuw zal het zuurstofgehalte bij Roermond beneden de stuw hoger zijn dan boven de stuw. Bij Eijsden en Borgharen worden regelmatig zuurstofconcentraties beneden 5 mg/l gemeten, in het algemeen bij lage tot zeer lage Maasafvoeren. De reaëratie is dan echter tijdens het doorstromen van de Grens Maas voldoende om bij Linne zuurstofconcentraties boven 6 mg/l te bereiken. Na inbedrijf komen van de waterkrachtcentrale te Linne blijft het beluchtingsaspect bij de stuw te Linne gehandhaafd omdat in de hinderwetvergunning van de warmtekrachtcentrale is opgenomen dat bij een zuurstofgehalte boven de stuw van minder dan 6 mg/l de centrale uit bedrijf moet worden genomen waardoor het Maaswater over de stuw stroomt in plaats van door de waterkrachtturbines. Een zuurstofgehalte van tenminste 6 mg/l is de norm met betrekking tot oppervlaktewateren die zijn aangewezen als water voor karperachtigen. Deze norm geld niet binnen de mengzone na een koelwaterlozing. De omvang van de mengzone na een koelwaterlozing in een rivier is echter niet gedefinieerd.

Recirculatie, waarbij koelwater wordt geloosd in het Lateraalkanaal, zal in de toekomst niet meer voorkomen op grond van het Saneringsplan Koelwater Maascentrale. De normale koelwaterlozing vindt plaats ten noorden van de spoorbrug waarbij het koelwaterdebiet ten hoogste 30% zal bedragen van het Maasdebiet waardoor terugstromen van geloosd koelwater niet zal optreden. Bij lage Maasafvoer wordt produktie verminderd om aan de richtlijn te blijven voldoen, waarbij ook de koelwaterstroom evenredig vermindert.

### 6.2.2 Effecten van koelwaterlozing

In Nederland en in het buitenland is veel onderzoek verricht naar effecten van koelwaterlozingen. In Nederland is het onderzoek voornamelijk uitgevoerd bij centrales aan meren (Bergumcentrale, Flevocentrale). Deze onderzoekingen hebben mede als basis gediend voor het vaststellen van de ABK-koelwaterrichtlijnen. Door de snelle menging van het geloosde koelwater in rivieren en daardoor de betrekkelijk kleine mengzone met opwarmingen boven 3 K zijn bij koeling op rivieren minder effecten te verwachten dan bij koeling op meren. Aangezien koelwaterlozingen op meren niet tot onacceptabele effecten leidden is dit zeker niet te verwachten bij koelwaterlozingen op de Maas.

Temperatuurverhoging van oppervlaktewater kan in principe invloed op het ecosysteem hebben door:
- invloed op de zuurstofhuishouding
- invloed op het metabolisme en levensverrichtingen van in het water levende organismen.

Naast deze temperatuureffecten kan in principe het koelwatergebruik gevolgen hebben voor aquatische organismen door:
- mechanische schade tijdens passage door het koelwatersysteem en schade aan uitgezeefde organismen
- directe gevolgen van de temperatuurschok in de condensor
- gevolgen van aangroeibestrijdende middelen.

### 6.2.2.1 Effecten van koelwaterlozing op de chemische waterkwaliteit

Door verhoging van de watertemperatuur neemt de oplosbaarheid van zuurstof in het water af. Als door temperatuurverhoging oververzadiging wordt bereikt, zal het zuurstofsurplus naar de atmosfeer ontwijken. Bij 30 °C, de maximum lozingstemperatuur voor koelwater, is de zuurstofverzadigingswaarde 7,6 mg/l, ruim boven 5 mg/l, de norm voor de basiskwaliteit en ook boven 6 mg/l, de norm voor water dat is aangewezen als water voor karperachtigen. Zoals in par. 6.2.2 reeds werd aangegeven gelden de genoemde normen niet binnen de mengzone na een koelwaterlozing.
Als koelwater wordt ingenomen met een onderverzadiging kan door turbulentie in het uitlaatgebied, het zuurstofgehalte na lozing toenemen tot boven de inlaatconcentratie.

Dat de zuurstofafname in het koelwatersysteem afhankelijk is van de zuurstofverzadiging bij de inlaat blijkt uit een groot aantal temperatuurmetingen bij in- en uitlaat van een viertal verschillende centrales aan verschillende wateren. Deze metingen zijn samengevat in de volgende tabel.

Tabel 6.2.2 Gemiddeld zuurstofverzadigingspercentage in ingenomen koelwater en gemiddelde zuurstofafname in het koelwater tijdens transport door het koelwatersysteem. Resultaten voor vier verschillende lokaties

| centrale | koelwater uit | aantal waarnemingen | $O_2$ inlaat (%) | $O_2$ afname (mg/l) | standaarddeviatie (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| Velsen | Noordzeekanaal | 171 | 76 | 0,31 | 0,52 |
| Diemen | Amsterdam-Rijnkanaal | 83 | 77 | 0,36 | 0,41 |
| Flevo | IJsselmeer | 1092 | 96 | 0,69 | 0,86 |
| Bergum | Bergumermeer | 39 | 113 | 1,0 | 1,27 |

Uit deze tabel volgt een min of meer lineair verband tussen het gemiddelde zuurstofverzadigingspercentage aan de inlaat van een centrale en het zuurstofverlies in het geloosde koelwater. Het zuurstofverzadigingspercentage in de Maas is gemiddeld circa 80%. Dat zou volgens bovenstaande tabel betekenen dat bij passage door een centrale circa 0,5 mg/l zuurstof ontwijkt ten gevolge van opwarming of drukverschillen.

Dit zuurstofverlies zal, toegepast op de situatie bij de Maascentrale, ongeveer even groot zijn als de zuurstofwinst bij de stuw te Roermond (zie ook hoofdstuk 5).

In de situatie in 1993 wordt tenminste 90 MW (th) minder warmte geloosd dan in de huidge situatie, waardoor ook de invloed op zuurstofconcentratie (BZV) in het Maaswater evenredig minder zal zijn, waardoor het zuurstofgehalte van het Maaswater ter plaatse vrijwel steeds boven 6 mg/l zal blijven.

Concentraties ammonium ($NH_4^+$) en ammoniak ($NH_3$) in oppervlaktewater zijn niet afzonderlijk te meten. Wel kan de som worden gemeten en kunnen de afzonderlijke concentraties worden berekend. Het evenwicht ammonium/ammoniak is afhankelijk van temperatuur en zuurgraad (pH). Toename van temperatuur en pH leiden tot toename van ammoniak. In tegenstelling tot ammonium is ammoniak schadelijk voor veel waterorganismen.
Zoals in par. 5.4.2 is aangegeven kan de norm met betrekking tot de basiskwaliteit voor ammoniak (20 µg/l) worden overschreden als de pH in het voorjaar boven pH = 8 komt. In de Maas zijn in het voorjaar incidenteel pH's van 8,7 tot 9,2 gemten. Verhoging van de watertemperatuur door koelwaterlozing verhoogt nog zowel de kans op, als de mate van overschrijding van de norm.

De norm met betrekking tot de basiskwaliteit voor ammoniak van 20 µg/l is afgeleid van het "stand-still"-beginsel en is geen toxiciteits-grenswaarde. In het IMP-water 1985-1989 is aangegeven dat:

> "door enkele waterbeheerders op basis van veldgegevens, twijfel is geuit aan de noodzaak van een waarde van 20µg/l; zij menen dat een minder strenge waarde voldoende bescherming kan bieden voor vissen".

In het Nederlandse deel van de Maas zijn geen vissterftes waargenomen, die een direct gevolg waren van de te hoge ammoniakconcentraties. Op basis van ervaring wordt aangenomen dat een gemiddelde temperatuurverhoging van 3 K in de Maas niet tot visproblemen zal leiden door verhoging van de ammoniakconcentratie. Eventuele verhoogde ammoniakconcentraties in de koelwaterpluim direct na lozing kunnen door vis worden ontweken. Op de mogelijkheden voor vis om een koelwaterpluim te ontwijken wordt in par. 6.2.2.3 in verband met chloor nader ingegaan.

Behalve op de nitrificatie kan temperatuurverhoging ook enige positieve invloed op de afbraak van fenolen, olie en andere organische verbindingen hebben. Totaal gezien bestaat er weinig kans op een vermindering van de waterkwaliteit in de Maas buiten de mengzone ten gevolge van de koelwaterlozing.

### 6.2.2.2 Effecten op aquatische organismen

Ten aanzien van de koelwaterproblematiek kunnen de aquatische organismen in drie groepen gescheiden worden:
- plaatsgebonden organismen zoals vastzittende waterplanten, de macrofauna en visseneieren
- passief met het water getransporteerde organismen zoals fytoplankton, zoöplankton en vislarven
- zich actief in het water verplaatsende organismen, zoals vis.

Het gebruik van koelwater kan levende organismen op verschillende manieren beïnvloeden:
- mechanische schade doordat organismen door de zeven tegengehouden worden
- mechanische schade bij passage met het koelwater door het koelsysteem
- thermische schade ten gevolge van de snelle opwarming in de condensor
- thermische invloed ten gevolge van een langdurig verblijf in het lozingsgebied in opgewarmd water.

<u>Effecten op plaatsgebonden organismen</u>
De macro-fauna is uitgebreid onderzocht in de omgeving van de centrales Flevo en Bergum. Bij de Flevocentrale is in een beperkt gebied bij de uitlaat (1,5 ha) een verschuiving gevonden in de verhouding van de aantallen van de verschillende organismen, vooral bij enkele slakkensoorten (Hadderingh, 1974a, 1974b; KEMA, 1977). De diversiteit is echter nauwelijks veranderd en er zijn geen nieuwe soorten gevonden die niet ook elders in het IJsselmeer voorkomen. Het onderzoek bij de Centrale Bergum leidde tot soortgelijke conclusies (KEMA, 1980). In het gebied waar effecten zijn waargenomen heerste een opwarming van 4 tot 7 K in de zomer en een nog hogere opwarming in de winter.

Bij koelwaterlozingen in rivieren zijn door de relatief snelle menging van het geloosde koelwater en de relatief kleine mengzone minder effecten op plaatsgebonden organismen te verwachten dan bij lozing in een meer. Bij de Maascentrale zal mogelijk de soortsamenstelling van de macrofauna in het uitlaatkanaal enigszins verschillen van de soortsamenstelling die zonder opwarming te verwachten zou zijn. In de Maas zullen effecten van de koelwaterlozing of macro-fauna niet aantoonbaar zijn. Bij macro-fauna zoals aangegeven in hoofdstuk 5.4.3 zijn geen specifiek temperatuurgevoelige soorten aangetroffen.

Effecten op plankton
Uit door de KEMA uitgevoerd planktononderzoek bij een aantal centrales aan verschillende wateren is gebleken dat fytoplankton (plantaardig plankton) vrijwel ongevoelig is voor mechanische invloeden tijdens passage door het koelwatercircuit (Koops, 1975). Bij lozingstemperatuur tot 30 °C, de maximaal toegestane lozingstemperaturen, worden geen temperatuureffecten op fytoplankton of zoöplankton (dierlijk plankton) waargenomen (Koops et al., 1980).

Thermische schade aan plankton begint op te treden bij lozingstemperaturen boven 32 °C (Donze, 1978; Koops et al., 1980). Temperatuurverhoging kan wel positieve invloed hebben op de groei van plankton, anderzijds heeft de turbulentie in het uitlaatgebied na lozing een negatieve invloed op planktongroei, speciaal op de groei van blauwalgen. In de praktijk zijn eventuele geringe invloeden van koelwaterlozing op plankton geheel ondergeschikt aan de veel grotere natuurlijke invloeden op groei en sterfte van plankton.

Effecten op vis
Vislarven worden passief met de waterstroom meegevoerd. Het grootste deel van de vislarven passeert de zeven voor de inlaat van centrales. Jonge vis kan zich nog onvoldoende tegen inzuigen door centrales verzetten. Deze vis kan de zeven niet meer passeren en wordt uitgezeefd en afgevoerd. Grotere vissen kunnen zich, afhankelijk van de stroomsnelheden voor de inlaat, tegen het inzuigen verzetten (Hadderingh, 1978).

Vislarven zijn gevoelig voor passage door een koelsysteem. Afhankelijk van de soort varieert de sterfte van 30 tot 95%. Gemiddeld is de sterfte van vislarven in het koelsysteem 50% (Hadderingh, 1979). Mechanische factoren spelen hierbij de belangrijkste rol. Uit onderzoek bij de Flevocentrale blijkt de maaswijdte van de draaizeven van invloed op de sterftepercentage van de passerende vislarven (KEMA, 1978). De overleving van passerende vislarven was bij 5 mm mazen vele malen hoger dan bij 2 mm mazen.

De overleving van ingezogen jonge vis is afhankelijk van een aantal factoren:
- de directe sterfte op de zeven door mechanische oorzaak is afhankelijk van de soort en varieert tussen 0% voor paling en 100% voor spiering. Gemiddeld is de directe sterfte op de zeven circa 60%
- het afvoersysteem van de uitgezeefde vis is belangrijk. Een systeem waarbij de vis met voldoende water wordt teruggespoeld naar het oppervlaktewater kan veel vis redden
- bij interne recirculatie van koelwater naar het inlaatgebied in de winter kan vis worden aangetrokken naar de inlaat door de hogere temperatuur. De kans op inzuigen neemt hierdoor toe.

In 1980 en 1981 is door de KEMA onderzoek verricht naar de hoeveelheden ingezogen vis bij een aantal centrales aan meren en aan rivieren. De Maascentrale was ook bij dit onderzoek betrokken. Uit dit onderzoek bleek dat de hoeveelheid ingezogen vis bij koeling op meren een factor 5 tot 10 hoger is dan bij koeling op rivieren. De hoeveelheid ingezogen vis bij Clauscentrale en Maascentrale was bijzonder gering, ook vergeleken met andere riviercentrales (Hadderingh et al., 1988). Onduidelijk is of de lage aantallen ingezogen vis bij deze centrales aan de Maas een gevolg is van een relatief lage visdichtheid in de omgeving van deze centrales of dat ook de situatie met vrij grote inlaathavens hier van invloed is. Zoals in hoofdstuk 5 werd aangegeven heeft de Maas in het beschouwde gebied een goede diversiteit in vissoorten. Over visdichtheid in de Maas in vergelijking met andere rivieren zijn geen cijfers beschikbaar. Ook het RIVO geeft in haar rapportage van visonderzoek in de Maas (RIVO, 1981) alleen een beeld van diversiteit en geeft aan dat de groei van de vis in de Maas goed is. Er wordt geen waardeoordeel gegeven over de visstand. Effecten van het inzuigen van vis op de visstand kunnen dan ook niet worden aangegeven, maar zullen gezien de kleine aantallen ingezogen vissen waarschijnlijk gering of niet aantoonbaar zijn.
In uitlaatgebieden van centrales worden vaak hoge visconcentraties aangetroffen. Onderzoek bij de Flevocentrale toonde aan dat de heersende temperatuur geen nadelige invloed had op de aanwezige vis.
In uitlaatgebieden is voor voorn wat vervroegde paai (ei-afzetting) aangetoond.

Zoals in paragraaf 6.2.1 is aangegeven zal in de periode 1993-2000, met MC-6 en DEMO KV/STEG in bedrijf, de opwarming van de Maas maximaal 3,15 K boven de natuurlijke temperatuur bedragen. Deze maximale opwarming kan zich voordoen in de winterperiode als Belgische centrales in plaats van koeltorengebruik extra warmte op de Maas lozen om ijsgang te voorkomen. De opwarming bij Eijsden kan dan oplopen tot 4 K boven de natuurlijke temperatuur.
Biologische effecten van temperatuurverhoging in oppervlaktewateren door koelwaterlozingen zijn aangetoond in lozingsgebieden van centrales, dus bij opwarming van meer dan 3 K boven $T_N$. Een extra opwarming van 0,15 K bij hoge afvoer (> 375 $m^3/s$ te Borgharen) in de winterperiode zal echter niet tot waarneembare effecten leiden. In de winterperiode zijn veel waterorganismen weinig actief en heeft genoemde opwarming geen effect op de biologische activiteit.

6.2.2.3 Aangroeibestrijding

Zoals in hoofdstuk 3.1.15 is aangegeven worden de condensorpijpen en diverse koelers continu gereinigd door met het koelwater sponsrubberballetjes door de pijpen te sturen (Taproggesysteem). Met dit systeem wordt slib uit de pijpen verwijderd. Bij afzetting van slijmvormende bacteriën werkt dit systeem onvoldoende en wordt discontinu chloor gedoseerd. Door chloorgebruik van het koelwater wordt chloor chemisch gebonden en voornamelijk omgezet in chloriden waardoor de concentratie totaal beschikbaar chloor, de componenten met invloed op organismen, snel daalt. De concentratie totaal beschikbaar chloor is de som van de concentraties chloor, hypochlorigzuur, hypochloriet-ion en actieve chloorverbindingen (voornamelijk chlooramines) (NEN, 6480).
Door temperatuurverhoging neemt het chloorgebruik toe. De concentratie totaal beschikbaar chloor is na de condensor ongeveer 1 mg/l. In het uitlaatkanaal daalt de concentratie totaal beschikbaar chloor verder. Op het lozingspunt aan het eind van het uitlaatkanaal zijn geen totaal beschikbaar chloorconcentraties van meer dan 0,5 mg/l te verwachten. Na lozing mengt het koelwater met chloor zich met het Maaswater. Als door MC-6 en DEMO KV/STEG niet gelijktijdig chloor wordt gedoseerd, is de verdunning en het chloorverbruik in het uitlaatkanaal ongeveer twee maal zo groot. Aan het eind van het uitlaatkanaal zal de totaal beschikbaar chloorconcentratie dan 0,1-0,2 mg/l zijn.
Uit een door EPRI (1980) uitgevoerd literatuuronderzoek blijkt dat door een totaal beschikbaar chloorconcentratie van 0,5-1,0 mg/l fytoplankton een fotosynthesereductie vertoont van van 75-100%. De meeste soorten copepoden, amphipoden en planktonische crustaceën sterven voor 50% bij een totaal beschikbaar chloorconcentratie van 10 mg/l gedurende 30 min. Larvale stadia zijn gevoeliger. Een concentratie van circa 3 mg/l gedurende 10 min. zal weinig of geen schade veroorzaken aan deze zoöplanktonsoorten.

Tijdens de chloreringsperioden zal een belangrijk gedeelte van het met het koelwater meegevoerde fytoplankton worden gedood. Aangezien de chloreringsperioden te zamen 0,3% van de tijd bedragen, zal maximaal 0,3% van het fytoplankton dat met het koelwater wordt meegevoerd worden gedood. Deze geringe fytoplanktonsterfte zal de waterkwaliteit niet negatief beïnvloeden. Voor zoöplankton is de chloorconcentratie niet letaal (EPRI, 1980).

Zalmachtigen zijn zeer gevoelig voor chloor. Bij 0,02-0,8 mg totaal beschikbaar chloor/l is de sterfte na 96 uur 50%. De meeste warmwatervissen hebben een tolerantiegrens die 5 tot 10 maal hoger ligt.

Bij kortdurende dosering ligt de gemiddelde tolerantiegrens voor zalmachtigen bij 30 min op 0,2-2 mg/l, afhankelijk van soort, leeftijd, conditie en watertemperatuur. Bij lagere watertemperatuur neemt de tolerantie toe. Volgens Mattice (1977) ligt de drempelwaarde voor acute toxiciteit voor vissen bij 1 mg/l gedurende 1 min. tot 0,002 mg/l gedurende 12 uur. Uit interpolatie volgt dat 0,5-1,0 mg/l gedurende 10 min. geen visschade zal veroorzaken. De effecten van de chloorconcentraties zijn vastgesteld in aquaria waarin de vis geen vluchtmogelijkheid had. Deze is in de Maas wel aanwezig. Hierdoor wordt visschade door de toegepaste chlorering zeer onaannemelijk, want er is vastgesteld dat vis een effectief vluchtgedrag vertoont bij lozing van een voor de vis nadelige chloorconcentratie (Cherry et al., 1977).

Na lozing van koelwater, al dan niet met chloor, vormt zich een koelwaterpluim die in een rivier stroomafwaarts wordt meegevoerd terwijl afkoeling en menging optreedt. Optrekkende vis kan een koelwaterpluim ontwijken totdat de pluim geheel met het rivierwater is gemengd. De mate van menging is afhankelijk van turbulentie door bochten in de rivier, kribben of scheepvaart.

De hoogste chloorconcentraties in de Maas treden op bij chloordosering in perioden met lage Maasafvoer. Als 18 $m^3/s$ koelwater met een concentratie van 0,2 mg/l totaal beschikbaar chloor wordt geloosd in een Maasdebiet van 28 m3/s (samen 46 $m^3/s$) komt de totaal beschikbaar chloorconcentratie theoretisch op 0,08 mg/l. Door chloorverbruik van het ontvangende water en door de tijd die verloopt tussen lozen en volledige menging zal de chloorconcentratie al snel beneden de detectiegrens dalen. Uit laboratoriumonderzoek (Cherry et al., 1979) blijkt zalm als meestgevoelige vis al vluchtgedrag te vertonen bij een totaal beschikbaar chloorconcentratie van circa 0,02-0,04 mg/l.

Als zalm in de toekomst naar de Maas op zal trekken passeert de optrekkende zalm in de maanden januari tot en met mei en komt jonge zalm in april en mei stroomafwaarts. In mei mag worden gerekend met een afvoer bij Buggenum van gemiddeld 150 $m^3/s$ en minimaal 75 $m^3/s$. Bij deze afvoer is de totaal beschikbaar chloorconcentratie na menging 0,02 tot 0,05 mg/l en zal door chloorgebruik van het Maaswater in de praktijk minder dan 0,02 mg/l totaal beschikbaar chloor bedragen.
Als een dergelijke chloorconcentratie zich minder dan 1% van de tijd in de Maas zal voordoen, lijkt het uitgesloten dat de chloordosering op lokatie Buggenum een barrière zal vormen voor optrekkende zalm naar de Grens Maas.

Toevoeging van chloor aan oppervlaktewater leidt tot, in het algemeen, zeer lage concentraties gechloreerde organische verbindingen. Voornamelijk worden trihalometanen (THM) gevormd waarvan chloroform bij chloortoevoeging aan zoetwater de belangrijkste is. De gevormde THM-concentratie is afhankelijk van de chloorconcentratie, de concentratie totaal organisch koolstof (onder andere humusverbindingen) en de temperatuur van het oppervlaktewater. De THM-concentratie in het drinkwater in Ottawa varieert bijvoorbeeld van 20 µg/l in de winter tot 120 µg/l in de zomer ondanks geringe variatie in totaalorganisch koolstof. In de VS en in Canada wordt in het algemeen meer chloor toegevoegd aan drinkwater dan in West-Europa. De THM-concentratie in drinkwater is in Noord-Amerika dan ook belangrijk hoger (VS: gemiddeld 30 µg/l) dan in West-Europa (West-Duitsland: gemiddeld 5 µg/l) (Cumbie et al., 1985).

Bean et al. (1980) vinden in rivierwater in de VS na dosering van 3-5 mg/l chloor een chloroformconcentratie van 3-25 µg/l. Volgens Cumbie et al. (1985) werd door de Tennessee Valley Authority vastgesteld dat chlorering van koelwater leidt tot gemiddeld 4 µg/l chloroform in het geloosde koelwater.

Chloroform vormt 12 tot 40% van de totale concentratie van gechloreerde organische verbindingen. Een concentratie van 4 µg/l chloroform betekent een concentratie van 10-30 µg/l gechloreerde organische verbindingen. Uit het bovenstaande volgt dat bij chloordosering aan koelwater 0,5-1% van het toegevoegde chloor wordt omgezet tot gechloreerde organische verbindingen.

Door de KV/STEG zal per chloordosering 140 kg chloorbleekloog worden gebruikt. Hiervan is 17,5 kg vrij chloor. Als hiervan 0,5-1% wordt omgezet in organisch gebonden halogenen (OGH), dan ontstaat per chloordosering een concentratie van 15-30 µg/l OGH in het koelwater. Deze concentratie wordt 's zomers gedurende 0,3% van de tijd en 's winters gedurende 0,1% van de tijd geproduceerd. Gemiddeld over het koelwatergebruik wordt 's zomers 0,05-0,09 µg/l en 's winters 0,015-0,03 µg/l OGH gevormd.

In de Maas wordt bij Eijsden de concentratie vluchtige organisch gebonden halogeen (VOX) en extraheerbaar organisch gebonden halogeen (EOX) bepaald. Deze concentraties bereikten in 1985 en 1986 de volgende waarden; uitgedrukt als µg Cl/l:

| | zomer | | | winter | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | min. | gem. | max. | min. | gem. | max. |
| VOX | 3,0 | 3,45 | 3,8 | 5,7 | 22,3 | 50,2 |
| EOX | 0,4 | 0,95 | 1,4 | 0,7 | 1,05 | 1,5 |

In principe kan tijdens de chloordosering de concentratie OGH in het koelwater worden verdubbeld. Gemiddeld is de toevoeging van OGH aan het Maaswater bij lage afvoer ongeveer 1% van de achtergrondconcentratie.

In de Maas treedt tussen Eijsden en Keizersveer een sterke daling op in de concentratie VOX-verbindingen, mede ten gevolge van beluchting bij passage van de stuwen in de Maas. Bij Buggenum zal de achtergrondconcentratie VOX-verbindingen aanzienlijk lager zijn dan bij Eijsden. Ook de nieuw gevormde VOX-verbindingen door koelwaterchlorering zullen stroomafwaarts door verdamping in belangrijke mate uit het water verdwijnen.

Discontinue chlorering kan mosselafzetting niet voorkomen. Tot nu toe hebben zich bij de Maascentrale en Clauscentrale geen problemen met zoetwatermosselen voorgedaan. Zolang mosselafzetting zich beperkt tot zeef- en pompkelders is behandeling van hiervan met aangroeiwerende verf afdoende. Hierbij worden geringe hoeveelheden koper aan het water afgegeven. Uit berekeningen ten behoeve van de Flevocentrale bleek dat door toepassing van aangroeiwerende verf de in het IJsselmeer aanwezige koperconcentratie in het koelwater met 1% wordt verhoogd (KEMA, 1979).

Als mosselafzetting niet met alleen aangroeiwerende verf is te voorkomen, is éénmaal per jaar gedurende drie weken een continue chloordosering met een lage dosis (ca. 0,5 mg/l totaal beschikbaar chloor voor de condensor) noodzakelijk. Hiervoor is 150 ton chloorbleekloog (= 19 000 kg vrij chloor) nodig. Tijdens deze drie weken wordt de concentratie organisch gebonden chloor in het koelwater 7,5-15 µg/l.
Aangezien een drieweekse continue chloordosering, indien noodzakelijk, plaats zal vinden in het najaar, zijn geen problemen met optrekkende zalm te verwachten.

6.2.2.4 Ferrosulfaatdosering

Zoals in hoofdstuk 3.1.15 is aangegeven wordt ferrosulfaat gedoseerd ter bescherming van condensors en kopergelegeerde warmtewisselaars tegen corrosie. Dosering kan continu plaatsvinden met lage concentratie (0,03 mg Fe/l) of discontinu met hogere concentratie (1 mg Fe/l).
Maximaal wordt gedoseerd gedurende 1 uur per etmaal tot een concentratie van 1 mg Fe per liter in het koelwater (= 2,7 mg/l $FeSO_4$). Ferro wordt in het koelwater geoxideerd tot Ferri waarbij slecht oplosbaar Ferrihydroxide op de wand van de warmtewisselaars neerslaat en een beschermende laag vormt.

Ferrosulfaatdosering kan van invloed zijn op het aquatisch ecosysteem door:
- invloed op bacteriële activiteit
- invloed op pH van het oppervlaktewater
- gevolgen voor vis door neerslag van slecht oplosbaar ferrihydroxide op de kieuwen.

Toevoegingen van meer dan 1,7 mg/l ferrosulfaat aan afvalwater remt de bacteriële afbraak. Een concentratie van 0,8 mg/l heeft geen aantoonbare invloed.

In water met weinig bufferend vermogen kan een ferrosulfaatdosering tot pH-verlaging leiden. In het goed gebufferde Maaswater geeft een dosering van 2,7 mg/l $FeSO_4$ geen meetbare pH-verlaging.

Bij een dosering van 1 uur per etmaal wordt per etmaal 33,8 kg ijzer en 57,5 kg sulfaat geloosd. Een deel van dit ijzer slaat neer op de wand van de condensorpijpen en komt vertraagd in het oppervlaktewater.

Bij ferrosulfaatdosering aan koelwater speelt de oxidatie en vorming van slecht oplosbaar ferrihydroxide zich af binnen het koelwatersysteem. Het geloosde koelwater bevat geen ferrosulfaat. In laboratoriumproeven bleek 1 mg/l ijzer als ferrosulfaat in gedestilleerd water niet nadelig voor vissen. Dosering van 5 mg/l ijzer als ferrosulfaat aan oppervlaktewater met forellen gaf geen sterfte gedurende 50 uur blootstelling terwijl bij 7,8 mg/l ijzer na 2,5 uur vluchtgedrag werd vastgesteld. In hard water geeft 100 mg/l $FeSO_4$ gedurende 4 dagen geen schadelijke effecten.

Ferrosulfaat wordt gedoseerd om corrosie van condensors en warmtewisselaars van koperlegeringen te voorkomen. Ernstige corrosie kan een kopertoename geven in het koelwater welke aanzienlijk schadelijker is voor het milieu dan de gedoseerde hoeveelheid ijzer.

### 6.2.3 Afvalwater neutralisatiekelder

Het bij het regenereren van de demi-installatie vrijkomende afvalwater zal vanuit de neutralisatiekelder worden geloosd in het koelwaterafvoerkanaal. Er zal per dag 48 $m^3$ afvalwater worden geloosd met circa 600 kg keukenzout. Van de 600 kg chemicaliën is 360 kg chloride.

Bij een Maasafvoer te Borgharen van minder dan 55 $m^3/s$ (ca. 2 maanden per jaar) mag geen chloride op de Maas worden geloosd. het afvalwater uit de neutralisatiekelder wordt dan opgeslagen in een buffervijver.

Een Maasafvoer van 55 $m^3/s$ te Borgharen is een afvoer van 89 $m^3/s$ te Buggenum. Als bij een Maasafvoer van 90 $m^3/s$ 360 kg chloride per dag wordt geloosd, betekent dit een chloridetoename in het Maaswater van 0,05 mg/l. Door zoutlozingen in België is de gemiddelde chlorideconcentratie van het Maaswater 60 mg/l met pieken tot meer dan 100 mg/l. Stroomopwaarts van de Sambre heeft de Maas een chloride concentratie van ca. 20 mg/l. Een toename van 0,05 mg/l betekend een verhoging van de natuurlijke chlorideconcentratie met een kwart procent.
Bij een gemiddelde Maasafvoer te Buggenum van ongeveer 300 $m^3/s$ is de toename nog ruim drie maal zo gering. Ook na een laagwaterperiode, als naast de lozing uit de neutralisatiekelder ook de buffervijver worden leeggepompt, blijft de chloridetoename beneden circa 1% van de natuurlijke chlorideconcentratie en beneden 0,3% van de chlorideconcentratie ter plaatse.

Via de neutralisatiekelder wordt ook afvalwater van de condensaatreinigingsinstallatie afgevoerd. Met dit afvalwater wordt maximaal 2,9 kg ammonium per dag geloosd. Bij lozing op de Maas bij afvoer van 90 $m^3/s$ of meer (> 55 $m^3/s$ te Borgharen) betekent deze ammoniumlozing in principe een toename in de Maas van maximaal 4 µg/l ammonium. Dit is in de praktijk geen aantoonbare toename bij achtergondconcentraties (Roermond boven de stuw, 1985-1986) geeft een verhoging van circa 0,3 mg/l in de zomer en circa 0,7 mg/l in de winter. Deze lozing geeft een verhoging van de concentratie vrij ammoniak in de Maas van minder dan 1µg/l en heeft dan ook geen aantoonbare milieuconsenquenties.

### 6.2.4 Beïnvloeding van de waterkwaliteit door depositie van luchtverontreinigende stoffen

Zoals in hoofdstuk 5 reeds werd aangegeven zijn binnen het beschouwde gebied de meeste wateren of goed gebufferd of van nature al zo zuur dat depositie van verzurende stoffen geen invloed zal hebben op de zuurgraad van het water. De wateren die niet gevoelig zijn voor verzuring zijn voedselrijk zodat ook depositie van stikstof geen effect zal hebben.

In de huidige situatie speelt de stikstofdepositie door de Maascentrale nauwelijks een rol naast de depositie uit andere bronnen. Bij in bedrijf komen van de DEMO KV/STEG zal de huidige stikstofdepositie binnen het MER-gebied door de Maascentrale van gemiddeld 0,2 kgN/ha.a afnemen tot gemiddeld 0,08 kgN/ha.a en na 2000 tot gemiddeld 0,04 kgN/ha.a. Ook bij drastische beperking van de ammoniakemissies binnen het beschouwde gebied zullen deze extra stikstofdepositities noch in het oppervlaktewater, noch terrestrisch van invloed zijn.

## 6.3 BODEMVERONTREINIGING

### 6.3.1 Depositie van luchtverontreinigende stoffen ten gevolge van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG

#### 6.3.1.1 Droge depositie

De droge depositie is berekend voor de plaatsen van de maximale jaargemiddelde immissieconcentraties, hetgeen inhoudt dat maximale depositiewaarden zijn berekend. Uitgangspunten zijn de maximale immissieconcentraties ten gevolge van de voorgenomen activiteit vanaf in bedrijfname van de DEMO KV/STEG en na buiten bedrijfstellen van MC 6 (paragrafen 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.2.2 en 6.1.2.4) en de depositiesnelheden zoals vermeld in de tabellen 5.5.3 en 5.5.4.

In tabel 6.3.1 zijn de maximale droge deposities van de gasvormige componenten gegeven. De maximale droge deposities van de aerosolcomponenten zijn vermeld in tabel 6.3.2.

Uit de waarden van de droge depositie van $SO_2$, $NO_2$, NO, Cl en F is de droge zure depositie berekend. De maximale jaarlijkse droge zure depositie bedraagt voor de situatie MC 6 en DEMO KV/STEG 213 mol/ha (mol $H^+$) en voor de situatie DEMO KV STEG 118 mol/ha (mol $H^+$).

Tabel 6.3.1 Maximale droge depositie van gasvormige componenten ten gevolge van de emissie van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG

| component | depositie (mol/ha) | |
|---|---|---|
| | MC 6 + DEMO KV/STEG | DEMO KV/STEG |
| $SO_2$ | 90 | 54 |
| $NO_2$ | 9 | 2 |
| NO | 6 | 5 |
| Cl | 14 | 0,9 |
| F | 4 | 2 |
| B | 0,5 | 0,2 |
| Br | 0,06 | 0,02 |
| I | 0,01 | 0,002 |
| Se | 0,004 | 0,004 |
| Hg | 0,0006 | 0,0005 |

Tabel 6.3.2 Maximale droge depositie van aerosolcomponenten ten gevolge van de emissie van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG

| component | depositie (mmol/ha) |
|---|---|
| situatie MC 6 + DEMO KV/STEG: | |
| Hg | <0,001 |
| Cd | 0,001- 0,01 |
| Br, Mo, Sb | 0,01 - 0,1 |
| As, Be, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn | 0,1 - 1 |
| B, Ba, Cl, Sr | 1 -10 |
| Ti | 12 |
| Fe | 85 |
| Al | 365 |
| situatie DEMO KV/STEG: | |
| Hg | <0,001 |
| Br, Cd, Mo, Sb | 0,001- 0,01 |
| As, Be, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn | 0,01 - 0,1 |
| B, Ba, Cl, Se, Sr | 0,1 - 1 |
| Ti, Fe | 1 -10 |
| Al | 55 |

6.3.1.2 Natte depositie

Bij de berekening van de natte depositie van zowel gasvormige als aerosolcomponenten voor de situaties MC 6 + DEMO KV/STEG en DEMO KV/STEG alleen is dezelfde methode toegepast als vermeld in paragraaf 5.5.2.2, hetgeen inhoudt dat de waarden van de natte depositie geschatte waarden zijn. De resultaten zijn vermeld in de tabellen 6.3.3 en 6.3.4.

Uit de waarden van de natte depositie van $SO_2$, Cl en F is de natte maximale zure depositie (mol $H^+$) berekend. Deze bedraagt jaarlijks voor de situatie MC 6 + DEMO KV/STEG 66 mol/ha en DEMO KV/STEG alleen 8 mol/ha.

6.3.1.3 Totale depositie

De totale zure depositie (mol $H^+$) ten gevolge van de emissies van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG bedraagt jaarlijks maximaal 279 mol/ha. Ten gevolge van de emissies van de DEMO KV/STEG alleen deze depositie jaarlijks maximaal 126 mol/ha.

Tabel 6.3.3 Maximale natte depositie van gasvormige componenten ten gevolge van de emissie van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG

| component | depositie (mol/ha) | |
|---|---|---|
| | MC 6 + DEMO KV/STEG | DEMO KV/STEG |
| $SO_2$ | 12 | 1 |
| Cl | 32 | 2 |
| F | 10 | 4 |
| B | 1 | 0,5 |
| Br | 1 | 0,2 |
| I | 0,02 | 0,005 |
| Se | 0,03 | 0,02 |
| Hg | 0,002 | 0,001 |

Tabel 6.3.4 Maximale natte depositie van aerosolcomponenten ten gevolge van de emissie van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG

| component | depositie (mmol/ha) |
|---|---|
| situatie MC 6 + DEMO KV/STEG: | |
| Hg | 0,001 - 0,01 |
| Cd | 0,01 - 0,1 |
| Br, Co, Mo, Sb | 0,1 - 1 |
| As, B, Ba, Be, Cr, Cu, Mn, Ni Pb, Se, Sr, V, Zn | 1 -10 |
| Ti | 100 |
| Fe | 500 |
| Al | 2500 |
| situatie DEMO KV/STEG: | |
| Cd, Hg | 0,001 - 0,01 |
| Br, Co, Mo, Sb | 0,01 - 0,1 |
| As, B, Ba, Be, Cr, Cu, Mn, Ni Pb, Se, Sr, V, Zn | 0,1 - 1 |
| Ti | 1 -10 |
| Fe | 20 |
| Al | 150 |

### 6.3.1.4 Depositie bij uitvoeringsalternatieven

Bij het uitvoeringsalternatief met verdergaande zwavelverwijdering zal de maximale droge zure depositie na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG jaarlijks 205 mol/ha (mol $H^+$) bedragen en voor de situatie met de DEMO KV/STEG alleen 14 mol/ha (mol $H^+$). De maximale natte zure depositie bedraagt dan jaarlijks maximaal 66 resp. 8 mol/ha (mol $H^+$).
De totale zure depositie (mol $H^+$) ten gevolge van de emissies van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG bedraagt jaarlijks maximaal 271 mol/ha. Ten gevolge van de emissies van de DEMO KV/STEG alleen deze depositie jaarlijks maximaal 22 mol/ha.

Bij het uitvoeringsalternatief met verdergaande $NO_x$-emissiebeperking bedragen de maximale jaarlijkse zure depositiewaarden in mol/ha (mol $H^+$):
- MC 6 + DEMO KV/STEG: droog 211, nat 66, totaal 277
- DEMO KV/STEG : droog 116, nat 8, totaal 124.

## 6.3.2 Bodemverontreiniging en depositie van stof ten gevolge van de opslag van KV-slak en KV-vliegas

Voorlopige resultaten van uitloogtesten van KV-slak wijzen uit dat de KV-slak qua uitloging voor arseen, lood en sulfaat voldoet aan de certificeringseisen voor bodemas van het Ministerie van VROM (As 10 µg/l Pb 20 µg/l $SO_4$ 25 µg/l) voor de toepassing in onder andere de wegenbouw. Andere elementen hebben een vergelijkbaar of nog gunstiger bereik. Bodemverontreiniging bij de open KV-slakopslag zal zodoende naar verwachting niet optreden.

Bodemverontreiniging bij de open KV-vliegasopslag zal door de maatregelen die dienaangaande zullen worden getroffen (onder andere een waterondoorlatende bodem) niet voorkomen.

Eventuele stofoverlast bij de KV-slak- en KV-vliegasopslag wordt bestreden door de slak en vliegas te besproeien. De depositie van stof bij aaneengesloten woonbebouwing zal naar verwachting kleiner zijn dan 1 g/$m^2$ per maand.
Wanneer het uitvoeringsalternatief met gesloten KV-slak- en KV-vliegasopslag wordt toegepast, zal geen bodemverontreiniging en stofverspreiding of overlast daarvan kunnen optreden.

## 6.4 GELUID

### 6.4.1 Eenheid 6 en DEMO KV/STEG in bedrijf

In figuur 6.4.1 zijn de 50, 55 en 60 dB(A) etmaalwaardecontouren weergegeven voor de situatie waarbij zowel eenheid 6 van de Maascentrale als de DEMO KV/STEG in bedrijf zijn.
De etmaalwaardecontouren geven de situatie weer bij maximale geluidbelasting. De contouren zijn berekend volgens de standaardmethode (klasse B). Een en ander houdt in dat de aangegeven contouren als conservatieve voorspelling van de optredende geluidbelasting te beschouwen zijn.
Uit de figuur blijkt dat de geluidbelasting voldoet aan de ontwerp-geluidzonering voor het Maascentrale-terrein.
De beschikbare geluidruimte, die ontstaat na het buiten bedrijf stellen van eenheden 4 en 5, zal in noord-westelijke tot zuid-westelijke richting volledig nodig zijn voor de situatie met eenheid 6 en de DEMO KV/STEG in bedrijf. Bij de concrete uitwerking van het DEMO KV/STEG ontwerp kan afhankelijk van de exacte situering en uitvoering van de componenten eventueel een kleine verschuiving van de geluidbelasting van westelijke richting naar andere richtingen plaatsvinden. Echter de contouren zullen altijd binnen de ontwerp-geluidzonering voor het Maascentrale-terrein blijven.

Een eventuele koeltoren (alternatief) zou in eerste instantie nabij de bestaande koelwatervijver, ten westen van de DEMO KV/STEG worden gesitueerd. Door de koeltoren zullen dan de geluidcontouren van de DEMO KV/STEG zoals weergegeven in figuur 6.4.1 naar verwachting de ontwerp-geluidzonering overschrijden.
In deze situatie zal het zelfs met zeer vergaande geluidmaatregelen aan de koeltoren en/of eventueel bij de DEMO KV/STEG waarschijnlijk niet mogelijk zijn de in de figuur aangegeven contouren te kunnen aanhouden. Mogelijk dat het kiezen van een andere plaats voor de koeltoren een oplossing zou kunnen bieden.

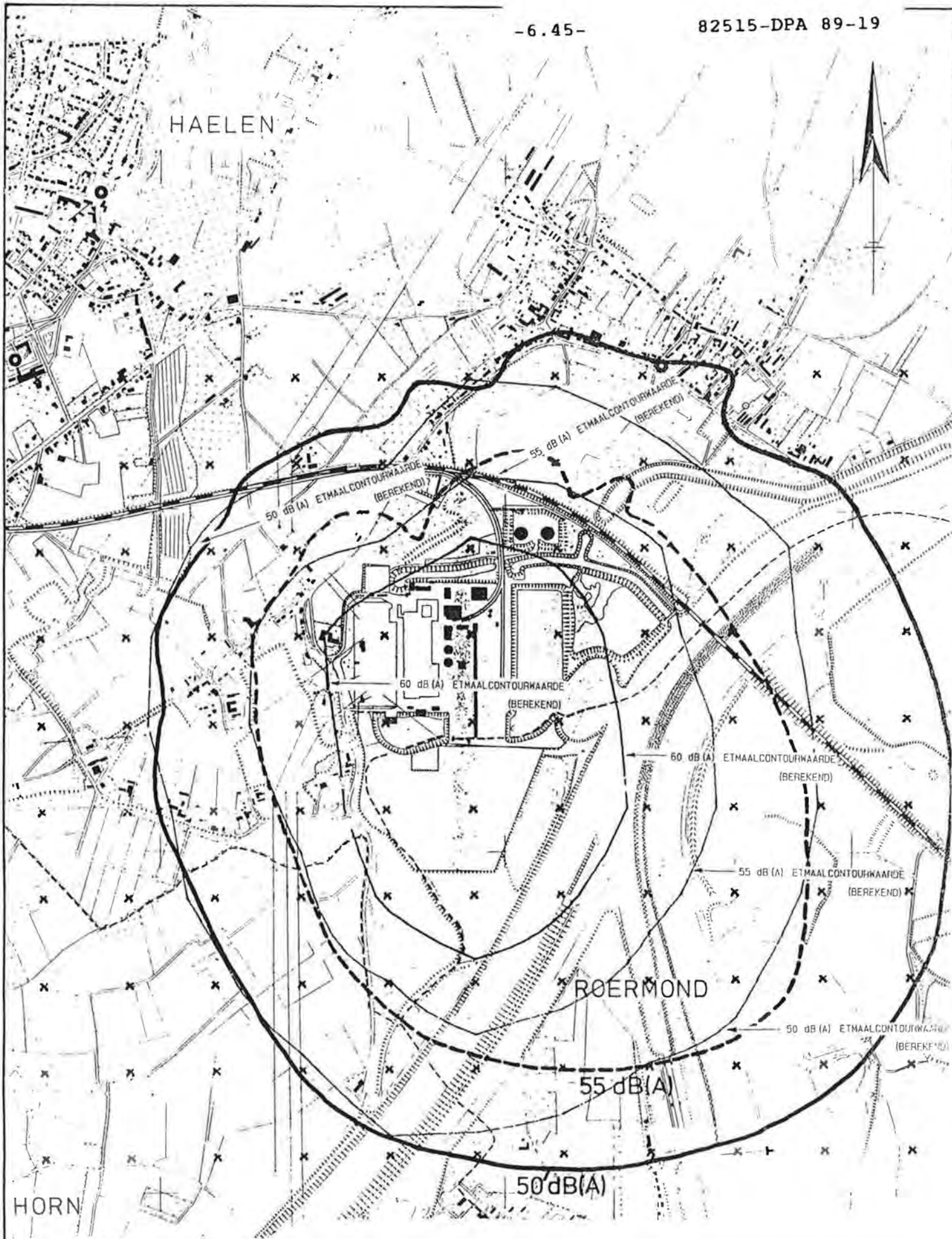
### 6.4.2 Alleen DEMO KV/STEG in bedrijf

In figuur 6.4.2 zijn de 50, 55 en 60 dB(A) etmaalwaardecontouren weergegeven voor de situatie dat alleen de DEMO KV/STEG in bedrijf is. Voor deze situatie gelden dezelfde opmerkingen als aangegeven in de eerste alinea van par. 6.4.1.

Uitgangspunten voor de prognoseberekening zijn:
- eenheid 6 uit bedrijf
- alle gebouwen van de Maascentrale afgebroken
- bedrijfstransformator van eenheid 6 buiten bedrijf
- kolenbunkering eenheid 6 uit bedrijf
- geluidproduktieniveau van het kolenpark blijft ongewijzigd
- koelwaterfilters Maascentrale buiten bedrijf.

Uit de figuur blijkt dat de geluidbelasting in alle richtingen beduidend lager is dan die in de situatie waarbij ook eenheid 6 nog in bedrijf was (par. 6.4.1). In zuid-westelijke richting is deze afname het geringst.

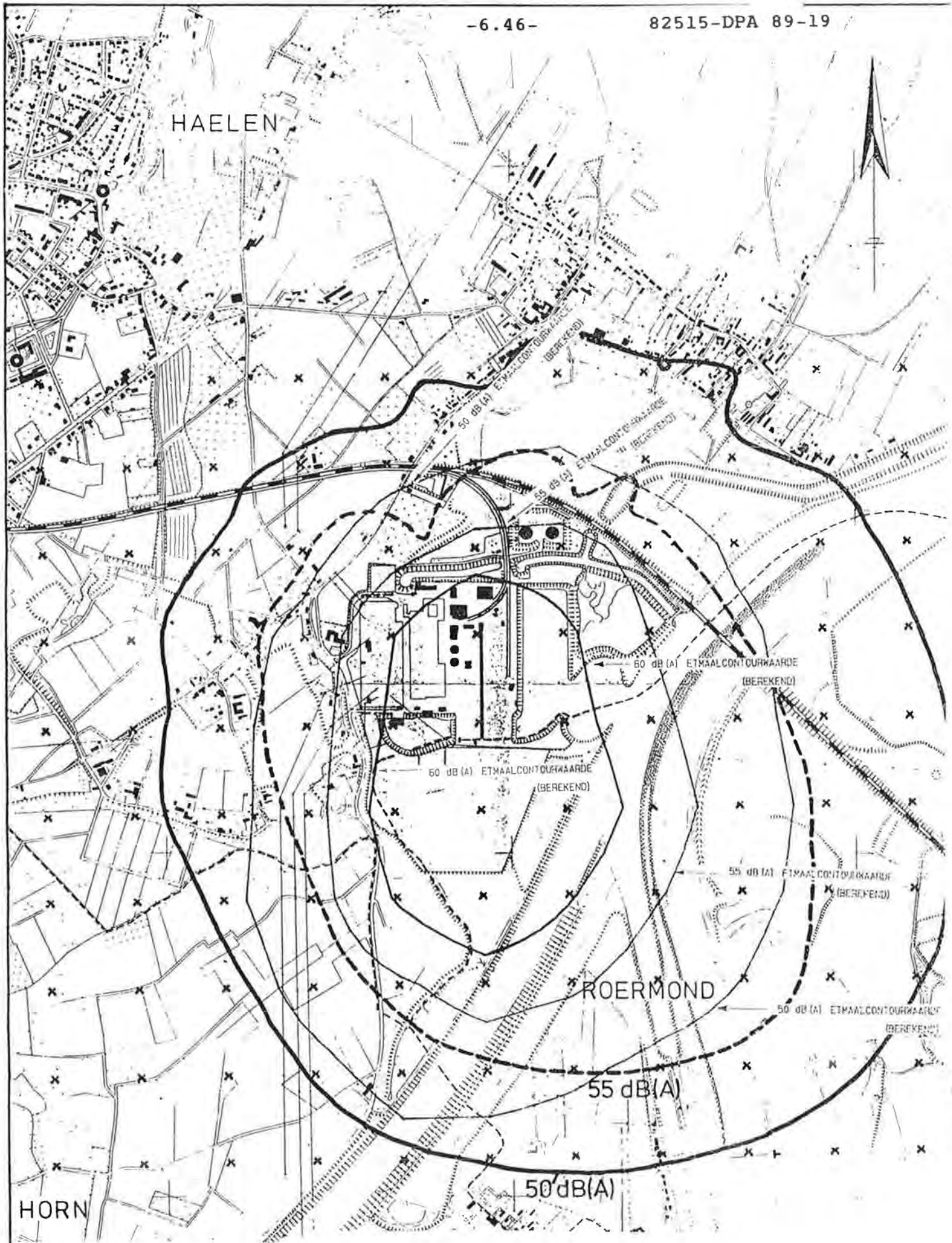
Naar verwachting zullen bij toepassing van het alternatief met koeltoren de geluidcontouren binnen de ontwerp-geluidzonering blijven.




LEGENDA

- gemeentegrens
- geluidzone
- 50dB(A) etmaalwaarde kontour

| | | |
|---|---|---|
| KEMA | DIVISIE PROJECTEN EN ADVIEZEN CIV.TECHN. EN BOUWK. PROJ. BUR. | TITEL: DE 50, 55 EN 60 dB(A) ETMAALWAARDECONTOUREN VAN DE MAASCENTRALE MET EENHEID 6 EN DEMO KV STEG IN BEDRIJF |
| PROJECT: MER KV-STEG | | |
| OPDRACHTGEVER: N.V. SEP | | FORM: A 4 — TEKENINGNUMMER: FIG 6.4.1 — BLAD NR. — AANTAL — |
| TEK.NR.OPDR.GEV. | | |
| PROJ.NR. | SCHAAL | 1=10mm |




LEGENDA

- gemeentegrens
- geluidzone
- 55dB(A) etmaalwaarde kontour

| | | |
|---|---|---|
| KEMA DIVISIE PROJECTEN EN ADVIEZEN CIV. TECHN. EN BOUWK. PROJ. BUR. | TITEL DE 50, 55 EN 60 dB(A) ETMAALWAARDECONTOUREN VAN DE MAASCENTRALE MET ALLEEN DEMO KV STEG IN BEDRIJF | |
| PROJECT MER KV-STEG | | |
| OPDRACHTGEVER N.V. SEP | FORM. A4 | TEKENINGNUMMER FIG 6.4.2 |
| TEK. NR. OPDR. GEV. | | BLAD NR. / AANTAL / WIJ. |
| PROJ. NR. / SCHAAL | | =10mm |

## 6.5 VEILIGHEID

### 6.5.1 Beschouwde ongevalssituaties en mogelijke effecten

De omvang van de effecten in ongevalssituaties hangt nauw samen met de aard en omvang van de ongevalssituaties. Bij de berekening van eventuele effecten dient daarom uitgegaan te worden van een maximaal voorstelbaar ongeluk. Nu zijn in dit stadium van het ontwerp van de DEMO KV/STEG nog niet alle te nemen veiligheidsmaatregelen en -voorzieningen bekend. De kans op ongevallen door interne procesoorzaken is daardoor nu moeilijk te kwantificeren. Dit zal worden uitgewerkt in een storingsanalyse die onderdeel uitmaakt van het arbeidsveiligheidsrapport dat voor de inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG zal worden opgesteld. Ten behoeve van dit MER en de vergunningenaanvraag zijn wel verspreidingsberekeningen gemaakt, waarbij bepaalde ongevallen zijn verondersteld. De resultaten van deze berekeningen zijn vermeld in par. 6.5.2. Voor verdere details van de berekeningsresultaten wordt verwezen naar de vergunningenaanvraag. Hierbij wordt opgemerkt, dat bij de berekeningen geen rekening is gehouden met pluimstijging als gevolg van de hoge temperatuur van het gas. De werkelijke gevolgen zullen dus minder ernstig zijn dan hier berekend is.

De belangrijkste systemen van de DEMO-KV/STEG tengevolge waarvan bij falen gevaar voor de omgeving op kan treden zijn:

a het stookgassysteem
b het systeem tussen de regenerator van de zwavelverwijderingsinstallatie en de zwavelwininstallatie
c de zuurstofopslag.

Het stookgassysteem (a) bestaat uit een deel, waarin de temperatuur zo hoog is, dat indien daarin een scheur of andere ongewenste opening optreedt, het ontsnappende gas direct zal gaan branden en een deel met lagere temperaturen, waar dat niet het geval is. Voor de omgeving buiten de terreingrenzen is de tweede situatie het meest ernstig, vandaar dat falen in het lage temperatuurdeel beschouwd wordt. Een ernstige brand zou voornamelijk het smelten en daarmee belangrijke verwoesting van een deel van de installatie tot gevolg kunnen hebben.

In het onder b genoemde systeem is een waterafscheider opgenomen. De samenstelling van het gas is voor en na de waterafscheider verschillend en ook is de leidingdiameter in het deel na de afscheider de helft van de diameter ervoor.

De risico's bij falen van het conventionele deel van de DEMO KV-STEG installatie, zoals het hoge druk stoomcircuit, de stoomturbine, de electriciteitsgeneratoren en het poederkooltransportsysteem zijn van geringere orde dan die van de hiervoor genoemde systemen. Voor meer informatie hieromtrent wordt verwezen naar het MER dat is opgesteld in verband met de oprichting van een poederkoolgestookte centrale eenheid in Amsterdam, Hemwegcentrale eenheid 8 (MER, 1988). Voor de risico's in verband met de aardgasaanvoer wordt eveneens naar dit MER verwezen.

De risico's, die gepaard gaan met de opslag van zwavel, zijn eveneens beperkt. Zwavelbranden komen bij uitzondering alleen voor bij het afregelen en stoppen. De afbrandsnelheid van vrijkomende zwavel is zo gering, dat hiervan alleen locaal effecten te verwachten zijn. Voorts zijn zwavelbranden met stoom eenvoudig te blussen.

De KV-STEG installatie zal worden gebouwd volgens de geldende normen en codes en daarnaast aan uitgebreide keuringen worden onderworpen.
Naast de maatregelen welke voortvloeien uit wettelijke vereisten zoals voorgeschreven door onder andere Stoomwezen en Arbeidsinspectie zullen dusdanige maatregelen en voorzieningen worden getroffen ten aanzien van ontwerp, bedrijf en onderhoud dat het onder normale condities in hoge mate onwaarschijnlijk is dat door interne procesoorzaken plotseling een procesvat volledig zou open scheuren dan wel een pijpleiding volledig af zou breken. Dergelijke ongevallen zouden eventueel hun oorzaak vinden in het optreden van externe omstandigheden zoals bijvoorbeeld meteoorinslag, neerstortend vliegtuig, oorlog of aardbeving. De verwachting is dat, met de te treffen maatregelen en voorzieningen een ongeval door interne procesoorzaken, waarbij een lek met een maximale equivalente diameter van 50 mm (2 inch) ontstaat, als maximaal voorstelbaar ongeval te beschouwen is.

In deze paragraaf zullen echter, conform de MER-richtlijnen, van de onder a en b genoemde systemen, naast de effecten bij een ongevalssituatie ten gevolge van een lek van 50 mm, ook de effecten van een ongeval, waarbij een volledige leidingbreuk optreedt, worden beschouwd. Betreffende de opslagtank voor vloeibare zuurstof zijn de effecten bij een 50 mm opening zo gering dat deze niet vermeld worden. Alleen de effecten bij volledige breuk worden voor dit systeemdeel beschreven.

In het onderstaand overzicht zijn de te beschouwen ongevalssituaties en de mogelijke effecten geïdentificeerd.

| ongeval | relevante stoffen | mogelijke effecten |
|---|---|---|
| 50 mm lek hoofdstookgasleiding | CO, $H_2S$ | brandgevaar vergiftigingsgevaar |
| 50 mm lek leiding regenerator naar de zwavelwininstallatie | $H_2S$ | vergiftigingsgevaar |
| volledige breuk hoofdstookgasleiding | CO, $H_2S$ | brand-, explosie-, vergiftigingsgevaar |
| volledige breuk leiding regenerator naar de zwavelwininstallatie | $H_2S$ | vergiftigingsgevaar |
| volledige breuk zuurstofopslagtank | $O_2$ | effecten t.g.v. kou |

Het vrijkomen van waterstof ($H_2$) geeft geen risico's voor de omgeving daar de concentraties na de initiële verdunning onder de explosiegrens (4-76 g/$m^3$) liggen en daar waterstof niet toxisch is.

Vergiftigingseffecten door het vrijkomen van zuurstof zullen in de omgeving niet op kunnen treden. Zuurstof is alleen bij een concentratie boven 75 vol% toxisch. In de meest ongunstige situatie ligt de 75% zuurstofgrens op maximaal 50 m afstand van de installatie.
Door het verhoogde zuurstofgehalte kunnen wel geringe effecten optreden bij de branderinstallatie van de gasturbine.

Een brand ontstaat indien zich in de bij een uitstroming gevormde gaswolk een ontsteking van voldoende intensiteit bevindt en de concentratie brandbaar gas in lucht tussen de explosiegrenzen van de betreffende stof is gelegen. De bij de brand optredende warmte straling kan schadelijke effecten voor de omgeving geven.

Indien het uitstromende gas niet direct wordt ontstoken, kan, nadat zich een gaswolk heeft ontwikkeld, en afhankelijk van omvang en plaats van de wolk, zich een explosie voordoen. De daarbij ontstane drukgolf kan op afstand schade aan personen of goederen veroorzaken.

Vergiftigingsgevaar ontstaat doordat CO en $H_2S$ giftige eigenschappen bezitten en in bepaalde concentraties schadelijk zijn voor de gezondheid. De effecten zijn afhankelijk van blootstellingsduur en concentratie. Extreem hoge concentraties kunnen direct letale effecten veroorzaken. $H_2S$ geeft in reeds lage concentraties stankoverlast ("rotte eierengeur").

Voor de systemen die worden aangebracht ter beveiliging van de installatie wordt verwezen naar hoofdstuk 3 (par. 3.1.20). Daarbij is ook aangegeven welke beveiligingen in geval van storingen in werking treden.

### 6.5.2 Gebruikte modellen en uitgangspunten voor verspreidingsberekeningen

Alle effectberekeningen zijn uitgevoerd met de meest recente versie van het computerprogrammapakket WHAZAN (versie 1.4) (Technica, 1988). WHAZAN is ontwikkeld door het Engelse wetenschappelijk adviesbureau Technica International Ltd. De modellen, die in WHAZAN werden toegepast, zijn gebaseerd op het zogenaamde "Gele Boek" van TNO (TNO, 1979). Uitzondering hierop vormt het "zwaar gas dispersie model" (gebruikt bij falen zuurstofopslag), dat gebaseerd is op het model van Cox en Carpenter. (Cox en Carpenter, 1980).

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd voor Pasquill meteocondities D5 en F2. Deze condities staan voor resp. neutraal weer, windsnelheid 5 m/s en zeer stabiel weer, windsnelheid 2 m/s.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat de gaswolk zich nagenoeg horizontaal verspreidt. Dit is als conservatieve benadering te beschouwen omdat verwacht mag worden dat stijging van de gaswolk plaats zal vinden door de hoge temperatuur van het uittredende gas (circa 250 °C in de hoofdstookgasleiding). De aanname van horizontale uitstroming is ook de reden dat de bovengenoemde meteocondities maatgevend zijn en niet bijvoorbeeld Pasquillklasse A.

In verband met de interpretatie van de resultaten van de verspreidingsberekeningen zijn hieronder globale afstanden voor de kolenvergassingsinstallatie tot bebouwing aangegeven.

- terreingrens circa 300 m (oostelijke richting)
- bebouwing Haelensche Broek 250-300 m (O/NO)
- Buggenum circa 1500 m (N)
- Haelen circa 1800 m (NO)
- Horn circa 1800 m (ZO).

Verder worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

hoofdstookgasleiding

- volume: 2100 $m^3$
- diameterleiding: 500 mm
- procesdruk: 40 bar (o)
- procestemperatuur: 250 °C
- samenstelling: 43% CO, 0,15% $H_2S$ (vol %)
- uittredehoogte: 10m
- uitstroomtijd: 100 s (bij volledige breuk), 15 min. (50 mm lek)
- berekende uitstroomhoeveelheid
  + 50 mm lek: 4,1 kg/s CO
    0,017 kg/s $H_2S$
  + volledige breuk: 232,1 kg/s CO
    0,95 kg/s $H_2S$

Leiding regenerator naar zwavelwininstallatie (tot waterafscheider)
- volume: 80 $m^3$
- diameter leiding: 400 mm
- procestemperatuur: 150 °C
- procesdruk: 0,6 bar (o)
- samenstelling: 25% $H_2S$, 25% $CO_2$, 50% $H_2O$ (vol %)
- uittredehoogte: 10 m
- berekende uitstroomhoeveelheid
  + 50 mm lek: lek in leiding vanaf waterafscheider is maatgevend (zie opm.)
  + volledige breuk: 12 kg (gedurende 1 s)
- uitstroomtijd: 1 s (volledige breuk)

Leiding regenerator naar zwavelwininstallatie (vanaf waterafscheider)
- volume: max. 80 $m^3$
- diameterleiding: 200 mm
- procestemperatuur: 90 °C
- procesdruk: 0,6 bar (o)
- samenstelling: 50% $H_2S$, 50% $CO_2$
- uittredehoogte: 10 m
- berekende uitstroomhoeveelheid
  + 50 mm lek: 0,23 kg/s $H_2S$
  + volledige breuk: breuk in leiding tot waterafscheider is maatgevend (zie opm.)
- uitstroomtijd: ca 15 min.

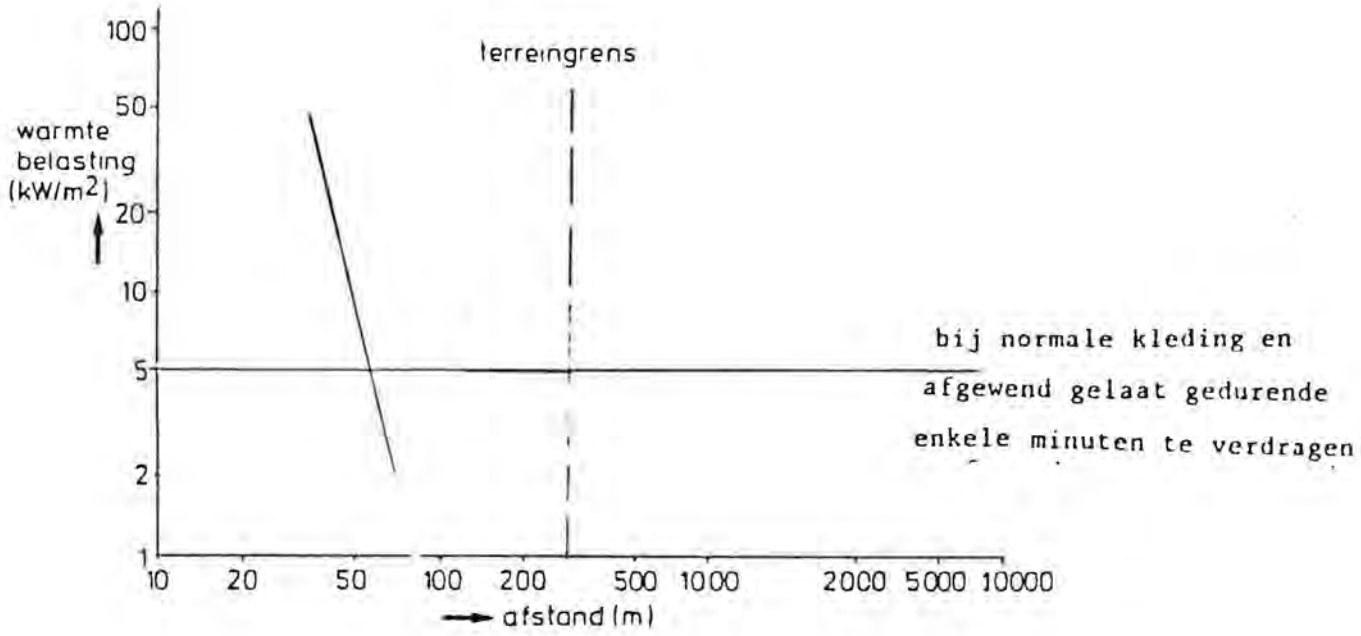
Zuurstofopslagtank
- volume tank: 550 $m^3$
- 100% omwalling 1 m hoog
- berekende bronsterkte
  windsnelheid 2 m/s: 496 kg/s
  windsnelheid 5 m/s: 1010 kg/s

Opmerking:
Voor de leiding van de regenerator naar de zwavelinstallatie geldt dat:
- bij volledige leidingbreuk het deel tot de waterafscheider maatgevend is, daar de diameter daar het grootst is
- bij het 50 mm lek het deel na de waterafscheider het grootst is daar in dat deel de $H_2S$-concentratie het grootst is.

6.5.3 Effecten ten gevolge van een ongeval met een lek van 50 mm in de hoofdstookgasleiding

Brandgevaar
De explosieve inhoud van de uittredende gaswolk ("jet") is te klein (circa 1 kg) om tot een explosie te leiden.

Wanneer de gaswolk wordt ontstoken door een voldoende sterke ontstekingsbron ontstaat een horizontaal brandende fakkel ("jet fire"). De daarbij geproduceerde warmtestralingsintensiteiten zijn in figuur 6.5.1 weergegeven. Geconcludeerd kan worden dat buiten de terreingrenzen geen effecten ten gevolge van de warmte op zullen treden.




Figuur 6.5.1 Maximale warmtestralingsintensiteit als functie van de afstand bij "jet fire" in geval van een lek van 50 mm in de hoofdstookgasleiding

Vergiftigingsgevaar

Uit de verspreidingsberekeningen komt naar voren dat door de uitstroming van CO en $H_2S$ bij een lek van 50 mm geen lethale toxische effecten zullen optreden. Wel zullen verhoogde CO-concentraties voorkomen. Tot ca 1000 m zullen echter onder de meest ongunstigste omstandigheden maximaal effecten veroorzaakt kunnen worden bij personen als hoofdpijn, misselijkheid of duizeligheid.
De $H_2S$-concentraties in de omgeving zullen dusdanig laag zijn (< 6 ppm) dat onder de meest ongunstige omstandigheden alleen sprake kan zijn van stankhinder.

### 6.5.4 Effecten ten gevolge van een 50 mm lek in de leiding van de regenerator naar de zwavelwininstallatie

De grootste effecten zullen veroorzaakt worden bij een lek van 50 mm in het leidinggedeelte na de waterafscheider. Gezien de relatief korte blootstellingsduur (vgl. uitstroomtijd max. ca. 5 min.) zal bij weerssituatie $D_5$ buiten de terreingrenzen alleen sprake zijn van stankoverlast. Bij weerssituatie $F_2$ kan tot op 700 m afstand lichte irritatie ("tranende ogen") veroorzaakt worden.

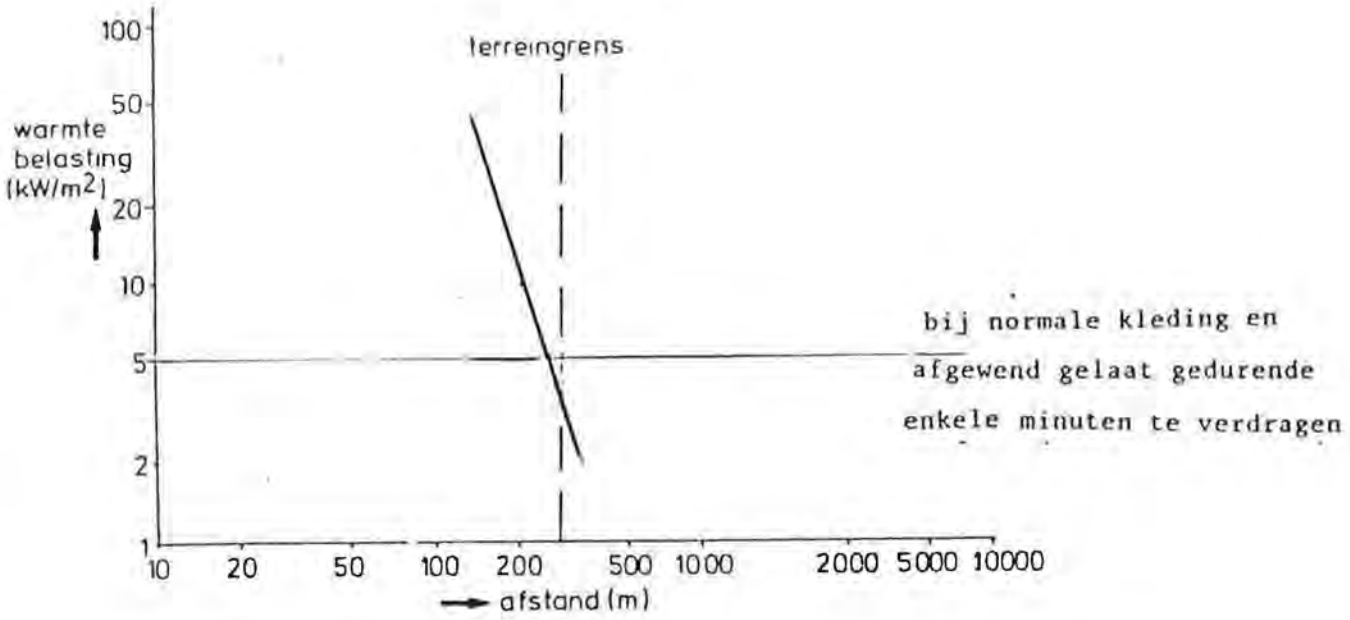
### 6.5.5 Effecten ten gevolge van een volledige leidingbreuk van de hoofdstookgasleiding

Brand- en explosiegevaar
De gaswolk zal bij vrije uitstroming ten gevolge van de grote uitstroomsnelheid direct en intensief met de lucht worden gemengd. Uit de berekeningen blijkt dat waarschijnlijk het uitstromend gas tot onder de LEL (Lower Explosion Limit) wordt verdund en een explosie met als gevolg drukverhoging niet zal optreden. Volledigheidshalve zijn toch de effecten berekend wanneer de gaswolk zou exploderen. Deze maximale effecten zijn dan:

- zware schade (bijvoorbeeld aan procesapparaten) 0- 80 m*
- herstelbare schade aan gebouwen 80- 150 m
- belangrijke glasschade 150- 350 m
- lichte glasschade 350-1000 m.

* afstand tot explosiepunt

Wanneer de gaswolk zou worden ontstoken ontstaat een brandende fakkel. De berekende warmtestralingsintensiteiten als functie van de afstand zijn in figuur 6.5.2 weergegeven.




Figuur 6.5.2 Maximale warmtestralingsintensiteit als functie van de afstand bij "jet fire" in geval van volledige breuk van de hoofdstookgasleiding.

Vergiftigingsgevaar
De verspreidingsberekeningen wijzen uit dat er ten gevolge van de uitstroming van CO bij een volledige leidingbreuk bij meteoconditie D5 tot circa 300 m in de windrichting letale toxische effecten kunnen optreden. Na circa 300 m zijn er geen lethale toxische effecten, maar is nog wel sprake van hoge concentraties CO. Bij meteoconditie F2 zal tot circa 1500 m in de windrichting sprake kunnen zijn van lethale toxische effecten. Hoge concentraties CO kunnen optreden tot 10 km afstand van de installatie. Gezien de relatief korte blootstellingsduur (vgl. uitstroomtijd 100 s) zullen na resp. 300 m en 1500 m maximaal versuffingsverschijnselen danwel hoofdpijn, duizeligheid of misselijkheid kunnen optreden).

Door de uitstroming van $H_2S$ zal maximaal irritatie (b.v. "tranende ogen") en stankoverlast veroorzaakt worden. Irritaties zullen voorkomen tot op resp. ca 200 m (klasse D5) en ca 1100 m (klasse F2) afstand van de installatie.

### 6.5.6 Effecten ten gevolge van een volledige breuk van de leiding van de regenerator naar de zwavelwininstallatie

De maximale effecten zullen bij een breuk van de leiding van de regenerator naar de zwavelwininstallatie worden veroorzaakt bij een breuk in het gedeelte vóór de waterafscheider.
Wanneer wordt aangenomen dat concentraties van 1000-2000 ppm $H_2S$ onmiddellijk ademstilstand tot gevolg heeft (Hommel, 1986) zullen in deze ongevalssituatie letale effecten optreden tot resp. ca 300 m afstand (klasse D5) en ca 1500 m afstand (klasse F2). Na ca 300 m/1500 m zal door de korte blootstellingsduur (vgl. uitstroomtijd 1 s) tot op resp. 350 /2000 m nog slechts sprake kunnen zijn van irritaties (b.v. "tranende ogen") en stankoverlast.

### 6.5.7 Effecten ten gevolge van een volledige breuk van de zuurstofopslagtank

Koude effecten
Tot op circa 230 m afstand van de installatie kan de zuurstofwolk, in de vorm van mist, tijdelijke zichtbaar zijn. De temperatuur van de wolk zal 0 °C bedragen op circa 75 m voor de situatie 2 m/s, klasse F en circa 50 m voor de situatie 5 m/s, klasse D. Op respectievelijk 600 m en 500 m afstand van de installatie zal de wolk in de beschouwde ongevalssituatie de omgevingstemperatuur hebben bereikt (20 °C). Effecten voor de omgeving ten gevolge van koude door het vrijkomen van zuurstof zullen dientengevolge niet optreden.

### 6.5.8 Conclusie

Wanneer wordt uitgegaan van een maximaal voorstelbaar ongeval met de KV/STEG zullen geen letale effecten in de omgeving optreden. In de meest ongunstige situatie zullen tot op ca 1 km afstand effecten veroorzaakt kunnen worden als hoofdpijn, misselijkheid of duizeligheid.
In de onvoorstelbare situatie van een volledige leidingbreuk zullen in de meest ongunstige situatie tot ca 1500 m afstand letale effecten op kunnen treden.
Gevolgen voor de omgeving door een breuk van de zuurstofopslagtank zullen niet voorkomen.

## 6.6 LANDSCHAP EN VISUELE ASPECTEN

De visuele indruk van de DEMO KV/STEG-eenheid verschilt sterk van de bestaande conventionele kolengestookte eenheden van de Maascentrale. Het beeld van een KV/STEG-installatie wordt namelijk sterk bepaald door het chemische karakter van de openluchtopstelling van de vergassingsinstallatie. Verder is ook sprake van een complex van diverse bouwwerken. Het beeld van de conventionele poederkooleenheid wordt met name bepaald door een ketelturbinehuis en een schoorsteen. De maximale bouwhoogten voor de DEMO KV/STEG zullen echter beduidend lager zijn. De hoogste bouwwerken worden gevormd door de vergassingsstraat en de schoorstenen en fakkel (75 m). De zichtbaarheid van een kolengasvlam van de fakkelinstallatie, die alleen bij start- en stoorsituatie dat wil zeggen slechts enkele tientallen uren per jaar in bedrijf is, is gering. 's Nachts geeft het een blauwige vlam, die nauwelijks uitstraalt, overdag is de vlam in het geheel niet zichtbaar. Dit komt doordat er in het kolengas relatief weinig koolstof en veel zuurstof aanwezig is.

Het totaalbeeld van de Maascentrale zal met de inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG veranderen ten opzichte van de huidige situatie. De bestaande eenheden 4 en 5 zullen buiten bedrijf gesteld zijn en in de jaren daaropvolgend te zamen met de eenheden 1 tot en met 3 worden afgebroken. Een en ander betekent dat het bouwvolume van de Maascentrale aanzienlijk vermindert. Voor de situatie, waarbij de eenheid 6 van de Maascentrale nog in bedrijf is (tot 2000) te zamen met de DEMO KV/STEG, zal het visuele beeld op grotere afstand nog voornamelijk worden bepaald door de bouwwerken van eenheid 6, waarbij van de DEMO KV/STEG alleen de vergassingsstraat, schoorstenen en fakkel nog zichtbaar zullen zijn vanuit bepaalde posities. Bij toepassing van het alternatief met koeltoren zal de zichtbaarheid extra worden beïnvloed door de aanwezigheid van een ca. 80 m hoge koeltoren.

Op kortere afstand (tot circa 1 km) zal het visuele beeld van de Maascentrale wel duidelijk mede bepaald worden door het chemische karakter van de DEMO KV/STEG.

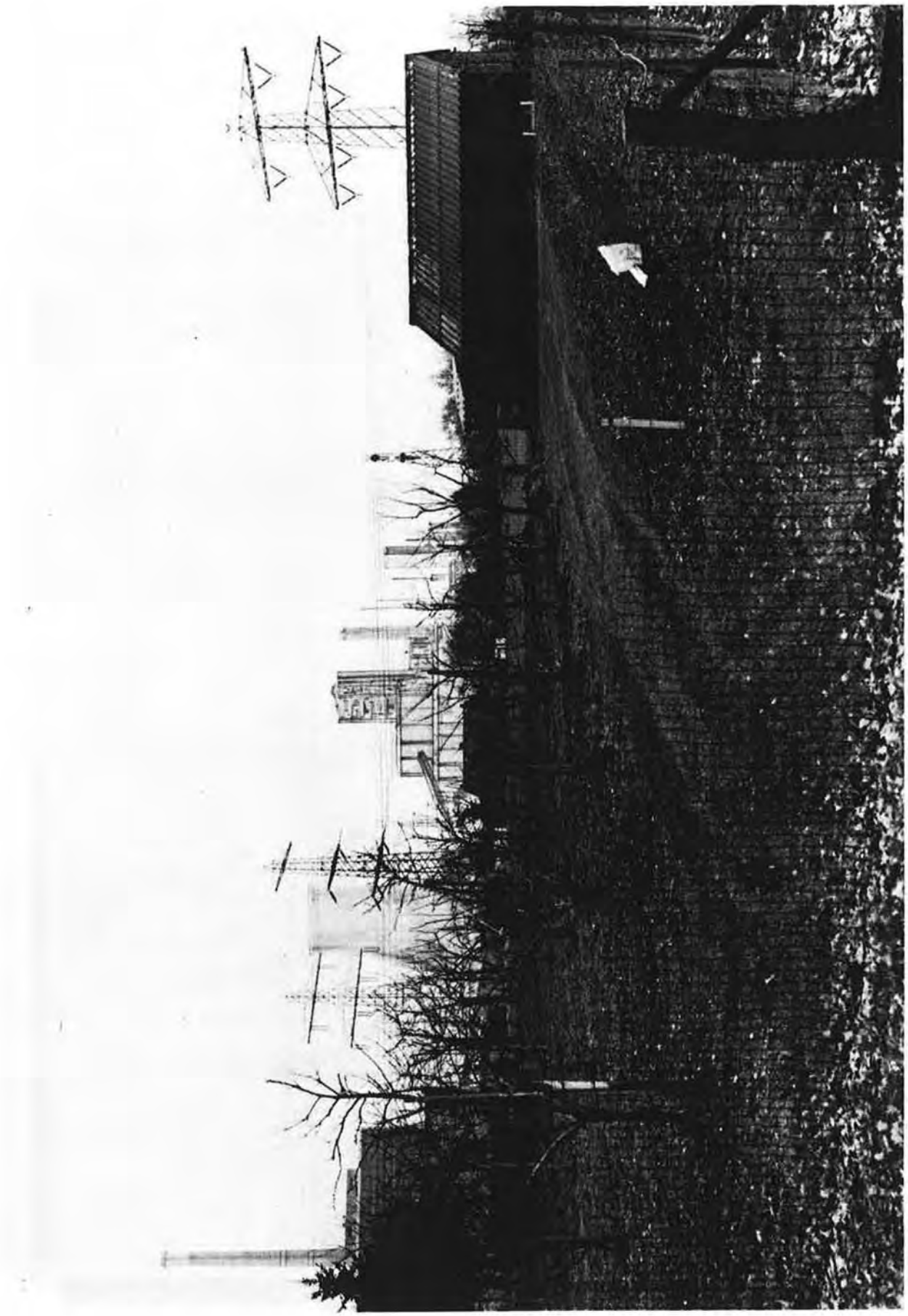
Na 2000, wanneer eenheid 6 buiten bedrijf is gesteld en afgebroken, zal de zichtbaarheid van de bouwwerken op het Maascentraleterrein op grotere afstand geringer zijn dan in de huidige situatie. Dit geldt ook voor de situatie wanneer een eventuele vuilverbrandingsinstallatie en vliegasverwerkingsfabriek op het Maascentraleterrein gevestigd worden.

In het Streekplan Noord- en Midden-Limburg (Provincie Limburg, 1982) wordt de landschappelijke inpasbaarheid van grotere industriële projecten op het Maascentraleterrein als moeilijk gekwalificeerd. Verwacht mag echter worden dat, gezien op langere termijn de bestaande koleneenheden van de Maascentrale afgebroken zullen worden, door de vestiging van de DEMO KV/STEG de effecten voor het landschap ten opzichte van de huidige situatie klein zijn.

In de figuren 6.6.1 t/m 6.6.10 is middels montagefoto's de visuele indruk van de Maascentrale en DEMO KV/STEG weergegeven (incl. bij toepassing van het alternatief koeltoren) Opgemerkt dient te worden bij de montagefoto's dat in de werkelijke situatie naar verwachting de eenheden 4,5 en 6 in de toekomst afgebroken zullen worden na buitenbedrijfstelling. De montagefoto's zijn gemaakt voor de oorspronkelijke situering van de DEMO KV/STEG op locatie zoals vermeld in de startnotitie voor de mer-procedure. De visuele aspecten en landschappelijke beïnvloeding zoals in deze paragraaf beschreven zullen niet veranderen doordat de DEMO KV/STEG circa 100 m naar het oosten is verschoven ten opzichte van de locatie zoals vermeld in de startnotitie.



Figuur 6.6.1. Positie 1



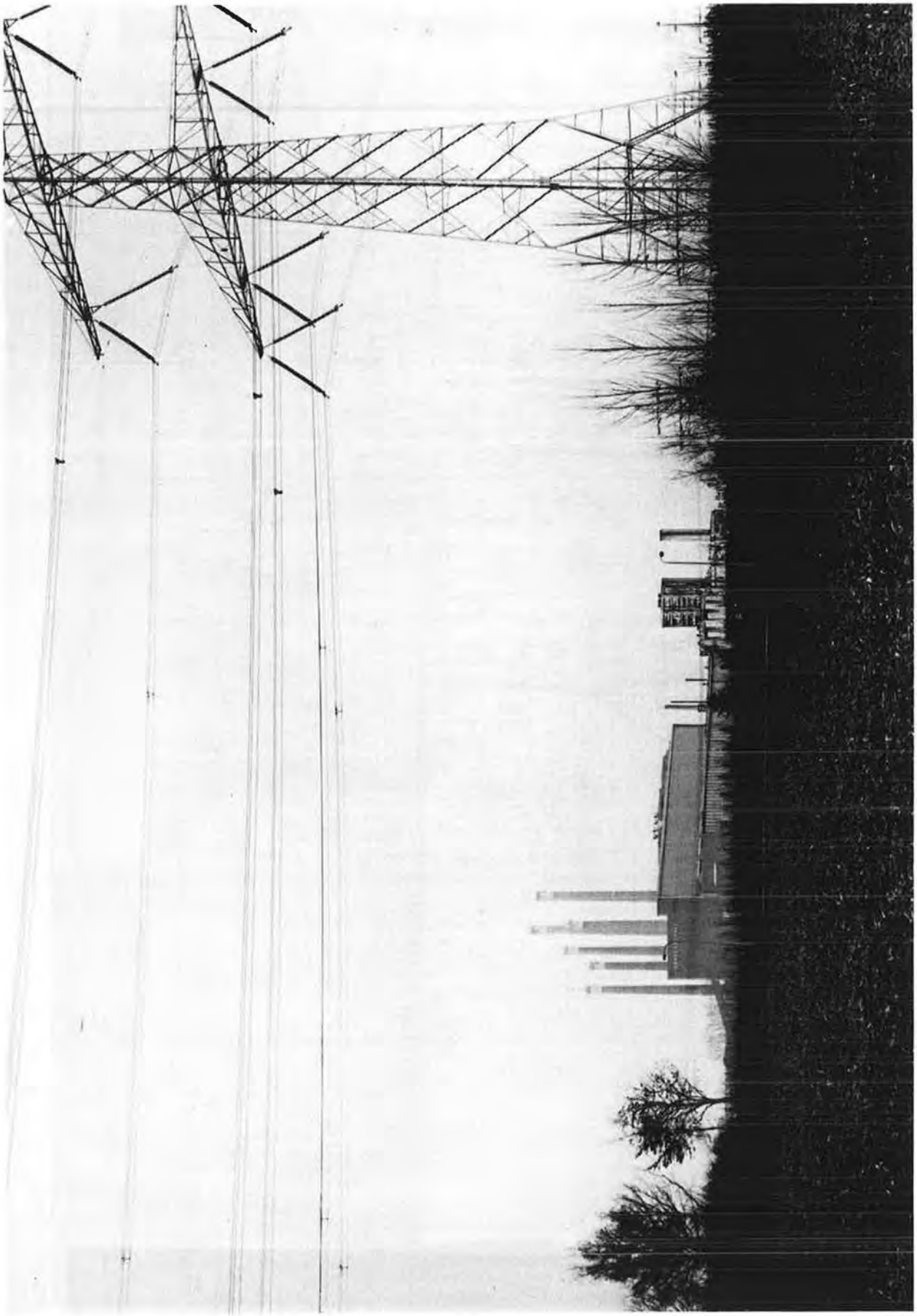
Figuur 6.6.2. Positie 1



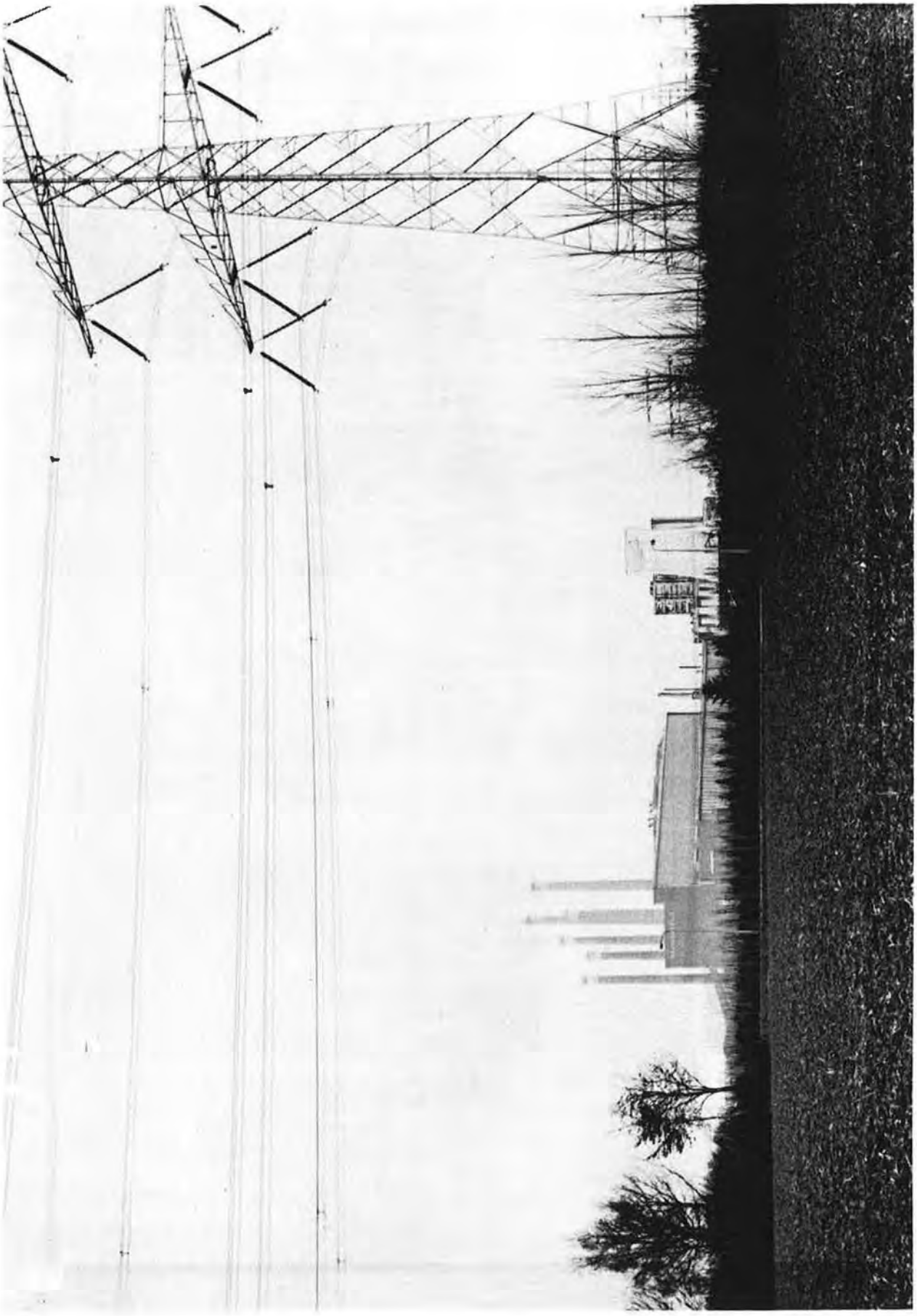
Figuur 6.6.3. Positie 2



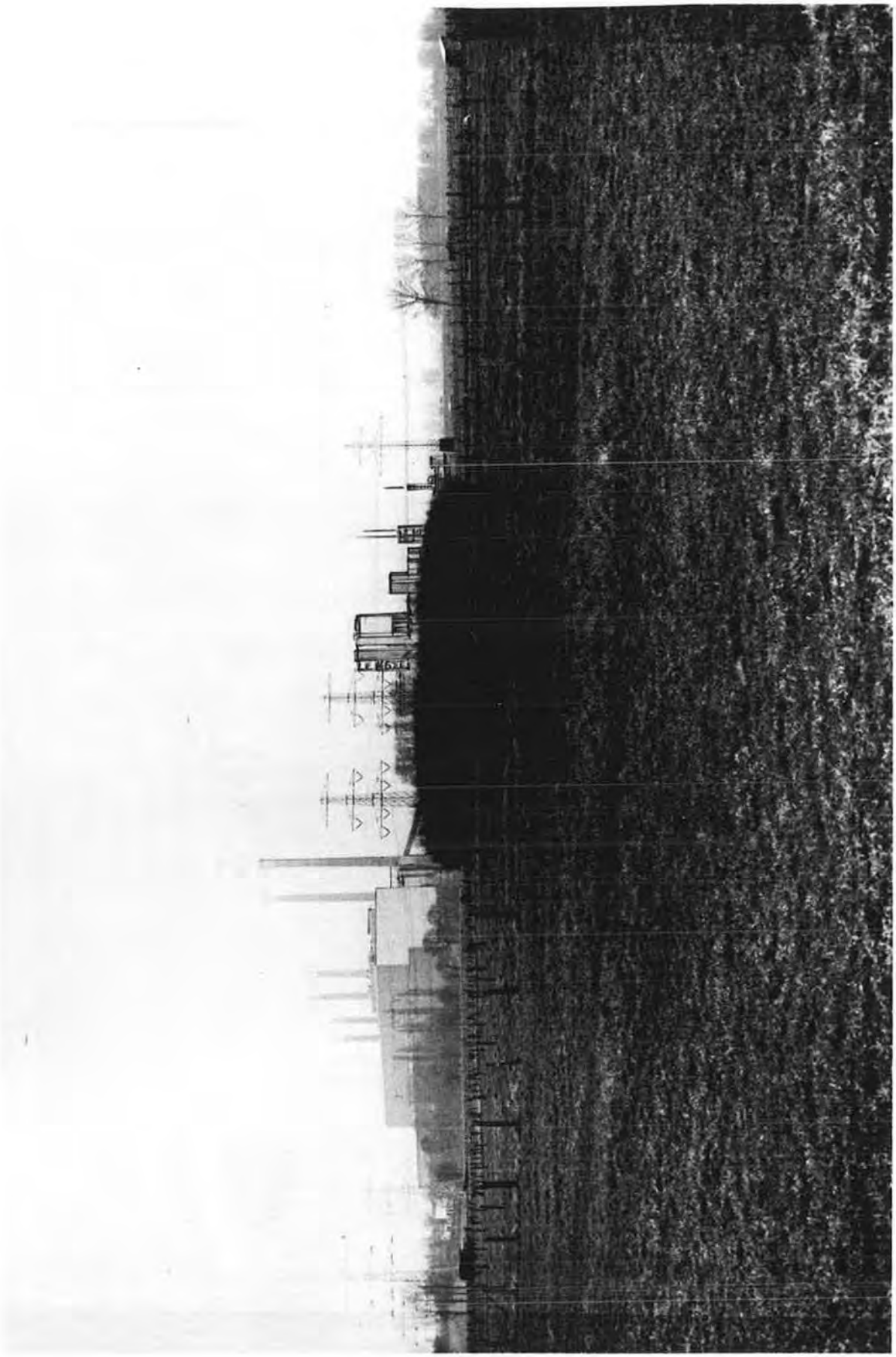
Figuur 6.6.4. Positie 2



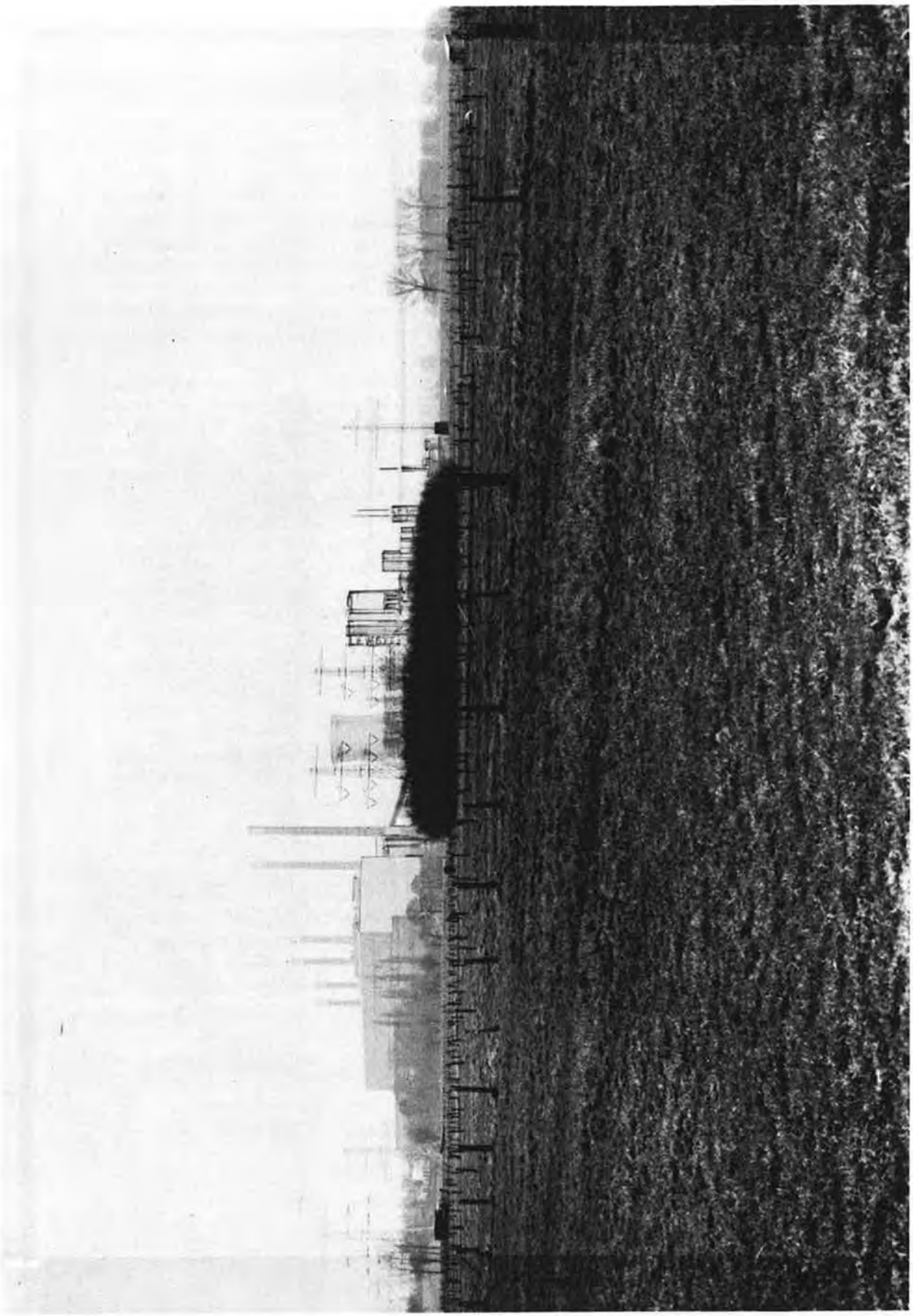
Figuur 6.6.5. Positie 3



Figuur 6.6.6. Positie 3



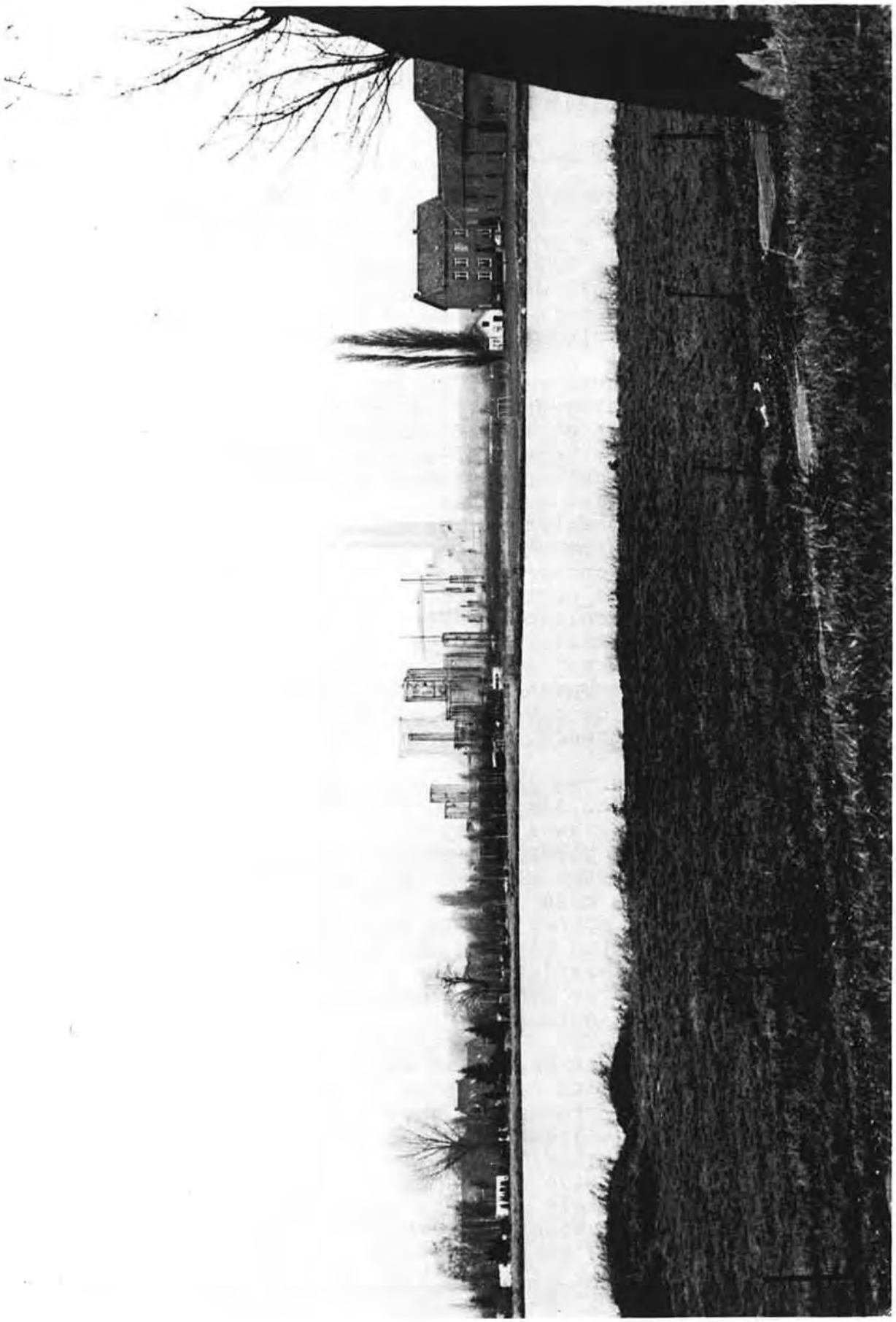
Figuur 6.6.7. Positie 4



Figuur 6.6.8. Positie 4



Figuur 6.6.9. Positie 5



Figuur 6.6.10 Positie 5

## 6.7 EFFECTEN TEN GEVOLGE VAN LUCHTVERONTREINIGING EN DEPOSITIE

### 6.7.1 Inleiding

Normen en grenswaarden voor luchtverontreinigende stoffen zijn gebaseerd op effecten. Dit kunnen effecten zijn op mensen, dieren, planten of materialen. De Wereldgezondheidsorganisatie heeft de volgende classificatie gegeven van de belangrijkeid van effecten:

niveau I: concentraties en exposietijden waarbij of waarboven geen directe effecten zijn waargenomen

niveau II: concentraties en exposietijden waarbij of waarboven waarschijnlijk irritatie van gevoelige organen, schadelijke effecten op vegetatie, vermindering van de zichtbaarheid in de atmosfeer of andere nadelige effecten op het milieu ontstaan

niveau III: concentraties en exposietijden waarbij of waarboven waarschijnlijk beschadigingen of veranderingen van vitale fysiologische functies optreden die mogelijk kunnen leiden tot chronische ziekten of een verkorting van de levensverwachting

niveau IV: concentraties en exposietijden waarbij of waarboven waarschijnlijk bij gevoelige groepen in de bevolking een acute ziekte of de dood optreedt.

De grenswaarden van luchtverontreinigende stoffen komen in Nederland overeen met niveau I. Deze grenswaarden hebben betrekking op de mens en op flora en fauna in het algemeen. Voor meer gevoelige planten en ecosystemen liggen de waarden voor niveau I lager. Ter bescherming van deze gevoelige planten zijn richtwaarden opgesteld. Deze richtwaarden kunnen echter enkele zéér gevoelige planten onvoldoende bescherming bieden. Bij de opstelling van de grens- en richtwaarden is, zo ver er informatie beschikbaar was, rekening gehouden met synergistische effecten van andere verbindingen.

In het algemeen is vegetatie veel gevoeliger voor luchtverontreiniging dan de mens of de fauna. In principe zijn wel secundaire effecten op de fauna mogelijk door achteruitgang of verdwijnen van voedingsgewassen ten gevolge van luchtverontreiniging. Dit geldt in het bijzonder voor diersoorten die zijn gebonden aan specifieke voedingsgewassen, bijvoorbeeld vlinders waarvan de rupsen zich ontwikkelen op een bepaalde plantensoort. Een tweede secundaire invloed kan een gevolg zijn van opname van zware metalen in vegetatie met mogelijke accumulatie in voedselketens, dus in dieren.

Verder kunnen directe effecten van zure depositie of depositie van zware metalen optreden bij dieren die in de bodem leven en waarbij wateropname of -afgifte via de huid verloopt. Op het gebied van effecten van luchtverontreiniging op de fauna ontbreekt echter momenteel nog de kennis om deze effecten daadwerkelijk vast te stellen of te kwantificeren.

De gevolgen van depositie van luchtverontreinigende stoffen voor de waterkwaliteit binnen het in beschouwing genomen gebied ten gevolge van de voorgenomen activiteit is reeds in paragraaf 6.2.7 vermeld.

### 6.7.2 Zwaveldioxide

Directe effecten van $SO_2$ treden pas op bij hoge concentraties. De drempelwaarde voor bladschade ligt bij een blootstelling van 1 uur aan 1800-2600 $\mu g/m^3$ of van 3 uur aan 900-1000 $\mu g/m^3$. Opbrengstvermindering van gevoelige gewassen treedt op bij een blootstelling van meer dan 130 $\mu g/m^3$ gedurende het groeiseizoen.

De in het Besluit luchtkwaliteit zwaveldioxide en zwevende deeltjes (zwarte rook) gegeven grenswaarden van $SO_2$ voor de buitenlucht (Staatsblad, 1986) zijn vastgesteld op basis van adviezen van de Gezondheidsraad, de Wereldgezondheidsorganisatie en de Raad inzake de Luchtverontreiniging. Beneden deze grenswaarden wordt er vanuit gegaan, dat rekening houdend met veiligheidsfactoren, de volksgezondheid (met name effecten op de luchtwegen) voldoende is beschermd.

Bepaalde planten en natuurlijke ecosystemen kunnen gevoeliger zijn voor zwaveldioxide dan de mens. Daarom zijn in het Besluit tevens richtwaarden vermeld ter bescherming van flora en fauna.

De huidige achtergrondconcentraties liggen ruim onder de grenswaarden; de richtwaarden worden wel overschreden. De bijdrage van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV-STEG aan de achtergrondconcentraties zal op de plaats waar deze bijdrage maximaal is, jaargemiddeld 2,0 $\mu g/m^3$ bedragen. Het aandeel van de DEMO KV/STEG aan de buitenluchtconcentraties (28-35 $\mu g/m^3$) is dus gering.

### 6.7.3 Stikstofdioxide

Directe schade door $NO_x$ is moeilijk vast te stellen. Stikstof is enerzijds een belangrijke voedingsstof voor planten, maar anderzijds zijn stikstofoxiden fytotoxisch. Bij verbranding van fossiele brandstoffen wordt voornamelijk NO geëmitteerd, waarna in de atmosfeer oxidatie tot $NO_2$ volgt.

Uit milieuhygiënisch oogpunt gezien is voornamelijk stikstofdioxide van belang. Stikstofdioxide oefent een oxiderende werking uit hetgeen bij mens en dier kan leiden tot schadelijke effecten op luchtwegen en longen. Op basis van advies van de Gezondheidsraad en de Centrale Raad voor de Milieuhygiëne en van onderzoek bij het RIVM zijn in het Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide grenswaarden ter bescherming van de gezondheid van de mens opgenomen (Staatsblad, 1987a). In het Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide zijn ook richtwaarden vermeld. Deze richtwaarden zijn met name gericht op de bescherming van de plantengroei. Kortdurende hoge concentraties kunnen aanleiding geven tot bladbeschadiging, terwijl bij langdurige blootstelling bij relatief lage concentraties fotosyntheseremming en groeireductie op kan treden.

De heersende stikstofdioxideconcentraties liggen onder de grenswaarden. Gezondheidseffecten voor de mens zullen in het algemeen niet optreden. De richtwaarden worden wel overschreden: effecten op planten kunnen dus wel optreden. Planten zijn in het algemeen wel beter bestand tegen stikstofoxiden dan de mens, maar zijn door synergistische effecten gevoeliger dan de mens voor stikstofoxiden in combinatie met zwaveldioxide en ozon. De effecten op planten zullen niet zo zeer op het gebied van bladbeschadiging liggen (kortdurende hoge concentraties), maar meer op het gebied van fotosyntheseremming en dus groeireductie (langdurige blootstelling). De maximale jaargemiddelde bijdrage ten gevolge van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV-STEG aan de achtergrondconcentraties (31-37 $\mu g/m^3$) zal gering zijn, namelijk 0,4 $\mu g/m^3$, zodat geen lokale effecten toegeschreven zullen kunnen worden aan de emissies van deze eenheden.

### 6.7.4 Verzuring

De totale zure depositie in Limburg bedroeg in 1987 gemiddeld circa 6100 zuurequivalenten per hectare per jaar. Volgens het IMPL 1985-1989 (IMPL, 1984) kunnen de ergste effecten worden voorkomen bij een maximale depositie van 3000 equivalenten per hectare per jaar, waarbij het natuurlijk opnemend vermogen wordt geschat op 1600 equivalenten. In 1988 is in de Tussentijdse Evaluatie Verzuringsbeleid (VROM, 1988a) geconcludeerd dat strengere depositiewaarden dan 3000 equivalenten nodig zijn om de meest ernstige schade te voorkomen, waarbij wordt gedacht aan een waarde tussen 700 en 2100 equivalenten.

In het eindrapport van het Additioneel Programma Verzuringsonderzoek 1e fase (RIVM, 1988c) wordt geconcludeerd dat om alle effecten te voorkomen de depositie van totaal potentieel zuur niet hoger mag zijn dan 400 à 700 mol/ha per jaar. Om de meest ernstige effecten te voorkomen zal de depositie van totaal potentieel zuur moeten worden beperkt tot 1400 mol/ha per jaar voor naaldbossen en 1800 mol/ha per jaar voor loofbossen. In afwijking van de depositiedoelstelling uit het IMPL 1985-1989 wordt hierbij slechts uitgegaan van opname van 400-800 mol/ha per jaar stikstof door de vegetatie.
In het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP, 1989) wordt voor het jaar 2000 een doelstelling gehanteerd van ten hoogste 2400 mol/ha per jaar.

De bijdrage van de Maascentrale eenheid 6 en DEMO KV/STEG aan de totale zure depositie zal vanaf juli 1993 maximaal 279 zuurequivalenten per hectare per jaar bedragen en vanaf 2000 maximaal 126 zuurequivalenten per hectare per jaar.

### 6.7.5 Zwevend stof

Al het door de Maascentrale en de DEMO KV STEG geëmitteerde stof valt in de categorie respirabel stof (zwevend stof met afmetingen tot circa 10 µm). Het achtergrondniveau van dit stof bedraagt in Limburg 45-40 µg/m$^3$ (VROM, 1988b). De bijdrage aan dit niveau bij de voorgenomen activiteit is < 0,05 µg/m$^3$ en dus te verwaarlozen.

### 6.7.6 Spoorelementen

De emissies van spoorelementen bij de Maascentrale en de DEMO KV-STEG zijn door toepassing van bestrijdingstechnieken beperkt, zodat de verhoging van de achtergrondconcentraties en de achtergronddeposities voor de meeste verbindingen onder de 1% ligt. Deze extra toevoeging is dermate gering dat geen sprake kan zijn van effecten. Voor de componenten, waarvan de bijdrage aan de verhoging van de achtergrondwaarden 2% of meer bedraagt en waarvoor de kans op effecten het meest reëel wordt geacht, is een literatuurstudie door de Heidemij uitgevoerd (PEO, 1986d). Het betreft de elementen kwik, borium, fluor en selenium. Het doel van deze literatuurstudie was om gegevens te verkrijgen over de lange termijn effecten op bodem en vegetatie. Daarbij zijn lange termijn effecten gedefinieerd als die effecten die pas na blootstelling (jaren of decennia) optreden, bij concentraties beneden het niveau voor acute toxiciteit. Het betreft dus effecten die kunnen optreden na cumulatie van depositie gedurende de levensduur van de centrale.

Uitgangspunten bij deze studie waren:
- een steenkoolverbruik in de elektriciteitssector van 17 miljoen ton per jaar in het jaar 2000, dat wil zeggen 80% van de elektriciteit wordt met kolen opgewekt
- emissiereductie ten gevolge van een rookgasontzwavelingsinstallatie is verwaarloosd
- er is uitgegaan van de meest ongunstige kolen qua spoorelementensamenstelling, gecombineerd met de hoogste verrijkingsfactoren
- de huidige achtergrondconcentraties.

De schatting van de effecten betreft dus een "worst-case" situatie. De verwachte effecten hebben betrekking op de totale concentratie (achtergrondconcentratie plus bijdrage door kolenstook) die in de toekomst bereikt kan worden. De belangrijkste resultaten van de algemene effectenbeschrijving zijn:

Kwik
- Ten gevolge van atmosferische emissies kunnen de kwikgehalten in zowel bodem als vegetatie sterk worden verhoogd; rond enkele kolengestookte elektriciteitscentrales in het buitenland werden echter geen verhoogde gehalten in de vegetatie gemeten en werden slechts een enkele maal enigszins verhoogde gehalten in de bodem waargenomen.
- Planten kunnen dampvormig kwik zowel opnemen uit als afgeven aan de atmosfeer; ook uit de bodem treedt verdamping van kwik op.
- Planten accumuleren in sterke mate kwik uit de bodem.
- Zowel atmosferisch als in de bodem voorkomend kwik is zeer toxisch voor planten. Het no-effect-level is niet goed bekend. Voor atmosferisch kwik ligt het beneden 10 000 ng/$m^3$ voor gevoelige soorten, voor opgelost kwik ligt het beneden 1 µg/l voor sommige soorten. In veldsituaties met sterke kwikverontreiniging zijn echter geen toxische effecten waargenomen.

Borium
- Atmosferische emissies kunnen de boriumgehalten in bodem en vegetatie verhogen. Rond kolencentrales in het buitenland werden echter slechts in enkele gevallen enigszins verhoogde gehalten gemeten.
- Planten accumuleren in hoge mate borium uit de bodem; het is niet bekend of zij borium ook rechtstreeks uit de atmosfeer kunnen opnemen. Borium is essentieel voor de groei van de plant maar is toxisch bij hogere concentraties. Deficiëntie kan nog optreden bij concentraties in de plant tot 40 mg/kg, terwijl bij andere soorten reeds concentraties vanaf 10 mg/kg toxisch zijn. Daarom kan geen eenduidig no-effect-level worden aangegeven.

Fluor
- Atmosferische emissies kunnen de fluoride-gehalten in bodem en vegetatie verhogen. Rond enkele kolencentrales in het buitenland werd een significante afname van het fluoride-gehalte in de vegetatie gevonden met toenemende afstand; de verhoging van het gehalte in de vegetatie nabij de centrales was echter gering ten opzichte van het achtergrondniveau.
- Fluoride wordt door planten snel opgenomen uit de atmosfeer maar veel minder snel uit de bodem.
- Bij atmosferische immissies accumuleert in bossen het meeste fluoride in de bodem.
- Fluoride is zeer toxisch voor planten. Het no-effect-level voor atmosferische fluoride is voor gevoelige soorten ongeveer 0,1 $\mu g/m^3$; dat voor opgelost fluoride is niet goed bekend maar ligt mogelijk bij 10 mg/l.

Selenium
- Atmosferische emissies kunnen de seleniumgehalten in bodem en vegetatie verhogen. Rond één kolencentrale in het buitenland werd een zwakke verhoging van het gehalte in de bodem waargenomen en bij een andere een lichte verhoging van het gehalte in de vegetatie.
- Oplosbaar selenium wordt door planten snel opgenomen uit de bodem. In humide klimaten wordt selenium in de bodem echter geleidelijk in onoplosbare vormen omgezet.
- Het is niet bekend of planten gasvormig Se kunnen opnemen; wel geven bodem en vegetatie gasvormig Se af aan de atmosfeer.
- Bij hogere concentraties in de plant is selenium toxisch. In veldsituaties worden gewoonlijk pas bij concentraties van 300 mg/kg of hoger effecten geconstateerd, maar in sommige gevallen is reeds bij 8-12 mg/kg groeireductie of bladbeschadiging vastgesteld.

Bij vertaling van deze Heidemij-studie naar de situatie voor de Maascentrale en de DEMO KV-STEG kan gesteld worden dat het niet aannemelijk is dat er effecten ten gevolge van spoorelementen op flora, fauna en bodemverrijking zullen optreden.

### 6.7.7 Fotochemische en andere reacties

Een deel van het geëmitteerde $SO_2$ en $NO_x$ kan door katalytische en fotochemische processen omgezet worden tot volgprodukten als sulfaten, zwavelzuur, nitraten en salpeterzuur. De omzetting van $SO_2$ in rookpluimen van met kolen gestookte centrales is gering, namelijk 0,5-2% per uur. De volgprodukten zijn doorgaans aanwezig in de vorm van ammoniumsulfaten.

NO, welk aandeel in het geëmitteerde $NO_x$ tenminste 95% bedraagt, wordt bij menging van de rookpluim met de omgevingslucht voor een deel geoxideerd door het in de atmosfeer aanwezige ozon; hierbij ontstaat $NO_2$. Een deel van het $NO_2$ kan worden geoxideerd tot salpeterzuur waardoor nitraten ontstaan. Bij door KEMA in rookpluimen uitgevoerde metingen naar de vorming van sulfaten, nitraten en salpeterzuur is de aanwezigheid van deze componenten niet significant aangetoond.

Vorming van $O_3$ zal normaal gesproken in rookpluimen van centrales nooit optreden. Alleen wanneer een centrale is gelegen in een gebied waar grote hoeveelheden koolwaterstoffen geëmitteerd worden zal onder bepaalde omstandigheden netto-produktie van ozon kunnen plaatsvinden. Noodzakelijke voorwaarden daarbij zijn die meteorologische omstandigheden waarbij menging van rookgassen op grote hoogte met koolwaterstoffen uit overwegend lage bronnen mogelijk is en waarbij tegelijkertijd fotochemische reacties kunnen optreden. Het optreden van deze omstandigheden komt slechts zelden voor. De netto vorming van ozon wordt dan ook veel meer aangetroffen in pluimen van urbane of industriële gebieden dan in centralepluimen.

### 6.7.8 Zichtbaarheid rookpluimen

Het waterdampgehalte van de rookgassen van de KV/STEG is dermate laag, vergelijkbaar met dat van een met poederkool gestookte centrale, dat de kans op lange zichtbare rookpluimen gering is. Onder omstandigheden van omgevingslucht met lage temperatuur en hoge relatieve vochtigheid, een lage windsnelheid en stabiele weerscondities zal het zichtbare gedeelte van de pluim maximaal enige honderden meters kunnen bedragen.

# 7 VERGELIJKING MILIEUGEVOLGEN VAN DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN ALTERNATIEVEN

## 7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de milieu-effecten van de voorgenomen activiteit en de alternatieven met elkaar vergeleken voor de in dit MER besproken situaties.
Tevens worden voor zover mogelijk milieu-effecten vergeleken met geldende wetgeving en beleid.

Deze situaties zijn:

Nulalternatief

A De situatie met in bedrijf de eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale (referentiejaar 1987).
B De situatie met in bedrijf eenheid 6 van de Maascentrale (referentiejaar 1992).

In de situatie waarbij de eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale buiten bedrijf zijn gesteld (vanaf 2000) en de DEMO KV/STEG niet gebouwd en bedreven zou worden, zullen geen emissies naar lucht, water en bodem en dientengevolge geen milieueffecten optreden.

Voorgenomen activiteit

C De situatie met in bedrijf eenheid 6 van de Maascentrale en de DEMO KV/STEG (referentiejaar 1993).
D De situatie met in bedrijf de DEMO KV/STEG (referentiejaar 2000).

Uitvoeringsalternatieven

E Verdergaande zwavelverwijdering tot 99,5%.
F Toepassing van een koeltoren voor het gehele DEMO KV/STEG vermogen.
G Gesloten opslag van slak en vliegas in silo's en loodsen.
H Toekomstig uitvoeringsalternatief: verdergaande $NO_x$-emissiebeperking bij de gasturbine waarbij een gemiddelde uitworpwaarde van maximaal 50 g/GJ bereikt wordt.

Meest milieuvriendelijke alternatief

Het meest milieuvriendelijke alternatief wordt gevormd door combinatie van de situaties C en D met E t/m H (met uitzondering van de landschappelijke aspecten in verband met de koeltoren), welke situaties in dit hoofdstuk afzonderlijk per milieucompartiment behandeld worden.

De voorgenomen activiteit en het meest milieuvriendelijke alternatief zullen in par. 7.9 worden vergeleken met de situaties A en B. Verder zullen de uitvoeringsalternatieven E en H worden vergeleken met de situaties C en D.

## 7.2 Luchtkwaliteit

Voor de vergelijking van de emissies en immissies van geëmitteerde luchtverontreinigende stoffen door de DEMO KV/STEG zijn de situaties A, B, C, D, E en H van belang. De vergelijking met situatie F, in verband met eventuele mistvorming als gevolg van opwarming van condensorkoelwater, wordt behandeld in paragraaf 7.2.3.
In de volgende beschouwing worden de alternatieven E en H vergeleken ten opzichte van situatie D.

### 7.2.1 Emissies

De emissies van $SO_2$, $NO_x$ en stof voor de verschillende situaties zijn vermeld in tabel 7.1.

tabel 7.1 emissies $SO_2$, $NO_x$ en stof voor de situaties A, B, C, D, E en H

| situatie | emissie (t/a) | | |
|---|---|---|---|
| | $SO_2$ | $NO_x$ | stof |
| A | 16930 | 10420 | 405 |
| B | 9220 | 3240 | 200 |
| C | 9400 | 4075 | 207 |
| D | 253 | 1167 | 10 |
| E | 64 | 1167 | 10 |
| H | 253 | 600 | 10 |

Uit tabel 7.1 blijkt dat, vergeleken met de huidige situatie A in situatie B de emissies van $SO_2$, $NO_x$ en stof sterk zullen zijn afgenomen door het buiten bedrijf stellen van de eenheden 4 en 5. Na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (situatie C) zullen de emissies in geringe mate toenemen. Wanneer eenheid 6 buiten bedrijf is gesteld (situatie D) zullen de emissies van $SO_2$, $NO_x$ en stof nog resp. 1,5%, 11% en 2,5% bedragen van de emissies in de huidige situatie A. Ten opzichte van situatie A bedraagt in situatie E de emissie van $SO_2$ 0,4%; in situatie H bedraagt ten opzichte van situatie A de $NO_x$-emissie 5,8%.

De emissies van diverse elementen in geëmitteerde vliegas voor de verschillende situaties zullen in het algemeen dezelfde procentuele afname kennen als de stofemissie (zie tabel 7.1). De emissies van gasvormige anorganische elementen in de verschillende situaties A t/m D (E en H zijn gelijk aan D) zijn vermeld in tabel 7.2.

tabel 7.2 Emissies (t/a) van gasvormige anorganische elementen voor de situaties A t/m D

| | situatie | | | |
|---|---|---|---|---|
| element | A | B | C | D |
| B borium | 15 | 6 | 7,2 | 1,7 |
| Br broom | 8,5 | 3,4 | 3,7 | 0,41 |
| Cl chloor | 945 | 375 | 385 | 10 |
| F fluor | 85 | 35 | 45 | 15 |
| Hg kwik | 0,24 | 0,10 | 0,15 | 0,07 |
| I jodium | 2,4 | 1,0 | 1,1 | 0,10 |
| Se selenium | 0,6 | 0,24 | 0,38 | 0,20 |

7.2.2 Immissies

In tabel 7.3 zijn de achtergrondconcentraties en de maximale jaargemiddelde bijdragen door de Maascentrale en de DEMO KV/STEG aan de immissieconcentraties van $SO_2$, $NO_2$ en stof vermeld.

Tabel 7.3 Achtergrondconcentraties van $SO_2$, $NO_2$ en stof in de omgeving van Buggenum in 1987 en de maximale jaargemiddelde bijdrage voor de situaties A t/m E en H

| situatie | concentratie ($\mu g/m^3$) | | |
|---|---|---|---|
| | $SO_2$ | $NO_2$ | stof* |
| achtergrond jaargemiddelde | 28-35 | 31-37 | 45-50** |
| 50-percentiel (P50) | 13-18 | 25-33 | |
| A | 4,2 | 1,0 | 0,1 |
| B | 1,9 | 0,3 | <0,05 |
| C | 2,0 | 0,4 | <0,05 |
| D | 1,2 | 0,1 | <0,05 |
| E | < 0,05 | 0,1 | <0,05 |
| H | 1,2 | 0,1 | <0,05 |
| grenswaarden (P50) | 75 | 50 *** | 40 **** |
| richtwaarden (P50) | 30 | 25 | |

* $\leq$ 10µm
** schatting (VROM, 1988)
*** afgeleide waarde
**** voorstel (VROM, 1988)

Uit tabel 7.3 blijkt dat vergeleken met situatie A de maximale jaargemiddelde bijdragen voor $SO_2$, $NO_2$ en stof in alle gevallen meer dan gehalveerd zijn. Het in bedrijfstellen van de DEMO KV/STEG (vergelijk situatie C met B) heeft slechts een zeer geringe verhoging van de immissiebijdragen tot gevolg. Door verdergaande $SO_2$-reductie neemt de maximale jaargemiddelde bijdrage af tot een te verwaarlozen niveau (E t.o.v. C/D). Verdergaande $NO_x$-emissiebeperking heeft slechts een zeer geringe invloed op het $NO_2$-immissieniveau (I t.o.v. C/D).
De bijdrage aan het achtergrondniveau voor $SO_2$, $NO_2$ en stof is dusdanig gering dat de grenswaarden (gedefinieerd als 50-percentiel), niet zullen worden overschreden.
Voor $SO_2$ en $NO_2$ zijn tevens hogere percentielwaarden als grens- en richtwaarden geformuleerd. Deze waarden zijn vermeld in tabel 7.4 met de bijbehorende achtergrondwaarden en de te verwachten bijdrage aan het achtergrondniveau ten gevolge van de emissies van de Maascentrale en de DEMO KV/STEG. Voor de situaties A t/m E en H zijn voor iedere percentielwaarde twee waarden vermeld. De eerste waarde geldt voor het punt waar de maximale jaargemiddelde immissiebijdrage optreedt, welk punt is gelegen ten noordoosten van de Maascentrale en de DEMO KV/STEG. De tweede waarde geldt voor het tweede maximum gelegen ten zuidwesten. De verschillen in bijdragen tussen beide punten zijn het gevolg van de ligging van deze punten ten opzichte van het centrale-terrein en de ligging ten opzichte van brongebieden waardoor het achtergrondniveau wordt bepaald.
Ten opzichte van situatie A zijn in de situaties B, C en D de bijdragen aan het achtergrondniveau voor $SO_2$ tenminste een factor 2 tot 4 lager, afhankelijk van welk punt in beschouwing wordt genomen, en voor $NO_2$ tenminste een factor 3.
In situatie E, verdergaande $SO_2$-reductie, is de bijdrage zeer gering of nihil. In situatie H, verdergaande $NO_x$-emissie-beperking, is de bijdrage ten opzichte van situatie D niet of nauwelijks lager. Overschrijding van grenswaarden zal niet optreden als gevolg van de emissies van de Maascentrale en de DEMO KV/STEG.

Tabel 7.4 Percentielen van grens- en richtwaarden en achtergrondconcentraties (jaar 1987) en de bijdrage van de Maascentrale en DEMO KV/STEG voor de situaties A t/m E en H

| situatie | concentratie ($\mu g/m^3$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $SO_2$* | | $NO_2$** | |
| | 95-P | 98-P | 98-P | 99,5-P |
| achtergrond | 99-140 | 184-250 | 95-97 | 119-126 |
| A | 2,4/9,2 | 1,5/13,5 | 1,3/2,3 | 1,1/3,0 |
| B | 0,6/4,1 | 0,3/6,0 | 0,2/0,6 | 0,2/0,7 |
| C | 0,6/4,4 | 0,3/6,4 | 0,4/0,8 | 0,3/1,0 |
| D | 0,3/2,8 | 0,1/3,9 | 0,1/0,2 | 0,1/0,2 |
| E | 0/0,1 | 0/0 | 0,1/0,2 | 0,1/0,2 |
| H | 0,3/2,8 | 0,1/3,9 | 0,1/0,2 | 0/0,1 |
| grenswaarden | 200 | 250 | 135 | 175 |
| richtwaarden | 80 | 100 | 80 | |

* daggemiddelde $SO_2$-concetraties
** uurgemiddelde $NO_2$-concentraties

De jaargemiddelde immissieconcentraties van de diverse elementen in geëmitteerde vliegas zullen voor situatie B 40% bedragen van de immissieconcentraties in situatie A. Na inbedrijfname van de DEMO KV/STEG (situatie C) zal dit aandeel tot maximaal 50% toenemen en in situatie D (alleen DEMO KV/STEG in bedrijf) ca 10% bedragen.

De maximale jaargemiddelde immissieconcentraties van gasvormige anorganische elementen zal in situatie B 32% bedragen van de concentraties in situatie A. In situaties C en D zullen deze aandelen resp. ca 40% en 8% bedragen. In situaties C en D zal de bijdrage van het element fluor het grootst zijn nl. resp. 4 $ng/m^3$ en 7 $ng/m^3$. Vergeleken met een interim-grenswaarde (groeiseizoengemiddelde) van 400 $ng/m^3$ zijn deze bijdragen gering.

De conclusie is dat voor het gebied van 37,5 km x 37,5 km rond de Maascentrale de invloed van de DEMO KV/STEG op de luchtkwaliteit gering is en dat vergeleken met de grens- en richtwaarden er door de DEMO KV/STEG voor alle beschouwde situaties geen noemenswaardige effecten voor het milieu te verwachten zijn.

### 7.2.3 Mistvorming

De kans op mistvorming is in alle beschouwde relevante situaties in principe aanwezig. In de situaties A, B, C en D bij doorstroomkoeling wordt de kans op mist, alhoewel zeer klein, reëler geacht dan wanneer gebruik wordt gemaakt van een koeltoren (situatie F). In deze laatste situatie kan weliswaar een lange koeltorenpluim ontstaan, echter gezien de hoogte van de koeltoren is de kans gering dat deze mistproblemen aan de grond zal veroorzaken. Overigens is in de huidige praktijk van de Maascentrale nog nooit mistvorming ten gevolge van de opwarming van condensorkoelwater opgetreden.

## 7.3 Koelwaterlozing

In verband met mogelijke gevolgen in het lozen van afvalwater en koelwater zijn de situaties A, B, C, D en F van belang.
De maximale warmtelozing van de Maascentrale en/of DEMO KV/STEG voor de verschillende situaties is in tabel 7.5 aangegeven.

Tabel 7.5. Warmtelozing Maascentrale en DEMO KV/STEG voor de verschillende situaties

| situatie | warmtelozing (MW (th.)) |
|---|---|
| A | 690 |
| B | 298 |
| C | 590 |
| D | 285 |
| F | 0 of 285 (afhankelijk in bedrijf zijn koeltoren) |

De lozing van warmte op de Maas zal in vergelijking met de huidige situaties in de toekomst afnemen. De warmtelozing door de DEMO KV/STEG zal in alle situaties voldoen aan de geldende richtlijnen voor het lozen van koelwater.

## 7.4 Depositie en bodemverontreiniging

### 7.4.1 Deposities ten gevolge van emissies

In verband met de depositie van geëmitteerde luchtverontreinigende stoffen (zie 7.1) zijn de situaties A t/m E en H van belang. De totale zure depositie is voor de verschillende situaties in tabel 7.6 aangegeven.

Tabel 7.6 Totale zure achtergronddepositie en de maximale bijdrage voor de situaties A t/m E en H

| situaties | totale zure depositie * (mol $H^+$/ha.a) |
|---|---|
| achtergrond 1987 | 6100 |
| A | 579 |
| B | 255 |
| C | 279 |
| D | 126 |
| E | 22 |
| H | 124 |

* De depositiedoelstelling van de rijksoverheid voor het jaar 2000 zal 2400 zuureq/ha.a bedragen.

Gerekend ten opzichte van de totale zure depositie in 1987 van 6100 mol $H^+$/a is in situatie A de maximale bijdrage door de Maascentrale 9,5%. In situatie B neemt deze bijdrage af tot 4,2%. Na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (situatie C) zal de bijdrage licht toenemen tot 4,5% terwijl deze bijdrage na 2000 (situatie D) verder afneemt tot 2,1%.
Gerekend ten opzichte van een toekomstig bijgestelde depositiedoelstelling van 2400 mol $H^+$/ha.a is voor het jaar 2000 de bijdrage door de DEMO KV/STEG (situatie D) 5%. Verdergaande $SO_2$-emissiereductie (situatie E) zal deze bijdrage nog verder verlagen, terwijl verdergaande $NO_x$-emissiereductie (situatie H) nauwelijks invloed heeft op de zure depositie (t.o.v. situatie D).

### 7.4.2 Bodemverontreiniging en depositie van stof in verband met opslag van KV-vliegas en KV-slak

Voor de situatie van de voorgenomen activiteit (situatie C en D) zal geen bodemverontreiniging bij de KV-vliegasopslag optreden, gezien de te treffen voorzieningen dienaangaande. Voor de KV-slakopslag geldt in deze situaties dat gezien de geringe uitloging van elementen uit de slak de kans op bodemverontreiniging uitgesloten geacht wordt. In situaties C en D is er een geringe kans op overlast ten gevolge van stofverspreiding. De depositie bij woonbebouwing is echter geringer dan 1 g/m$^2$ per maand, waardoor normalerwijs geen hinder ervaren wordt. In situatie G zal zeker geen bodemverontreiniging en stofverspreiding/overlast optreden.

## 7.5 Geluid

In vergelijking met de huidige situatie (A) zal na buiten bedrijfstelling van de eenheden 4 en 5 van de Maascentrale (situatie B) in noordelijke richting (richting Buggenum) de geluidbelasting ca. 1-2 dB(A) afnemen. In westelijke (richting Haelensche Broek) en zuidelijke (richting Maas) richting bedraagt deze afname resp. ca. 1 en 5 dB(A). Na in bedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (situatie C) zal de geluidbelasting in alle richtingen toenemen. Deze toename is het grootst in zuidelijke richting (max. ca. 5-6 dB(A). In westelijke en noordelijke richting zal de toename ca. 0,5-1 dB(A) bedragen. In oostelijke richting (richting Maas) is de toename ca. 3 dB(A). In de situatie dat alleen de DEMO KV/STEG in bedrijf is (situatie D) zal met name in noordelijke en westelijke richting de geluidbelasting afnemen (max. ca. 2 dB(A)) en in deze richtingen kleiner zijn dan in de huidige situatie. In zuidelijke en oostelijke richting is de afname in geluidbelasting maximaal ca. 1 dB(A). In alle bovengenoemde situaties zal de optredende geluidbelasting voldoen aan de ontwerp-geluidzonering voor het Maascentraleterrein. Verwacht wordt dat bij toepassing van het alternatief koeltoren (situatie F) de ontwerp-geluidzonering zal worden overschreden.

## 7.6 Bijprodukten

In de huidige situatie wordt door de Maascentrale vliegas ( 127.000 t/a) en bodemas (17.300 t/a) als bijprodukt geproduceerd. Na buitenbedrijfstelling van eenheden 4 en 5 (situatie B) zullen de hoeveelheden geproduceerde vliegas en bodemas meer dan gehalveerd worden. De totale hoeveelheid geproduceerde bijprodukten zal na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG niet groter worden dan in de huidige situatie (A).

De bijproduktenstroom zal echter meer verdeeld zijn over diverse bijprodukten (KV-slak, KV-vliegas, bodemas, vliegas, indampresidu en zwavel).
Voor alle situaties wordt verwacht en zijn de inspanningen erop gericht de bijprodukten zoveel mogelijk voor nuttig gebruik toe te passen.

## 7.7 Veiligheid

In de huidige situatie (A en B) zijn de risico's voor omwonenden van de Maascentrale gering. De kans op letsel voor omwonenden ten gevolge van calamiteiten bij de Maascentrale is verwaarloosbaar.

Na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (situaties C en D) kunnen in vergelijking met de huidige situatie extra risico's voor omwonenden worden veroorzaakt door met name vergiftigingsgevaar.
Hoewel de installatie volgens alle geldende voorschriften wordt ontworpen en bovendien bijzondere zorg aan het ontwerp geschonken zal worden om lekkages te vermijden, is het theoretisch niet uit te sluiten dat zich toch ontsnappingen van (kolen)gas zullen voordoen. De lekkagegrootten zijn in twee categorieën ingedeeld waarbij een gatgrootte van 50 mm aangenomen is voor een voorstelbaar lek, terwijl daarnaast ook nog de gevolgen bezien zijn van een totale breuk van de gasleidingen. Dit laatste ongeval kan zich echter normaal gesproken niet voordoen.
Uitgaande van het voorstelbare ongeval met de DEMO KV/STEG zullen in de meest ongunstige situatie de effecten voor omwonenden tot op circa 1 km afstand beperkt blijven tot hoofdpijn, misselijkheid of duizeligheid ten gevolge van verhoogde CO-concentraties en lichte irritaties (tranende ogen) ten gevolge van verhoogde $H_2S$-concentraties. Deze laatste kunnen ook stankhinder veroorzaken. Buiten de terreingrenzen zullen evenals in de huidige situatie geen effecten optreden ten gevolge van brand of explosies.

## 7.8 Landschap

Het totaalbeeld van de Maascentrale zal met de inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG (situatie C) veranderen ten opzichte van de huidige situatie (situatie A). De bestaande eenheden 4 en 5 zullen buiten bedrijf gesteld zijn en in de jaren daaropvolgend te zamen met de eenheden 1 tot en met 3 worden afgebroken.

Een en ander betekent dat het bouwvolume van de Maascentrale aanzienlijk vermindert. Voor situatie C waarbij de eenheid 6 van de Maascentrale nog in bedrijf is (tot 2000) te zamen met de DEMO KV/STEG, zal het visuele beeld op grotere afstand nog voornamelijk worden bepaald door de bouwwerken van eenheid 6, waarbij door de geringere bouwhoogtes (ca 75 m) van de DEMO KV/STEG alleen de vergassingsstraat, schoorstenen en fakkel nog zichtbaar zullen zijn vanuit bepaalde posities. Een koeltoren (Situatie F) van ca 80m hoogte zal het beeld van de DEMO KV/STEG sterk beïnvloeden.

Op kortere afstand (tot circa 1 km) zal het visuele beeld van de Maascentrale duidelijk mede bepaald worden door de DEMO KV/STEG. Hierbij zal de DEMO KV/STEG door het chemische karakter ervan een enigszins afwijkende indruk geven.

In situatie D, wanneer eenheid 6 buiten bedrijf is gesteld en afgebroken, zal de zichtbaarheid van de bouwwerken op het Maascentraleterrein op grotere afstand geringer zijn dan in de situaties A, B en C. Bij toepassing van een koeltoren (situatie F) wordt de zichtbaarheid vergroot.

## 7.9 Overzicht voorgenomen activiteit en alternatieven

In tabel 7.7 is een overzicht gegeven van de belangrijkste milieubeïnvloedingen van de voorgenomen activiteit en alternatieven.

De belangrijkste conclusies die uit tabel 7.7 volgen zijn:

- Bij vergelijking van voorgenomen activiteit (C/D) met de situaties A en B.
  * zowel de $SO_2$- als de $NO_x$ en stofuitworp nemen sterk af; de immissieniveau's worden met meer dan de helft gereduceerd en de zure depositie zal gehalveerd worden. Het inbedrijfstellen van de DEMO KV/STEG heeft slechts een zeer geringe verhoging van de emissies en immissiebijdragen tot gevolg (vergelijk situatie C met B)
  * de thermische lozing naar het oppervlakte water neemt af. Door inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG zal de maximale warmtelozing eerst nog toenemen (vergelijk situatie C met B)
  * de geluidbelasting neemt door inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG toe. Na buiten bedrijfstelling van eenheid 6 is de geluidbelasting behalve in de richting van de Maas kleiner dan in de huidige situatie.
  * de bijproduktenstroom zal eerst afnemen en daarna in omvang ongeveer gelijk zijn aan de huidige situatie (A) en zal meer verdeeld zijn over meerdere bijprodukten

* er zullen geringe risico's voor omwonenden ontstaan in verband met vergiftigingsgevaar bij ongevalsituaties
* de landschappelijke beïnvloeding neemt in geringe mate af.

- Bij vergelijking van alternatieven E, F, G of H met de voorgenomen activiteit (C/D).
  * $NO_x$-uitworp gasturbine 50 g/GJ (H): $NO_x$-uitworp halveert, immissieafname verwaarloosbaar; zure depositieafname is verwaarloosbaar.
  * zwavelverwijdering 99,5% (E): $SO_2$-uitworp neemt af, immissieafname verwaarloosbaar; zure depositie neemt af met ruim 80%.
  * koeltoren (F): thermische beïnvloeding wordt geringer, landschapsbeïnvloeding neemt toe, extra geluidsbron.
  * gesloten slak- en vliegasopslag (G): zeer beperkte afname stofdepositie

- Bij vergelijking van het meest milieuvriendelijke alternatief (C t/m H) met de situaties A en B
  * zie vergelijking C/D met A en B en E t/m H met C/D.

In de situatie na 2000 wanneer de bestaande eenheden 4, 5 en 6 van de Maascentrale buiten bedrijf zijn gesteld, zonder rekening te houden met de DEMO KV/STEG noch andere ontwikkelingen op het Maascentraleterrein (zie hoofdstuk 8) zullen geen emissies van verontreinigende stoffen naar lucht, water en bodem plaatsvinden en zullen geen milieueffecten veroorzaakt worden door activiteiten op het Maascentraleterrein.

Tabel 7.7 Milieubeïnvloeding van voorgenomen activiteit en alternatieven met kostenindicatie

| | Lucht | Water | Bodem | Geluid | Bijprodukten | Veiligheid | Landschap | Kosten NLG $10^6$/a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A huidige situatie (nulalternatief) | $SO_2$ 16930 t/a<br>4,2µg/m$^3$<br>$NO_x$ 10420 t/a<br>1,0µg/m$^3$($NO_2$)<br>stof 405 t/a<br>0,1µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 690 MW (th)<br>Chemische beïnvloeding zeer gering | Zure depositie<br>579 mol$H^+$/ha.a | Contouren vlgs. fig. 5.6.1 | 127.000 t/a vliegas<br>17.300 t/a bodemas | Zeer geringe risico's voor omwonenden | Enige beïnvloeding | n.v.t. |
| B MC 6 (nulalternatief) | $SO_2$ 9220 t/a<br>1,9µg/m$^3$<br>$NO_x$ 3240 t/a<br>0,3µg/m$^3$($NO_2$)<br>stof 200 t/a<br>< 0,05µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 298 MW (th)<br>Chemische beïnvloeding kleiner dan bij A | Zure depositie<br>255 mol$H^+$/ha.a | In alle richtingen neemt geluidbelasting af | 48.200 t/a vliegas<br>6.600 t/a bodemas | = A | = A | n.v.t. |
| C MC 6 + DEMO KV/STEG (voorgenomen activiteit) | $SO_2$ 9400 t/a<br>2,0µg/m$^3$<br>$NO_x$ 4075 t/a<br>0,4µg/m$^3$($NO_2$)<br>stof 207 t/a<br>< 0,05µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 590 MW(th)<br>Incid. extra NaOCl-lozing | Zure depositie<br>279 mol$H^+$/ha.a<br>In nabijheid centrale zeer geringe invloed door vliegas/slakopslag | toename geluidbelasting is het grootst in zuidelijke richting | 38.600-70.600 t/a bodemas + KV/slak<br>48.200-80.200 t/a vliegas + KV/vliegas<br>5600 t/a zwavel<br>1200 t/a indampresidu | Geringe risico's ivm vergiftigingsgevaar door CO en $N_2S$ | iets geringere beïnvloeding dan A | n.v.t. |
| D DEMO KV/STEG (voorgenomen activiteit) | $SO_2$ 253 t/a<br>1,2µg/m$^3$<br>$NO_x$ 1167 t/a<br>0,1µg/m$^3$($NO_2$)<br>stof 10 t/a<br>< 0,05µg/m$^3$ | Therm. lozing max. 285 MW(th)<br>Verder als C | Zure depositie<br>126 mol$H^+$/ha.a<br>Verder als C | afname geluidbelasting in met name noordelijke en westelijke richting | 32.000-64.000 t/a KV/slak<br>0-32.000 t/a KV/vliegas<br>5600 t/a zwavel<br>1500 t/a indampresidu | = C | geringere beïnvloeding dan A en C | n.v.t. |
| E = D + $SO_2$-verwijdering tot 99,5% | $SO_2$ 64 t/a<br>< 0,05µg/m$^3$<br>$NO_x$ = D<br>stof = D | = C/D | Zure depositie<br>22 mol $H^+$/ha.a<br>Verder als C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | 1,1 |

Vervolg

| | Lucht | Water | Bodem | Geluid | Bijprodukten | Veiligheid | Landschap | Kosten |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F koeltoren | = C/D | Therm. lozing vermindert afhankelijk van in bedrijf zijn van koeltoren. Geen extra NaOCl-lozing | = C/D | overschrijding van de ontwerp geluidzonering verwacht | = C/D | = C/D | extra beïnvloeding door koeltoren | 2,25 |
| G overdekte slak- en vliegasopslag | zeer beperkte afname stofimmissie | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | 1,15 |
| H = D + $NO_x$-gasturbine 50 g/GJ | $NO_x$ 600 t/a 0,1µg/m$^3$($NO_2$) $SO_2$ = D stof = D | = C/D | Zure depositie 124 mol $H^+$/ha.a Verder als C/D | = C/D | = C/D | = C/D | = C/D | niet bekend |

# 8 LEEMTEN IN KENNIS

In het volgende wordt ingegaan op die facetten van het milieu waarvoor de invloeden en gevolgen (nog) niet kunnen worden vastgesteld door gebrek aan kennis of door het niet beschikbaar zijn van meetapparatuur, die voldoende gevoelig is, alsmede op die facetten van de techniek waarvan de huidige stand van ontwikkeling zich nog op laboratoriumschaal of in het stadium van een pilot-plant bevindt c.q. waarmede nog onvoldoende ervaring is opgedaan om installaties te kunnen realiseren, die betrouwbaar te bedrijven zijn. Tot slot wordt kort op het evaluatieprogramma van de milieu-effect-rapportage ingegaan.

## 8.1 $NO_x$-emissiebeperking

Een aantal maatregelen ter beperking van de $NO_x$-produktie is voornamelijk voor aardgasstoken ontwikkeld of nog in ontwikkeling (zie par. 3.2.3.2).

Deze maatregelen, de zogenaamde "droge" technieken, zijn:
- aanpassing verbrandingskamers
- getrapte verbranding met rijk/arm mengselzones
- voormenging en arm mengsel
- katalytische verbrandingskamers
- hybride verbrandingskamers
- interne recirculatie.

In hoeverre deze technieken zinvolle toepassing kunnen vinden met kolengas en welke resultaten dan behaald kunnen worden is niet bekend.

## 8.2 Afzet reststoffen

Het onderzoek naar toepassingsmogelijkheden voor KV-slak en KV-vliegas is enkele jaren geleden gestart. Dit onderzoek is bijzonder complex en vergt veel tijd. Het zal dan ook nog geruime tijd voortgezet dienen te worden. De eerste onderzoeken wijzen uit, dat de eigenschappen ten aanzien van uitlooggedrag van KV-slak ongeveer gelijk zijn aan die van slak uit conventionele poederkooleenheden. Ook de civieltechnische eigenschappen liggen op hetzelfde niveau. Nader onderzocht zullen echter nog dienen te worden de invloed van kolensoort en vergassingsproces op de slak. Ook de mate waarin de eigenschappen eventueel veranderen in afhankelijkheid van de belasting van de DEMO KV/STEG is een punt van nadere bestudering.

De eigenschappen van de vliegas uit een KV/STEG-installatie zijn vrijwel gelijk aan die van conventioneel poederkoolstoken. Deze vliegas zal in principe afzetbaar zijn op de huidige markt voor poederkoolvliegas. Dit zal nog door verificatieproeven bevestigd worden.

Voor conventionele poederkoolvliegas wordt momenteel bestudeerd of extractie van bepaalde elementen, met name aluminium, technisch en economisch haalbaar is. Indien de resultaten positief blijken, zou bezien kunnen worden of deze techniek ook voor toepassing met KV-vliegas te gebruiken is.

Het indampresidu zal voornamelijk uit zouten, vooral NaCl bestaan. Enkele zware metaalconcentraties zouden in sommige gevallen de grenzen gesteld in de WCA kunnen overschrijden. Dit zal nog nader onderzocht moeten worden. Door het NaCl-gehalte is het mogelijk dat het zout, eventueel na een speciale behandeling, als strooizout gebruikt kan worden. Indien toepassing niet mogelijk is, zal nagegaan worden op welke wijze afvoer te realiseren is.

## 8.3 $CO_2$-emissies

Door de opwekking van elektriciteit uit de thermische energie van fossiele brandstoffen ontstaat kooldioxide ($CO_2$), dat met de rookgassen via de schoorsteen in de omgeving wordt gebracht.

Naast de elektriciteitsproduktie zijn er andere belangrijke oorzaken waardoor het $CO_2$-gehalte van de lucht kan toenemen. Allereerst zijn het natuurlijk de overige brandstofverbruikers, zoals verkeer, huishoudens en industrie, maar daarnaast is ontbossing een belangrijke oorzaak. De verbranding van hout heeft een belangrijke $CO_2$-produktie tot gevolg en de $CO_2$-absorptie door de verminderde biomassa neemt af. De ontbossing heeft echter ook een gevolgeffect en wel, dat de bodem meer gevoelig wordt voor erosie. Hierdoor wordt weer organische koolstof geoxydeerd, zodat $CO_2$ wordt gevormd.
$CO_2$ is een natuurlijk bestanddeel van de atmosfeer en is een belangrijke schakel in de biologische koolstofkringloop. De hoeveelheid $CO_2$ die jaarlijks mondiaal vrijkomt door verstoken van fossiele brandstoffen bedraagt als koolstof naar schatting nog geen 5% van de totale jaarlijkse natuurlijke koolstof omzetting. Het is opmerkelijk dat deze extra toevoeging aan de atmosfeer toch leidt tot een meetbare $CO_2$ toename in de atmosfeer met ongeveer 0,5% per jaar. Deze toename kan op den duur vergaande consequenties hebben. In de periode van rond 1900 tot 1986 is de concentratie opgelopen van 290 ppm tot ca 345 ppm.

$CO_2$ in de atmosfeer laat kortgolvig licht van de zon ongehinderd door, maar kaatst langgolvige warmtestraling vanaf de aarde voor een deel terug. Op deze wijze werkt $CO_2$ als het glas van een broeikas. $CO_2$ is niet het enige gas met deze werking. Andere broeikasgassen zijn b.v. $CH_4$, $H_2O$, $O_3$ en chloorfluorkoolstofverbindingen (CFK's). Ook van deze gassen neemt de concentratie in de atmosfeer door menselijk handelen toe.

Volgens modelberekeningen zal een verdubbeling van de voor-industriële $CO_2$-concentratie in de atmosfeer tot een mondiale temperatuurstijging van één tot enkele graden kunnen leiden. Afhankelijk van de ontwikkelingen in het gebruik van fossiele brandstoffen is deze verdubbeling ergens tussen het jaar 2030 en 2070 te verwachten. Tegen die tijd is zonder beperkende maatregelen een vergelijkbare bijdrage aan de mondiale temperatuurverhoging te verwachten door toename van de andere broeikasgassen.
De consequenties van een mondiale temperatuurstijging kunnen zijn:
- klimaatsveranderingen, die veranderingen in de mondiale voedselproduktie teweegbrengen
- zeespiegelstijging leidend tot overstroming en verlies van landbouwgrond. Geïndustrialiseerde landen zullen hun kustverdediding wel enige decennia kunnen aanpassen aan een zeespiegelstijging, maar in arme landen is dit niet het geval.

Een vertienvoudiging van de huidige $CO_2$-concentratie in de atmosfeer leidt niet tot enige schade aan de menselijke gezondheid. Lokaal zijn effecten van $CO_2$-emissies zoals door de DEMO KV/STEG volledig uit te sluiten en mondiaal is de bijdrage van elke apart beschouwde emittent zeer klein.

De toename van broeikasgassen is goed meetbaar maar modelmatige kwantificeringen van de eventuele consequenties vertonen een grote mate van onzekerheid. Verwacht wordt dat over enkele jaren de modelstudies ook een kwantitatief voorspellende waarde krijgen. Als dan blijkt dat de $CO_2$-toename tot grote problemen leidt zullen ook de politieke discussies een internationaal niveau krijgen.

Aangezien politieke besluiten om eventuele consequenties van de $CO_2$-toename te verminderen alleen op mondiaal niveau effect zullen hebben zijn op korte termijn geen politieke beslissingen over brandstofinzet te verwachten.

Het is voor de Nederlandse situatie vrijwel niet mogelijk de $CO_2$-emissie te beïnvloeden door de keuze van de kolensoort. De $CO_2$-emissiefactor, uitgedrukt in kg/GJ (thermisch) is evenredig met het quotiënt van het koolstofgehalte in de brandstof en de stookwaarde. Dit quotiënt is voor de in Nederland verstookte kolen vrijwel constant. Dit volgde uit berekeningen van de KEMA, waarbij dit quotiënt voor 55 kolensoorten, die de laatste jaren in Nederland verstookt zijn, bepaald is. De gemiddelde waarde die hieruit voor de $CO_2$-emissiefactor volgde, was 93,8 kg/GJ (bij een stookwaarde van 26,9 MJ/kg) met een spreiding van $\pm$ 1%. Overigens zou de invloed van een solitaire Nederlandse actie in dit opzicht de mondiale $CO_2$-emissie nauwelijks beïnvloeden. Indien uit de studies gaat blijken, dat $CO_2$-emissie beperking vereist is, zal dit op mondiale schaal plaats dienen te vinden.

$CO_2$-uitworp beperkende maatregelen

Anticiperend op een eventuele toekomstige noodzaak om maatregelen te nemen, kan men nagaan hoe de $CO_2$-emissie verminderd zou kunnen worden.

In principe is het mogelijk $CO_2$ met speciale organische vloeistoffen uit de rookgassen te wassen (Albanese; Steinburg, 1980; Baes, Beall, Lee, Marland, 1980; Cheng, Steinburg, 1986). Daarna kan in een regenerator de $CO_2$ uit de wasvloeistof gehaald worden en vervolgens gecomprimeerd tot ze vloeibaar is (ca 150 bar). Daarna zal de $CO_2$ ergens definitief ondergebracht moeten worden. In een Amerikaanse studie (Cheng, Steinburg, 1986) is aangegeven dat dit zou kunnen plaatsvinden in de oceaan op dieptes van minstens 500 m, in gebruikte olie- of gasbronnen of in zoutkoepels. De electriciteitsproductieprijs zou in dat geval (bij 90% verwijdering) met 56 tot 100% toenemen. Voor de gebieden, die het meest vergelijkbaar zijn met Nederland ligt de kostentoename op ca 75%. De investeringen van de centrale zouden ongeveer verdubbelen. Of de $CO_2$ in de oceaan ofwel in ondergrondse holten wordt ondergebracht maakt weinig verschil in deze kosten.

Bij een KV-STEG is de $CO_2$-uitworp slechts weinig minder dan bij een conventionele poederkoolgestookte eenheid. Alleen ten gevolge van de verbetering van het elektrische rendement zal minder kolengebruik vereist zijn en dus ook minder $CO_2$-uitstoot gepaard gaan met de produktie van dezelfde hoeveelheid stroom. Deze rendementsverbetering zal echter pas in de toekomst significant worden als een gevolg van de ontwikkeling van zuiniger gasturbines en van procesoptimalisaties, zoals b.v. de hoge-temperatuur-gasreiniging.

Bij een KV-STEG bestaat in principe echter nog een andere mogelijkheid de $CO_2$ uitworp te verminderen. Indien men de kolenvergassing namelijk combineert met de zgn. "steam reforming" en met de zgn. "water-gas shift" reactie kunnen de kolen worden omgezet in een mengsel van waterstof en $CO_2$. Hierbij komt ca 80% van de energie van de kolen als waterstof beschikbaar. Uit dit stookgas zou $CO_2$ verwijderd kunnen worden met bekende scheidingstechnieken zoals:
- cryogene destillatie
- moleculaire zeven ("pressure swing absorption")
- membranen.

Hiermee is in principe zuivere waterstof te bereiden. Op deze wijze zou de kolenvergassingstechniek ook een bijdrage kunnen leveren aan de introductie van waterstof als toekomstige energiedrager. Electriciteitsproductie met behulp van waterstof kan in principe gebeuren met gasturbinesystemen of met behulp van brandstofcellen. Hiermee is echter momenteel nog te weinig ervaring om betrouwbare bedrijfsvoering te garanderen. De extra kosten voor $CO_2$ uitworp-vermindering zullen bij deze methode lager zijn,

dan bij $CO_2$-verwijdering uit de rookgassen daar vooral de investeringskosten voor $CO_2$-verwijdering en regeneratie lager zullen zijn. Toch zullen de elektriciteitsproduktiekosten zeker met 65% toenemen. Ook in dit geval zal de uiteindelijke bestemming van de $CO_2$ gevonden moeten worden ofwel in de oceaan of in diepe ondergrondse holten. Een (klein) deel zou eventueel in chemische producten verwerkt kunnen worden, hoewel daarbij opgepast dient te worden, dat dit geen verschuiving van het probleem inhoudt.

## 8.4 Emissie van anorganische verbindingen door een KV/STEG

De relatie tussen kolensamenstelling en assamenstelling bij een kolenvergassingsinstallatie is onvoldoende bekend. Weliswaar lijkt het vervluchtingsgedrag van anorganische elementen in een KV-STEG erg veel op dat in een conventionele poederkoolketel, maar de verrijkingsfactoren hangen af van zeer veel procesomstandigheden zoals het type proces, de toegepaste gasreinigingssystemen, verblijftijden en temperaturen. De in dit MER toegepaste schatting van de verrijkingsfactoren is slechts een indicatie. Naast de aanwezigheid van anorganische verbindingen afkomstig uit de kolen, dient ook de aanwezigheid van metalen afkomstig uit de installatie zelf niet uitgesloten te worden.
De emissie van anorganische elementen wordt behalve door de vliegas mogelijk voor een niet onaanzienlijk deel bepaald door corrosieprodukten, verdampte druppeltjes uit de gasreinigingssystemen en ontlede gasvormige verbindingen. Onderzoek in de praktijk zal op een aantal gebieden nauwkeuriger gegevens dienen op te leveren.

## 8.5 De chemische vorm van de geëmitteerde anorganische verbindingen

De emissies van anorganische elementen vinden plaats in de vaste vorm (in de vliegas) en voor enkele elementen in de gasfase. De concentraties zijn uitgedrukt per element. Echter de toxiciteit en dus de effecten zijn afhankelijk van de chemische vorm waarin het element zich bevindt. De kennis hierover is nog onvoldoende. Wel valt te verwachten dat de meeste elementen in de vaste vorm als oxiden worden geëmitteerd. Van de elementen in de gasfase is bekend dat chloor en fluor voornamelijk als zoutzuur (HCl) en waterstoffluoride (HF) en kwik (Hg) als metallisch kwik wordt geëmitteerd. Van de overige gasvormige elementen is dit niet bekend.

## 8.6 Effecten van luchtverontreiniging op landbouwgewassen en natuurlijke vegetatie

Er is reeds veel onderzoek verricht naar effecten van luchtverontreiniging op planten. Aanvankelijk zijn veel onderzoekingen uitgevoerd in laboratorium opstellingen waarbij effecten werden bestudeerd van kortdurende blootstelling aan hoge concentraties van verschillende luchtverontreinigende componenten. Hiermee kon worden aangetoond dat deze componenten in principe een nadelige invloed op planten kunnen hebben.

Momenteel wordt veel onderzoek verricht naar effecten van langdurige blootstelling aan realistische concentraties van luchtverontreinigende componenten. Ook door de KEMA wordt dergelijk onderzoek uitgevoerd in zogenaamde dakloze kamers. Hierin worden onder veldbenaderende omstandigheden de effecten van realistische ozon-concentraties op een aantal landbouwgewassen bestudeerd. Daarnaast wordt onder veldomstandigheden verandering in opname van ozon door gewas en bodem gedurende het groeiseizoen onderzocht. De voorlopige resultaten wijzen er op dat ozon onder voor Nederlandse omstandigheden realistische concentraties van de biomassaproduktie (opbrengst) van een aanal landbouwgewassen verlaagt.

Kwantificering van de effecten van realistische concentraties van verschillende luchtverontreinigende componenten en van mengsels van deze componenten op landbouwgewassen en op complexe ecosystemen is op basis van de huidige kennis niet mogelijk. De gevoeligheid van verschillende gewassen en de gevoeligheid per gewas onder verschillende omstandigheden blijkt sterk te kunnen verschillen. In natuurlijke ecosystemen zijn bovendien de directe effecten van luchtverontreiniging en de effecten van bodemverzuring door droge en natte depositie van luchtverontreiniging zeer moeilijk te scheiden.

## 8.7 Natte depositie uit pluimen

Het gebruikte model om het uitwassen van de verschillende verbindingen uit de rookgaspluimen van elektriciteitscentrales te berekenen, is gebaseerd op weinig experimentele gegevens. Het inzicht in de uitwasproblematiek dient verdiept te worden.

## 8.8 Beschikbaarheid van koelwater

De afvoer van de Maas zal ook na 1993 een aantal dagen per jaar onvoldoende zijn om bij vollast van eenheid 6 van de Maascentrale en van de DEMO KV/STEG de rivierenrichtlijn ten aanzien van de koelwaterlozing niet te overschrijden. Het aantal dagen met onvoldoende afvoer is afhankelijk van wateronttrekkingen aan de Maas in België, van verhoging van watertemperatuur boven de natuurlijke temperatuur van de Maas bij Eijsden/Lixhe en van de opwarming van de Roer. De opwarming van de Roer is momenteel onbekend. De wateronttrekkingen van de Maas in België kunnen in de toekomst toenemen. Ter bepaling van de opwarming van de Maas in België boven de natuurlijke temperatuur is het noodzakelijk over gegevens te beschikken inzake opgesteld vermogen, inzet vermogen, koeltorengebruik en overige warmtelozingen op de Maas in België. Deze gegevens zijn de initiatiefnemer niet bekend.

## 8.9 Effecten van koelwatergebruik op het aquatisch ecosysteem

Effecten van koelwatergebruik op de visstand in de Maas zijn momenteel niet kwantitatief aan te geven omdat over de visstand in de Maas alleen kwalitatieve en geen kwantitatieve gegevens beschikbaar zijn.

## 8.10 Toekomstige ontwikkelingen op Maascentraleterrein

Er bestaan plannen om op het Maascentraleterrein een vuilverbrandingsinstallatie en een vliegasverwerkingsfabriek te vestigen (De Limburger, 2 maart 1989). Deze plannen verkeren echter nog in het stadium van haalbaarheidsonderzoek. Welke milieu-effecten deze activiteiten met zich mee zullen brengen is nu nog niet bekend. In dit MER kunnen daarom de milieu-effecten van deze eventuele toekomstige ontwikkelingen op het Maascentraleterrein niet worden beschouwd en vergeleken.

## 8.11 Evaluatieprogramma mer

De precieze omvang en uitvoering van de milieu-effect-rapportage evaluatie is nog niet bekend. De evaluatie zal naar verwachting omvatten de uitworpen $SO_2$, $NO_x$ en stof en de berekende immissie ten gevolge van deze uitworpen, de totale depositie van verzurende componenten, de koelwaterlozing, de geluidaspecten en de toepassingsmogelijkheden en afzet van de kolenreststoffen.
Binnen één jaar na de vergunningenverlening zal de invulling van het evaluatieprogramma nader worden aangegeven. Binnen drie jaar na inbedrijfstelling van de DEMO KV/STEG zal het evaluatieonderzoek worden uitgevoerd en zal daarover worden gerapporteerd.

LITERATUUR

AALST, R.M. VAN, 1984. Verzuring door atmosferische depositie. Atmosferische processen en depositie, Publikatiereeks Milieubeheer, 84/2, VROM 83656/1-84 3055/72.

ALBANESE A.S. AND M. STEINBERG. Environmental Control Technology for Atmospheric Carbon Dioxide. Energy, Vol. 5, pp. 641-664. Pergamon Press Ltd., 1980.

ANONYMOUS, 1988. Umweltsymposium Luftreinhaltung im grenznahen Raum, 22-23/Juni 1988, Düsseldorf.

BAES C.F, BEALL S.E., LEE D.W., MARLAND G. The collection, Disposal and Storage of Carbon Dioxide. Interactions of Energy and Climate, p. 495 e.v. D. Reidel Publishing Co. (1980).

BEAN, R.M., MANN, D.C., WILSON, B.W., RILEY, R.G., LUSTY, E.W., and THATCHER, T.O., 1980. Organo-halogen production from chlorination of natural waters under simulated biofouling control conditions. In: JOLLEY, R.L., BRUNGS, W.A., and CUMMING, R.B. (eds.) Water chlorination, Environmental impact and health effects, Vol. 3, Ann Arbor. Science publ.

CBS, 1982. Produktie van dierlijke mest in 1980, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

CHENG H.C. AND STEINBERG M. A study on the Systematic Control of $CO_2$ Emissions From Fossil-Fuel Power Plants in the US.
Environmental Progress, Vol. 5, 1986, nr. 4, p. 245-255.

CHERRY, D.S., LARRICK, S.R., DICKSON, K.L., HOEHN, R.C., and CAIRNS Jr., J., 1977. Significance of hypochlorous acid in free residual chlorine to the avoidance respons of spotted bass and rosyface shiner. In: J. Fish, Board Can. 34, pp. 1365-1372.

CHERRY, D.S., LARRICK, S.R., GIATTINA, J.D., DICKSON, K.L. and CAIRNS Jr., J., 1979. Avoidance and toxicity responses of fish to intermittent chlorination. Env. Internat., Vol. 2, pp. 85-90.

COMMISSIE MILIEUZAKEN VDEN, 1984. Elektriciteitsproduktie en koelwater, rapport VDEN Mo-K 84-258.

COMMISSIE KOELWATERNORMEN, 1981. De maatgevende lage afvoer van de rivieren Rijn en Maas. Nota nr. WH 81-06.

COUTANT, C.C., 1977. Coldshock to aquatic organisms: guidance for power plant siting, design and operation. In: Nuclear Safety, Vol. 18, No. 3.

CUMBIE, P.M., MISKIMEN, T.A., and RICE, J.K., 1985. Environmental impacts of chlorine discharges: a utility industry perspective. In: Water Chlorination. Chemistry, Environmental Impact and Health Effect, Vol. 5, pp. 63-71.

DHV, 1986. Kolenstoffen in Nederland. Produktie, afzet en overschot, i.o.v. Ontwikkelingsgroep kolenreststoffen, dossier 1-4089-49-01, Amersfoort, DHV.

DONZE, M., 1978. Measurements of the effect of heating on survival and growth of natural plankton populations. In: Verh. Internat. Verein. Limnol, 20, pp. 1822-1826.

DUUREN, H. VAN, ERBRINK, J.J., 1987. Modelling dispersion of air pollutants emitted by power stations using fluctuations of wind direction. In: Environmental Meteorology, Proceedings of an international symposium held in Würzburg, FRG, 29 September-1 October 1987, Kluwer Academic Publishers.

EPRI, 1980. Review of open literature on effects of chlorine on aquatic organisms, rapport nr. EPRI-1491, Palo Alto, Cal. 94034, EPRI.

EPZ, 1987. Milieu-Effect-Rapport kolengestookte warmte-kracht-eenheid Amercentrale 9, N.V. Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland.

EPZ, 1988. Saneringsplan Koelwater Maascentrale, rapport nr. KP 75.

EIRBINK, J.J., SCHOLTEN, R.D.A., 1989. Modelling and Measuring the behaviour of buoyant plumes in situations of low inversions.
8th World Clean Air Congress and Exhibition, Den Haag, 11-15 September, 1989 (to be published).

ERISMAN, J.W., LEEUW, F.A.A.M. DE, AALST, R.M. VAN, 1987. Depositie van de voor verzuring in Nederland belangrijkste componenten in de jaren 1980 tot en met 1986, RIVM, rapport nr. 228473001.

HADDERINGH, R.H., 1974a. Effects on the cooling water discharge on the macro-invertebrates and fish populations around Flevo powerstation. In: Verh. Internat. Verein. Limnol, 19, pp. 2214-2218.

HADDERINGH, R.H., 1974b. Comparison of macrofauna on limestonefilled nets at the cooling water inlet and outlet of Flevo powerstation.

HADDERINGH, R.H., 1978. Mortality of young fish in the cooling water system of Bergum powerstation. In: Verh. Internat. Verein. Limnol, 20, pp. 1827-1832.

HADDERINGH, R.H., 1979. Fish intake mortality at powerstations; the problem and its remedy. In: Hydrobiol. Bull., 13, No. 2-3, pp. 83-93.

HADDERINGH, R.H., KOOPS, F.B.J., and STOEP, J.W. VAN DER, 1988. Research on fish protection at Dutch thermal and hydropower stations. In: KEMA Scientific & Technical Reports, Vol. 6, No. 2.

HANA, K., 1961. Landschappen in Nederland, Amsterdam, Van Holkema en Warendorf N.V.

IEA, 1987 (Smith, I.M.). Trace elements from coal combustion emissions, ISBN 92-9029-148-6.

IMPL, 1984. Indicatief Meerjaren Programma Lucht 1985-1986, Tweede Kamer, vergaderjaar 1984-1985, 18605 nrs. 1 en 2.

INDICATIEF MEERJARENPROGRAMMA WATER 1980-1984, 1981. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

INDICATIEF MEERJARENPROGRAMMA WATER 1985-1989, Tweede Kamer, vergaderjaar 1984-1985, 19153 nrs. 1-2.

INTERDEPARTEMENTALE COMMISSIE GELUIDHINDER, IL-HR-13-01. Handleiding meten en rekenen industrielawaai.

JANSSEN, A.J., 1987. Natte depositie van luchtverontreiniging rond de Amercentrale: enkele scenarioberekeningen, Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland, rapport nr. ECN-87-115.

JANSSEN, L.H.J.M., 1988. Reactions of nitrogen oxides in power-plant plumes. Models and measurements, proefschrift TU-Delft.

JANSSEN, L.H.J.M., JAARSVELD, J.A. VAN, 1988a. Calculation of $NO_2$ concentrations in a power plant plume using a classification of NO oxidation rates based on atmospheric condition. 17th International technical meeting of NATO-CCMS on Air Pollution Modelling and its Application, Cambridge, September, 1988.

JANSSEN, L.H.J.M., WAKEREN, H. VAN, DUUREN, H. VAN, ELSHOUT, A.J., 1988b. A classification of NO-oxidation rates in power plant plumes based on atmospheric conditions. In: Atmospheric Environment 22, pp. 43-53.

JANSSEN, L.H.J.M., JAARSVELD, J.A. VAN, HAMER, B.H., LEEUW, F.A.D.M. DE, 1989. Yearly averaged $NO_2$-concentrations at ground level caused by the emission of NO by a power plant. Application of NO-oxidation rates combined with a frequency distribution of atmospheric conditions. 8th World Clean Air Congress and Exibition. Den Haag, 11-12 September 1989 (to be published).

KAM, J. VAN DE, 1975. Rivierenland, Amsterdam, Ploegsma.

KEMA, 1977. Resultaten van 4 jaar onderzoek (1971-1975) naar de bodemfauna van het inlaat- en uitlaatgebied van de Flevocentrale, rapport nr. IV-10051-76 MO-Biol.

KEMA, 1977. Vergelijkend onderzoek aan macro-fauna op de beschoeiing van het inlaat- en uitlaatgebied van de Flevocentrale, rapport nr. IV-6535-77-MO-Biol.

KEMA, 1978. Onderzoek in 1977 naar het effect van de maaswijdte van de draaizeven op de sterfte van vislarven, die het koelsysteem van de Flevocentrale passeren, rapport IV 4039-78 MO-Biol.

KEMA, 1982 (Erbrink, J.J.). Invloed van elektrische centrales op de $SO_2$-buitenluchtconcentraties gemeten in het Nationaal Meetnet voor Luchtverontreiniging in de periode april 1980 tot en met maart 1981, rapport nr. 4383-82 MO-luchtv.

KEMA, 1984. Vliegasopslag. Kostenvergelijking tussen gesloten opslag van vliegas en open vliegasopslag. Rapport nr. DPA-88-84 d.d. 84-03-30.

KEMA, 1985 (Meij, R.). Een prognose van emissies van $SO_2$, $NO_x$ en stof, alsmede de produktie van as en gips tot het jaar 2000, rapport nr. 8937-85 MOL.

KEMA, 1987a (Erbrink, J.J.). Toetsing van het korte-termijn model aan verspreidingsmetingen van $SF_6$ en lidar, rapport nr. 60654-MOL 87-3156.

KEMA, 1987b (Erbrink, J.J.). Toepassing windfluctuatiemodel voor de berekening van frequentieverdelingen, rapport nr. 60654-MOF 87-3173.

KEMA, 1988 (Meij, R.). Een prognose van emissies van luchtverontreinigende componenten en produktie van reststoffen ten gevolge van elektriciteitsopwekking bij verschillende scenario's, rapport nr. 80183-MOC 88-3216.

KEMA, 1988a (Erbrink, J.J.). Voorstudie ten behoeve van onderzoek naar pluimopstijging en pluimgedrag bij temperatuurinversie. Rapport 60654-MOF 88-3213.

KEMA, 1989a (Duuren, H. van). Berekening van jaargemiddelde NO-, $NO_2$- en $NO_x$-concentraties met het model KLANOMOD, rapport nr. 80245-MOZ 89-3258.

KNMI, 1986. Chemische samenstelling van de neerslag over Nederland, jaarrapport 1984, publikatienummer KNMI: 156-7, RIVM: 218203003.

KOOPS, F.B.J., 1975. Plankton investigations near Flevo power station. In: Verh. Internat. Verein. Limnol, 19, pp. 2207-2213.

KOOPS, F.B.J., DONZE, M., HADDERINGH, R.H., 1980. Optimizing the use of cooling water to reduce its impact on the aquatic environment. In: Proceedings 11th W.E.C, Vol. 3, pp. 424-439.

LANGLORD, H.E., 1983. Electricity generation and the ecology of natural waters, Liverpool Unit. Press, p. 342.

LEEUW, F.A.A.M. DE, EGMOND, N.O. VAN, 1988. Luchtverontreinigingsepisode 16-21 januari 1985: modelresultaten, modelberekeningen en informatieverschaffing. RIVM, rapporten 228216042.

LUGT, G. VAN DER, 1984. Stralingshygiënische aspecten van het stoken van steenkool en het gebruik van vliegas. In: Energiespectrum, 8, pp. 270-282.

MATTICE, J.S., 1977. Power plant discharges toward more reasonable effluents limits on chlorine. Nuclear safety, Vol. 18, No. 6, pp. 802-819.

MEIJ, R., JANSSEN, L.H.J.M., KOOIJ, J. VAN DER, 1986a. Air pollution emission from coal-fired power stations, KEMA Scientific & Technical Report, Vol. 4, number 6, pp. 51-69.

MEIJ, R., KOOIJ, J. VAN DER, SLOOT, H.A. VAN DER, KOPPIUS-ODINK, J.M., CLEMENT, L.J., 1986b. Emissions and control of particulate matter from coal fired power plants. In: Aerosols, proceedings of the second US-Dutch International Symposium, gehouden te Williamsburg (VA) in mei 1985, uitgegeven onder redactie van Lee, S.D., Schneider, T., Grant, L.D., Verkerk, P.J., door Lewis Publishers, pp. 427-440.

MINISTERIUM FÜR ARBEID, GESUNDHEID UND SOCIALES, Nordrhein-Westfalen, Lärmschutz bei Erdölraffinerien, Planungshinweise.

MÖRZEN BRUIJNS, M.F., EN BENTHEM, R.J. (ed.), 1979. Spectrum atlas van de Nederlandse landschappen, Utrecht, Het Spectrum.

NATUURMONUMENTEN, 1985. Handboek van natuurgebieden en wandelterreinen in Nederland. Uitgave Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland.

NOVEM, 1988, Novem B.V. en Vliegasunie B.V. Produktie Kolenreststoffen 1989-2008. Ref. 887466/2512, Oktober 1988.

ONDERDELINDEN, D., BLOM, W.F., RHEINEICK LEYSSIUS, H.J., VAN, 1987. Luchtverontreinigingsepisode van 14-24 januari 1987, concentraties van $SO_2$ en $NO_2$ in Nederland en nabije omgeving. RIVM, rapportnr. 228702001.

PEO, 1985 (Thijsse, Th.R., Huygen, C.). Deelrapport 2 van NOK-LUK, Onderzoek naar de grootschalige achtergrondconcentraties van spoorelementen en verbindingen in de Nederlandse buitenlucht, projectnummer 20.70-012.50.

PEO, 1986a (Egmond, N.D. van). Eindrapport NOK-LUK, Luchtverontreiniging ten gevolge van de uitworp van kolengestookte installaties, projectnummer 20.70-004.10.

PEO, 1986b (Huygen, C., Veldt, C, Janssen, L.H.J.M., Kooij, J. van der, Meij, R.). Deelrapport 1 van NOK-LUK, De emissie van luchtverontreinigende componenten door met kolengestookte elektriciteitscentrales, projectnummer 20.70-012.40.

PEO, 1986c (Jaarsveld, J.A. van, Onderdelinden, D.). Deelrapport 4 van NOK-LUK, Modelmatige beschrijving van concentratie en depositie van kolen relevante componenten in Nederland, veroorzaakt door emissie in Europa, projectnummer 20.70-017.11.

PEO, 1986d. (Heidemij), Rapport NOK, Luchtverontreiniging door kolenstook: Lange termijn effecten op bodem en vegetatie ten gevolge van emissie van spoorelementen, projectnummer 20.74-06.10.

PEUTZ, 1986. Berekende geluidniveau's ten gevolge van het geprojecteerde kolenpark bij de Maascentrale (rapport F 1095-2).

PEUTZ, 1985. Akoestisch onderzoek m.b.t. immissieniveau's in de omgeving van de Maascentrale voor mogelijk toekomstige situaties (rapport F 1095-3).

PROVINCIAAL BESTUUR VAN LIMBURG, 1982. Streekplan Noord- en Midden-Limburg.

PROVINCIE LIMBURG, 1988 Milieubeleidsplan Limburg; stand van zaken Verzuring.

RIJKSWATERSTAAT, 1982. De natuurlijke temperatuur van de Maas. Nota nr. 82-8.

RIJKSWATERSTAAT, 1985. Waterhuishouding in Nederland, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

RIJKSWATERSTAAT, 1986. Rijkswaterkwaliteitsplan, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

RIJKSWATERSTAAT/RIVM. Kwaliteitsonderzoek in de rijkswateren, kwartaalverslagen 1978 tot en met 1981 en 1984 tot en met 1986.

RIVM, 1988a. Luchtkwaliteit. Jaarverslag 1987, rapport nr. 228702009.

RIVM, 1988b. Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Meetresultaten 1987, rapport nr. 228702006.

RIVM, 1988c. Additioneel Programma Verzuringsonderzoek. Evaluatierapport Verzuring nr. 00-06.

RIVM, 1988d. Zorgen voor morgen. Nationale milieuverkenning 1985-2010, Alphen aan den Rijn, Samson H.D. Tjeenk Willink.

RIVO, 1981 (Esch, A. van). Onderzoek naar de visstand in de Maas, rapport nr. ZS 81-05.

ROOK, J.J., 1974. Formation of haloforms during chlorination of natural water. In: Water Treat. Exam., 23, pp. 234-243.

ROOK, J.J., 1977. Chlorination reactions of fulvic acids in natural waters. In: Environ Sci. Technol., 11, pp. 478-482.

SCHROEDER, W.H., 1982. Sampling and analysis of mercury and its compounds in the atmosphere. In: Environm. Sci. Technol. 16, pp. 394-399.

SLOOFF, W., AALST, R.M. VAN, HEYNA-MERKUS, E., THOMAS, R., 1987. Ontwerp basisdocument ozon, RIVM, rapport nr. 758474002.

SLOOT, H.A. VAN DER, ZONDERHUIS, J., MEIJ, R., 1983. Spoorelementen in steenkool en steenkoolas. In: Energiespectrum 12, pp. 318-324.

SOVON, 1987. Atlas van de Nederlandse vogels.

STAATSBLAD, 1986. Besluit van 13 februari 1986, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging (Besluit luchtkwaliteit zwaveldioxide en zwevende deeltjes (zwarte rook)), nr. 78.

STAATSBLAD, 1987a. Besluit van 23 januari 1987, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging (Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide), nr. 23.

STAATSBLAD, 1987b. Besluit van 26 januari 1987, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging (Besluit luchtkwaliteit koolstofmonoxide en lood), nr. 34.

STAATSBOSBEHEER, 1988. De vitaliteit van het Nederlandse bos. Verslag van het landelijk onderzoek naar de vitaliteit van het Nederlandse bos in 1988, rapport SBB 1988.

STEENKIST, R., 1988. Episodes of high $SO_2$ for concentration in The Netherlands. Atmospheric Environment 22, pp. 1975-1980.

TEBODIN, 1986. Akoestish onderzoek ten behoeve van de geluidzonering van de Maascentrale van de PLEM te Buggenum, Den Haag, 1986.

TNO, 1976. Modellen voor de berekening van de verspreiding van luchtverontreinigig inclusief aanbeveling voor de waarden van parameters in het lange-termijn model, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

TNO, 1981. Frequentieverdelingen van luchtverontreinigingsconcentraties. Een aanbeveling voor een rekenmethode, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

TNO, 1984. Parameters in het lange-termijnmodel verspreiding luchtverontreiniging. Nieuwe aanbevelingen, COL TNO, Delft.

UNA, 1988. Rapport milieu-effecten kolengestookte eenheid 8 Centrale Hemweg, N.V. Energieproduktiebedrijf UNA.

VROM, 1984a. Emissie van ammoniak in Nederland, Publikatiereeks Lucht 22.

VROM, 1984b. Verzuring door atmosferische depositie, oppervlaktewater en hydrobiologie, Publikatiereeks Milieubeheer 84-2.

VROM, 1985. Effecten van zure neerslag op zwak gebufferde en voedselarme wateren, Publikatiereeks Lucht 47.

VROM, 1985. Milieu-Effectrapportage. 20 Effectvoorspelling II Lucht. VROM 70440/4-85.

VROM, 1988a. Tussentijdse evaluatie verzuringsbeleid, VROM 71051/.1-88.

VROM, 1988b. Criteriadocument over fijn stof, Publikatiereeks Lucht 59.

VROM, 1989. Nationaal Milieubeleidsplan, Tweede Kamer 1988-1989.

WIERINGA, J., RIJKOORT, P.J., 1983. Windklimaat van Nederland, KNMI, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

WESSELS, H.R.A., 1976. Verdampingsmist boven de Amer, KNMI-wetenschappelijk rapport W.R. 76-10.

# Bijlage - Gebruikte modellen voor verspreidingsberekeningen

Voor de beschrijving van het effect van de emissie van de Maascentrale en de DEMO KV/STEG op de luchtkwaliteit is gebruik gemaakt van de nationale verspreidingsmodellen (TNO, 1981; TNO, 1984).
Deze modellen voor de berekening van verspreiding van luchtverontreiniging zijn opgesteld en algemeen aanvaard voor de Nederlandse situatie (VROM, 1985). Deze modellen zijn echter slechts geschikt voor het berekenen van gemiddelde concentraties en percentielen van concentraties over langere perioden (seizoen, jaar). In de nationale modellen wordt geen rekening gehouden met chemische reacties in de pluim zoals van stikstofmonoxide (NO) met ozon tot stikstofdioxide ($NO_2$). Om de berekening van lange-termijn gemiddelde $NO_2$-concentraties mogelijk te maken is bij de KEMA in samenwerking met het RIVM een module ontwikkeld gebaseerd op een klassificatie van de omzettingssnelheid van NO afgeleid uit metingen in rookpluimen van Nederlandse centrales (Janssen et al, 1989).
Voor de berekening van korte-termijn gemiddelde concentraties (uur, dag) zijn de nationale modellen niet geschikt, daar de aan deze modellen ten grondslag liggende schatting van windsnelheden en de daaraan gekoppelde verspreidingsparameters hiervoor niet geldig is.
Om die reden is bij de KEMA een korte-termijn model ontwikkeld gebaseerd op windrichtingsfluctuatie, welk model is getoetst aan verspreidingsmetingen met een tracer en aan lidarmetingen (Van Duuren en Erbrink, 1987). Met dat model is het mogelijk meer realistische frequentieverdelingen van concentraties te berekenen. Voor de berekening van concentraties onder actuele meteorologische omstandigheden is het model eveneens geschikt, maar de in het model opgenomen beschrijving van de pluimstijging in combinatie met inversiepenetratie (identiek aan die van het nationale model) is niet getoetst aan metingen. Hiervoor wordt een onderzoekprogramma uitgevoerd, om op basis van lidarmetingen de pluimstijging, de verticale gelaagdheid van de atmosfeer en de mate van inversiepenetratie beter te kunnen beschrijven (KEMA, 1988a; Sebrink and Scholten, 1989).

## Jaargemiddelde concentraties

De berekeningen van de jaargemiddelde immissieconcentraties ten gevolge van de emissies van de Maascentrale zijn uitgevoerd met behulp van het KEMA-rekenprogramma AIRPOL 84. Dit programma bevat een model dat identiek is aan het nationale verspreidingsmodel voor de berekening van lange-termijngemiddelde concentraties (TNO, 1976; TNO, 1984).

Het nationale verspreidingmodel is gebaseerd op het Gaussische pluimmodel, waarbij gebruik gemaakt wordt van een over een lange periode gemiddelde klimatologie waarin is opgenomen de frequentie van voorkomen van stabiliteitsklassen verdeeld naar windrichting en windsnelheid.

Om de bijdrage aan $NO_2$-concentraties op leefniveau te kunnen berekenen is een model ontwikkeld, waarin zowel de verspreiding van NO en $NO_2$ als ook de chemische reacties die leiden tot de vorming van $NO_2$ worden beschouwd. De vormingssnelheid van $NO_2$ in de atmosfeer wordt beschreven als functie van atmosferische omstandigheden met als parameterwaarden ozonconcentratie, windsnelheid, tijdstip van de dag en seizoen (Janssen, 1988; Janssen et al., 1988). In samenwerking met het RIVM is de frequentie van voorkomen van deze atmosferische omstandigheden (= stabiliteitsklassen) voor een gemiddeld jaar vastgesteld. Deze atmosferische klassificatie is te zamen met haar frequentieverdeling als een extra module in het nationale verspreidingsmodel ingebracht om daarmee in staat te zijn de vorming van $NO_2$ door oxidatie van NO in dit model te kunnen beschrijven. Met dit aldus uitgebreide model kunnen jaargemiddelde $NO_2$-concentraties rond een puntbron worden berekend (Janssen en Van Jaarsveld, 1988).

Frequentieverdelingen

Met als uitgangspunt de jaargemiddelde concentraties kunnen frequentieverdelingen worden berekend van zowel daggemiddelde als uurgemiddelde concentraties. De berekening hiervan vindt plaats met behulp van het KEMA-rekenprogramma AIRPOLFREQ dat gebruik maakt van het nationale frequentieverdelingenmodel (TNO, 1981).

Voor een bepaald receptorpunt kunnen percentielwaarden worden berekend als gevolg van alleen de emissies van de betreffende bron of kan de toename van percentielwaarden worden berekend van de frequentieverdeling van de achtergrondconcentraties. Aan het model ligt ten grondslag een statistisch verband tussen de jaargemiddelde concentratie en percentielwaarden. Met het model kunnen hoge percentielwaarden worden berekend, dat wil zeggen concentraties behorende bij het 90-percentiel en hoger.

Korte-termijn model

Door de KEMA is een korte-termijn model ontwikkeld voor de berekening van uurgemiddelde concentraties, welk model is gebaseerd op windrichtingsfluctuaties (KEMA, 1987a; Van Duuren en Erbrink, 1987). Het model is gebaseerd op het Gaussische verspreidingsmodel. Er wordt echter geen gebruik gemaakt van de - moeilijk te schatten - stabiliteit van de atmosfeer. De verspreidingsparameters worden rechtstreeks afgeleid uit gemeten waarden van windrichting en windsnelheid. Het model is ontwikkeld voor bronnen met een effectieve hoogte groter dan 100 m.

Op basis van een op de vliegbasis Deelen gemeten meteodataset van in totaal 450 uur, welke dataset redelijk representatief is voor de Nederlandse situatie, is het mogelijk frequentieverdelingen van uurgemiddelde concentraties te berekenen (KEMA, 1987b). Hierbij blijkt dat, in tegenstelling tot het nationale frequentieverdelingenmodel, naarmate de percentielwaarde hoger is de maximale concentratiewaarde daarvan dichter bij de bron optreedt. Bij het nationale frequentieverdelingenmodel valt de plaats van de maximale concentratiewaarde, onafhankelijk van het percentiel, samen met de plaats van de maximale jaargemiddelde concentratie. Het korte-termijn model geeft ten opzichte van het nationale model een realistischer beschrijving van de frequentieverdelingen.

Onzekerheid in modeluitkomsten

Uit analyses van berekende jaargemiddelde concentraties en daarvan afgeleide frequentieverdelingen kan, in vergelijking met waarden afgeleid uit metingen, geconcludeerd worden dat de berekende waarden een overschatting van de werkelijke situatie geven (KEMA, 1982b; EPZ, 1987).

Uit een toetsing van het korte-termijn model aan metingen is gebleken dat voor koude bronnen (bronnen zonder pluimstijging) met een hoogte van 100 m 70% van de gemeten uurgemiddelde concentraties lag binnen een factor twee van de berekende waarden (Van Duuren en Erbrink, 1987).

In het lange-termijn model wordt bij de berekening van percentielwaarden er van uitgegaan dat de concentratieverdeling in de pluim in de dwarsrichting uniform is over een sector van 30 graden. Deze aanname leidt bij het langetermijn model tot een overschatting van de percentielwaarden (KEMA, 1987b).

Uitgangspunten bij de verspreidingsberekeningen

De emissies zoals vermeld in het MER zijn gemiddeld over 8760 uur (1 jaar), ook al is het aantal bedrijfsuren kleiner. De reden hiervan is dat het toegepaste verspreidingsmodel een statistisch model is, waarin de gemiddelde klimatologie voor een periode van één jaar wordt gebruikt. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een periode van 37,5 km x 37,5 km om de centrale. Er wordt met een assenstelsel gewerkt waarbij de x-as en y-as in 25 stukjes zijn verdeeld van 1,5 km. De positie van de centrale is steeds x = 15,0 km en y = 15,0 km. Er is gebruik gemaakt van de gemiddelde klimatologische gegevens over 20 jaar van het weerstation Eindhoven als zijnde representatief voor het oosten van het land (Wieringa en Rijkoort, 1983). Voor de berekening van de $NO_2$-concentraties is uitgegaan van een klimatologie van 7 jaar (1978-1985) van meteostations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit te Limburg en Noord-Brabant. De ruwheidslengte is gezet op 0,3 m.