

# **NO<sub>x</sub>-uitstoot van kleine bronnen**

## **De uitstoot in 2000 en 2010**

P. Kroon

## Verantwoording

Dit rapport is geschreven in opdracht van Novem en is bij ECN geregistreerd onder de projectnummers 77544 en 77556.

## Abstract

The Netherlands has obligations in the framework of the UN-ECE and EU to limit its emissions of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> and VOC by 2010. In the foreseen 4C (four ceilings) project the Netherlands, an outlook is made for the 2010 situation. Do we meet the emission ceilings and, if not, which additional measures are needed? This report focuses on the NO<sub>x</sub> emission in 2010 of households, the services sector, agriculture, industry (<20 MW<sub>th</sub>) and cogeneration with gas engines.

For the public power production and the industry (>20 MW<sub>th</sub>), the Netherlands are working on a system of NO<sub>x</sub> trading. To calculate the NO<sub>x</sub> emissions for the small industry, the energy consumption had to be divided in locations with >20 MW<sub>th</sub> and <20 MW<sub>th</sub>. Secondly, the energy consumption of <20 MW<sub>th</sub> had to be divided in different applications such as boilers, furnaces et cetera. For this purpose, a database of 1995 with energy installations from the Dutch emission inventory was used. This analysis resulted in an energy consumption for small industrial sources of 95 PJ (excl gas engines) and an expected emission of 2.4 kton NO<sub>x</sub> in 2010 (from 4.1 in 2000, due to implementation of low NO<sub>x</sub> burners), which was lower than expected.

In order to examine whether the IPPC regulation would have an effect on the 2010 emissions, all available BREF-documents of June 2003 were analysed with respect to NO<sub>x</sub> abatement measures for small industrial sources. The reduction effect of the IPPC regulation (included in the 2.4 kton emission) varies between a maximum of 0.5 kton and more realistically 0.05 kton NO<sub>x</sub> in 2010. The effect depends on the allowance policy of the local government: the Dutch legislation already enables application for Best Available Technology (BAT).

The emission from all small stationary sources decreases from 58 kton in 2000 (or 67 kton if corrected for the warm winter) to 46 kton in 2010. Based on recent information about gas engines it might even be 4 kton lower in 2010. The main reduction is achieved through low NO<sub>x</sub> burners, high-efficiency low NO<sub>x</sub> household boilers and replacement of old gas engines.

# INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	5
2. WAAR ZIJN KLEINE STATIONAIRE BRONNEN TE VINDEN?	6
3. BRONNEN VAN ENERGIEGEGEVENS	8
4. EMISSIEFACTOREN EN WETGEVING	9
4.1 Ketels en branders	9
4.2 Gasmotoren	10
4.3 Industriële emissies: de NeR en de IPPC-richtlijn	11
4.3.1 Implementatie van de IPPC via de NeR	11
4.3.2 NO <sub>x</sub> -eisen in de NeR	12
4.3.3 Status BREF-documenten	13
4.3.4 De diverse BREF-documenten	14
4.3.5 Het effect van BREF op kleine bronnen	16
5. SECTOREN	18
5.1 Huishoudens/Consumenten	18
5.2 Diensten, overheid, land en tuinbouw en bouwbedrijven	19
5.3 Kleine bronnen in de industrie	20
6. CONCLUSIES	25
6.1 NO <sub>x</sub> -emissie van kleine bronnen	25
6.2 Conclusies ten aanzien van de IPPC-richtlijn	26
6.3 Naschrift rond lagere emissie van gasmotoren	27
LITERATUUR	29
BIJLAGE A SPECIFIEKE EISEN IN DE NER	32
BIJLAGE B BREF-DOCUMENTEN EN NEDERLANDSE INDUSTRIE	34
BIJLAGE C INSTALLATIES ONDER IPPC-RICHTLIJN	54
BIJLAGE D TOELICHTING OP SPREADSHEET	57



## 1. INLEIDING

Nederland heeft zich in internationaal verband afgesproken om in 2010 de NO<sub>x</sub>-emissie te beperken tot 266 kton (Gotenburg Protocol) respectievelijk 260 NEC-richtlijn (VROM, 2002). Daarnaast is binnenlandse inspanningsverplichting van 231 kton genoemd in het Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP4). Hierbij dient terzijde opgemerkt te worden dat de tussen de internationale afspraken en de binnenlandse inspanningsverplichting een beperkt verschil bestaat in welke emissies wel en welke niet tot Nederland gerekend worden. Het belangrijkste verschil is dat in de internationale verplichtingen emissies door grensoverschrijdende scheepvaart niet is meegenomen en emissies op het continentaal plat wel<sup>1</sup>. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>-emissies uit diverse literatuurbronnen staat in Tabel 1.1. Afhankelijk van de gehanteerde literatuurbron en publicatiejaar kunnen er beperkte verschillen zijn voor de emissie van de sector. Alleen de NMP4-doelstelling is vertaald naar inspanningsverplichting per sector.

Tabel 1.1 NO<sub>x</sub>-emissies voor diverse jaren [kton]

	1995	2000	2010
	(VROM 1999a)	(RIVM, 2002)	inspanningsverplichting (VROM, 1999a, 2002)
Grotere industriële inrichtingen in systeem van emissiehandel	120		55
Kleinere industriële inrichtingen	20		10
Totaal industrie	140	97	65
Consumenten	(22)	(20)	7
Handel, diensten, overheid bouw	(12)	(12)	3
Landbouw	(13)	(12)	6
Verkeer	(298)	268	150
Totaal overig	350	315	166
Totale emissie	490	413	231
<i>Kleine bronnen</i>	65	<i>circa 58</i>	26

Cijfers tussen haakjes komen uit (Data Warehouse Emissieregistratie, 2003).

Voor de industrie, raffinaderijen en elektriciteitscentrales wordt een systeem van NO<sub>x</sub>-emissiehandel uitgewerkt (VROM, 1999a, 1999b, 2001a, 2001b). Het systeem van NO<sub>x</sub>-emissiehandel zal wettelijk verankerd worden. Het systeem wordt van toepassing op alle inrichtingen met een opgesteld vermogen van 20 MW<sub>th</sub> of meer of, in het geval van procesemissies, op inrichtingen met een NO<sub>x</sub>-emissie in 1995 van 50 ton of meer. Voor de bedrijven die straks onder de systematiek van emissiehandel zullen vallen, geldt voor 2010 een NO<sub>x</sub>-taakstelling van 55 kton. Deze taakstelling moet worden gezien als het aandeel van de grotere industriële bedrijven in het nationale EU-emissieplafond voor 2010 van 260 kton (NEC-richtlijn). De reductie voor de industriële inrichtingen komt in 2010 uit op circa 70% t.o.v. 1995 (2001a).

In dit project wordt gekeken naar de kleine stationaire bronnen. Ofwel alle bronnen die niet onder het NO<sub>x</sub>-emissiehandelssysteem vallen en die niet tot het verkeer wordt gerekend. Tot het verkeer worden ook de mobiele werktuigen gerekend zoals landtrekkers en wegenbouwmachines, kranen etc. Om het project in te perken wordt daarnaast ook niet gekeken naar offshore installaties en procesemissies.

<sup>1</sup> NOGEP, de Nederlandse Olie- en Gas Exploratie en Productie Associatie rapporteert in zijn milieujarverslag over het jaar 2000 een NO<sub>x</sub>-uitstoot van 3,74 kton offshore en 0,94 kton onshore (NOGEP, 2001).

## 2. WAAR ZIJN KLEINE STATIONAIRE BRONNEN TE VINDEN?

### *Emissie, brandstofverbruik en kleine bronnen*

De NO<sub>x</sub>-emissie laat zich bepalen door het brandstofverbruik van de diverse installaties te vermenigvuldigen met de gemiddelde emissiefactor:

NO<sub>x</sub>-emissie = som over alle installaties van (brandstofverbruik<sub>installatie</sub> × emissiefactor<sub>installatie</sub>).

Van belang is dan ook het brandstofverbruik van de diverse installaties goed in kaart te brengen. Het CBS onderscheidt in de energiestatistieken diverse industriële sectoren, energiebedrijven, transport en overige eindverbruikers. De grootste hoeveelheid kleine stationaire bronnen bevindt zich bij de overige eindverbruikers. Een aantal installaties bij de overige eindverbruikers, die zowel warmte als elektriciteit leveren (ook wel met WKK, warmtekrachtkoppeling aangeduid) zijn via joint venture constructies bij energiebedrijven ondergebracht. Het gaat hierbij met name om gasmotoren. Dus ook bij de energiebedrijven zijn een aantal kleine bronnen te vinden. Tenslotte bevindt een deel van de kleine stationaire bronnen zich bij de diverse industriële sectoren.

De NO<sub>x</sub>-emissiefactor hangt voor sterk af van de soort brandstof en de verbrandingscondities. Het is dus niet alleen om het belangrijk om het brandstofverbruik te kennen maar ook belangrijk om te weten in wat voor type installatie de brandstof verbruikt wordt. Omdat in de loop van de tijd al veel NO<sub>x</sub>-reducerende maatregelen genomen zijn is ook de samenstelling van het park (de opbouw in bouwjaren) van belang.

### *Overige eindverbruikers*

Overige eindverbruikers als consumenten, diensten, overheid, land- en tuinbouw en bouwbedrijven worden in de energiestatistieken in het algemeen niet nader onderscheiden. Soms worden er enquêtes uitgevoerd om wat over de onderverdeling te zeggen. Soms wordt een hoeveelheid verbruikte brandstof middels vuistregels over diverse sectoren verdeeld.

Bij de consumenten gaat het vooral om CV-ketels (HR of VR), kachels en geisers. Daarnaast zijn er kleinere bronnen zoals gaskookplaten, open haarden etc. Aangezien hier regelmatig inventarisaties van gemaakt worden zijn hier redelijke goede gegevens over beschikbaar. Het minst bekend is het gebruik van houtkachels en openhaarden omdat veel van de brandstof via persoonlijke contacten verkregen wordt.

De sectoren diensten en overheid bevat vooral verwarmingsapparatuur op aardgas. Het gaat hierbij om gas ketels in diverse vermogensklassen. Daarnaast wordt er ook gebruik gemaakt van kleinschalige warmtekrachtkoppeling door middel van gasmotoren. Ten opzichte van gasketels hebben gasmotoren een hoge NO<sub>x</sub>-emissie per eenheid verbruikte brandstof. De gasmotoren kunnen ook via een joint venture constructie eigendom zijn van een energiedistributiebedrijf. Het energiedistributiebedrijf neemt de elektriciteit af en de warmte wordt geleverd aan de gebouwen van de instelling waar de gasmotor geplaatst is. Zowel het gasverbruik als de NO<sub>x</sub>-emissie wordt in de statistieken dan tot de energiebedrijven gerekend. In de energiestatistieken is dit zichtbaar als een warmtelevering van de energiebedrijven aan de betreffende sector. Specifiek in de dienstensector bij de afvalverwerking (waterzuivering) is er nog sprake van NO<sub>x</sub>-uitstoot door het gebruik van biogas (uit afval gewonnen gas).

Voor de sector land- en tuinbouw is de situatie sterk vergelijkbaar met die van diensten en overheid. De grootste verbruiker is hier de glastuinbouw. Als er geen gasaansluiting is wordt er warmte opgewekt met LPG of huisbrandolie. Belangrijk hierbij is om olieverbruik te scheiden in wat voor verwarming gebruikt wordt en wat er in mobiele werktuigen (trekkers) wordt verbruikt. Bij glastuinbouwbedrijven zijn veel gasmotoren geplaatst. Voor een deel worden deze

ook gebruik voor het belichten van gewassen (assimilatie belichting) of voor het verhogen van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht in de kassen (CO<sub>2</sub>-bemesting). Beide bedoelt om de opbrengst te verhogen. Ongeveer de helft van deze WKK-gasmotoren staat in de energiestatistieken bij de energiesector.

Bij alle vier genoemde sectoren is er ook sprake van warmtelevering door de elektriciteitsproducenten. Een bekend voorbeeld hiervan is stadsverwarming. Maar ook in tuinbouwgebieden wordt wel afvalwarmte van elektriciteitscentrales geleverd om de kassen te verwarmen.

Een laatste sector van de overige eindverbruikers vormt de bouwbedrijven. Uit energetisch oogpunt valt vooral het verbruik van asfalt door deze sector op. Ook hier geldt dat olieverbouw voor mobiele werktuigen goed onderscheiden moet worden.

### *Industrie*

Bij de industrie bevinden zich een groot aantal kleine stationaire verbrandingsinstallaties die NO<sub>x</sub>-uitstoot veroorzaken. Het gaat hierbij om verwarmingsketels en in allerlei formaten zoals ketels, ovens, drogers en fornuizen. Een belangrijk probleem is dat inventarisaties zich meestal richten op de grotere installaties. Ook milieujaarrapportages worden alleen voor de grotere bronnen gemaakt. Het brandstofverbruik voor kleine bronnen zal dan ook in de regel bepaald worden door van het totale verbruik het verbruik door de grote bronnen af te trekken. Een op deze manier bepaald verbruik, als verschil tussen twee grote getallen, zal niet erg nauwkeurig zijn. Bovendien is dan ook niet duidelijk om welke installaties het gaat. Uit NO<sub>x</sub>-oogpunt zijn vooral relevant de installaties die een hoge temperatuur hebben (glasovens, ovens voor fijn en grof keramiek zoals bouwmaterialen en ovens waarin metaal (ijzer) wordt verhit). Daarnaast zijn stationaire motoren relevant en alle installaties die een andere brandstof dan aardgas verbruiken (olie, kolen).

### 3. BRONNEN VAN ENERGIEGEGEVENS

In dit project zal gekeken worden naar het energiegebruik door kleine bronnen in de jaren 2000 en in 2010. Het CBS publiceert energiegegevens op haar internetsite (CBS, 2003) en in specifieke CBS-publicaties. Om een goede basis voor een toekomstberekening te krijgen worden de CBS-gegevens bewerkt en aangevuld.

Een belangrijk deel van het brandstofverbruik van de kleine bronnen wordt gebruikt voor ruimteverwarmingsdoeleinden. In een jaar met een warme winter zal dit verbruik lager zijn dan in een jaar met een koude winter. Om een goede basis te vinden om het verbruik van verschillende jaren met elkaar te vergelijken wordt het statistische aardgasverbruik voor temperatuur gecorrigeerd. Voor deze temperatuurcorrectie zijn er twee methoden. Het RIVM corrigeert ook het industriële aardgasverbruik terwijl het ECN probeert om alleen het aardgasverbruik voor ruimteverwarming te corrigeren.

Een tweede set correcties die plaatsvindt om de ontwikkelingen in een sector goed te volgen betreft onder andere het verplaatsen van het brandstofverbruik van decentrale warmtekrachtinstallaties naar de sector waar de warmte verbruikt wordt. Zonder deze verplaatsing lijkt het brandstofverbruik van de industrie te stabiliseren, terwijl met deze verplaatsing duidelijk wordt dat het energiegebruik nog steeds groeit, maar dat de warmteopwekking in toenemende mate uitbesteed wordt aan de energiedistributiebedrijven. Het is het energieverbruik gecorrigeerd voor temperatuur met de tweede set correcties, dat de basis vormt voor toekomstverkenningen als de referentieraming (Ybema, 2002).

De berekeningsresultaten van de referentieraming zijn opgenomen in met MONIT-systeem van ECN (Boonekamp, 2002). Het MONIT-systeem bevat de onder andere de in Tabel 3.1 genoemde overzichten.

Tabel 3.1 *Energiebalansen aanwezig in MONIT*

Omschrijving (Monit-naam)	Historisch jaar	Toekomst jaar
Conform CBS-statistiek (A balans)	×	
Klimaat correctie RIVM (B2 balans)	×	
Klimaat correctie ECN (B balans)	×	
Klimaat correctie ECN en o.a. WKK naar sector (C balans)	×	×
Klimaat correctie RIVM en o.a. WKK naar sector (C2 balans)	×	×



## 4. EMISSIEFACTOREN EN WETGEVING

Op een aantal installaties die een hoge bijdrage aan de NO<sub>x</sub>-uitstoot hebben wordt in dit hoofdstuk nader ingegaan. Omdat dit relatief nieuw is extra aandacht gegeven aan de Europese IPPC-richtlijn en de daarbij behorende BREF-documenten.

### 4.1 Ketels en branders

Een belangrijk aspect is de gemiddelde emissie van gas- en oliegestookte installaties. Het type keuringsbesluit voor CV-ketels (VROM, 1995) en het Besluit emissie-eisen stookinstallaties (BEES-B) (VROM, 1998) spelen hierbij een belangrijke rol. Hoewel aangekondigd zijn de eisen in het typekeuringsbesluit nog niet aangepast. In Tabel 4.1 is een overzicht opgenomen van een aantal emissiefactoren.

Tabel 4.1 *Een aantal emissie-eisen voor kleiner installaties*

	NO <sub>x</sub> -eis [mg/m <sup>3</sup> bij 3% O <sub>2</sub> ]	NO <sub>x</sub> -eis [g/GJ]	Ingaande per	Nieuw of Bestaand	Wetgeving
Gas en olie tot en met 900 kW <sub>th</sub>					
Atmosferische brander	157	44	1-1-96	N	Typek. CV-ketels
Ventilator brander	105	29	1-1-96	N	Typek. CV-ketels
Voorgemengde brander	70	20	1-1-96	N	Typek. CV-ketels
Kolen (mits vergunning)	100 (6% O <sub>2</sub> )	36	1-1-94	N	BEES-B
Kolen >20 MW	650 (6% O <sub>2</sub> )	234	1-1-98	B	BEES-B
Gas >900 kW <sub>th</sub>	70	20	1-5-98	N	BEES-B
Gas >900 kW <sub>th</sub>	150	42	1-1-98	B	BEES-B
Gas >900 kW <sub>th</sub>	70 <10 MW	20	1-5-98	B	BEES-B
	bij brander vervanging		of 1-9-99		
Olie >900 kW <sub>th</sub>	120	33	1-5-98	N	BEES-B
Olie >900 kW <sub>th</sub>	200(g.o.)/400 (z.o.)	56/116	1-1-98	B	BEES-B

Voor de kleine installaties is van belang welk type brander er in aanwezig is. Volgens informatie uit 1993 komen atmosferische branders alleen nog voor bij (industriële) ketels met een vermogen kleiner dan 500 kW (Gerrits, 1993). Van de 42.000 industriële ketels heeft 60% in 1993 al een ventilatorbrander (zie ook de gegevens in Tabel 4.2). De opkomst van de HR-ketels heeft bij de kleinere installaties ook de toepassing van ventilatorbranders verhoogd. Bij de ontwikkeling van HR-ketel is er namelijk rekening mee gehouden dat er in de toekomst strengere eisen voor NO<sub>x</sub> komen, en de brandertechniek is daar al op afgestemd. Er dan ook zijn weinig HR-ketels met een atmosferische brander. Op de markt zijn inmiddels wel diverse CV-ketels te koop met een NO<sub>x</sub>-uitstoot rond de 10 g/GJ.

Volgens het CBS worden er jaarlijks zo'n 300.000 tot 350.000 CV-ketels geplaatst (Tol, 1998). Hiervan zijn er 250.000 - 300.000 stuks <30 kW, circa 50.000 stuks 30-60 kW; circa 1000-2000 stuks 60-120 kW en circa 2500-3000 > 120 KW. Een tendens die hier in zichtbaar is, is de plaatsing voor gebouwverwarming van meerdere kleinere CV-ketels in plaats van 1 grote. De verkoop van HR-ketels heeft in het begin van de jaren 90 een hoge vlucht genomen. In de periode 1992 tot 1995 was het aandeel HR-ketels in de verkoop circa 50%; in 1997 lag het aandeel op 70% van de afzet, eind 2002 op 92%. In 2000 lag het aandeel van de HR-ketel rond 1/3 van het park; eind 2002 op 40%. De gemiddelde emissiefactor van CV-ketels bij de huishoudens die op grond van voorgaande informatie berekend kan worden ligt in 2000 op 38 g/GJ en daalt naar 27 g/GJ in 2010. Voor gewone CV-ketels is dit 50 en daalt dit naar 36. In beide situaties is er vanuit gegaan dat in 2004 het gemiddelde niveau voor nieuwe ketels op 20 g NO<sub>x</sub>/GJ ligt. Daar-

naast is er tussen 2000 en 2010 gasverbruik wat ‘verhuist’ en vermindert van de gewone naar de HR-ketels omdat mensen hun gewone CV-ketel door een HR-ketel vervangen.

Voor andere sectoren kan op basis van onder andere gegevens Tabel 4.2. vergelijkbare inschattingen van emissiefactoren worden gemaakt.

Tabel 4.2 *Gegevens over industriële ketels uit 1993 (Gerrits, 1993)*

Industriële ketels	Situatie rond 1993
totaal niet huishoudens	aantal ketels 41719
stoomketels	aantal ketels 4408
warm- en heetwater	aantal ketels 36251
thermische olie	aantal ketels 1060
1-2,5 MW	25% van ketelbestand
aantal ventilatorbranders	25 000
<0,5 MW	alleen in deze categorie een deel atmosferische branders
0,5- 5 MW	30% keervlam ketel 70% drietreks ketel
0,5-20 MW	30% keervlam 70% drietreks (vooral bij >2 MW)
>20 MW	waterpijpketels
glastuinbouw	aantal 18000 (95% drietreks)
bejaardenhuizen	aantal 3000 (2 per huis) verhouding keervlam/drietreks: 30/70
ziekenhuizen	aantal 340 stoom en 240 water verhouding keervlam/drietreks 40/60

## 4.2 Gasmotoren

Een belangrijke bron van NO<sub>x</sub>-emissie vormen de gasmotoren. In Tabel 4.3 is een overzicht gegeven van het opgestelde vermogen van gasmotoren in WKK-installaties. De meeste gasmotoren staan bij de distributiebedrijven en de overige producenten (vooral glastuinbouw). Het aandeel gasmotoren in de industrie, raffinaderijen en winningsbedrijven is circa 5%. Bij de overige producenten is het aandeel van gasmotoren in het WKK-vermogen 96%, bij distributiebedrijven circa 75%, bij de overig industrie 20% en bij de andere sectoren nog minder. Er is wat onzekerheid over de omvang van het gasmotorvermogen in het jaar 2000 bedraagt er zou maximaal 150 MW<sub>e</sub> meer bijgeplaatst kunnen zijn als nu in de statistiek opgenomen. Het gaat hierbij wel om nieuwe motoren. Het vermogen aan gasmotoren dat met rookgasreiniging is uitgerust bedraagt volgens opgave van COGEN in 2000 circa 140 MW<sub>e</sub>, en in 2002 220 MW<sub>e</sub> (COGEN, 2003). Rookgasreiniging vermindert de NO<sub>x</sub>-uitstoot van de gasmotor.

Tabel 4.3 *Gasmotorvermogen per sector in MW<sub>e</sub> [bron CBS]*

Sector	1990	1995	2000	2000	2001
Raffinaderijen en winningsbedrijven	21	32	15	1,0%	16
Voeding	6	7	31	2,0%	32
Chemie	1	1	2	0,1%	2
Papier	0	0	0	0,0%	0
Overige industrie	3	21	30	1,9%	31
Distributiebedrijven	67	567	753	48,5%	775
Overige producenten	127	343	720	46,4%	742
Totaal	225	971	1552	100,0%	1598

In het overzicht Tabel 4.3 ontbreken voorts nog een aantal gasmotoren:

- gasmotoren (en ander WKK-installaties die op offshore installaties zijn geplaatst),
- gasmotoren die compressoren en pompen aandrijven,
- gasmotoren die geen warmte leveren.

In Tabel 4.4 is een inschatting overgenomen uit (Kroon, 2000) van het verbruik en de emissie van deze restcategorie gasmotoren. De onzekerheden hierin zijn relatief groot. De NO<sub>x</sub>-uitstoot van deze installaties is, exclusief offshore, circa 2 kton NO<sub>x</sub>. Een deel van de installaties, waaronder alle 10 motoren bij de Gasunie en een aantal installaties bij de industrie, valt onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem.

Tabel 4.4 *Gasmotoren niet in WKK-installaties en offshore (Kroon, 2000)*

Doelgroep	Functie	Vermogen [MW <sub>e</sub> ]	Aantal	Wel of niet BEES	Brandstof verbruik [PJ]	Emissie [g/GJ]	Emissie [kton NO <sub>x</sub> ]
1. Gasunie	Gascompressie	45	10	Wel	1	250	± 0,2
2. NAM, RWZI, industrie	Stand-alone	25	25	Meeste wel	2,2	500	± 1,1
3a. RWZI, stortplaatsen <sup>2</sup>	Biogas niet-WKK	40	50	Niet	1,5-2	140-2000	± 1
3b. Idem na correctie voor dubbeltellingen	Biogas nog niet opgenomen	± 10	?	Niet	± 0,6	500	± 0,3
4. Niet in Emissie Registratie	Offshore	15	25	Niet	0,5-1	? veel	0,2- 2

Voor het jaar 2000 zijn emissiefactoren voor gasmotoren bij eindverbruikers overgenomen van TNO (Soest-Vercammen, 2002). Voor de energiesector is voor het jaar 2000 uiteindelijk een emissiefactor berekend op basis van de parkopbouw per bouwjaar en emissie-eisen. Dit leverde voor 2000 een ruim 2 kton lagere NO<sub>x</sub>-emissie op dan het gebruiken van de factoren van de eindverbruikerssectoren. In de energiesector is het aandeel oudere gasmotoren, waarvoor de NO<sub>x</sub>-normen minder streng zijn, kleiner.

Uiteindelijk blijkt dat van de emissie van kleine bronnen van 63 kton NO<sub>x</sub> in 2000 circa 20 afkomstig is van gasmotoren in WKK-situatie en van de 44 kton in 2010 ruim 16 kton. Gasmotoren blijken verantwoordelijk voor de 1/3 van de NO<sub>x</sub>-uitstoot van kleine bronnen terwijl het aandeel in het brandstofverbruik een kleine 10% bedraagt. Na het afronden van de voorliggende rapportage kwamen nieuwe gegevens binnen die duidelijk maken dat de hier genoemde uitstootcijfers te hoog zijn. Zie hiervoor het naschrift bij de conclusies in paragraaf 6.3.

## 4.3 Industriële emissies: de NeR en de IPPC-richtlijn

### 4.3.1 Implementatie van de IPPC via de NeR

De Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR) heeft tot doel de milieuvergunningen in Nederland te harmoniseren waar het gaat om eisen aan de emissies naar lucht (Infomil 2003). In 1992 is de NeR tot stand gekomen binnen een samenwerkingsverband van overheden en bedrijfsleven. Na evaluatie van de toepassing van de richtlijn is de opzet en de vorm van het NeR-boek in 2000 vernieuwd en is veel informatie over koolwaterstoffen toegevoegd. In 2001 is de tekst over kosteneffectiviteit van milieumaatregelen vernieuwd. Later is tekst over BAT-referentie documenten (BREFs) toegevoegd (IPPC, 2003). In de versie van april 2003 is de Europese IPPC-richtlijn, met bijbehorende tijdsschalen, geïmplementeerd (EU directive, 1996).

Tot de implementatie van de IPPC (integrated pollution prevention and control) richtlijn was de NeR een richtlijn waarvan de vergunningverlener zelf af mocht wijken. Wel moest hij nagaan of voldaan wordt aan ALARA hier opgevat als stand der techniek (NeR Paragraaf 2.1.2). Kunnen de emissies lager, dan kan in overleg met de aanvrager een scherpere eis in de vergunning gezet worden. Wordt de emissie-eis bij de toepassing van de 'stand der techniek' overschreden, en zijn verdergaande maatregelen technisch en economische niet haalbaar, dan mag de wel realiseerbare emissie als eis in de vergunning worden vastgelegd. Met de IPPC-richtlijn is de ruimte

<sup>2</sup> Hier vallen ook installaties onder die alleen elektriciteit produceren.

verkleind. Betreft het namelijk een activiteit die onder een BREF dan moeten maatregelen conform de BREF opgelegd worden. Ook als de BREF nog in voorbereiding is, kan, hierop vooruitlopend, als afgeweken worden van de algemene eisen.

De NeR-richtlijn wordt gebruikt bij nieuwe installaties. Ook voor bestaande installaties kan deze toegepast worden. Dit kan als de vergunningverlener aan de eigenaar vraagt om een nieuwe vergunning aan te vragen in verband met nieuwe inzichten of als de eigenaar zelf zoveel verandert dat een nieuwe vergunning nodig is. Ook hier is in april 2003 een wijziging opgetreden. Bestaande installaties die onder een BREF vallen moeten uiterlijk 30 oktober 2007 aan de bijbehorende eisen voldoen (NeR paragraaf 2.5.4). Voor bestaande installaties die hier niet onder vallen geldt dat deze uiterlijk 30 oktober 2010 aan de algemene eisen van de NeR moeten voldoen. Wat niveau betreft kan tot 30 oktober 2007 een emissie worden uitgesloten van de algemene eisen als de jaarvracht kleiner is dan het 1000-voudige van de grensmassaastroom (bv in kg/uur). Met ingang van 30 oktober 2007 wordt dit verlaagd tot 500 keer.

#### 4.3.2 NO<sub>x</sub>-eisen in de NeR

De stoffen worden in klassen ingedeeld. NO<sub>x</sub> heeft in nieuwste versie van de NeR een eigen stofklasse nummer gekregen (van gA.4 veranderd in gA5; gA staat voor anorganische stoffen gas- of dampvormig).

##### *Algemene eisen*

De oude eis stelde dat bij een ongereinigde massaastroom per stof van 5 kg/uur of meer een emissie-eis van 200 mg/m<sup>3</sup> geldt. De condities die bij de gasstroom horen zijn: droog, 273,15 K, 101,3 kPa en met een zuurstofgehalte dat nodig is voor het proces (inclusief de luchtstroom die nodig is op grond van veiligheids- en arbo-eisen). De feitelijke uitwerking van de eis kan dus per proces aanzienlijk verschillen afhankelijk van de voor het proces noodzakelijke luchtvoorraad.

Per april 2003 is de eis aanzienlijk aangepast. Bij een emissievracht van 2 kg/uur<sup>3</sup> of meer moeten emissiebeperkende technieken worden toegepast volgens de stand der techniek. Dit is lager dan de vorige grenswaarde wat betekent dat wellicht wat kleinere installaties<sup>4</sup> met een algemene eis geconfronteerd worden. De meeste kleine bronnen blijven echter onder de 2 kg NO<sub>x</sub>/uur, en vallen derhalve niet onder de algemene eisen in de NeR.

Na het geven van een aantal voorbeelden van procesgeïntegreerde en nageschakelde technieken worden een aantal emissie-niveaus genoemd die over het algemeen haalbaar zijn:

- procesgeïntegreerde maatregelen 50-500 mg/m<sup>3</sup>,
- SNCR (selectieve niet katalytische reductie) 50-200 mg/m<sup>3</sup>,
- SCR (selectieve katalytische reductie) 50-100 mg/m<sup>3</sup>.

De lage waarde geldt voor nieuwe installaties en gunstige condities, de hoge voor bestaande installaties en ongunstige condities. In een kader wordt verder opgemerkt dat de NeR niet toegepast wordt als andere regelgeving van kracht is. Ten aanzien van emissiehandel wordt opgemerkt dat bij bestaande installaties de handel van kracht wordt voordat de saneringstermijn is verlopen, en er dus geen probleem is. Voor nieuwe installaties moeten in de tussentijd wel de eis van stand der techniek opgelegd worden.

---

<sup>3</sup> Een uitstoot van 2 kg NO<sub>x</sub> per uur wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door een installatie van 20 MWth met een gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissie van 100 mg/m<sup>3</sup> rookgas (3% O<sub>2</sub>).

<sup>4</sup> Hierbij moet opgemerkt worden dat het woordje onbestreden nu niet opgenomen is, zodat kleinere installaties door in de vergunningaanvraag al een lage NO<sub>x</sub>-brander te zetten (volgens de auteur van dit stuk) weer buiten deze eisen kunnen komen.

### Specifieke eisen

Voor een aantal processen en omstandigheden zijn specifieke eisen geformuleerd. Een samenvatting hiervan is te zien in Bijlage A. In Tabel 4.5 is een overzicht opgenomen waarin diverse eisen -fictief- met elkaar vergeleken worden. Dit is gedaan door te doen of in alle gevallen aardgas als brandstof gebruikt wordt. De bedoeling is om met name het effect van het zuurstofpercentage aan te geven. Ter vergelijking zijn ook enkele eisen uit de BEES opgenomen.

Tabel 4.5 *Versimpeld overzicht van aantal emissie-eisen uit BEES en NeR*

	Emissie-eis [mg NO <sub>x</sub> /m <sup>3</sup> ]	Zuurstof- percentage	Indien aardgas [g NO <sub>x</sub> /GJ]	Opmerking
BEES gasketel nieuw	70	3	20	
BEES gasketel bestaand	150	3	42	voor 29-5-1987
BEES nieuw procesfornuis	140	3	39	luchtvoorverwarming
BEES gasmotor nieuw			140	rendementscorrectie
BEES gasturbine		15%	65	rendementscorrectie
Algemene eis NeR (oud)	200	stel 3%	48	bij > 5 kg NO <sub>x</sub> /uur
Algemene eis NeR proces- geïntegreerde maatregelen	50-500	stel 3%	14-140	bij >2 kg NO <sub>x</sub> /uur; soms ook SCR/NSCR
Algemene eis NSCR	50-200	stel 3%	14-48	bij >2 kg NO <sub>x</sub> /uur
Algemene eis SCR	50-100	stel 3%	14-28	bij >2 kg NO <sub>x</sub> /uur
Grof keramische industrie	200	18	336	autonoom gehaald
Glasovens (cijfers oxifuel)	2000-5000	zuurstof i.p.v. lucht		1 (bij oxifuel) tot 4-5 kg NO <sub>x</sub> /ton glas
Sinteren ijzererts	40	16	40	studie
Pelletiseren ijzererts	50	18,5	101	overleg
Windverhitters hoogovens	150	3	42	
Offshore			BEES	indien mogelijk
Stoken cokesovengas	500	5	158	soms SCR (dit is geen aardgas!)
Crematoria				low-NO <sub>x</sub> branders
Verbranding slib	400	11	202	soms SCR of NSCR
Verbr. schoon resthout	400	11	202	>2,5 MW <sub>th</sub>
Metaalbewerking salpeterzuur	500	-	n.v.t.	geen verbranding

### 4.3.3 Status BREF-documenten

Aan de BREF-documenten die de stand der techniek weergeven wordt door een team van internationale deskundigen gewerkt. In Tabel 4.6 is een overzicht opgenomen van de status per 8 juli 2003. Een aantal documenten is geselecteerd als relevant voor de Nederlandse situatie bij installaties kleiner dan 20 MW<sub>th</sub>.

In principe moet elke installatie in Nederland aan de BAT-eisen die in de BREF-documenten staan gaan voldoen. Voor nieuwe en ingrijpend gewijzigde installaties moet direct aan de eisen voldaan worden. Voor bestaande installaties uiterlijk oktober 2007. De BAT laat wel wat ruimte om op basis van kosteneffectiviteit eigen keuzes te maken soms is er een hoge waarde (die algemeen haalbaar wordt geacht) en een lage waarde (waaronder wordt waarschijnlijk te duur). Het kan zijn dat er voor een installatie zowel eisen gesteld worden vanuit de BEES als vanuit de IPPC-richtlijn of dat een installatie aan BAT moet voldoen maar ook mee moet doen aan het NO<sub>x</sub>-handelssysteem. Het zal duidelijk zijn dat dit lastige conflicten op kan leveren. Een vergunningverlener moet er voor zorgen dat aan de BREF voldaan wordt, maar zou er voor kunnen kiezen om dergelijke gevallen extra op de kosteneffectiviteit te letten.

Tabel 4.6 *Status BREF-documenten en relevantie voor kleine bronnen per 8 juli 2003*

Naam BREF	Status	Relevant
Pulp and paper manufacture	gereed	ja
Iron and steel production	gereed	
Cement and lime production	gereed	
Cooling systems	gereed	
Chlor-alkali manufacture	gereed	ja
Ferrous metal processing	gereed	
Non-ferrous Metal processes	gereed	ja
Glass manufacture	gereed	?
Tanning of hides and skins	gereed	?
Textile processing	gereed	ja
Monitoring systems	gereed	
Refineries	gereed	
Large volume organic chemicals	gereed	
Smitheries and foundries	werkdokument	?
Intensive livestock farming	gereed	
Emissions from storage of bulk or dangerous materials	werkdokument	
Common waste water and waste gas treatment and management systems in the chemical sector	gereed	ja
Economic and cross media issues under IPPC	werkdokument	
Large combustion plant	werkdokument	
Large volume inorganic chemicals: ammonia, acids & fertilisers	werkdokument	
Large volume inorganic chemicals - solid & others	nog niet gestart	
Slaughterhouses and animal by-products	werkdokument	?
Food, drink and milk processes	werkdokument	ja
Cceramics	nog niet gestart	
Management of tailings and waste-rock in mining activities	werkdokument	
Surface treatment of metals	gestart	
Surface treatments using solvents	gestart	
Waste Incineration	werkdokument	
Waste treatments (previously waste recovery/disposal activities]	werkdokument	
Speciality inorganic chemicals	nog niet gestart	
Organic fine chemicals	gestart	
Polymers	nog niet gestart	
Energy efficiency	nog niet gestart	

Niet alle industriële activiteiten vallen onder de richtlijn. Een aantal activiteiten is niet opgenomen in de opsomming. Daarnaast wordt er soms een ondergrens gesteld, waardoor kleinere productielocaties niet onder de richtlijn vallen (zie Bijlage C).

#### 4.3.4 De diverse BREF-documenten

Om te kijken wat het mogelijke effect is van de IPPC-richtlijn op de Nederlandse NO<sub>x</sub>-emissie van kleine bronnen zijn de diverse BREF (BAT-referentie) documenten doorgenomen. Van belang is om te vermelden dat gezien de omvang van de documenten, totaal circa 10.000 pagina's en de beschikbare tijd vooral gekeken is naar de samenvatting en verder de documenten elektronisch zijn doorgelopen op het voorkomen van relevante steekwoorden als NO<sub>x</sub>, SCR, NSCR en burners. Van de aangetroffen informatie zijn (summier) aantekeningen gemaakt die een indruk van BAT (Best Available Technology) op het gebied van NO<sub>x</sub> moeten geven. Deze zijn opgenomen in Bijlage B van dit document. In Tabel 4.7 is een overzicht gegeven van aangetroffen NO<sub>x</sub>-eisen bij BAT-opties uit de diverse BREF-documenten. Ten behoeve van de vergelijkbaar-

heid zijn ze omgerekend naar g/GJ. Duidelijk zichtbaar is dat de BREF-documenten niet met 1 waarde komen maar met een range, waartussen de vergunningverlener, afhankelijk van de situatie, kan kiezen.

Tabel 4.7 *NO<sub>x</sub>-emissie-eisen uit de diverse definitieve BREF-documenten*

		NO <sub>x</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	[% O <sub>2</sub> ]	BAT [g NO <sub>x</sub> /GJ]	Opmerkingen
Pulp en papier	Gasstook in ketels			30-60	bij gasstook SCR/NSCR geen BAT
	Zware olie stook in ketels			80-110 (50-80)	waarde tussen haakjes SNCR bij grotere installaties
Textiel				-	
Cement	Met NSCR	200-500	10	90-230	naar g/GJ als aardgas
	Discussie range	100-800	10	45-270	idem, wel SCR of geen NSCR mogelijk
Kalkproductie	Low-NO <sub>x</sub> brander geen BAT	(300-5000)	10	(140-2300)	naar g/GJ als aardgas
Glas	Verpakkings- en vlakglas etc.	500-700	8	190-270	naar g/GJ als aardgas
	Continuevezel	500-700	8	190-270	idem, (0,5-1,5 kg/ton glas bij oxifuel)
	Huishoudglas	500-700	8	190-270	idem, (0,5-1,5 kg/ton glas bij oxifuel)
	Steenwol in koepelovens				gangbaar 0,5 kg/ton smelt
Chemische industrie	Gas gestookte in ketel/heater	20-150	3	6-150	hoge waarde voor kleine installaties die NSCR gebruiken
	Vloeistof gestookte ketel/heater	55-150	3	16-87	hoge waarde voor kleine installaties die NSCR gebruiken
Metaalindustrie	Verhitting voor warm walsen	250-400	3	70-110	indien geen luchtvoorverwarming
	Thermische nabehandeling koud gewalst staal	250-400	3	70-110	indien geen luchtvoorverwarming
	Metaal coating en nabehandeling	250-400	3	70-110	indien geen luchtvoorverwarming
IJzerproductie	Ondervuring cokesfabriek	500-770	5 ?	160-240	naar g/GJ als aardgas zuurstofgehalte uit NeR.
	Windverhitters hoogovens	350	3	100	
Raffinaderijen	NO <sub>x</sub> bubble strengste voorstel	70-150	3	20-42	naar g/GJ als gas (geen overeenstemming)
	NO <sub>x</sub> -bubble huidige situatie	200-500	3	56-140	naar g/GJ als gas (geen overeenstemming)
	Catcracker met CO-boiler	100-300			range in BREF 100-500 mg/m <sup>3</sup>
	Catcracker met volledige verbranding	40-150	2		range in BREF 10-450 mg/m <sup>3</sup>
	Ketels en fornuizen op gas	20-150	3	6-42	2 landen vonden maximaal 100 mg/m <sup>3</sup>
	Ketels en fornuizen op olie	55-300	3	16-87	range 100-200 tot 200-400 mg/m <sup>3</sup>
	Gasturbines	20-75	15	17-63	20 is aardgas 75 is klein instal. en raff.gas

De BREF-documenten zijn te vinden op de IPPC-site (IPPC, 2003). Op de site van Vito in België is van een aantal documenten een Nederlandstalige toelichting te vinden (Vito, 2003).

Een document wat nog niet gereed is, gaat over de grote vuurhaarden. Hierbij is in de IPPC-richtlijn een ondergrens gesteld van 50 MW<sub>th</sub>. In het concept document is al wel een voorstel gedaan van wat BAT is. Een overzicht van een aantal emissie-eisen is opgenomen in Tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Emissie-eisen van BAT in (concept) BREF-document grote vuurhaarden*

Grote installatie	Type en brandstof	NO <sub>x</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	[% O <sub>2</sub> ]	BAT [g NO <sub>x</sub> /GJ]	Opmerkingen
Grote vuurhaarden	Installaties > 50 MW <sub>th</sub>				document nog niet definitief
50-100 MW	Poederkool en wervelbed	200-300	6	72-108	steenkool en bruinkool
100-300 MW	Poederkool en wervelbed	100-200	6	36-72	steenkool en bruinkool
>300 MW	Poederkool en wervelbed	100-200	6	36-72	
>300 MW	bestaand				
>300 MW	Poederkool (nieuw)	90-150	6	32-54	steenkool
>300 MW	Poederkool (nieuw)	100-150	6	23-72	bruinkool
>300 MW	Wervelbed (nieuw)	50-150	6	18-54	steenkool en bruinkool
	Biomassa en turf	zie BREF			
50-100	Oliestook bestaand	200-300	3	58-78	
100-300	Oliestook bestaand	100-200	3	29-58	
>300	Oliestook bestaand	50-150	3	15-44	
50-100	Oliestook nieuw	150-250	3	44-73	
>100	Oliestook nieuw	50-150	3	15-44	
	Gasturbines nieuw (gas)	20-50	15	17-42	ook bestaand met Low-NO <sub>x</sub> premix brander
	Gasturbines bestaand (gas)	50-75	15	42-63	zie hierboven
	STEG-installatie	20-50	15	17-42	low-NO <sub>x</sub> verbrandingskamer
	STEG-installatie met water/stoom injectie	75	15	63	met water en stoominjectie
	STEG met bijstook	zie 2 hierboven	?		O <sub>2</sub> -gehalte installatie afhankelijk
	Gasmotor	20-50	15	17-42	let op dit gaat om installaties groter dan 50 MW <sub>th</sub>
	Ketel op gas nieuw	<50	3	<14	voor gas bij raffinaderijen zie BREF-refineries
	Ketel op gas bestaand	50-80	3	14-22	voor gas bij raffinaderijen zie BREF-refineries

#### 4.3.5 Het effect van BREF op kleine bronnen

##### *Alleen naar directe effect op NO<sub>x</sub> gekeken*

Veel BREF-documenten geven aan dat bepaalde energiebesparingsopties tot BAT behoren. Ook worden soms productieprocessen met BAT gekarakteriseerd. Tenslotte wordt WKK soms ook als BAT gedefinieerd. Het zal duidelijk zijn dat energiebesparing tot vermindering van brandstofverbruik en bij gelijkblijvende technologie ook tot minder NO<sub>x</sub>-uitstoot zal leiden. Ook kunnen andere productieprocessen ook tot een andere energieverbruikpatroon leiden en zo ook tot een andere NO<sub>x</sub>-uitstoot.

Om verschillende redenen is alleen naar directe NO<sub>x</sub>-reductie gekeken en zijn deze mogelijk optredende effecten niet nader onderzocht:

- De omvang van de werkzaamheden in het kader van dit project zou factoren groter zijn.
- Maatregelen die direct op NO<sub>x</sub> aangrijpen hebben een veel groter effect, deze reduceren NO<sub>x</sub> al snel met 40%-60% (bijvoorbeeld Low-NO<sub>x</sub> brander of NSCR), terwijl een energiebesparingsmaatregel in een proces die 20% energiebesparing op het totale verbruik oplevert extreem hoog is.



- Veel BAT-technologie rond productieprocessen heeft betrekking op afvalwater, luchtverontreiniging, of vermindering van afval en heeft dus weinig NO<sub>x</sub>-effect. Ingrijpende wijzigingen worden vaak alleen bij nieuwbouw als BAT beschouwd, gezien het tempo van industriële vernieuwing is het effect hiervan pas op de langere termijn zichtbaar (nog weinig effect in 2010).

#### *Installaties niet onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem*

In oktober 2007 moeten bestaand installaties voldoen aan de eisen die in de BREF-documenten als BAT zijn geïdentificeerd. Nieuwe en ingrijpend gewijzigde installaties moeten direct voldoen. Dit project richt zich alleen op installaties die niet mee doen aan het NO<sub>x</sub>-handelssysteem.

De uitstoot van industriële installaties exclusief gasmotoren, die niet onder het NO<sub>x</sub>-handels-systeem zullen vallen bedraagt in 2000 4,1 kton. Omdat er geen maatregelen aangetroffen zijn in de BREF-documenten die zich richten op de categorie gasmotoren is het potentieel effect van de BREF's op de kleine bronnen is derhalve beperkt tot deze 4,1 kton. Op basis van de bestudeerde BREF-documenten wordt geconcludeerd dat de IPPC-richtlijn een additionele reductie bij kleine bronnen oplevert die in 2010 tussen 0,5 en 0,05 kton NO<sub>x</sub> ligt.

Gebrek aan gegevens maakt het niet mogelijk om een hardere inschatting van de emissies en het reductie-effect te geven. Voor een exacte inschatting is het namelijk nodig om de fysieke productie per locatie te weten, het type proces, het brandstofverbruik verdeeld over de diverse energie-installaties (en het totale vermogen) en de diverse huidige emissiefactoren. En dat dan voor alle bedrijven die onder een bepaalde BREF vallen. Voor situaties waar (een deel) van deze gegevens wel openbaar zijn betreft het meestal milieujaarverslagen van bedrijven die onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem komen te vallen.

Plaatsen waar de IPPC-richtlijn effect heeft zijn:

- Installaties met een hoge specifieke NO<sub>x</sub>-uitstoot en relatie tot het brandstofverbruik (hoge temperatuur toepassingen zoals bij de productie en bewerking van glas en metaal het geval is) en die (net) niet onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem vallen. In de BREF van smederijen zijn geen NO<sub>x</sub>-eisen geformuleerd en een BREF over keramiek (waarschijnlijk incl. steenbakkerijen) is er nog niet
- Ontmoediging van het gebruik van (hoogzwavelige) zware stookolie, zoals genoemd in het document bij smederijen.
- Op plaatsen waar de BREF-documenten duidelijker aangeven dat NO<sub>x</sub>-maatregelen genomen moeten worden (bijvoorbeeld de toepassing van Lage-NO<sub>x</sub> branders bij ketels <10 MW bij kleine chemische bedrijven waarvoor vergunning verleend is tussen 1992 en 1998).
- Plekken waar de vergunningverlener het bedrijf vraagt om te kijken of toch niet een waarde gehaald kan worden die op een andere plek wel gehaald kan worden (andere sector, grotere installatie). Een voorbeeld hiervan is een Lage-NO<sub>x</sub> brander bij een gasturbine.

Zeker in deze laatste twee situaties speelt initiatief van de vergunningverlener een belangrijke rol. De rol van de vergunningverlener is ook essentieel als het gaat om de afweging over het voorschrijven van energiebesparingsmaatregelen of het afwegen of het milieumanagement bijvoorbeeld via milieuzorgsystemen voldoet.

## 5. SECTOREN

Zoals in Hoofdstuk 2 al aangegeven is het energieverbruik van de diverse installaties een belangrijk gegeven voor de bepaling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot. In deze paragraaf zal het brandstofverbruik en in sommige gevallen ook de bijbehorende NO<sub>x</sub>-uitstoot van een aantal sectoren nader worden bekeken.

### 5.1 Huishoudens/Consumenten

In Tabel 5.1 is een overzicht gegeven van het netto verbruik zoals het CBS dit opgeeft en van de ruwe berekeningsresultaten uit de referentieraming (Ybema, 2002). Wat direct opvalt is dat het verbruik van met name aardgas in 2000 van de referentieraming aanzienlijk boven het CBS-cijfer ligt. Wordt op de statistische waarden echter een correctie voor buitentemperatuur (hier de ECN correctie) dan is het verschil veel kleiner. Het jaar 2000 was namelijk een erg warm jaar. Verder valt op dat in de energiestatistiek geen duurzame energie is opgenomen (heeft het CBS een aparte statistiek voor) en dat niet alle details (kleine brandstofstromen) in de ECN modellen zijn opgenomen.

Tabel 5.1 *Statistiek en referentieraming naast elkaar*

Sector Huishoudens	CBS	ECN	Referentieraming	
Jaar	2000	temp correctie 2000	2000	2010
<i>Brandstofverbruik</i>				
Steenkool en bruinkool	0	0	0	0
L.P.G., propaan, butaan	1		1	1
Petroleum	1			
Gas-,diesel-,stookolie < 15cSt	2		1	1
<i>Totaal aardolieproducten</i>	4	4	2	2
Aardgas	334	387	393	365
Duurzaam (hout)	niet aanwezig	niet aanwezig	14	13
Totaal brandstof	337	391	410	380
<i>Overige</i>				
Zon en wind	niet aanwezig	niet aanwezig	0	1
Elektriciteit	79	79	78	92
Stoom en/of warm water	6	8	7	9
Totaal energiedragers	422	477	495	482

Het brandstofverbruik is verdeeld over diverse installaties die alle een specifieke emissiefactor hebben. Door overheidsmaatregelen of technisch ontwikkelingen kan deze emissiefactor in de loop van de tijd veranderen. In Tabel 5.2 is het totaal aangegeven van het brandstofverbruik vermenigvuldigd met de diverse emissiefactoren. De gepresenteerde cijfers hebben betrekking op het jaar 2000 met ECN-emissiefactoren (aangeduid met CBS 2000), het jaar 2000 van de referentieraming met een energieverbruik dat gecorrigeerd is voor de warme winter en 2010. Voor meer details wordt verwezen naar de spreadsheet waarin deze berekening is uitgevoerd. In toelichting op de spreadsheet staan in Bijlage D van dit document. In de uitkomsten van het rekenstelsel dat voor de referentieraming gebruikt worden staan gasmotoren aangegeven voor de sector huishoudens. Het is (op dit moment) niet geheel duidelijk of deze gasmotoren in de statistieken bij de sector huishoudens of de energiedistributiebedrijven staan. Worden deze niet tot de huishoudsector gerekend dan is de emissie in 2000 16 kton en temperatuur gecorrigeerd 18,4 kton. Door het toenemend gebruik van HR-ketels met een NO<sub>x</sub>-arme brander daalt de emissie in 2010 naar 12,7 kton.

Tabel 5.2 *NO<sub>x</sub>-uitstoot bij huishoudens [kton]*

Jaar	CBS	Referentieraming	
	2000	2000	2010
NO <sub>x</sub> -uitstoot in kton	16,8	19,2	13,8
w.v. mogelijk energiedistributie	0,8	0,8	1,1
Minimaal Huishoudens	16,0	18,4	12,7

TNO (Soest-Vercammen, 2002) noemt op pagina 18 voor het jaar 2000 17,1 kton NO<sub>x</sub> bij een statistisch brandstofverbruik van 337 PJ. Aan het brandstofverbruik is te zien dat bij TNO hout ontbreekt (hier 1,1 kton NO<sub>x</sub>). Wordt dit toegevoegd dan komt TNO tot 18,2 kton versus de 16,0 die ECN voor 2000 berekend op basis van het CBS-cijfers. ECN heeft hierbij in de meeste gevallen dezelfde emissiefactoren als TNO gebruikt. De oorzaak van het verschil van bijna 2 kton is niet geheel duidelijk.

Binnen de huishoudsector vindt wat NO<sub>x</sub> betreft een grote verandering plaats. Oude CV-ketels worden vervangen door moderne HR combiketels met een veel lagere emissie. Deze HR-ketels voldoen soms al aan veel strengere emissie-eisen dan volgens de huidige typekeuringsregeling voorgeschreven is, terwijl anderen de eisen net kunnen halen. In een sterk veranderende situatie is het moeilijk om de NO<sub>x</sub>-emissie goed in te schatten. De range in 2000 wordt dan ook ingeschat op 2,7 kton (CBS, 2000) en circa 3,5 na temperatuur correctie (Referentieraming, 2000). In 2010 heeft de transformatie voor een groot gedeelte plaatsgevonden. De onzekerheid wordt dan vooral bepaald door het eindniveau dat het CV-ketel park bereikt heeft: welke branders komen het meeste voor en hoever ligt de emissie onder de norm. Deze technische onzekerheid wordt op circa 3,8 kton ingeschat.

Andere onzekerheden betreffen de nauwkeurigheid van de energiestatistieken (plus of min 1%) en de nauwkeurigheid van de gebruikte forse temperatuur correctie (plus of min 3% in referentieraming 2000). De onzekerheid in scenario ontwikkelingen is in deze sector beperkt.

## 5.2 Diensten, overheid, land en tuinbouw en bouwbedrijven

Wat omvang van NO<sub>x</sub>-emissies betreft zijn de sectoren, diensten, overheid, land- en tuinbouw en bouwbedrijven net iets groter dan de sector huishoudens. De aanpak om de emissie te bepalen is sterk vergelijkbaar met huishoudens en zal daarom niet opnieuw worden beschreven.

### *Speciale aspecten*

Bij de bouwbedrijven en bij de land- en tuinbouw worden veel mobiele bronnen gebruik (trekkers, wegebouwmachines, grondverzetmachines, etc). In de energiestatistieken wordt het oliegebruik van deze mobiele werktuigen niet apart gehouden van het oliegebruik voor verwarmingsdoeleinden. Na aftrek van het verbruik van mobiele werktuigen, dat met een behoorlijke onzekerheid op een andere manier is bepaald, resteert een restpost van oliegebruik. Er is vanuit gegaan dat dit in een olietel gestookt wordt. Daar komt nog bij dat het niet altijd duidelijk is bij welke sectoren bepaalde oliestromen worden afgezet. Door het CBS worden hier wel verdeelsleutels voor gehanteerd. De onnauwkeurigheid van het oliegebruik in ketels, in een bepaalde sector van de overige eindverbruikers is daardoor erg groot. Toch wordt dit verbruik opgenomen, omdat dit anders weg zou vallen bij de bepaling van de NO<sub>x</sub>-emissie.

Een zeer grote bron van NO<sub>x</sub>-emissie betreft de gasmotoren. Deze WKK-installaties staan bij de diverse bedrijven om daar in de vraag naar warmte te voorzien. De daarbij geproduceerde elektriciteit wordt zelf gebruikt of aan het net geleverd. Dat ook elektriciteit geproduceerd wordt heeft er toe geleid dat er sinds 1990 door energiebedrijven in een Joint Venture constructie gasmotoren bij eindverbruikers worden geplaatst. De bedrijven kopen dan de warmte aan. In de ECN modellen zitten deze joint ventures bij de sector die de warmte afneemt. In de statistieken bij de distributiebedrijven (of bij grote WKK-installaties bij de 'decentrale opwekking'). Op ba-

sis van hoofdeigenaar worden de gasmotoren ten behoeve van de NO<sub>x</sub>-berekening over de sector of het distributiebedrijf verdeeld. Er was hierbij eerst geen onderscheid gemaakt naar de leeftijd van de installaties en NO<sub>x</sub>-emissiefactor. Voor 2000 zijn NO<sub>x</sub>-emissie factoren van TNO (Soest-Vercammen, 2002) gebruikt, voor 2010 door ECN aangepaste waarden. In een later stadium zijn op basis van parkopbouw voor de energiesector nieuwe emissiefactoren (ook voor 2000) berekend. De NO<sub>x</sub>-emissie van gasmotoren is substantieel. In totaal gaat het in deze sectoren om 18 kton in 2000 en 16 in 2010, waarvan circa 45% aan de energiedistributiebedrijven worden toegekend. De specifieke NO<sub>x</sub>-emissie van gasmotoren is, als gevolg van wetgeving, in de loop van de tijd substantieel veranderd. Dit maakt het erg moeilijk om de exacte hoogte van de NO<sub>x</sub>-emissie vast te stellen (vergelijkbaar met CV-ketels in de overige paragraaf). Een tweede complicerende factor is de lange levensduur van dit type installaties. De onzekerheid is daarom in 2010 nog steeds aanwezig. Tenslotte is het moeilijk om goed zicht te houden op gasmotoren bij de diverse bedrijven. Er lopen aparte inventarisatie projecten om dit zo goed mogelijk in kaart te brengen (COGEN, 2003). Door de wisseling van bedrijven van eigenaar, en het feit dat een bedrijf de gasmotor zelf uit bedrijf kan nemen (of niet laat repareren), is dit een blijvend probleem<sup>5</sup>. Dat de onzekerheden groot zijn bleek na het afronden van de voorliggende rapport. Nieuwe gegevens maken duidelijk dat de uitstoot lager is als hier aangegeven. Zie hiervoor het naschrift bij de conclusies in Paragraaf 6.3.

Een aantal bedrijven in de afvalbranche produceert een eigen brandstof. Het gaat hierbij om stortgas (uit afvalstortplaatsen), gistingsgas uit GFT-afval of mest (optie voor de toekomst), en gistingsgas uit slib van waterzuiveringsinstallaties. Het gas wordt gestookt in gasmotor WKK-installaties, gasmotoren (die alleen elektriciteit maken of alleen kracht leveren) of ketels (waarvan ook een deel in andere sectoren) of opgewerkt worden tot aardgaskwaliteit en aan het aardgasnet geleverd. Hoewel het om een kleine hoeveelheid gas gaat, levert het gebruik van gasmotoren hierbij toch een hoge NO<sub>x</sub>-uitstoot op. Totaal volgens ECN zo'n 2 kton. In 2010 is dit door vervanging van gasmotoren en andere oorzaken lager (1 kton).

Op de onzekerheid in de huidige emissiefactor van gasmotoren is al ingegaan. Ook de gebruikte temperatuurcorrectie levert hier een extra onzekerheid op. In de terugvertaling van de ECN berekeningen naar de statistieken over het jaar 2000, is de temperatuurcorrectie volledig via de gasketels verwerkt en niet via de gasmotoren. Voor bouwbedrijven, diensten (zonder afval) en overheid komt de NO<sub>x</sub>-emissie in 2000 volgens ECN uit op 25,9 kton en volgens TNO (Soest-Vercammen; 2002) op 21,6 kton. Het verschil van 4,3 kton zal voor een belangrijk deel door de gasmotoren veroorzaakt (moeten) worden. Behalve onzekerheid over de emissiefactor, gaat het hierbij ook om onzekerheid over het brandstofverbruik.

Voor de toekomst speelt ook nog een extra onzekerheid rond de scenario ontwikkelingen. De glastuinbouw, de grootste verbruiker in de agrarische sector, heeft een onzeker toekomstbeeld. Zowel een forse verhoging van het energiegebruik als een krimp zijn denkbaar. Ook bij de dienstensector is een grote groei voorzien. Ook deze kan lager uitvallen (minder werknemers, minder brandstofverbruik). Deze scenario onzekerheden betreffen circa 10% van de bijbehorende NO<sub>x</sub>-emissie in 2010.

### 5.3 Kleine bronnen in de industrie

In de periode 1974-1980 heeft in het kader van de emissieregistratie een uitgebreide inventarisatie plaatsgevonden van alle industriële installaties bij bedrijven met meer dan 10 werknemers (van Wees, 1983). Van deze inventarisatie is een anoniem bestand gemaakt waarmee overzicht-

---

<sup>5</sup> Dit heeft ook effecten op de NO<sub>x</sub>-uitstoot van de statistiek. Voor kleine bronnen wordt deze bijgeschat op basis van het brandstofverbruik waarover in milieujarverslagen niet gerapporteerd wordt. Indien niet duidelijk wel deel van dit resterende verbruik in gasmotoren gaat, is het ook niet mogelijk om een goede gemiddelde emissiefactor te bepalen.

ten over de installaties gemaakt kunnen worden. Zie bijvoorbeeld Tabel 5.3. Nadien zijn in emissie-inventarisaties alleen de grote bronnen meegenomen.

Tabel 5.3 *Overzicht industriële installaties naar vermogenklasse (1974-1980)*

Industriële sector	Installaties < 20 MW			Installaties >20 MW			Aandeel < 20 MW	
	[TJ] verbruik	aantal	[%] verbruik	[TJ] verbruik	aantal	[%] verbruik	in verbruik	in aantal
Voeding	27710	2355	23	30196	79	6	48	97
Textiel	4547	278	4	2502	13	1	65	96
Papier	4885	117	4	16033	22	3	23	84
Overige industrie	287	90	0	0	0	0	100	100
Metaal en elektro	11396	2939	10	5384	22	1	68	99
Hout en meubel	1515	606	1	308	2	0	83	100
Grafisch	1203	382	1	174	1	0	87	100
Garen vezel en rubber	3206	192	3	7548	19	2	30	91
Chemie	20657	739	17	215668	127	46	9	85
Bouwmaterialen	27288	926	23	10030	7	2	73	99
Basismetaal	4880	171	4	39897	32	9	11	84
Aardolie	10906	262	9	139897	73	30	7	78
Totaal	118479	9057	100	467637	397	100	20	96

In het kader van de emissieregistratie zijn in 1995 ook verbrandingsinstallaties geïnventariseerd. Over 1995 zijn van 485 bedrijven gegevens beschikbaar. Het gaat over 2093 installaties met een totaal brandstofverbruik van circa 1160 PJ (dit is inclusief elektriciteitscentrales). Waarvan 1376 met een kleiner vermogen dan 20 MW<sub>th</sub> en een brandstofverbruik van circa 95 PJ (zie Tabel 5.4). Hiertussen zitten 26 gasmotoren (incl drie op biogas) en 7 dieselmotoren (waarvan 4 met weinig bedrijfsuren).

Tabel 5.4 *Industriële installaties < 20 MW<sub>th</sub> in de emissieregistratie 1995 naar type brandstof*

Brandstof	Inzet [TJ]	Aantal	[TJ/installatie]
Aardgas (Slochteren)	63820	1040	61
Ander aardgas	6851	62	111
Raffinaderijgas	6649	48	139
Restgas (calorische waarde >25 MJ/m <sup>3</sup> )	5267	41	128
Zware stookolie	2546	53	48
Fosforovengas	2034	3	678
Waterstof	1680	7	240
Restvloeistof	1575	20	79
Hout en houtmot	902	7	129
HBO-II en lichte olie	775	47	16
Kooksovgas	684	4	171
Kolen	675	6	113
Biogas	660	22	30
Afgewerkte olie	263	7	38
Bruinkool	164	5	33
LPG	15	2	7
Propan	5	2	3
Totaal	94565	1376	69

In Tabel 5.3 zijn 7228 installaties aanwezig die kleiner zijn dan 2 MW (22 PJ verbruik) in Tabel 5.4 slechts 364 (8 PJ verbruik). Een verschil van 6864 installaties en 14 PJ. In de klasse tussen 2 en 3 MW gaat het om een verschil van 409 installaties (563-155) en 20 PJ. Daarnaast zijn er nog 588 installaties tussen de 3 en 20 MW die blijkens de overzichten niet bij sterk vervuilende be-

drijven stonden (en wellicht in de 1995 inventarisatie niet zijn opgenomen) Deze verbruikten 25 PJ. Zou Tabel 5.4 met deze cijfers worden aangevuld dan levert dit 9237 installaties met een verbruik van 154 PJ op. Wordt gekeken naar het aantal industriële bedrijven (zo een 45.000) en het aantal installaties dan wordt duidelijk dat veel ruimteverwarmingsinstallaties missen. Het verbruik hiervan wordt op 10 PJ geschat (marge 3 tot 15). Het totaal zou hiermee op 165 PJ komen.

Van de bedrijven in de emissieregistratie kan nog gekeken worden in hoeverre alle installaties in de inrichting onder de 20 MW blijven (53 PJ verbruik) en in hoeverre het totaal vermogen beneden de NO<sub>x</sub>-handelsgrens van 20 MW blijft (20 PJ). Zie ook Tabel 5.5.

Tabel 5.5 *Bepaling bedrijven niet in NO<sub>x</sub>-handelssysteem maar wel in emissieregistratie 1995*

	Bedrijven	Installaties	Verbruik
Alle installaties (95)	489	2093	1160
waarvan < 20 MW <sub>th</sub>		1376	95
Bedrijven alle installaties <20 MW	342	962	53
Bedrijven som installaties <20 MW	312	464	20

Indien de emissieregistratiegegevens uit 1974-1980 gecombineerd zouden mogen worden met de gegevens uit 1995 dan is het verbruik door kleine bronnen, die niet aan het NO<sub>x</sub>-handelssysteem meedoen circa 20+14+20+12,5 (aannahme 50% valt af)+10= 76 PJ.

De eerste stap in de analyse ten behoeve van de sectoren die ook emissiehandel doen is het bepalen van het brandstofverbruik voor de kleine bronnen. Volgens (Velde, 2002) levert het 'Stork-3' rapport een brandstofverbruik op in 1995 van 1150 PJ (incl. 38 PJ) procesemissies. Dit kan vergeleken worden met de Nederlandse Energiehuishouding van het CBS in 1995. Hiervoor is de inzet van kolen, olie, gas en fermentatiegas genomen voor inzet in WKK en voor finaal energetisch verbruik van de energiebedrijven (Tabel 2.0) en de industrie (Tabel 3.1). Dit levert in 1995 een totaal op van 1277 PJ wat nog vermeerderd kan worden met vuilverbranding (circa 25 PJ) tot 1302 PJ. Na aftrek van de genoemde 1150 PJ en een door ECN geschat verbruik van gasmotoren in de energiesector van 26 PJ resteert een post van 126 PJ. Als alle cijfers correct zouden zijn en juist geïnterpreteerd, zou dit het verbruik van kleine industriële bronnen zijn. Wordt in meer detail naar de cijfers van (Velde, 2002) gekeken dan blijkt het verbruik in de basismetale 63 PJ (waarvan 26 PJ procesemissie) te zijn. Het verbrandingsgedeelte zou kunnen kloppen met het CBS als alleen naar de ferro industrie gekeken wordt, maar dan ligt de procesemissie met 56 PJ wel 30 PJ hoger als in het 'Stork-3' is aangegeven. Wordt deze 30 PJ verrekenend met de genoemd 126 dan resulteert 96 PJ voor de kleine bronnen bij de industrie en de energiebedrijven. Wellicht dat er nog wat andere posten niet in het Stork-3 rapport opgenomen zijn, zoals bijvoorbeeld off-shore olie- en gaswinning. De 96 PJ moet dan ook gezien worden als een maximumschatting voor 1995.

Er is bij de bepaling van het brandstofverbruik van bedrijven betrokken bij emissiehandel ook gekeken naar het jaar 2000 en 2010 in relatie tot de referentieraming (Ybema, 2002). Ten behoeve van werkzaamheden van DHV (Velde, 2002) zijn door ECN cijfers uit de C balans (zie Tabel 3.1) geleverd, waarbij tevens is aangegeven welke hoeveelheid brandstof is ingezet voor WKK. De cijfers zijn opgesplitst naar de sectoren elektriciteitscentrales, raffinaderijen, chemie, basismetale, overige industrie. Omdat vooral de groeifactoren zijn overgenomen en niet de feitelijke uitkomsten grote installaties (Velde, 2002), is het niet mogelijk om voor 2010 ook een simpele aftreksom te maken. Tussen 1995 en 2010, zal het verbruik voor de kleine industriële bronnen met circa 14% toenemen (marge 6 tot 22%). In 2000 ligt het verbruik rond de 90 (marge 20%); in 2010 rond de 100 (marge 30%).

Uiteindelijk is er nog een derde methode gebruikt om het verbruik van kleine bronnen te bepalen. Hierbij is per sector het brandstofverbruik in het bestand van de emissieregistratie vergele-

ken met het totale verbruik van de sector. De aanname die hierbij gehanteerd is, is dat ontbrekende verbruiken aan kleine bronnen toe te wijzen waren. Boven op de 20 PJ die al in het bestand zat werd zo bijgeschat: 27 PJ bij voedingsmiddelen, 5 PJ bij textiel, 4 PJ bij papier en grafisch, 12 PJ bij bouwmaterialen, 4 PJ bij producten uit kunststof en rubber en daarna nog wat kleinere verbruiken bij andere sectoren. Uiteindelijk telde dit op tot 78 PJ (exclusief gasmotoren), wat opgeschaald is naar 86 PJ in 2000.

Het ingeschatte verbruik moet daarna nog verdeeld worden over type installaties en brandstoffen. Uit de inventarisatie van WKK-installaties is redelijk goed bekend hoeveel gasmotoren er in de industrie staan. Ook zijn er in eerdere studies inschattingen gemaakt van stand alone gasmotoren (kroon, 2000). Voor de andere installatiesoorten is per sector gekeken naar de installaties <20 MW waarover informatie beschikbaar was, naar het totale verbruik van de alle installaties in het gegevensbestand en naar het totale verbruik van de sector volgens de statistiek. Het verschil tussen het totale verbruik volgens de statistiek en het totale verbruik in het gegevensbestand vormt, volgens de hierboven genoemde derde methode, de ontbrekende kleine bronnen. Bij de typering hiervan is gekeken naar de kleine installaties in de sector waar wel gegevens van waren, met daarbij meegenomen dat vooral veel verwarmingsinstallaties ontbreken. Sectoren met veel ontbrekende installaties zijn voedingsmiddelen en bouwmaterialen en in mindere mate papier en textiel. Het gaat hierbij met name om lage temperatuur installaties als ketels en drogers op aardgas. De bijschatting van deze installaties bedraagt ruim 81% (19% in databestand 1995, 81% niet). Van alle andere installaties is de bijschatting samen circa 50% (de helft van de installaties zit in het databestand).

Uiteindelijk resulteert een overzicht van het brandstofverbruik van kleine bronnen (< 20 MW) bij vestigingen met minder dan 20 MW aan totaal vermogen volgens Tabel 5.6. Gasmotoren geplaatst bij energiebedrijven zijn hierin niet opgenomen. De bijschatting bij ovens en drogers gaat uiteindelijk over 2,5 kton. Bij de overige -niet gasmotorinstallaties gaat het om 0,5 kton. Emissiefactoren zijn afkomstig van TNO (Soest-Vercammen, 2002), door ECN zelf bepaald en in 1 geval een gemiddelde op basis van de BREF van smederijen.

Tabel 5.6 *Inschatting brandstofverbruik en NO<sub>x</sub>-emissie kleine industriële installaties*

Type verbruikende installatie	Brandstof verbruik [PJ]		Emissie-factor in [g/GJ]		NO <sub>x</sub> -uitstoot	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Ketels en drogers	73,5	82,3	42	21	3,09	1,70
Verbranding	0,7	0,8	66	58	0,05	0,05
Procesfornuizen chemie	3,2	3,5	51	37	0,16	0,13
Zware olie	2,1	1,2	66	58	0,14	0,07
Hoge temperatuur	3,0	3,3	95	70	0,29	0,23
bouwmaterialen (deel glas)						
Hoge temperatuur metaal (deel ijzer)	2,5	2,8	126	70	0,32	0,19
Biomassa	0,6	0,7	66	58	0,04	0,04
Lichte olie	0,4	0,4	60	47	0,02	0,02
Gasturbine	0,2	0,2	65	65	0,01	0,01
WKK met gasmotor (eigendom industrie)	2,7	2,7	458	254	1,25	0,69
Stand alone aardgas	0,6	0,6	500	332	0,28	0,18
Totaal	89	98	63	34	5,63	3,31

De emissie van kleine de kleine industriële bronnen komt, inclusief WKK van joint ventures daarmee op 6,2 kton in 2000 (3,6 in 2010; verschil met Tabel 5.6 zijn de joint ventures).

De emissie van de distributiebedrijven uit gasmotoren bedraagt 6,1 kton (7,9 in 2010). Samen met de industrie komt uit op 13,7 kton (11,2 in 2010). Het kan zijn dat hier nog 0,8 kton in 2000 en (0,4 kton in 2010) bij opgeteld moet worden in verband met het verbranden van stortgas (staat in deze notitie nog bij de dienstensector). De emissieregistratie komt voor deze installaties volgens mededeling van het RIVM tot 10 kton in 2000. Ook het doel voor deze groep installaties dat in de documenten rond emissiehandel genoemd wordt is 10 kton.

De onzekerheid in de 2010 inschatting bedraagt circa 4 kton gerelateerd aan de gasmotoren bij de distributiebedrijven en 3 kton aan de industrie.



## 6. CONCLUSIES

### 6.1 NO<sub>x</sub>-emissie van kleine bronnen

In Tabel 6.1 is een overzicht gegeven van de resultaten van de analyse. Het gaat hierbij om de emissie van installaties op locaties met minder vermogen dan 20 MW<sub>th</sub>. De NO<sub>x</sub>-emissie van kleine bronnen in 2000 is circa 58 kton (en zou bij een normaal jaar, wat buitentemperatuur betreft 63 kton zijn geweest). De emissie daalt in 2010 naar 44 kton (zie ook het naschrift in Paragraaf 6.3). De voornaamste oorzaak van deze daling zijn de vervanging van huishoudelijke gewone CV-ketels en geisers door HR-(combi)-ketels die ontworpen zijn op een lagere NO<sub>x</sub>-uitstoot, een veronderstelde vervanging van oude gasmotoren en een doorzettende penetratie van (zeer) Low-NO<sub>x</sub> branders.

*Tabel 6.1 NO<sub>x</sub>-emissie kleine bronnen (overzicht resultaten) zie ook naschrift in Paragraaf 6.3*

Totaal NO <sub>x</sub> -uitstoot [kton/j]	2000 verbruik volgens CBS	2000 met temperatuur correctie	2010 referentie raming
Huishoudens	16,0	18,4	12,7
Bouwbedrijven	0,4	0,5	0,4
Diensten	11,2	12,5	8,3
Overheid	1,5	1,8	1,1
Landbouw	14,9	16,0	10,2
Subtotaal	44,0	49,1	32,6
Industrie kleine bronnen	5,6	5,6	3,3
Distributiebedrijven geplaatst bij:			
huishoudens	0,8	0,8	1,1
bouw	0,0	0,0	0,0
diensten	2,2	2,2	1,7
overheid	0,2	0,2	0,1
landbouw	6,5	6,5	4,9
industrie	0,6	0,6	0,3
Correctie gasmotor emissiefactor	-2,2	-2,2	-0,3
Subtotaal distributie bedrijven	8,1	8,1	7,9
Subtotaal industrie & energiebedrijven	13,7	13,7	11,2
Totaal kleine bronnen	57,8	62,9	43,8

De daling is onzeker in die zin, dat er:

- Nog geen wetgeving is die CV-ketels met een hogere specifieke NO<sub>x</sub>-emissie uitsluit; leeftijdsverlenging bij oude gasmotoren op kan treden (een aanscherping van de NO<sub>x</sub>-eisen zou een keuze tussen vervangen of voorzien van efficiënte uitlaatgasreiniging).
- Toepassing van Low-NO<sub>x</sub> branders deels afhangt van initiatief van de vergunningverlener. De IPPC-richtlijn kan hierbij soms een steuntje in de rug geven.

De analyse van ECN levert voor 2000 niet dezelfde cijfers op als de emissie-monitoring. Bij de huishoudens is de emissie bijvoorbeeld lager en bij de industrie hoger. Aangezien de aanpak van ECN anders is, is het ook te verwachten dat er verschillen optreden. Oorzaken zouden kunnen zijn: houtverbruik bij huishoudens, geen juist zicht op de het aandeel van gasmotoren in het brandstofverbruik, bijschatting van ontbrekende industriële emissie versus emissie van kleine industriële bronnen conform dit rapport. De aan de opdrachtgever afgeleverde spreadsheet geeft eenduidig aan hoe de hier gepresenteerde resultaten tot stand zijn gekomen.

De onzekerheid in de resultaten is vrij groot en loopt van 10 kton in 2000 op tot 20 kton in 2010. Van de 20 kton wordt ongeveer 25% veroorzaakt door onzekerheden in de scenario ontwikkeling. Daarnaast is er ook een toename door de technische onzekerheid omtrent het NO<sub>x</sub>-emissieniveau dat de installaties in 2010 bereiken.

## 6.2 Conclusies ten aanzien van de IPPC-richtlijn

De uitstoot van industriële installaties exclusief gasmotoren, die niet onder het NO<sub>x</sub>-handelsstelsel zullen vallen bedraagt in 2000 4,1 kton. Omdat er geen maatregelen aangetroffen zijn in de BREF-documenten die zich richten op de categorie gasmotoren is het potentieel effect van de BREF's op de kleine bronnen is derhalve beperkt tot deze 4,1 kton. Op basis van de bestudeerde BREF-documenten wordt geconcludeerd dat de IPPC-richtlijn een additionele reductie bij kleine bronnen oplevert die in 2010 tussen 0,5 en 0,05 kton NO<sub>x</sub> ligt.

Plaatsen waar de IPPC-richtlijn effect heeft zijn:

1. Installaties met een hoge specifieke NO<sub>x</sub>-uitstoot en relatie tot het brandstofverbruik (hoge temperatuur toepassingen zoals bij de productie en bewerking van glas en metaal het geval is) en die (net) niet onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem vallen. In de BREF van smederijen zijn geen NO<sub>x</sub>-eisen geformuleerd en een BREF over keramiek (waarschijnlijk incl. steenbakkerijen) is er nog niet
2. Ontmoediging van het gebruik van (hoogzwavelige) zware stookolie, zoals genoemd in het document bij smederijen.
3. Op plaatsen waar de BREF-documenten duidelijker aangeven dat NO<sub>x</sub>-maatregelen genomen moeten worden (bijvoorbeeld de toepassing van Lage-NO<sub>x</sub> branders bij ketels <10 MW bij kleine chemische bedrijven waarvoor vergunning verleend is tussen 1992 en 1998).
4. Plekken waar de vergunningverlener het bedrijf vraagt om te kijken of toch niet een waarde gehaald kan worden die op een andere plek wel gehaald kan worden (andere sector, grotere installatie). Een voorbeeld hiervan is een Lage-NO<sub>x</sub> brander bij een gasturbine.

Zeker in deze laatste twee situaties speelt initiatief van de vergunningverlener een belangrijke rol. De rol van de vergunningverlener is ook essentieel als het gaat om de afweging over het voorschrijven van energiebesparingsmaatregelen of het afwegen of het milieumanagement bijvoorbeeld via milieuzorgsystemen voldoet.

### *Overige opmerkingen*

De IPPC-richtlijnen hebben wel effect op installaties die onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem komen te vallen omdat in een aantal gevallen de IPPC-richtlijn extra maatregelen zal afdwingen. De omvang van dit effect is substantieel groter dan dat bij kleine installaties, waarbij wel opgemerkt moet worden dat ook de NeR hier al een rol speelt. Bij het opleggen van niveaus of maatregelen is er soms wel enige vrijheid voor de vergunningsverlener. In een aantal gevallen zijn de eisen in de NeR of BEES al strenger dan in de BREF-documenten.

Op verschillende plaatsen komt in de BREF-documenten naar voren dat er wel opties zijn, maar dat hier nog onvoldoende ervaring mee opgedaan is om dit BAT te noemen. Dit maakt het nut van demonstratieprojecten weer duidelijk. Voorbeelden hiervan zijn oxifuel bij glasproductie en diverse toepassingen van Lage-NO<sub>x</sub> branders, SCR of NSCR. Het verdient dan ook aanbeveling om in Europees verband een aantal van deze technieken op te pakken.

Er is soms een onevenwichtigheid tussen de diverse documenten. Bijvoorbeeld tussen afvalwater en afvalgas bij de chemische industrie en het document over raffinaderijen. Bij sterk vergelijkbare verbrandingsinstallaties ligt BAT in het ene document op een andere plaats dan in het andere document. Het lijkt er op dat economische motieven, rond de internationale concurrentiepositie, een rol in de documenten speelt.

### 6.3 Naschrift rond lagere emissie van gasmotoren

Na het afronden van dit rapport werden nieuwe maar nog voorlopige gegevens over het brandstofverbruik en de emissie van gasmotoren bekend<sup>6</sup>. Aangezien deze nieuwe gegevens grote invloed hebben op de berekende NO<sub>x</sub>-uitstoot van gasmotoren, en het rapport nog niet gepubliceerd was, is besloten om hier middels een naschrift aandacht aan te geven. In het nog niet gepubliceerde Gasunie rapport wordt melding gemaakt van een forse daling van de gemiddelde bedrijfstijd van gasmotoren als gevolg van ontwikkelingen op de elektriciteitsmarkt. Daarnaast blijkt er een sterke stijging te zijn van het gebruik van de uitlaatgassen van een gasmotor voor CO<sub>2</sub>-bemesting in de glastuinbouw. Om de uitlaatgassen hiervoor te kunnen gebruiken moeten ze eerst rookgasreiniging (NO<sub>x</sub>-verwijdering) plaatsvinden.

Tabel 6.2 NO<sub>x</sub>-emissie gasmotoren in 2010 bijstellingen en onzekerheden

	NO <sub>x</sub> -emissie in 2010 [kton]	Onzekerheid [kton NO <sub>x</sub> ]
Gasmotoren (industrie, energie en andere sectoren)	17,9	4,5
- Rookgasreiniging in de glastuinbouw	-2,0	1,5
- Gothenborg protocol (80 g/GJ)	-0,8	0,8
Gasmotoren bijgesteld voor beide effecten	15,1	
- Onzekerheid bedrijfstijd stel 30% minder	-4,5	4,0
- Discussie levensduur stel 15 i.p.v. gedifferentieerd 25 jaar	-4,0	4,0
Gasmotoren bepaling ondergrens in 2010	6,6	(-2+10)

De bovenste regel in Tabel 6.2 geeft de aanvankelijke inschatting van de NO<sub>x</sub>-uitstoot van alle gasmotoren weer. Een uitstoot van 17,9 kton, en uitgaande van correcte statistische gegevens, een onzekerheid van 4,5 kton. Rookgasreiniging bij gasmotoren in de glastuinbouw was op basis van de vorige gasmotorinventarisatie nog verwaarloosbaar, maar blijkt nu toch een hoge vlucht te nemen. Of dit zo snel toe blijft nemen en of de emissiefactor zo laag blijft als de 20 g/GJ die nu gehanteerd wordt (katalysator systemen verouderen) is nog onzeker. De eis voor nieuwe gasmotoren uit het Gothenborg-protocol (UNECE-afspraken over o.a. NO<sub>x</sub>-emissie plafonds) was door ECN nog niet meegenomen. Aangezien Nederland deze nog niet ingevoerd heeft, is dit ook nog onzeker. Per saldo zal dit tot een bijna 3 kton lager NO<sub>x</sub>-emissie in 2010 leiden.

Voorlopige CBS-cijfers laten zien dat de bedrijfstijd van gasmotoren, en dus ook het brandstofverbruik tussen 1997 en 2000-2002 behoorlijk gedaald is<sup>7</sup>. Op dit moment is het niet duidelijk of het om een tijdelijke dip gaat of een structurele wijziging. Mocht ook in 2010 de bedrijfstijd fundamenteel lager liggen, dan is de NO<sub>x</sub>-uitstoot van gasmotoren ook lager dan hier ingezet<sup>8</sup>. Een tweede punt van discussie betreft de levensduur. Van uit de sector (PLAGAMO: Platform Gasmotoren) is aangegeven dat de door ECN gebruikte levensduur van 25 jaar te hoog is. In NO<sub>x</sub>-termen vertaald: welk aandeel van de gasmotoren in 2010 komt nog van gasmotoren van voor 1994 (met een veel hogere NO<sub>x</sub>-emissie). ECN gaat er van uit dat er in ieder geval 1 revisie plaatsvindt en bij een deel wellicht mogelijk meer<sup>9</sup>. Als gevoeligheidsanalyse is hier het effect aangegeven als gasmotoren maximaal 15 jaar mee zouden gaan. De NO<sub>x</sub>-emissie valt dan 4 kton lager uit.

<sup>6</sup> Dijk, G.H.J. van (2003): Inventarisatie CH<sub>4</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissiereductie voor gasmotoren (versie definitief), Gasunie, 2003.

<sup>7</sup> Waarschijnlijk zit ook in 1997 al een beperkte meetfout.

<sup>8</sup> De vermindering van elektriciteit- en warmteproductie door gasmotoren zal, om aan te energievraag te voldoen, wel gecompenseerd moeten worden door andere installaties. De specifieke emissie van deze andere installaties ligt echter over het algemeen lager, waardoor er per saldo een daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot plaatsvindt.

<sup>9</sup> <http://www.ptac.org/eet/dl/presentation%2019.pdf> noemt bijvoorbeeld een levensduur van meer dan 30 jaar. De WKK van de universiteit van Utrecht is na 18 jaar vervangen. Een gasmotor heeft na 1000-4000 uur onderhoud nodig en na 25.000-40.000 uur (7-10 jaar) een revisie. De vraag bij elke revisie is of het nog uit kan.

Deze twee aspecten in overweging nemende zou de NO<sub>x</sub>-emissie van gasmotoren in 2010 ook tussen de 6 en 7 kton uit kunnen komen<sup>10</sup>, met een onzekerheidsmarge van -2 tot +10 kton. Een lagere emissie is mogelijk als de kleinschalige WKK-markt tussen 2003 en 2010 inzakt. Veel waarschijnlijker is dat de emissie (aanzienlijk) hoger is.

Nader onderzoek moet uitwijzen of de onzekerheden verminderd kunnen worden. Als voorlopige schatting zou, rekening houdend met iets lagere bedrijfstijden, 14 kton aangehouden kunnen worden. Per saldo dus een 4 kton lagere NO<sub>x</sub>-emissie in 2010 dan in dit rapport is bepaald.

De lage bedrijfstijden in 2000 hebben ook effect op de NO<sub>x</sub>-uitstoot die voor 2000 in de statistieken staat. In dit naschrift is de noodzakelijke mutatie die hier nog plaats moet vinden niet bepaald.

---

<sup>10</sup> Dit is toevallig ook het niveau dat PLAGAMO noemt. PLAGAMO gaat er echter van uit dat in 2010 ongeveer 10% gasmotoren over is met een bouwjaar van vóór 1994. Dit is wat minder extreem dan de 15 jaar die hier als gevoeligheidsanalyse is gehanteerd. Aan de andere kant neemt ECN wat overige gasmotoren (niet WKK) mee, die waarschijnlijk bij PLAGAMO ontbreken.

## LITERATUUR

- AAO (2003a): *Gegevens over in- en uitvoer van afval*. Internet: <http://www.aoo.nl/>.
- AAO (2003b): *De afvalmarkt: Nederland en omliggende landen*. AAO nr. 2003-04, ISBN 90-5484-244-X, Afval Overleg Orgaan, Utrecht, januari 2003.
- AAO (2000): *De afvalmarkt: structuur en ontwikkelingen*. AAO nr. 2000-02, ISBN 90-5484-198-2, Afval Overleg Orgaan, Utrecht, maart 2000.
- Bakkum, A., H.J. Huldy, A. Kiers (1987): *Emissieregistratie van vuurhaarden; opnieuw bewerkte versie van R86/207 d.d. 11 augustus 1986*. TNO rapport R86/207b, TNO-Milieu en Energie, Delft, 11 oktober 1987.
- Bank, M.P. van de, H.M. Venderbosch (1997): *Sectorstudie bouwmaterialen*. NDS--96-013, Internet [www.ecn.nl](http://www.ecn.nl), NEEDIS, Petten, april 1997.
- Boonekamp, P.G.M. et al (2002): *Besparingstrends 1990 - 2000: besparing, instrumenten en effectiviteit*. Internet: <http://www.ecn.nl/library/reports/2002/c02015.html>, ECN-C--02-015, Petten, ECN, maart 2002.
- CBS (2003): *'Kerncijfers' of 'zoeken met statline'*. Internet: <http://www.cbs.nl/>, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen, 2003.
- COGEN (2003): *Persoonlijke mededeling betreffende 'Update' gasmotoren database CBS*. Driebergen-Rijsenburg, COGEN Projects, 4 juni 2003.
- CSM (2003): *Productieproces van biet tot suikerproduct*. Internet: <http://www.csmsuiker.nl/>, 2003.
- Data Warehouse emissieregistratie (2003): Internet: <http://dm.milieumonitor.net/>.
- Dril, A.W.N. van (2003): *Persoonlijke mededeling*, ECN Beleidsstudies, 2003.
- ENCI, (2003): *het ENCI-verslag 2002*. Internet: <http://www.enciverslag2002.nl/>, 2003.
- EU Directive (1996): *Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control*, Internet: [http://europa.eu.int/lex/en/lif/reg/en\\_register\\_151020.html](http://europa.eu.int/lex/en/lif/reg/en_register_151020.html), 31996L0061, Official Journal L 257, 10/10/1996 P. 0026 - 0040.
- Gerrits T.M. (1993): *NO<sub>x</sub>-uitstoot van CV-ketels*. Verwarming en Ventilatie, december 1993, nr 12 pag 947-949.
- Grootveld, G. van, A.M.F. op den Kamp (2002): *Data Warehouse emissieregistratie; Een nieuw instrument op weg naar duurzaamheid*. MilieuMonitor Nr. 8, VROM-Inspectie, Den Haag, december 2002.
- Holweg, R.B.M. (1996): *Sectorstudie textielindustrie*. NDS--96-001, Internet [www.ecn.nl](http://www.ecn.nl), NEEDIS, Petten, mei 1996.
- Infomil (2003): *Nederlandse Emissie Richtlijn Lucht (NeR)*. Publicatie L27 Lucht, Infomil Informatiecentrum Milieuvergunningen, versie april 2003.
- IPPC (2003): *The IPPC Directive*. Internet: <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/>, 2003.
- Kroon, P., F.A.M. Rijkers, M. Beeldman (2000): *Mogelijke effecten van NO<sub>x</sub>-beleid op het warmtekrachtpotentieel; Een analyse van de invloed van bestrijdingskosten op de rentabiliteit van warmtekracht*. ECN-C--00-111, Petten, ECN, december 2000.

- Nieuwlaar, E. (2001): *ICARUS-4 Sector Study for The Building Materials Industry; Update 2*. Report no. NWS-E-2000-07, Department of Science, Technology and Society; Utrecht University, Utrecht, January 2001.
- NOGEPa (2001): *Milieujaarrapportage 2000; Nederlandse olie- en gasindustrie*. R010917.c, G-Concultyancy, Gouderak en FO-Industry, Den Haag, 7 november 2001.
- Olivier, J.G.J., L.J. Brandes, J.A.H.W. Peters, P.W.H.G. Coenen (2002): *Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2000. National Inventory Report 2002*. RIVM report 773201 006, Internet: [www.RIVM.nl](http://www.RIVM.nl), Bilthoven, RIVM, 2002.
- SKG (2003): *Glasrecycling*. Internet: <http://www.skglas.nl/>, 2003.
- Soest-Vercammen, E.L.J. van, J.H.J. Hulskotte, D.C. Heslinga (2002): *Monitoringsprotocol Bijzchatting Stationaire NO<sub>x</sub>-bronnen kleiner dan 20 MW<sub>th</sub>*. TNO rapport R2002/042, TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Apeldoorn, januari 2002.
- Tol, T.M., W.H. Heijnen (1998): *De statistiek van CV-ketels*. Verwarming en Ventilatie, maart 1998, nr. 419-425.
- Velde, R.J. van der (2002): *Persoonlijke mededeling betreffende zijn analyse van het brandstofverbruik en de NO<sub>x</sub>-emissie over de periode 1995 - 2010 bij invoering van NO<sub>x</sub>-emissiehandel*. Zaandam, DHV, April 2002.
- Vito (2003): *Thema: BBT (Beste beschikbare technieken)/Milieutechnologie*. Onderdeel van Emis: Het energie en milieu informatiesysteem voor het Vlaamse gewest. Internet: <http://www.vito.be/>, Vito, Mol, 2003.
- VROM (2002): *Notitie 'Vaste waarden, nieuw vormen: Milieubeleid 2002-2006'*. Ministerie van VROM, Den Haag, november 2002.
- VROM (2001a): *Verhandelbare emissies als instrument in het milieubeleid; Verslag algemeen overleg op 30 mei 2001 over de brief van minister Pronk (VROM) over NO<sub>x</sub>-emissiehandel*. Tweede Kamerstuk 2000-2001, 26578, nr. 4, 27 juni 2001.
- VROM (2001b): *Verhandelbare emissies als instrument in het milieubeleid; Brief minister over de invoering van de stikstofoxiden-emissiehandel*. Tweede Kamerstuk 2000-2001, 26578, nr. 3, 23 februari 2001.
- VROM (1999a): *Verhandelbare emissies als instrument in het milieubeleid; Verslag algemeen overleg op 16 september 1999*. Tweede Kamerstuk 1999-2000, 26578, nr. 2, 18 oktober 1999.
- VROM (1999b): *Verhandelbare emissies als instrument in het milieubeleid; Brief minister over de toepassing van het instrument verhandelbare emissies in Nederland*. Tweede Kamerstuk 1998-1999, 26578, nr. 1, 8 juni 1999.
- VROM (1995): *Besluit van 27 juni 1995, houdende regelen inzake een typekeuring voor cv-ketels, luchtverwarmers en voorzetbranders ten aanzien van de eigenschappen en onderdelen die bepalend zijn voor de door deze toestellen veroorzaakte verontreiniging van de buitenlucht door stikstofoxiden*. Staatsblad 1995 nr. 344 27 juni 1995.
- VROM (1998): *Besluit emissie-eisen stookinstallaties milieubeheer B*. Staatsblad 1998, nr. 166, 18 maart 1998.
- Wees, F.G.H van (1983): *Brandstofverbruikende installaties bij de Nederlandse industrie; Een kwalitatief overzicht*. ESC-25, Petten, ECN, mei 1983.
- Weterings, R. A., Weenk (1999): *Prioriteiten voor een duurzame productie: aandachtspunten en oplossingsrichtingen; Versie 2*. TNO-MEP - R 99/358, TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Apeldoorn, september 1999.

Ybema (2002): *Referentieraming energie en CO<sub>2</sub> 2001-2010*. Internet:  
<http://www.ecn.nl/library/reports/2002/p01010.html>, Gezamenlijke publicatie ECN en RIVM, ECN-P--01-010, Petten, ECN, januari 2002.

## BIJLAGE A SPECIFIEKE EISEN IN DE NER

In de Nederlandse emissierichtlijn zijn voor specifieke installaties aparte eisen gesteld. In deze bijlage worden de eisen die op NO<sub>x</sub> betrekking hebben kort langsgelopen. Het is niet mogelijk om alle details van de regeling te vermelden. Hiervoor wordt naar de tekst van de NeR verwezen. Voor de nummering van de installaties is dezelfde nummering als de NeR aangehouden. Ook is de datum toegevoegd waarop het betreffende stukje van de NeR geformuleerd is.

### *C2 Grofkeramische industrie (juni 1994)*

Het volume gehalte van zuurstof in het afgas is 18%. Voor stikstofoxiden geldt dat over het algemeen zonder emissiebeperkende voorzieningen kan worden voldaan aan de algemene emissie-eisen van de NeR in 3.2.4 (zie ook Tabel 4.5). Verder is vermeld dat de branche organisatie onderzoek zal doen naar beperking van NO<sub>x</sub> door nieuw of verbeterde brandertechnologie.

### *C4 Productie van glas (dec 1993)*

Er wordt verondersteld dat in de nabije toekomst alleen nog maar aardgas (en geen olie meer) in glasovens gebruikt wordt. Het zuurstofpercentage is 8%. Ten opzichte van de in 1992 gebruikte brandertechnologie kan de NO<sub>x</sub>-emissie door branderaanpassing met 20-40% gereduceerd worden.

Innovatie mogelijkheid: het oxifuel proces. Dit leidt tot een lager brandstofverbruik en 70 tot 95% lagere NO<sub>x</sub>-emissies (en lagere stofemissies). Bij oxifuel liggen de NO<sub>x</sub>-concentraties tussen de 2000 en 5000 mg/m<sup>3</sup>. Ofwel 1 kg NO<sub>x</sub> per ton gesmolten glas in 2010 (huidige niveau is 5 kg). Voor processen zonder oxifuel is de eis bij renovatie in 2003 circa 4 kg/ton glas en in 2010 geeft het document nog een vraagteken. Katalytische De-NO<sub>x</sub> is nog niet bedrijfszeker genoeg voor de glasindustrie.

### *D1 Staal- en ijzerproductie (mei 1992)*

D1a: Sinteren van ijzererts. Er moet een studie worden verricht naar vermindering tot 40 mg/m<sup>3</sup> (zuurstofconcentratie 16%).

D1b: Pelletiseren van ijzererts: Door brandertechnische maatregelen en SCR mag de eis van 50 mg/m<sup>3</sup> niet worden overschreden (18,5% O<sub>2</sub>). De haalbaarheid is echter punt van onderzoek en overleg.

D1c: Productie van ruwijzer hoogovens. Windverhitters maximaal 150 mg/m<sup>3</sup> bij 3% O<sub>2</sub>.

D1d: Productie van oxystaal (alleen tekst over de uitstoot van stof).

### *E1 Cokesfabrieken. (mei 1992)*

De emissie bij stoken cokesovengas mag ten hoogste 500 mg/m<sup>3</sup> (5% O<sub>2</sub>) zijn. Indien meer dan 500 ton NO<sub>x</sub> uitgestoten wordt, of indien boven de 500 uitgekomen wordt is SCR met 80% NO<sub>x</sub>-verwijdering nodig.

### *E11 Installaties ten behoeve van de aardgas en aardoliewinning (jan 1996)*

Zie voor de eisen ook de intentieverklaring uitvoering milieubeleid olie- en gaswinningsindustrie. De NeR tekst geldt ook voor offshore installaties. Voor installaties die niet formeel onder BEES vallen kunnen toch vergelijkbare eisen worden gesteld:

- Glycol fornuizen 150 mg/m<sup>3</sup> bij 3% O<sub>2</sub>
- Gasmotoren 270 g/GJ voor bestaande (nog in onderzoek) en 140 g/GJ voor nieuwe gasmotoren (rendementscorrectie: \* 1/30 rendement motor).
- Gasturbines 200 g/GJ (rendementscorrectie \* 1/30 rendement). Bij nieuw turbines 65 g/GJ als hiervoor Lage-NO<sub>x</sub>-branders worden toegepast is stoominjectie geen stand der techniek.



*M3 Crematoria (juni 1998)*

Toepassing van Lage-NO<sub>x</sub>-branders.

*F6 Installaties voor verbranding van communaal en daarmee gelijk te stellen industrieel afvalwaterzuiveringslib (oktober 1994)*

Het zuurstofpercentage in het rookgas waarmee gerekend wordt is 11%. Maatregelen tegen NO<sub>x</sub> moeten genomen worden. Indien de emissie naar verwachting boven de 400 mg/m<sup>3</sup> uitkomt, bijvoorbeeld bij een roosteroven, SCR toepassen tot eis 70 mg/m<sup>3</sup>. Als de verwachting lager is dan 400 mg/m<sup>3</sup> (bijvoorbeeld bij een wervelbed) kan NSCR geëist worden (ook tot 70 mg/m<sup>3</sup>).

*F7 Installaties voor verbranding schoon resthout (juni 1995)*

Indien de installaties groter is dan 2,5 MW<sub>th</sub> en geen plaatselijk (80-90% lokaal gewonnen) schoon resthout gestookt wordt is de eis 400 mg/m<sup>3</sup> (bij 11% O<sub>2</sub>).

*Z1 Oppervlaktebehandeling van metalen met salperzuur (mei 1992)*

Bij deze behandeling mag het NO<sub>x</sub> in afgas mag niet meer dan 500 mg/m<sup>3</sup> bedragen.

## BIJLAGE B BREF-DOCUMENTEN EN NEDERLANDSE INDUSTRIE

Om te kijken wat het mogelijke effect is van de IPPC-richtlijn op de Nederlandse NO<sub>x</sub>-emissie van kleine bronnen zijn de diverse BREF (BAT-referentie) documenten doorgenomen. Van belang is om te vermelden dat gezien de omvang van de documenten, totaal circa 10.000 pagina's en de beschikbare tijd vooral gekeken is naar de samenvatting en verder de documenten elektronisch zijn doorgelopen op het voorkomen van relevante steekwoorden als NO<sub>x</sub>, SCR, NSCR en burners. Van de aangetroffen informatie zijn (summier) aantekeningen gemaakt die een indruk van BAT (Best Available Technology) op het gebied van NO<sub>x</sub> moeten geven. Op verschillende punten wordt hierbij ook een relatie gelegd met bedrijven die in Nederland aanwezig zijn of wordt ook naar andere stoffen gekeken als dit mogelijk voor NO<sub>x</sub> gevolgen kan hebben. Met nadruk wordt er op gewezen dat een bedrijf in een specifieke sector of een vergunningverlener niet af moet gaan op de hier gepresenteerde informatie, maar het BREF-document moet raadplegen.

Een aantal BREF-documenten is nog niet klaar en heeft daarmee ook geen officiële status. In tussentijdse concepten van deze documenten is soms nog niet aangegeven wat BAT en wat nog geen BAT is. Dit heeft tot gevolg dat deze meestal niet bruikbaar zijn voor de Nederlandse vergunningverlener. Daarnaast zijn er nog BREF's waar nog niet mee begonnen is, of waar pas net mee begonnen is.

### B.1 Pulp and paper industry

Niet alle installaties vallen onder de IPPC-richtlijn (EU Directive, 1996). Onder de richtlijn vallen o.a de installaties voor de productie van papier of karton met een capaciteit boven de 20 ton per dag.

Het BREF-document van de pulp en papier industrie heeft betrekking op de pulpproductie en de papierproductie en combinaties er daarvan. De productie van grondstoffen zowel als de bosbouw vallen buiten het document. Het BREF-document is te vinden op de IPPC-site (IPPC, 2003). Op de site van Vito in België is Nederlandstalige toelichting te vinden (Vito, 2003).

Volgens de CEPI (<http://www.cepi.org/>) statistieken heeft Nederland 2 mechanische pulp producenten waarvan de ene tussen de 25 en 50 kton pulp per jaar produceert en de andere tussen de 100 en 200 kton per jaar produceert. Een aantal in de BREF genoemde productieprocessen voor pulp komen dus niet in Nederland voor. Het gaat hierbij om geïntegreerde productie. Verder zijn er in Nederland 23 papier molens waarvan de capaciteiten in ton pulp per jaar zijn: 3 < 10 kton, 1 tussen de 10 en 25 kton, 5 tussen de 25 en 50 kton, 3 tussen de 50 en 100 kton, 5 tussen de 100 en 200 kton, 2 tussen de 200 en 300 kton en 4 boven de 300 kton. Totaal werd 3,2 mln ton papier geproduceerd in 2001 waarbij oud papier de belangrijkste grondstof was. In het kader van Icarus is door de Rijksuniversiteit van Utrecht een rapport over de papier, karton en grafische industrie gemaakt.

Energie is een belangrijke kostenpost voor de sector (tot 30% toe) en een groot gedeelte van de energie van de sector wordt geleverd door warmtekrachtinstallaties. Volgens het CBS was het totale verbruiksaldo van de papier en grafische industrie in 2000 43,5 PJ waarvan 0,07 PJ olieproducten (LPG/gasolie), 27,4 PJ aardgas (waarvan 17,1 ingezet werd in WKK-installaties), 9,71 PJ elektriciteit, 6,21 PJ stoom en/of warm water en 0,13 PJ fermentatiegas (eigen winning uit afval). Het drogen van papier is de belangrijkste energieverbruiker. Volgens (Alsema, 2001), wordt 0,8 PJ aardgas gebruik voor directe verwarming gebruikt en de rest alleen toegepast voor

stoomproductie (de stoom wordt daarna voor het drogen gebruikt). Dit laatste is relevant, omdat stoomproductie direct onder de normen van BEES valt. Er zijn geen gegevens die het verbranden van biomassa-afval (bijvoorbeeld de resten van de bast of resten van het papierslib) koppelen aan de papier en grafische sector. Wel wordt wat biogas gebruikt waarschijnlijk afkomstig uit de omvangrijke waterzuiveringsinstallaties. Bij 1 van de kolencentrales wordt papierslib verbrand. In België is wel recent een papiermolen geopend die 10% van zijn energie uit het verbranden van papierslib haalt<sup>11</sup>.

Voor pulpproductie uit hout richt de toepassing van BAT zich voor een deel op energiebesparing (verminderen watergebruik, meer water uit de natte pulp, minder afval). Het afval dat toch ontstaat en niet ergens anders gebruik wordt, dient met energieteerugwinning verbrand te worden om zo het storten van afval te verminderen. Bij het gebruik van oud papier voor pulp wordt expliciet verbetering van het rendement van de huidige ketels, WKK, en energiebesparing (zuiniger installaties) tot BAT gerekend. Voor het verbruiksniveau aan procesheat en elektriciteit in relatie tot de productie in ton worden energiecijfers genoemd. Voor het onderdeel papierproductie worden bij BAT ook opties genoemd gericht op water en energiebesparing.

In Tabel B.1 zijn de emissie niveaus samengevat voor ketels in de pulp en papier industrie die aan BAT voldoen. De gebruikelijke ketelgrootte varieert van 10 tot boven de 200 MW. Secundaire maatregelen als SNCR worden alleen toegepast bij de grotere installaties.

Tabel B.1 *Aan BAT gerelateerd emissies voor ketels in de pulp en papier industrie*

NO <sub>x</sub> -uitstoot [mg/MJ] brandstof	kolen	zware olie	gasolie	gas	biobrandstof (bijv. bast)
Met alleen branderaanpassingen	80-110	80-110	145-60	30-60	60-100
incl. SNCR (grotere installaties)	50-80	50-80			40-70 SNCR

Voor het verbranden van vast afval (met name slib) wordt als BAT de wervelbed techniek genoemd (en niet rooster oven). Daarbij moet de rookgasreiniging toegepast worden die afgestemd is op de samenstelling van het slib. Ook toepassen van co-generation wordt tot BAT gerekend.

*Belang voor Nederland als voorbeeld hier wat verder uitgeschreven.*

Er zijn een aantal papierbedrijven in Nederland die niet aan het criterium van 20 MW voldoen. Een drietal hiervan maken wel een milieujaarverslag. Deze verbruiken samen 0,7 PJ. Een aantal bedrijven hebben wel een papiermolen, maar staan niet in de emissieregistratie. Dit zijn er in ieder geval twee. Dit levert een -best guess- schatting op voor de BREF-installaties die niet aan het handelssysteem voldoen van 1,4 PJ. Uitgaande van het totaal verbruik van de sector papier en grafisch en de productiecapaciteit van diverse installaties kan worden berekend dat het theoretisch maximaal om 3,5 PJ gaat.

De verbruikende installaties zijn vooral stoomketels. Na 1992 is de emissie-eis hiervan 100 mg/m<sup>3</sup> (28 g/GJ). in de periode 1990-1992 is de emissie-eis 200 mg.m<sup>3</sup> geweest (56 g/GJ). Voor deze installaties heeft de BREF (30-50 g/GJ) dus sowieso consequenties. Installaties van voor 1992 die er wellicht ook mee te maken krijgen hebben een eis van 150 mg./m<sup>3</sup> (42 g/GJ). Dit zou aangescherpt kunnen worden tot de in BREF genoemde ondergrens van 30 g/GJ. Voor het uiteindelijk verbruik van 1,4 PJ zou in 2010 het effect (bij het hanteren van een BREF van 30 g/GJ) een daling van de gemiddelde emissiefactor van 25 g/GJ naar 23 g/GJ kunnen zijn (-0.003 kton NO<sub>x</sub>/j). Het effect treedt alleen op bij installaties van voor 15-10-1992 in de grootste klasse 10 tot 20 MW. De kleinere krijgen voor die tijd waarschijnlijk al te maken met brandervervanging, de grotere zitten in het NO<sub>x</sub>-handelssysteem.

<sup>11</sup> Trouw (2003): Duurzaamheid; Papiermaker is dol op oude kranten, Dagblad Trouw, 23 juli 2003.

## B.2 Textiles industry

Niet alle installaties vallen onder de IPPC-richtlijn (EU Directive, 1996). Onder de richtlijn vallen o.a de installaties voor voorbehandeling (zoals wassen, bleken, merceriseren (het aanbrennen van een glanslaag bijvoorbeeld op katoen met natronloog)) of verven van vezels of textiel met een behandelingscapaciteit van meer dan 10 ton per dag.

De textielindustrie levert producten als kleding, huisinrichting en industrieel gebruik. De sector betreft in Europa 3,4 % van de industriële productie en 6% van de Europese industriële werkgelegenheid. De sector is erg divers. Het belangrijkste milieuaspect van de sector betreft afvalwater. Andere belangrijke milieuaandachtspunten zijn energiegebruik, luchtverontreiniging, vast afval en stank.

Het BREF-document gaat over de productie van wol, de bewerking van textiel en de productie van tapijt. NO<sub>x</sub> komt in het document nauwelijks aan bod.

Bij de productie van wol wordt opgemerkt dat het gebruik van het slib dat vrijkomt van de zuivering van het water dat gebruik is bij het schoonmaken van wol als BAT ingezet kan worden bij de fabricage van stenen of anderszins hergebruikt moet worden. Bij verbranding moet energierugwinning plaatsvinden waarbij maatregelen genomen moeten worden om onder andere de NO<sub>x</sub>-uitstoot te beperken. Bij verbranding moeten ook maatregelen genomen worden om dioxine en furanen uitstoot te voorkomen (oorzaak pesticiden in de wol).

Een andere bron van NO<sub>x</sub>-emissie betreft senter frames. Hierin wordt doek gedroogd (verdamming van water eventueel olie etc.), verhit voor stabilisatie (een stap bij kunststofvezels) of verhit om chemicaliën te fixeren (bijvoorbeeld na bedrukken of een verfbad). Bij dit laatste kan terpentijn vrijkomen (wat via een naverbrander verbrand kan worden). Bij directe verhitting met branders van de senters kan ook NO<sub>x</sub> (door verbranding) vrijkomen.

Wordt naar het energieverbruik gekeken dan blijkt uit een sectorstudie naar de textielindustrie uit 1996 van de thermische energievraag van 3,7 PJ voor het veredelen 3,3 gebruikt te worden (Holweg, 1996). Dit veredelen kan stoom zijn, maar ook kan de hete lucht direct door gasbrander verhit worden. Daarnaast is het ook mogelijk om elektrisch te verhitten bijvoorbeeld via infrarood drogen. De diverse bewerkingen (als spinnen, sterken, weven, veredelen en breien) kosten circa 0,75 PJ elektriciteit. Totaal in 1992: 2,9 PJ aardgas, 0,2 PJ overige energiedragers en 1,8 PJ elektriciteit. Voor de vloerbedekkingsindustrie is het aardgasverbruik 1,3 PJ (zowel voor de productie van stoom als wel voor directe verhitting bij het bakken van de achterkanten van het tapijt. Ook worden tapijttresten wel gebruikt om energie op te wekken.

Het BREF-document over textiel levert geen te nemen maatregelen op die tot extra NO<sub>x</sub>-reductie leidt.

## B.3 Cement and lime production

Niet alle installaties vallen onder de IPPC-richtlijn (EU Directive, 1996). Onder de richtlijn vallen o.a de installaties voor de productie van cementklinker in roterende ovens met een capaciteit boven de 500 ton per dag en de installaties voor de productie van kalk in roterende ovens met een capaciteit boven de 50 ton per dag of in overige ovens met een capaciteit boven de 50 ton per dag.

### *Cement*

De cementproductie in Nederland vindt plaats op drie locaties van ENCI in Maastricht, IJmuiden en Rotterdam. De NO<sub>x</sub>-uitstoot van deze drie locaties was in 2002 respectievelijk 1208 ton (1297 in 2000), 38 ton (86 in 2000) en 8 ton (32 in 2000). Alleen in Maastricht wordt klinker geproduceerd. De klinkeroven veroorzaakt de hoge NO<sub>x</sub>-uitstoot. In 2002 zijn er proeven ge-

daan om hier via SNCR wat aan te doen. In 2004 wordt de SNCR blijvend in gebruik genomen met een verwachte NO<sub>x</sub>-reductie van 40%. De uitstoot komt hiermee volgens ENCI beneden de 800 mg/m<sup>3</sup> voor bestaande installaties (en 500 mg/m<sup>3</sup> voor nieuwe) te liggen (ENCI, 2003). In IJmuiden en Rotterdam staan alleen maalinstallaties (kogelmolens) en drooginstallaties. Volgens de sectorstudie bouwmaterialen (Bank, 1997) wordt in deze twee vestigingen aardgas ingezet in WKK-gasturbines. Tussen de gasturbine en de droogtrommel zijn bijstookbranders gemonteerd.

De BREF over cementproductie kwam niet tot een eenduidige conclusie voor de NO<sub>x</sub>-niveaus bij BAT voor klinkerproductie dit liep van 200-500 mg/m<sup>3</sup> (NSCR toepasbaar) tot 500-800 mg/m<sup>3</sup> (NSCR toepasbaar) tot 100-200 (SCR toepasbaar). In alle gevallen ook primaire maatregelen. Centraal discussiepunt rond NSCR was de vraag in hoeverre de eis naar beneden kon gezien het feit dat een 15 tal installaties met NSCR met een lage verwijderingsefficiëntie reeds beneden de 800 mg/m<sup>3</sup> uitkwamen. Ten aanzien van SCR kan opgemerkt worden dat de eerste installatie met SCR naar verwachting eind 1999 pas in bedrijf zou komen in. De huidige NO<sub>x</sub>-niveaus in Europa variëren van minder dan 200 mg/m<sup>3</sup> tot meer dan 3000 mg/m<sup>3</sup> bij een zuurstofgehalte van circa 10%.

Het BREF-document noemt het gebruik van een droge grondstof in de oven, een preheater en hergebruik van warmte BAT. Dit is echter alleen volledig te realiseren bij nieuwe installaties. ENCI heeft een droogproces maar bijvoorbeeld geen preheater.

#### *Kalkproductie*

Volgens het BREF-document zijn er, afgezien van in een productieproces geïntegreerde installaties, geen kalk producerende bedrijven in Nederland. Ook op internet is, afgezien van informatie over historische kalkovens, geen informatie te vinden. De meeste kalk wordt geïmporteerd. Volgens de sectorstudie bouwmaterialen (Bank, 1997) zijn er echter in Nederland 4 bedrijven die als hoofd of nevenactiviteit kalk vervaardigen. De buitenlandse kalksteen wordt hiervoor in ovens verhit tot 1000 tot 1100 °C. Het energieverbruik van circa 3 GJ/ton gebrande kalk is een belangrijke kostenpost. Het BREF-document spreekt over een energieverbruik van minstens 4 tot 7,5 GJ warmte per ton kalk en 5 tot 100 kWh elektriciteit. NO<sub>x</sub>-emissies variëren van minder dan 300 tot 5000 mg/m<sup>3</sup> bij een gemiddeld zuurstofgehalte van 10%. Zowel de emissie als het energiegebruik zijn sterk afhankelijk van het type oven, de grondstof en de mate van omzetting. Andere bronnen geven echter aan dat er in Nederland geen bedrijven zijn die kalk uit kalksteen produceren, anders dan noodzakelijk voor direct eigen gebruik in het productieproces (van Dril, 2003).

Verticale kalkovens zijn in gebruik bij de suikerindustrie waar het ruwsap gezuiverd wordt met behulp van gebrande kalk en koolzuurgas, die in de kalkoven van de fabriek worden gemaakt, (CSM, 2003). Deze ovens worden meestal met cokes gestookt (BREF-document). Andere procesgeïntegreerde installaties kunnen in Europa aangetroffen worden bij de ijzer en staalindustrie en bij de papierindustrie.

De CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2000 zoals het RIVM (Olivier, 2002, pag 77) deze aangeeft bij kalk gebruik onder minerale producten is 0,544 Mton<sup>12</sup>. Stel dat dit allemaal van de reactie CaCO<sub>3</sub> → CaO+CO<sub>2</sub> vandaan komt dan is de CaO productie 0,7 mln ton<sup>13</sup> of een energieverbruik van te minste 2,1 PJ. In een analyse van (Nieuwlaar, 2001) is kalkproductie SBI 26.52 opgenomen in other. Uit een vergelijking van diverse tabellen in deze publicatie zou geconcludeerd kunnen

---

<sup>12</sup> De CO<sub>2</sub>-emissie bij suikerproductie in Nederland is volgens de milieujaarverslagen circa 0,38 Mton, waarvan maar een klein deel afkomstig samenhangt met de kalkoven. In dit cijfer kunnen nog wel andere procesgeïntegreerde installaties zitten. Er zijn echter ook andere processen zoals bij glasproductie of in de ijzer en staal industrie waar kalksteen gebruikt wordt en CO<sub>2</sub> vrijkomt.

<sup>13</sup> In 1991 werd in Nederland circa 0,23 mln ton kalk verwerkt door 11 bedrijven in 3,1 mln ton kalkzandsteen. Hierbij werd ruim 8 PJ aardgas verbruikt, vooral voor de productie van stoom voor de harding. De stenen worden hard door een reactie van zand en kalk bij circa 12-17 bar en 180-205 °C (Bank, 1997).

worden dat wellicht maximaal maar de helft is (1 PJ). Berekend kan worden dat 0,6 PJ en continue draaien tot een vermogen van meer dan 20 MW leidt. Bij 4 bedrijven zou een verbruik van 1-2,1 PJ uitkomen op 0,25-0,5 PJ per vestiging zijn. Dit houdt in dat het zou kunnen dat de sommige kalkproducerende bedrijven, indien inderdaad aanwezig in Nederland, onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem zullen vallen.

De NO<sub>x</sub>-emissie hangt vooral af van het type oven en de kwaliteit van de kalk die gemaakt wordt. Lage-NO<sub>x</sub> branders zijn volgens de BREF in Europa op een aantal ovens gemonteerd. Een andere NO<sub>x</sub>-reductie technologie wordt nog niet toegepast. Het gebruik van Lage-NO<sub>x</sub> branders uit de cementindustrie levert niet direct goede resultaten op. In de cementindustrie zijn de temperaturen hoger, en de branders reduceren vooral initiële thermische NO<sub>x</sub>, een bron van NO<sub>x</sub>-vorming die bij de kalkproductie wellicht minder belangrijk is. Lage-NO<sub>x</sub> branders worden dan ook niet als BAT genoemd.

#### B.4 Chlor-alkali manufacture

Dit betreft de anorganische chemie die zich bezig houdt met de productie van chloor en de daarmee samenhangende productie van natronloog (NaOH). De IPPC-richtlijn (EU Directive, 1996) heeft geen ondergrens wat capaciteit betreft.

In dit document staat NO<sub>x</sub> alleen genoemd in relatie met het energieverbruik en in een bijlage met een beschrijving van het Nederlandse beleid over afspraken met sectoren in het kader van integrale milieu doelstellingen. Wel worden bepaalde technologieën zoals membraantechnologie bij chloorproductie aangewezen als BAT.

In Nederland wordt jaarlijks rond de 615.000 ton chloor geproduceerd. De producenten zijn: Akzo Nobel met drie locaties in Rotterdam (350 kiloton), Hengelo (70 kton) en Delfzijl (130 kton) en GE Plastics in Bergen op Zoom (65 kton)<sup>14</sup>.

#### B.5 Glass manufacturing industry

Niet alle installaties vallen onder de IPPC-richtlijn (EU Directive, 1996). Onder de richtlijn vallen o.a de installaties voor de productie van glas inclusief glasvezels met een smeltcapaciteit boven de 20 ton per dag.

In het BREF-document neemt NO<sub>x</sub> een belangrijke plaats in. De reden hiervan is dat bij de hoge temperaturen die nodig zijn om glas of mineralen voor minerale wol te smelten veel NO<sub>x</sub> ontstaat. Ook kan het ontstaan door het uiteenvallen van stikstofverbindingen in de verwerkte grondstof of door oxidatie van stikstof die in de brandstof aanwezig is. Het document beschrijft een groot aantal; technieken die overwogen kunnen worden bij de bepaling van BAT. Dit loopt van primaire branderaanpassingen en oxyfuel verbranding (verbranden met zuurstof in plaats van lucht waardoor en minder stikstof in de verbrandingskamer is om NO<sub>x</sub> te vormen) tot NO<sub>x</sub>-reductie met brandstof (reburning), SCR en NSCR.

Het bleek erg moeilijk om algemene eisen te formuleren voor BAT bij dit type installaties omdat het sterk afhangt van het type installatie en het bouwjaar. Ook levert dezelfde reductietechniek bij verschillende installaties verschillende resultaten op. Er wordt daarom gesteld dat altijd bij het formuleren van eisen gekeken moet worden naar specifieke detailinformatie in dit document. Wat betreft verpakkingsglas, vlakglas, speciaalglas (inclusief waterglas), minerale wol en fritprocessen (emaille) geldt dat het emissieniveau voor stikstofdioxide (uitgedrukt als NO<sub>2</sub>) bij gebruik van de beste beschikbare technieken tussen 500 - 700 mg/m<sup>3</sup> ligt (8 % zuurstof). Nederlandse tekst afkomstig van de Vito-site (Vito, 2003).

---

<sup>14</sup> bron: <http://www.vnci.nl/brochures/economie.htm>.

Over de continuvezelsector worden, omdat hier veel wegen in ontwikkeling zijn, geen harde conclusies getrokken. Hoewel primaire maatregelen en NSCR toepasbaar zijn wordt het meeste verwacht van zuurstof-brandstoftechniek. De algemene opvatting is dat deze techniek als BAT gezien kan worden met emissieniveaus van 0,5 - 1,5 kg/ton gesmolten glas, hierbij is er vanuit gegaan dat deze techniek binnenkort breed geaccepteerd gaat worden. Op plekken waar andere technieken bruikbaar zijn, geldt een vergelijkbaar emissieniveau voor lucht-brandstofgestookte ovens van 500 - 700 mg/Nm<sup>3</sup>.

Bij huishoudglas blijkt het door de grote diversiteit, o.a. in productieomvang, moeilijk om tot harde conclusies te komen. Als elektrisch smelten economisch haalbaar is, en dan met name bij de productie van loodkristal, kristalglas en opaalglas, wordt dit als BAT beschouwd (emissieniveaus 0,2 - 1,0 kg NO<sub>x</sub>/ton gesmolten glas). Voor situaties waarbij elektrisch smelten niet economisch is, is er een grote diversiteit aan ovens beschikbaar, met elke oven weer zijn eigen (reductie) technieken. Er wordt overwogen om BAT hier vast te stellen op 500 - 700 mg/Nm<sup>3</sup> (voor de zuurstofbrandstoftechniek is dat 0,5 - 1,5 kg/ton gesmolten glas). Deze waarde is gebaseerd op het gebruik van (of combinaties met) primaire maatregelen (wijzigingen in de verbrandingstechniek), zuurstof-brandstoftechniek, SNCR, SCR of Reburning.

Bij koepelovens voor steenwol is de NO<sub>x</sub>-uitstoot doorgaans niet substantieel en emissies onder 0,5 kg/ton smelt kunnen zonder specifieke beheersmaatregelen worden bereikt. Voor zover wanovens worden gebruikt, is het emissieniveau bij gebruik van de beste beschikbare technieken gelijk aan het niveau dat geldt voor de glaswolproductie. Voor de productie van keramische vezels worden uitsluitend elektrische ovens gebruikt en de NO<sub>x</sub>-emissies liggen dan doorgaans duidelijk onder de grens van 0,5 kg/ton smelt.

Volgens (Bank, 1997) wordt er jaarlijks in Nederland 1,3 mln ton glas geproduceerd. Hiervan is 75% verpakkingsglas en 20% vlakglas (cijfers uit 1993). De rest is glasvezels, glaswol of geperst en geblazen glas. Voor vlakglas is er 1 oven en voor verpakkingsglas 15 ovens. Voor de rest zijn er 9 ovens (cijfers 1992).

Voor 85% van de productie wordt gebruik gemaakt van oud glas. De productie van vlakglas vindt plaats door Glaverbel in Tiel. Verpakkingsglas wordt gemaakt door: Rexam Glass in Dongen, BSN de vooramlice Verenigde Glasfabrieken (5 vestigingen: Schiedam, Leerdam, Maastricht, Etten-Leur en Amsterdam) en Heye glas in Moerdijk (AAO, 2000, 2003b).

Volgens de Stichting kringloop glas belandt ongeveer 80% van al het eenmalige verpakkingsglas -flessen en potten waarop geen statiegeld zit in de glasbak. Totaal gaat het om 400.000 ton. Invoer en uitvoer van glasafval vindt bijna niet plaats (AOO, 2003a). Kijkend naar de productie in 1992 (907.000 ton verpakkingsglas) lijkt circa de helft van dit glas toch uit nieuw materiaal gemaakt te worden. De gebruikelijke samenstelling van glas is 72% Si O<sub>2</sub> (siliciumoxide), 14% Na<sub>2</sub> O<sub>2</sub> (+K<sub>2</sub>O) (natriumoxide (potas)), 9% CaO (calciumoxide)<sup>15</sup>, 3-4% MgO (magnesiumoxide) en 1% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (aluminiumoxide).

Het energieverbruik van de glasindustrie, vooral nodig voor het smelten, bedroeg in 1995 6,8 PJ aardgas (waarvan 5,9 voor het smelten en 0,8 voor ontspanning), 3,7 PJ olie en 1,7 PJ elektriciteit (waarvan 0,7 voor het smelten) (Bank, 1997).

Volgens informatie van DHV is de NO<sub>x</sub>-procesemissie van de glassector, die meedoet aan NO<sub>x</sub>-emissiehandel in 5 kton NO<sub>x</sub>. Ook de NeR (Infomil, 2003) geeft aandacht aan de glasindustrie. In de NeR wordt verondersteld dat in de nabije toekomst alleen nog maar aardgas (en geen olie meer) in glasovens gebruikt wordt. Ook in de NeR wordt Oxi-fuel aangehaald met een emissie van 1 kg NO<sub>x</sub> per ton gesmolten glas in 2010 (huidige niveau is 5 kg). Voor processen zonder

---

<sup>15</sup> Omgerekend gaat het hier om ruwweg 0,06 mln ton kalk.

oxifuel is de eis bij renovatie in 2003 circa 4 kg/tonglas en in 2010 geeft de NeR nog een vraagteken.

Hoewel in de BREF nog een kleine slag om de arm wordt gehouden, wordt toch duidelijker ingezet op de lagere niveaus die door oxifuel bereikt kunnen worden, en lijkt daarmee wat strenger dan de NeR. De meeste bedrijven die glas, glasvezel of steenwol produceren hebben een emissie waarmee ze onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem vallen, zodat het verschil tussen NeR en BREF weinig effect op de uitstoot van kleine bronnen zal hebben. Kleinere bedrijven die glas produceren zitten al gauw onder de BREF-grens van 20 ton per dag.

## B.6 Cooling systems

Dit is een 'horizontaal' BREF-document. Dit betekent dat het BAT beschrijft rond koeling min of meer onafhankelijk van het exacte proces waarbij deze koeling plaatsvindt. Een horizontale doorsnede door een groot aantal sectoren.

NO<sub>x</sub> komt in het document maar 1 keer voor en wel bij de constatering dat een onvoldoende koeling bij bijvoorbeeld elektriciteitsproductie leidt tot een verlaging van het opwekrendement. Dit leidt weer tot een toename van de NO<sub>x</sub>-uitstoot per kWh elektrisch.

Het document geeft aan dat BAT onder andere betekent dat, voordat overgegaan wordt tot koeling, maximaal is geprobeerd wordt om restwarmte opnieuw te gebruiken. Koeling met grondwater is geen BAT, koeling met zeewater (systeem van 1 keer doorstromen) wel. Bij koeling met ander oppervlakte water moet getracht worden het watergebruik te verminderen, door bijvoorbeeld (deels) met lucht te koelen of van koeltorens gebruik te maken.

## B.7 Common waste water and waste gas treatment in the chemical sector

Dit document gaat over BAT bij afvalwater en 'afval'-gas van alle chemische sectoren ongeacht het precieze chemische proces. Omdat het voor meer sectoren relevant is wordt dit een horizontale BREF genoemd. Het document heeft volgens de omschrijving betrekking op de productie van: chloor-alkali, grote volume organische chemicaliën, grote volume anorganische chemicaliën, polymeren, organische fijn chemicaliën en speciale anorganische chemicaliën. De raffinaderijen zien het document ook als relevant voor hun sector. De IPPC-richtlijn (EU Directive, 1996) heeft geen ondergrens voor deze sectoren wat betreft capaciteit.

Voor de gasvormige verontreinigingen van rookgas worden de volgende technieken genoemd:

- injectie van droog adsorptiemateriaal,
- injectie van half door adsorptiemateriaal,
- injectie van nat adsorptiemateriaal,
- Selectieve niet katalytische reductie (NSCR) van NO<sub>x</sub>,
- Selectieve katalytische reductie (SCR) van NO<sub>x</sub>.

Bij BAT gaat echter de voorkeur uit naar procesgeïntegreerde maatregelen. Zo heeft het gebruik van Lage-NO<sub>x</sub> branders bij verbrandingsprocessen de voorkeur boven secundaire maatregelen zoals rookgasreiniging.

Het document beschouwt alleen puntbronnen (of afzuiging) als behandelbaar. Diffuse emissies en vluchtige emissies. 'Fugitive' emissies (het ontsnappen van gas uit apparatuur, afsluiters, verbindingstukken etc.) worden als niet behandelbaar gezien. Wat deze bronnen betreft wordt als doel van afgasmanagement ingezet op voorkomen en/of minimaliseren.



Het toepassen bij BAT is volgens deze BREF bij nieuwe installaties meestal niet zo een probleem omdat het vaak uit economisch overwegingen al zin heeft om het ontstaan van afval en het materiaalgebruik te minimaliseren. Bij bestaande installaties is dit gezien de bestaande infrastructuur en de lokale omstandigheden geen makkelijke taak. Het document maakt echter geen onderscheid tussen beide situaties omdat dit niet meehelpt om de milieusituaties in industriële gebieden te verbeteren en ook geen recht doet aan de intentie van de chemische industrie om continue de milieu omstandigheden te verbeteren (pag v of BREF).

Voor gas worden lage en hoge temperaturen onderscheiden. Bij lage temperaturen wordt onder andere opgemerkt dat voor VOS (Vluchtige Organische Stoffen) verwijdering uit afgasstromen de eerste keus terugwinning van het VOS is. Als terugwinning niet kan is de tweede keus inzet voor energiewinning. Als dit geen optie is kan verbrand worden of katalytisch geoxideerd. Voorts is het BAT om affakkelen alleen te gebruiken om veilig een overschot aan brandbaar gas kwijt te raken dat veroorzaakt wordt door onderhoud, storingen of bij te ventileren gastromen die niet aangesloten zijn op een reinigingssysteem. Voor NO<sub>x</sub> (geen verbrandingsemissie) is het BAT om SNCR of SCR toe te passen. Er wordt geen algemene uitspraak gedaan over emissieniveau's. Hiervoor wordt verwezen naar de specifieke BREF die op het proces van toepassing is

De verbrandingsprocessen worden tot de hoge temperatuur toepassingen gerekend. Hier worden ook uitspraken gedaan over stof (filters etc) en natte of droge rookgasreiniging bij HCl, HF en SO<sub>2</sub>.

Tabel B.2 *Algemene emissie eisen aan verbrandingsinstallaties in de chemische industrie*

Parameter	mg/m <sup>3</sup> (halfuurs-gemiddelde 3% O <sub>2</sub> )	Opmerkingen
Stof	<5-15	
HCL	<10	
HF	<1	
SO <sub>2</sub>	<40-150 (11-44 g/GJ)	Ondergrens voor gasstook, bovengrens voor oliestook
NO <sub>x</sub> (gas ketel/heater)	20-150 (5,6-42 g/GJ)	Hoge waarde voor kleine installaties die NSCR gebruiken
NO <sub>x</sub> -vloeistof (gestookte ketel/heater)	55-300 (16-87 g/GJ)	Hoge waarde voor kleine installaties die NSCR gebruiken
NH <sub>3</sub> (NH <sub>3</sub> slip bij SCR)	<5	Waarde bij nieuwe katalysator. Als deze ouder wordt kan de waarde oplopen.
Dioxine	0,1 ng/Nm <sup>3</sup> TEQ	

Voor NO<sub>x</sub> is het BAT om SCR toe te passen in plaats van SCNR (in ieder geval voor de grotere installaties) omdat het een betere verwijdering efficiency heeft. Bestaande installaties die nu SNCR toepassen, moeten aanpassing overwegen als de installatie een grote wijziging ondergaat. Hoewel BAT in het algemeen SCR is, is er een algemene overeenstemming dat in individuele situaties (typisch bij kleinere installaties) SNCR technisch en economisch een betere oplossing is. Andere maatregelen moet overwogen worden op hun mogelijkheid om een grotere NO<sub>x</sub>-reductie te bereiken dan het retrofitten van NSCR. Hier worden wel NO<sub>x</sub>-niveaus aangegeven (zie Tabel B.2).

Voor Nederland kan de inhoud van deze BREF, met de SCR/NSCR-eis, onder andere consequenties hebben voor installaties bij bedrijven die aan het NO<sub>x</sub>-handelssysteem meedoen.

De eisen voor SO<sub>2</sub> zouden best consequenties kunnen hebben voor bijvoorbeeld de raffinagesector die de BREF ook als voor hun relevant beschouwen.

## B.8 Ferrous metals processing industry

Het document over de ijzerverwerkingsindustrie betreft het heet en koud walsen, draad trekken, continu aanbrenge van een coating (door het ijzer of staal door een warm metaalbad te halen) en het batch galvaniseren.

Bij het warm walsen zijn de NO<sub>x</sub>-emissies een fors probleem. Voor het opnieuw verwarmen en warmtebehandeling in fornuizen worden door de industrie emissies concentraties gerapporteerd van 200-700 mg/m<sup>3</sup> (80-360 g/ton ijzer). Andere bronnen noemen 900 mg/m<sup>3</sup> en met luchtvoorverwarming tot 1000 °C oplopend tot 5000 mg/m<sup>3</sup> of meer.

Bij dit proces is het BAT om restwarmte opnieuw te gebruiken (25 tot 50% besparing) wat ook NO<sub>x</sub>-reductie oplevert. Ook het toepassen van tweede generatie lage-NO<sub>x</sub> branders is BAT. Bij afwezigheid van luchtvoorverwarmers zijn hier niveaus van 250-400 mg/m<sup>3</sup> mee mogelijk (3% O<sub>2</sub>; 65% NO<sub>x</sub>-reductie t.o.v. conventioneel. Ook is het mogelijk om de temperatuur van luchtvoorverwarming te beperken. Hierbij moet wel de NO<sub>x</sub>-reductie afgewogen worden tegen het extra energiegebruik en daarbij horende emissies. Over de toepassing van SCR en SNCR was men het niet eens. Er zijn wel SCR- en NSCR-installaties in gebruik op tunnelovens met automatisch producttransport ('walking beam furnace'; de blokken ijzer worden hier op een 'lopende band' door de oven verplaatst), niveaus van 205-320 mg/m<sup>3</sup>, maar er was geen overeenstemming of er al genoeg informatie was om over BAT te spreken.

Bij het koud walsen van staal wordt eerst de oxidatielaag die bij het warm walsen is ontstaan verwijderd door een zuur behandeling. Als hier salpeterzuur bij gebruikt wordt kan NO<sub>x</sub>-uitstoot ontstaan (niveaus met vraagtekens rond de uiterste waarde lopen van van 3-1000 mg/m<sup>3</sup>; 3-4000g/ton staal; De Nederlandse NeR noemt hier een niveau van 500 mg/m<sup>3</sup>). Bij een zuurbehandeling met HCl kan dit volgens BAT hergebruikt worden (dit vergt wel extra energie en veroorzaakt NO<sub>x</sub>-emissies). Bij een zuurbehandeling met een mengsel van waterstof fluoride en salperzuur is recycling ook BAT (niveau's <100-<200 mg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>). Hiervoor moet met afgesloten apparatuur gewerkt worden en wassing plaats vinden. Ook kan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> of urea worden toegevoegd, voor het wassen worden gebruikt of SCR worden toegepast.

Ook komt NO<sub>x</sub> vrij bij het stoken van fornuizen waarin het gewalste staal wordt nabehandeld. Bij continue fornuizen is het BAT om Low-NO<sub>x</sub> branders toe te passen. Bij afwezigheid van luchtvoorverwarmers zijn hier niveaus van 250-400 mg/m<sup>3</sup> mee mogelijk (3% O<sub>2</sub>).

Bij het trekken van draad vindt ook een thermische nabehandeling plaats omdat dit bij een ondermaat zuurstof gebeurt (om oxide vorming op het metaal te voorkomen) is NO<sub>x</sub> hier geen probleem.

Bij continu aanbrenge van een coating (door het ijzer of staal door een warm metaalbad te halen) zijn ook fornuizen betrokken. Tot BAT bij het continu galvaniseren van plaatmateriaal via deze techniek (gaat om het aanbrenge van laag zink of zinklegering) behoren hier energiebesparingsopties zoals productvoorverwarming, restwarmtegebruik en luchtvoorverwarming en de toepassing van Lage-NO<sub>x</sub> branders. Bij afwezigheid van luchtvoorverwarmers zijn hier niveaus van 250-400 mg/m<sup>3</sup> mee mogelijk (3% O<sub>2</sub>). Dezelfde branders worden genoemd bij de thermische nabehandeling van het product (galvannealing). De BAT voor toepassing van dezelfde galvaniseringstechniek bij aluminium plaatmateriaal is hiermee vergelijkbaar.

Bij het, via een continue proces, aanbrenge van lood/tin lagen op plaatmateriaal, het aanbrenge van een coating op draad en bij batch (niet continue proces) galvaniseren wordt er geen relatie gelegd tussen BAT en NO<sub>x</sub>-emissies. Dit wil niet zeggen dat er geen NO<sub>x</sub>-emissies ontstaan. Zo is er bij het aanbrenge van een zinklaag op draadmateriaal is wel een zink of zinklegeringsbad van (430 - 470 °C) wat van boven of opzij verwarmt wordt (meestal met gasbranders).

In Nederland vindt veel grootschalige metaalbewerking plaats bij Corus in IJmuiden en Nedstaal in Alblasterdam. Deze beide bedrijven zitten in het NO<sub>x</sub>-handelssysteem. De totale metaal-sector telt echter meer dan 11.000 ondernemingen. Relevant voor dit document is de productie van stalen buizen die in Nederland plaatsvindt.

### B.9 Intensive rearing of poultry and pigs

Dit document geeft aan dat er een relatie is tussen NO<sub>x</sub>- en SO<sub>2</sub>-uitstoot en veehouderij bij problemen die in de regio kunnen spelen op het gebied van verzuring en vermesting. NO<sub>x</sub>-emissies zelf komen in de sector vrij bij verwarmingsinstallaties en kleine verbrandingsinstallaties. Voorts wordt opgemerkt dat er ook NO<sub>x</sub> vrijkomt bij het verbranden van kippenmest.

Het BAT-gedeelte van dit document heeft vooral te maken met de dierenhuisvesting en de mestverwerking. NO<sub>x</sub> komt hierbij niet aan de orde.

### B.10 General principles of monitoring

Dit document gaat over het meten en monitoren van emissies. Niet alleen moet gekeken worden naar emissie uit schoorstenen maar ook naar diffuse emissies en lokale emissies (bijvoorbeeld langs pakkingen en afsluiters). Ook incidentele emissies zijn relevant. Voor monitoring is ook de tijdsfactor relevant. Bij gevaarlijke stoffen, of incidenten, is kg per seconde gebruikelijk. De uitstoot per uur is relevant voor continue processen. Voor milieubelasting die goed gevolgd moeten worden is kg/dag of kg/week relevant. Als het gaat om milieubelasting met een lange tijdsbasis is ton per jaar gebruikelijk. Bijvoorbeeld in het geval van verzurende stoffen als SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>.

Voor het meten van NO<sub>x</sub> (NO en NO<sub>2</sub>) is er de CEN standard WI 264-043. Meer informatie over Europese standaarden is te vinden op de site van the European Committee for Standardization (<http://www.cenorm.be/>). Het document geeft tevens enkele kostenindicaties die met het (continue) meten van NO<sub>x</sub> verbonden zijn.

### B.11 Tanning of hides and skins

In dit document over het looien van huiden komt NO<sub>x</sub> niet voor. Wel is het BAT om het energieverbruik van elektriciteit, warmte (stoom en verwarming) en perslucht te monitoren. De belangrijkste energieverbruikers zijn de afvalwaterbehandeling en droogprocessen.

### B.12 Production of iron and steel

Dit document beschrijft BAT bij de diverse processtappen.

Bij de sintering is het afgas de belangrijkste milieubelasting. Dit gas bevat een groot aantal schadelijke stoffen. Het is BAST om ook de NO<sub>x</sub>-uitstoot te verminderen. Dit kan bijvoorbeeld door afvalgasrecycling of door stikstofverwijdering uit het afvalgas via regeneratieve toepassing van actieve kool of selectieve katalytische reductie. Stikstofverwijdering uit het afvalgas is erg duur, en wordt daarom alleen toegepast als anders waarschijnlijk niet voldaan wordt aan milieukwaliteitstandaard.

Het pelletiseren van de ijzererts vindt meestal bij de mijn plaats. Het ontwerp van de installaties moet gericht zijn op optimaal hergebruik van warmte en lage NO<sub>x</sub>-uitstoot van alle verbrandingssecties. SCR of een andere end-of-pipe techniek kan worden toegepast maar moet alleen

overwogen worden als anders waarschijnlijk niet voldaan wordt aan milieukwaliteitstandaard (op dit moment wordt dit niet op commerciële installatie toegepast).

Een belangrijke bron van stof en SO<sub>2</sub>-emissie is de cokesproductie. Bij de constructie van nieuwe cokesovens moet met lage NO<sub>x</sub>-technieken rekening worden gehouden bijvoorbeeld door getrapte verbranding. Dan is 450-700 g/ton cokes of 500-770 mg/m<sup>3</sup> bereikbaar (een bijbehorend zuurstofpercentage staat niet in het document; de Nederlandse NeR noemt maximaal 500 mg/m<sup>3</sup>). SCR wordt alleen toegepast bij nieuwe installaties als dit uit oogpunt van milieukwaliteit nodig is.

De uiteindelijk reductie van het ijzererts tot ijzer vindt plaats in een hoogoven. Als BAT worden hierbij een tiental opties genoemd die alle toepasbaar zijn bij bestaand en nieuwe installaties. Bij het stoken van de windverhitters (hot stoves), waarmee de lucht voor de hoogoven verhit wordt, kan een NO<sub>x</sub>-uitstoot van minder dan 350 mg/m<sup>3</sup> bereikt worden (gerelateerd aan een zuurstofconcentratie van 3%; de NeR noemt hier 150 mg/m<sup>3</sup>). Deze windverhitters worden volgens het BREF-document meestal gestookt met verijkt hoogovengas.

Het ruwe ijzer gaat dan naar de oxistaalfabriek en de casting om de kwaliteit te verbeteren. Tot de BAT-opties behoort o.a. het terugwinnen en gebruiken als brandstof van het zogenaamde oxigas.

Ijzer kan ook gemaakt worden door het smelten van schroot in een electric arc fornuis. Hierbij komen een scala aan stoffen vrij die de lucht kunnen verontreinigen en ontstaat ook vast afval. Gasreiniging vindt bij BAT plaats met stoffilters en voor de organische chloorverbindingen (onder andere dioxines) via een naverbrandingskamer of door injectie van kalkpoeder voor de filters.

Het document vermeldt voorts dat er een grote eensgezindheid was over wat tot BAT gerekend moet worden.

In Nederland vind de productie van ijzer alleen plaats bij Corus in IJmuiden. In Nederland was er tot juli 1999 in Sluiskil nog een tweede cokesfabriek. De Corus vestiging in IJmuiden valt onder het NO<sub>x</sub>-handelssysteem.

### B.13 Mineral oil and gas refineries

Dit document betreft zowel de olieraffinage als de gasproductie. Dit laatste gaat alleen over de reiniging van aardgas (verwijderen van H<sub>2</sub>S en CO<sub>2</sub>). Wat NO<sub>x</sub> betreft veroorzaakt door energiegebruik bij gasproductie wordt verwezen naar wat over energie bij de raffinaderijen gezegd wordt.

In Nederland zijn 5 grote raffinaderijen aanwezig (Shell, Nerefco, TotalFinaElf, Esso en Nerefco, Kuwait Petroleum) met een totale raffinagecapaciteit van circa dan 65 mln. ton en een condensaat splitter (Koch; 2 mln ton). Een asfaltfabriek van Smit en Hollander in Amsterdam is niet zo lang geleden gesloten. In de Delfzijl is er nog een bedrijf dat olie terugwint uit afvalstromen (North refinery B.V; circa 0,1 mln. ton). Alle raffinaderijen en ook de condensaat splitter vallen onder het NO<sub>x</sub>-emissiehandel.

In Europa staan raffinaderijen met capaciteiten van 0,5 tot 20 mln. ton per jaar en jaarlijkse emissie van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en stof met een dito grote spreiding. Om BAT te bepalen zijn circa 600 technieken bekeken, waarvan er 180 betrekking hebben op gassen en afvalgas.

NO<sub>x</sub> komt vrij uit de energievoorziening en bij de regeneratieenheden van de katalytische kerkers (catcracker). De opstellers hebben geprobeerd om zowel voor de raffinaderij als geheel

(bubble-concept) als voor de individuele installaties met NO<sub>x</sub>-ranges te komen die met BAT samenhangen maar zijn daar zowel bij SO<sub>2</sub> als bij NO<sub>x</sub> niet in geslaagd.

#### *Geen overeenstemming bubble*

Voor het niveau van en SO<sub>2</sub>-bubble bij BAT (in mg/m<sup>3</sup> bij 3% O<sub>2</sub>) lopen de meningen uiteen van 60-200 (1 land; daggemiddelde) tot 1000-1400 (voorstel industrie op basis van huidige situatie; jaargemiddelde). Ook worden er bubble cijfers genoemd die een relatie met de doorzet hebben. Daarnaast was 1 land het niet eens met het bubble concept.

Ook voor NO<sub>x</sub> is er over een bubble gesproken. Voor een bubble van BAT op NO<sub>x</sub> (in mg/m<sup>3</sup> bij 3% O<sub>2</sub>) lopen de meningen uiteen van 70-150 (1 land; daggemiddelde) tot 200-500 (voorstel industrie op basis van huidige situatie; jaargemiddelde). Er was 1 land dat voorstelde om een jaargemiddelde bubble van 20-150 ton NO<sub>x</sub>/Mton doorzet (gebaseerd op het bovenste kwartiel van de specifieke emissie van 40 Europese raffinaderijen) en 1 land aangaf dat implementatie van BAT tot een daggemiddelde van 80-170 ton NO<sub>x</sub>/Mton doorzet zou leiden. Daarnaast was 1 land het niet eens met het bubble concept.

#### *Catcracker*

Ook is er gesproken over BAT op installatie niveau. De BAT voor de katalytische kraakinstallatie (catcracker ook wel met FCC aangeduid) heeft wat NO<sub>x</sub> betreft twee varianten. Het is BAT om een zogenaamde CO-boiler te gebruiken voor partiele oxidatie. Kenmerkend hierbij is dat lage niveaus van NO<sub>x</sub> en CO niet gelijktijdig worden bereikt. De emissieniveaus zonder bestrijdingmaatregelen liggen hier voor NO<sub>x</sub> op 100-300 mg/m<sup>3</sup> en voor CO op 50-100 mg/m<sup>3</sup>. Er is 1 land dat stelt dat bij dit CO-niveau een NO<sub>x</sub>-niveau 300-450 hoort. De industrie blijft bij de huidige range van 100-500 mg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup> (4.5.3).

Bij een installatie met volledige verbanding, in afwezigheid van een CO boiler, is het BAT om het zuurstofgehalte (gebruikelijk zo'n 2%) goed te meten en te regelen (CO 50-100 mg/m<sup>3</sup>; NO<sub>x</sub> 300-600 mg/m<sup>3</sup>). Ook hier weer de CO-NO<sub>x</sub> tegenstelling. Daarna dient volgens BAT de NO<sub>x</sub>-emissie verder gereduceerd te worden tot 40-150 mg/m<sup>3</sup> (de laagste waarde is alleen mogelijk als er met SCR wordt toegepast en een olie met een laag zwavelgehalte verwerkt wordt). Dit kan door een combinatie van: aanpassing van de FCC installatie (voor zover de huidige installatie dit toelaat; verplichte renovatie is geen BAT), ontzwaveling van de voeding, SNCR (60-70% NO<sub>x</sub>-reductie) of SCR (85-90% reductie). Er waren drie afwijkende meningen:

1. SCR kan altijd (100 mg/m<sup>3</sup>),
2. SCR en NSCR kunnen niet altijd (range 10-450 mg/m<sup>3</sup>), en
3. de technologie van de catcracker wordt afgestemd op de ruwe olie en de raffinage configuratie, NO<sub>x</sub>-eisen bepalen derhalve niet de procesgang (300-450 mg/m<sup>3</sup>).

Opgemerkt kan worden dat SO<sub>2</sub>-reductie (10-350 mg/m<sup>3</sup>) via grondstofontzwaveling, aangepaste katalysator of rookgasontzwaveling ook tot BAT wordt gerekend.

#### *BAT voor energie-installaties*

Allereerst wordt opgemerkt dat het BAT is om zo efficiënt mogelijk met energie om te gaan en WKK toe te passen. Wat brandstof betreft moet ontzwaveld raffinaderijgas gebruikt worden (5-20 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>). Dit kan eventueel worden aangevuld met vloeibare brandstof, aardgas of LPG. Voor vloeibare brandstof is de BAT-waarde 50-850 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Opties om hieraan te voldoen zijn naast brandstofsubstitutie, olieontzwaveling en rookgasontzwaveling. Hier is veel discussie over geweest. Eén land gaf aan dat rookgasontzwaveling altijd mogelijk is en de BAT-norm derhalve op 200 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> moest liggen. Een ander land en de industrie vonden dat het 1700 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> moest zijn. Uiteindelijk heeft de Europese Commissie besloten dat voor vloeibare brandstof 50-850 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> overeenkomt met BAT. In veel gevallen zal de lage waarde zoveel inspanning vergen dat dit het milieuvoordeel tenietdoet. De eisen kunnen echter toch die kan opgeduwd worden door de in Europa afgesproken emissie plafonds voor de diverse landen. Ten aanzien van flexicogas, een tweede 'restgas' dat naast FCC-gas ontstaat wordt

opgemerkt dat het BAT is om COS in H<sub>2</sub>S om te zetten (en het daarna uit het gas te wassen). Omdat veel raffinaderijgas gestookt wordt is een norm op alleen vloeibare brandstoffen (zoals in deze BREF staat) veel strenger dan een norm op alle brandstoffen (zoals in de BEES staat).

Er is een uitgebreide lijst met BAT-opties voor NO<sub>x</sub>-reductie. Bij een groot defect (major outage) dienen de branders vervangen te worden door Lage-NO<sub>x</sub> branders. De branders met de laagste NO<sub>x</sub>-uitstoot die toepasbaar is, dienen te worden gebruikt.

Bij ketels en fornuizen op gas kunnen NO<sub>x</sub>-niveaus van 20-150 mg/m<sup>3</sup> (laagste is aardgasstook, hoogste is kleine installatie met primaire maatregelen; twee landen vinden dat de bovenwaarde 100 mg/m<sup>3</sup> moet zijn door ook SCR mee te nemen) bereikt worden via een geschikte combinatie van:

- Hoge thermische efficiency en goede regeling (zuurstofhuishouding),
- Lage-NO<sub>x</sub> brander techniek,
- Rookgasrecycling bij ketels,
- Herverbranding (reburning/fuel staging; in Nederland bekend als in vuurhaar NO<sub>x</sub>-reductie),
- SCR/SNCR.

Bij ketels en fornuizen op olie kunnen NO<sub>x</sub>-niveaus van 55-300 mg/m<sup>3</sup> (laagste is ketel met SCR, hoogste is kleine installatie met primaire maatregelen) (1 land vindt dat kleine installaties <50 MW aan 200 kunnen voldoen en grotere onder de 100 kunnen komen door SCR toepassing; een ander land noemt 200-400 in verband met het stikstofgehalte van de brandstof) bereikt worden via een geschikte combinatie van:

- Brandstoffen met een laag stikstofgehalte (is gerelateerd aan een laag zwavelgehalte),
- Hoge thermische efficiency en goede regeling (zuurstofhuishouding),
- Lage-NO<sub>x</sub> brander techniek,
- Rookgasrecycling bij ketels,
- Herverbranding (reburning),
- SCR/SNCR bij brandstoffen zwaarder als gasolie.

Bij gasturbines kunnen NO<sub>x</sub>-niveaus van 20-75 mg/m<sup>3</sup> (15% O<sub>2</sub>) (de lage waarde voor aardgas, de hoge voor kleine turbines op raffinaderijgas) bereikt worden via een geschikte combinatie van:

- Injectie van een inerte stof (toevoeging van water, stoom, rookgas, stikstof verlaagd de temperatuur in de verbrandingskamer),
- Droge Lage-NO<sub>x</sub> branders,
- SCR.

#### *Overige installaties*

Bij alle andere raffinageprocessen zijn ook BAT-eisen gesteld. Afgezien van eisen aan energie-efficiency hebben deze geen directe effecten op de NO<sub>x</sub>-uitstoot. Wat SO<sub>2</sub> betreft is er nog de eis dat de efficiency van zwavelterugwinning 99,5-99,9% moet zijn (1 land noemt 98,5 tot 99,5 voor bestaande installaties). Zowel bij NO<sub>x</sub> als bij SO<sub>2</sub> is er naast het bubble-concept een uitspraak gedaan voor vrijwel alle installaties (fakkels en gasmotoren niet) die uitstoot van deze stoffen veroorzaken.

## B.14 Food (BREF nog niet af)

Belangrijke issues in dit document zijn onder andere geur, hygiëne en afvalwater. NO<sub>x</sub> wordt in het huidige document op een 15 tal plaatsen genoemd. NO<sub>x</sub> komt vrij ontstaat bij de carbonisatie van kalksteen, bij directie verhitting met verbranding (bijvoorbeeld bij drogen) en uit energie-installaties. Voorbeelden van NO<sub>x</sub>-cijfers in het document zijn:

- 350 mg/m<sup>3</sup> (3% zuurstof) voor de thermische energie bij pastabereiding en 250 mg/m<sup>3</sup> bij de technieken om voor BAT te overwegen.
- bij het drogen van suikerbietenpulp 70 mg/m<sup>3</sup> bij gasstook en 270 mg/m<sup>3</sup> bij oliestook.

In het document wordt opgemerkt dat bij het reinigen door middel van een katalysator van het verbrandingsgas waarmee koffiebonen zijn geroosterd NO<sub>x</sub>-niveaus van meer dan 1000 mg/m<sup>3</sup> optreden. Deze techniek wordt verderop wel met BAT aangeduid.

Het document bevat twee voorbeelden, beide bij een brouwerij van een WKK-installatie waarbij over NO<sub>x</sub>-maatregelen gesproken wordt. Het ene voorbeeld betreft een 4 MW gasturbine met een Lage-NO<sub>x</sub> brander (<50 ppm NO<sub>x</sub>) en het andere een WKK-installatie met een gasmotor uitgevoerd met een driewegkatalysator (o.a. tegen NO<sub>x</sub>).

De technieken die in het concept met BAT worden aangeduid hebben geen directe relatie met het verminderen van de NO<sub>x</sub>-uitstoot. Wel wordt gesproken over energiebesparing en WKK.

### B.15 Slaughterhouses and animal by-products industries (BREF nog niet af)

Oneetbaar dierlijk vet wordt normaal verbrand waarbij onder andere NO<sub>x</sub> vrijkomt. Bij de opstellen van het document was dit echter (tijdelijk) verboden omdat het nog niet opgenomen was in de regeling over dierlijke bijproducten. Emissies worden genoemd van circa 200 ppm NO<sub>x</sub> bij 6% O<sub>2</sub> (en 600 mg/m<sup>3</sup> omgerekend naar 3% O<sub>2</sub>). Emissies beneden de 200 mg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup> zijn in Duitsland bereikt.

Ook bij het verbranden van (delen van) karkassen komt NO<sub>x</sub> vrij. De meeste verbrandingsovens hebben de luchttoevoer beperkt waardoor zowel NO<sub>x</sub> als het meevoeren van stofdeeltjes beperkt worden. Ook een goede lucht/brandstofverdeling kan piektemperaturen verminderen en aan een lagere NO<sub>x</sub>-uitstoot bijdragen. NO<sub>x</sub>-emissie worden genoemd van 350 mg/m<sup>3</sup> (en 50 mg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> bij beperkte gaswassing). Per ton dierrest worden cijfers genoemd van minder dan 2,5 kg NO<sub>x</sub> en 0,566 kg SO<sub>2</sub>.

Voor het verbranden van diermeel worden cijfers genoemd na rookgasbehandeling van 175 mg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup> bij 11% O<sub>2</sub> (1,75 kg NO<sub>x</sub>/ton diermeel) en 16 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (90% verwijderd). Van een andere installaties wordt 1,2 kg NO<sub>x</sub>/ton meel gerapporteerd en bij weer een andere 10 kg.

Als voorbeeld voor verbranding van dierresten wordt o.a. een wervelbedinstallatie beschreven. Voor diermeel komt de emissie beneden de 175 mg/m<sup>3</sup> uit (hierbij wordt vergeleken met de 200 mg/m<sup>3</sup> uit de richtlijn voor afvalverbranding; waarschijnlijk bij 11% O<sub>2</sub>).

Voor het slachten van dieren worden verschillende cijfers voor de huidige emissie genoemd. (zie Tabel B.3). De cijfers lopen zo sterk uiteen, dat er wellicht rekenfouten tussen zitten.

Tabel B.3 *Emissies bij het slachten en verwerken van dieren [kg]*

Per ton dier	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Rundveeslachterij	0,12	75,6	0,16
Varkensslachterij	4,6-10	0,112	0,00026
Slachterij in Finland	22-100	0,45-1,1	0,29-0,52
Verwerking ('rendering' o.a. vetwinning) van slachtrestanten Finland (o.a. stoom nodig)	10,2-146	1,2-1,6	0,51-0,59
Idem gemiddelde 4 locaties	132	0,040	0,390
Vismeel en visolieproductie (tussen haakjes waarvan voor elektriciteit)	0,103 (0,018)	0,028	0,443 (0,170)

Een manier om geuremissies bij verwerking van slachtrestanten te verminderen is om het afgas en de ventilatielucht te verhitten tot 950 °C. Dit levert een bijna 100% reductie van geur op. Nadeel is wel dat er CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> ontstaat.

Bij de BAT-technieken wordt NO<sub>x</sub> niet genoemd. Wel kan door het kleiner maken van karkassen voor verbranding, zodat dit meer homogeen gebeurt, de NO<sub>x</sub>-uitstoot verminderen. Het verwerken van dierresten in afgesloten installaties en het verbranden van de restgassen en de ventilatiegassen is een belangrijk issue dat NO<sub>x</sub>-consequenties kan hebben.

## B.16 Economic issues (BREF nog niet af)

In dit document worden een 11 tal richtlijnen uitgewerkt. De eerste 4 zijn bedoeld om de belangrijke milieuthema's te identificeren en milieuprioriteiten te bepalen. In de derde richtlijn wordt de milieubelasting in 8 categorieën ingedeeld. Bij NO<sub>x</sub> wordt opgemerkt dat dit een stof is die bijdraagt aan verzuring en vermesting en fotochemische Ozon vorming. Bij een vergelijking van diverse opties is het mogelijk om stoffen om te rekenen naar verzuringsequivalenten, stikstofequivalenten etc. wat de afweging makkelijker kan maken. In richtlijn 4 wordt aangegeven dat men opties kan vergelijken door lijstje te maken van aan welke 8 categorieën het bijdraagt of door de milieubelasting te vergelijken met het EU totaal. Dit laatste is echter nog niet uitgewerkt.

Richtlijnen 5 tot 8 gaan over het bepalen, berekenen en presenteren van kostencijfers.

Richtlijn 9 tot 11 gaat over de bepaling van BAT. In 9 wordt vastgesteld dat alleen de additionele milieukosten meegenomen moeten worden (dus geen kosten die ook om andere motieven gemaakt zouden worden). In 10 gaat het over de verdeling van de kosten als er gelijktijdig meerdere milieuverbeteringen plaatsvinden. In 11 worden een aantal punten aangegeven waarop BAT bepaald kan worden:

- Kijk naar het punt waarop de kosten voor verdere reductie sterk stijgen.
- Vergelijk de uitstoot en het gevolgen voor de omgeving met milieukwaliteitsnormen.
- Kijk of er specifieke lokale zaken zijn die extra reductie rechtvaardigen.
- Vergelijk de marginale kosten van additionele opties ten opzichte van een base-case (huidige situatie).
- Vergelijk voor nieuwe situaties de totale marginale kosten van de diverse opties.
- Als er tussen meerdere milieueffecten een keuze gemaakt moet worden, moet aangegeven worden welk milieueffect uiteindelijk als het belangrijkste is gewaardeerd.

In 11 worden voorts cijfers genoemd voor de externe kosten van diverse stoffen. Hierbij is getracht de milieuschade in geld uit te drukken. Een EU-studie noemt bedragen van €5,2/kg SO<sub>2</sub>, €4,5 kg/NO<sub>x</sub>, €14,- /kg PM10 en €2,1/kg VOS. Vinden de emissies in bebouwd gebied plaats dan zijn de externe kosten van SO<sub>2</sub> en PM10 hoger.

Het tweede deel van dit document gaat over de economische weerbaarheid van industriële sectoren. Om de impact van BAT te bepalen zouden de kosten voor BAT vergeleken kunnen worden met de totale kosten van een sector.

### *Niet in document*

Een methode die niet gevolgd wordt is het kijken welke specifieke kosten op een andere plek met BAT of wetgeving gerelateerd zijn. De marginale reductiekosten, vergelijkbaar met de prijs in een emissiehandelssysteem, is een minder discutabel begrip dan externe kosten. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat marginale reductiekosten vaak gerelateerd zijn aan het halen van vastgestelde milieudoelen en niet aan een losstaande milieukwaliteitsverbetering.



### B.17 Emissions from storage (BREF nog niet af)

Uit opslagsystemen kunnen koolwaterstoffen vrij komen die teruggewonnen kunnen worden. Als dit niet (meer) gaat dan kan het gas geoxideerd worden. Hierbij kan  $\text{NO}_x$  ontstaan. Verder komt  $\text{NO}_x$  in het document niet aan de orde.

### B.18 Management of tailings and waste rock in mining activities (BREF nog niet af)

$\text{NO}_x$ -emissies kunnen hier onder andere ontstaan bij het bewerken van het erts (bijvoorbeeld drogen). Verder komt  $\text{NO}_x$  in het document niet aan de orde.

### B.19 Large volume inorganic chemicals, ammonia, acids and fertilisers industries (BREF nog niet af)

Bij de ammoniakproductie komt  $\text{NO}_x$  vrij bij de ondervuring van de installaties. Dit kan verminderd worden door de toepassing van Lage- $\text{NO}_x$  branders (niveaus van 157/80/90 mg  $\text{NO}_x/\text{m}^3$  en 20 mg  $\text{NO}_x/\text{m}^3$  bij ketels worden hier genoemd). Ook het verwijderen van  $\text{NH}_3$  uit afvalgasstromen (purge and flash gases) reduceert de  $\text{NO}_x$ -uitstoot. Ook proceswijzigingen zoals het gebruik van een pre-reformer komen in het document aan de orde. Een aantal besproken opties verminderd het energiegebruik maar kan tegelijkertijd wel tot hogere  $\text{NO}_x$ -uitstoot leiden.

Bij het produceren van salpeterzuur is  $\text{NO}_x$  ook een procesemissies het document bevat diverse opties om de  $\text{NO}_x$ -uitstoot door via afvalgas met end-of-pipe maatregelen te verminderen. Te bereiken niveaus van 100-150 ppm worden hierbij genoemd. Bij SCR worden zelfs nog wat lagere waarden genoemd. Ook NSCR wordt vaak toegepast. Van belang zijn verder de incidentele emissies bij het opstarten en bij processtoringen.

Bij de productie van  $\text{SO}_2$  als grondstof voor  $\text{SO}_3$  en daarna met water tot Zwavelzuur ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) wordt in de oxidatiestap ook  $\text{NO}_x$  gevormd.

Het document is nog niet zover gereed dat ook over BAT-uitspraken gedaan worden.

### B.20 Smitheries and foundaries (BREF nog niet af)

$\text{NO}_x$  komt vrij door de verbranding van brandstof bij het smeltproces en bij warmtebehandeling van producten. Het BREF-document richt zich op het optimaal omgaan met grondstoffen en afvalstromen. Bij de technieken die overwogen moet worden om BAT vast te stellen staat o.a. het verbranden met pure zuurstof in plaats van lucht wat tot lagere  $\text{NO}_x$ -emissies leidt.

Het is BAT om aardgas te gebruiken of laagzwavelige olie. Fornuizen en branders moeten automatisch geregeld worden en bij het proces vrijkomende gassen moeten, zo goed mogelijk, worden opgevangen en afgevoerd. Tot BAT behoort verder het toepassen van afvalgasreiniging; de toepassing van filters of natte wassers richt zich echter vooral op de reductie van de uitstoot van stof deeltjes. In Tabel B.4 staan een aantal emissiewaarden voor diverse processen. Duidelijk wordt dat het smelten van ijzer, als dit niet elektrisch gebeurt, relatief veel  $\text{NO}_x$  veroorzaakt.

Tabel B.4  $NO_x$ -emissies van diverse processen

Proces	$NO_x$ -emissie [kg/ton metaal]
Staal smelten in electric arc fornuis (elektrisch) fornuis	0; wel 5-50 $mg/m^3$ in vrijkomend gas
Staal/Gietijzer smelten met inductie (elektrisch)	0; wel 50-250 ppm in het vrijkomende gas
Gietijzer smelten met cokes in koepeloven	<1 (andere bron 7-75 $mg/m^3$ bij 11% $O_2$ )
Gietijzer smelten met gas/brandstof in koepeloven	0,5
Gietijzer smelten met roterend fornuis op gas/brandstof in koepeloven	0,3-0,4 (andere bron 200 $mg/m^3$ )
Aluminium smelten	<1 - 6
Aluminium smelten verticaal fornuis	0,18 kg (113 $mg/m^3$ )
Aluminium smelten in oliegestookt hard fornuis	45 $mg/m^3$ (17,6% $O_2$ )
Aluminium smelten in kruis (crucible) fornuis van buiten verhit met elektriciteit en aardgas	0,18
Smelten en onder lage druk in vorm mal gieten van koper	0,03
Onder druk in een mal gieten van aluminium	0,006
Smelten van lood	0,05-0,15
Smelten van brons	0,04

In Nederland zijn verschillende bedrijven die zich met het gieten van metaal (bijvoorbeeld aluminium, brons, gietijzer) bezig houden. Er zijn bijvoorbeeld meer dan 15 aluminium gieterijen. Aangezien het gieten in alle schaalgrootten gebeurt zitten hier ook veel bedrijven tussen die niet aan  $NO_x$ -emissiehandel meedoen.

## B.21 Waste treatments industries (BREF nog niet af)

Dit document beschrijft een grote diversiteit aan installaties en emissiebronnen variërend van een vork heftruck tot een installatie voor het hergebruik van afvalolie. Het document is nog niet zover dat keuzes voor BAT gemaakt zijn.

De  $NO_x$ -emissie wordt op een aantal plaatsen vermeld waarbij de vermelding van de uitstoot van een dieselmotor in een tabelletje met de emissie van ketels op olie wel vreemd overkomt. Genoemd wordt de toepassing van Lage- $NO_x$  branders. In de bijlage is een voorbeeld gegeven van een vergistinginstallatie voor afval. Met het gistingsgas wordt een biogasmotor aangedreven. Op deze motor vind uitlaatgasreiniging plaats via SCR ( $NO_x < 100 mg/m^3$ ), actieve kool filtratie en thermische oxidatie (voor CO en VOS).

## B.22 Large combustion installations (BREF nog niet af)

Dit document heeft, conform de IPPC-richtlijn, alleen betrekking op installaties met een thermisch groter dan 50  $MW_{th}$ . Waarbij wel opgemerkt wordt dat het document ook relevant is voor installaties kleiner dan 50  $MW_{th}$ , omdat kleinere installaties (bijvoorbeeld bij WKK) aan elkaar toegevoegd een installatie van meer dan 50 MW kunnen vormen. In principe gaat het over alle elektriciteitscentrales, WKK-installaties en stadsverwarmingseenheden. Het document heeft ook betrekking op industriële installaties voor zover hier conventionele brandstoffen (die op de markt te koop zijn en een bekende en relatief constante samenstelling hebben) in gestookt worden. Hiertoe behoren: kolen, bruinkool, biomassa, turf, vloeibare en gasvormige brandstoffen (inclusief biogas en waterstof). Industriële installaties die een proces gerelateerd residu of bijproduct stoken of die een integraal onderdeel van een productie proces uitmaken (hoogoven, cementoven) vallen niet onder deze BREF. Door de grens van 50  $MW_{th}$  heeft dit BREF-document geen directe betekenis voor installaties die niet tot het  $NO_x$ -handelssysteem behoren. Het document legt uit dat er drie mechanisme voor  $NO_x$ -vorming zijn, hiervan is er één (brandstof  $NO_x$ ) gerelateerd aan het stikstofgehalte in de brandstof (kolen 0,5-2%; hout <0,5%, turf 1,5-2,5% stookolie <1% en aardgas <0,1%). Een andere mechanisme is de vorming van  $NO_x$  bij hogere temperaturen uit stikstof en zuurstof in de lucht (thermische  $NO_x$ ). Ten slotte is er nog de

prompt NO<sub>x</sub> die ontstaat door reacties van moleculair stikstof met koolwaterstofradicalen in het vlamfront.

Primaire NO<sub>x</sub>-maatregelen zijn een lagere luchtvermaat (10-44% minder NO<sub>x</sub>), lucht staging (de luchtverdeling over de verbrandingszone aanpassen; 10-65% NO<sub>x</sub>-reductie), rookgasrecirculatie (20-50% NO<sub>x</sub>-reductie), verminderen van luchtvoorverwarming (20-30% NO<sub>x</sub>-reductie), fuel staging (andere brandstofverdeling over de verbrandingszone; in vuurhaard NO<sub>x</sub>-reductie; 50-60% NO<sub>x</sub>-reductie) en diverse soorten Lage-NO<sub>x</sub> branders waarbij genoemde NO<sub>x</sub>-reductieopties niet in de verbrandingskamer maar in de vlam plaatsvinden (met lucht staging 25-35% reductie; met rookgasrecirculatie tot 20% reductie en met brandstof staging 50-60% reductie). Rookgasreiniging kan plaatsvinden door Selectieve katalytische reductie SCR (80-95% reductie) en Selectieve niet katalytische reductie (NSCR; 30-50% en soms 80% NO<sub>x</sub>-reductie). Ook worden een aantal gecombineerde technieken van SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-verwijdering besproken.

#### *Kolenstook*

Bij poederkoolcentrales met een vermogen van 100 MW<sub>th</sub> en zeker bij installaties > 300 MW<sub>th</sub> is de toepassing van primaire maatregelen en SCR BAT. Bij bruinkool gestookte installaties is de NO<sub>x</sub>-emissie meestal lager en worden alleen primaire maatregelen BAT genoemd. Ook voor kleine kolengestookte installaties is BAT beperkt tot primaire maatregelen (waarbij soms een bestaande vuurhaard te klein kan blijken). Voor kleine ketels die niet veel in vermogen variëren en een stabiele brandstofkwaliteit hebben wordt ook NSCR als BAT gezien. Bij wervelbedverbranding kan NO<sub>x</sub> door een goed ontwerp meestal beperkt blijven tot beneden de niveaus van een Lage-NO<sub>x</sub> brander.

In Tabel B.5 is een overzicht gegeven van de diverse eisen. BEES A. noemt voor nieuwe installaties een NO<sub>x</sub>-eis van 200 mg/m<sup>3</sup> bij groter dan 300 MW en 100 mg/m<sup>3</sup> bij kleiner dan 300 MW. Voor nieuwe kolengestookte installaties tussen de 50 en de 100 MW is BEES strenger (100 mg/m<sup>3</sup> versus 200-300). Voor nieuwe poederkool gestookte installaties >300 MW is het BREF strenger (90-150 mg/m<sup>3</sup> versus 200). Er zijn op dit moment in Nederland echter geen plannen bekend over nieuwe kolengestookte installaties.

Tabel B.5 NO<sub>x</sub>-eisen bij kolenstook in mg/m<sup>3</sup> bij 6% O<sub>2</sub>

Capaciteit [MW <sub>th</sub> ]	Verbrandingstechniek	NO <sub>x</sub> -emissie nieuw (BAT)	NO <sub>x</sub> -emissie bestaand (BAT)	Brandstof
50-100	Poederkool en wervelbed	200-300	200-300	Steenkool en bruinkool
100-300	Poederkool en Wervelbed	100-200	100-200	Steenkool en bruinkool
> 300	Poederkool	90-150	100-200	Steenkool
> 300	Poederkool	100-150	100-200	Bruinkool
> 300	Wervelbed	50-150	100-200	Steenkool en bruinkool

#### *Biomassa en turf*

Primaire maatregelen en/of SCNR en SCR is BAT. Voor hout is verbranding op een lucht gekoeld bewegend rooster BAT. Voor bestaande met poederturf gestookte installaties is een combinatie van primaire maatregelen BAT (zie ook Tabel B.6). Voor wervelbedketels op biomassa of turf is een goede luchtverdeling of rookgasrecirculatie BAT. Indien verdere NO<sub>x</sub>-reductie nodig is, is SCR of NSCR of een combinatie van beide (bijvoorbeeld bij een wervelbed) BAT. Typische niveaus voor een SCR na een wervelbed liggen op 30 g NO<sub>x</sub>/GJ.

Tabel B.6  $NO_x$ -eisen bij biomassa en turf stook in  $mg/m^3$  bij 6%  $O_2$

Capaciteit [MW <sub>th</sub> ]	Verbrandingstechniek	NO <sub>x</sub> -emissie nieuw (BAT)	NO <sub>x</sub> -emissie bestaand (BAT)	Brandstof
50-100	'Poeder'kool met turf en wervelbed	150-250 (niet voor turf)	200-300	Steenkool en bruinkool
100-300	'Poeder'kool met turf en wervelbed	150-250 (niet voor turf)	150-250	Steenkool en bruinkool
>300	'Poeder'kool met turf en wervelbed	50-150 (niet voor turf)	100-200	Steenkool

#### *Vloeistof gestookte installaties*

In het algemeen is bij vloeistofgestookte installaties een combinatie van primaire maatregelen en/of secundaire maatregelen BAT. Bij stookinstallaties met een vermogen van 100 MW<sub>th</sub> en zeker bij installaties > 300 MW<sub>th</sub> is de toepassing van primaire maatregelen en SCR BAT. Bij installaties <100 MW<sub>th</sub> worden alleen primaire maatregelen tot BAT gerekend (zie ook Tabel B.7 voor de emissie niveaus).

Tabel B.7  $NO_x$ -eisen bij een vloeibare brandstof in  $mg/nm^3$  bij 3%  $O_2$

Capaciteit [MW <sub>th</sub> ]	NO <sub>x</sub> -emissie nieuw (BAT)	NO <sub>x</sub> -emissie bestaand (BAT)
50-100	150-250	200-300
100-300	50-150	100-200
>300	50-100	50-150

#### *Gasstook*

Bij nieuwe gasturbines is het gebruik van Lage-NO<sub>x</sub> premix branders BAT. Bij bestaande gasturbines wordt de voorkeur gegeven aan Lage-NO<sub>x</sub> premix branders boven water of stoom injectie. Als luchtkwaliteitseisen er om vragen wordt bij gasmotoren en gasturbines ook de toepassing van SCR tot BAT gerekend. De volgende NO<sub>x</sub>-niveaus worden tot BAT gerekend:

- Voor nieuwe gasturbines en bestaande met een Lage-NO<sub>x</sub> premix branders is dit 20-50  $mg/m^3$  bij 15%  $O_2$  en bij de overige bestaande 50-75. Het niveau van 75  $mg/m^3$  komt ongeveer overeen met de BEES eis van 65 g/GJ. Dit BREF-document is bij toepassing van Lage-NO<sub>x</sub> premix branders dus aanzienlijk strenger.
- In STEG installaties die niet bijgestookt worden geldt 20-50  $mg/m^3$  (15%  $O_2$  en 75 bij water of stoom injectie. Indien er wel bijgestookt wordt gelden dezelfde eisen met het verschil dat het bijbehorende zuurstofgehalte situatie specifiek is.
- Voor gasmotoren is het niveau 20-50  $mg/m^3$  bij 15%  $O_2$ . Let wel het gaat hier om grote installaties, die in Nederland niet aanwezig zijn. De 50  $mg/m^3$  laat zich vertalen in 48 g/GJ wat vergeleken kan worden met de BEES eis van 140 g/GJ.
- Voor gasgestookte ketels is dit <50 (bij 3%  $O_2$ ) voor nieuwe en 50-80 bij bestaande installaties. Bij nieuwe ketels licht de Nederlandse eis op 70  $mg/m^3$ . De BREF is hier dus strenger.
- Voor raffinaderijen en installaties voor de opwerking van aardgas wordt onder het kopje gasstook verwezen naar het betreffende BREF-document.

#### *Bijstoken van een secundaire brandstof*

Het principe van de Europese wetgeving is dat de uitstoot door dit bijstoken gerelateerd aan de hoeveelheid verbrandingsgassen samenhangend met de bijstook geen hogere emissiewaarden op mag leveren dan de normen die gelden voor afvalverbranding. Wat technologie betreft wordt er van uitgegaan dat wat bij de diverse brandstoffen als BAT-technologie gezien wordt ook nu geldt.

### B.23 Nog onvoldoende over om wat over te melden

Er zijn twee BREF-documenten waarmee kortgeleden gestart is, en waar nog geen relevant inhoudelijk informatie in staat:

- Surface treatment of metals en plastics
- Organic Fine Chemicals.

Een BREF-document, waarin nog geen keuze voor BAT gemaakt was, is verder niet naar gekeken omdat dit niet relevant voor dit project is:

- Waste incineration.

## BIJLAGE C INSTALLATIES ONDER IPPC-RICHTLIJN

In Appendix 1 van de IPPC-richtlijn is aangegeven welke industriële activiteiten onder de richtlijn vallen (EU Directive, 1996).

- Deze richtlijn heeft geen betrekking op installaties of delen van installaties welke voor onderzoek, ontwikkeling en beproeving van nieuwe producten en procédés worden gebruikt.
- De hieronder genoemde drempelwaarden hebben in het algemeen betrekking op de productiecapaciteit of op het vermogen. Wanneer een exploitant in dezelfde installatie of op dezelfde plaats verscheidene activiteiten van dezelfde rubriek verricht, worden de capaciteiten van de activiteiten bij elkaar opgeteld.

### 1. *Energie-industrie*

- 1.1. Stookinstallaties met een hoeveelheid vrijkomende warmte van meer dan 50 MW (1).
- 1.2. Aardolie- en gasraffinaderijen.
- 1.3. Cokesfabrieken.
- 1.4. Installaties voor het vergassen en vloeibaar maken van steenkool.

### 2. *Productie en verwerking van metalen*

- 2.1. Installaties voor het roosten of sinteren van ertsen, met inbegrip van zwavelhoudend erts.
- 2.2. Installaties voor de productie van ijzer of staal (primaire of secundaire smelting), met inbegrip van uitrusting voor continugieten met een capaciteit van meer dan 2,5 ton per uur.
- 2.3. Installaties voor verwerking van ferrometalen door:
  - a. warmwalsen met een capaciteit van meer dan 20 ton ruwstaal per uur;
  - b. smeden met hamers met een slagarbeid van meer dan 50 kilojoule per hamer, wanneer een thermisch vermogen van meer dan 20 MW wordt gebruikt;
  - c. het aanbrennen van deklagen van gesmolten metaal, met een verwerkingscapaciteit van meer dan 2 ton ruwstaal per uur.
- 2.4. Smelterijen van ferrometalen met een productiecapaciteit van meer dan 20 ton per dag.
- 2.5. Installaties:
  - d. voor de winning van ruwe non-ferrometalen uit erts, concentraat of secundaire grondstoffen met metallurgische, chemische of elektrolytische procédés;
  - e. voor het smelten van non-ferrometalen, met inbegrip van legeringen, inclusief teruggewinningsproducten (affineren, vormgieten) met een smeltcapaciteit van meer dan 4 ton per dag voor lood en cadmium of 20 ton per dag voor alle andere metalen per dag.
- 2.6. Installaties voor oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen door middel van een elektrolytisch of chemisch procédé, wanneer de inhoud van de gebruikte behandelingsbaden meer dan 30 m<sup>3</sup> bedraagt.

### 3. *Minerale industrie*

- 3.1. Installaties voor de productie van cementklinkers in draaiovens met een productiecapaciteit van meer dan 500 ton per dag, of van ongebluste kalk in draaiovens met een productiecapaciteit van meer dan 50 ton per dag, of in andere ovens met een productiecapaciteit van meer dan 50 ton per dag.
- 3.2. Installaties voor de winning van asbest en de fabricage van asbestproducten.
- 3.3. Installaties voor de fabricage van glas, met inbegrip van installaties voor de fabricage van glasvezels, met een smeltcapaciteit van meer dan 20 ton per dag.
- 3.4. Installaties voor het smelten van minerale stoffen, met inbegrip van installaties voor de fabricage van mineraalvezels, met een smeltcapaciteit van meer dan 20 ton per dag.
- 3.5. Installaties voor het fabriceren van keramische producten door middel van verhitting, met name dakpannen, bakstenen, vuurvaste stenen, tegels, aardewerk of porselein, met een pro-

ductiecapaciteit per kilo van meer dan 75 ton per dag, en/of een ovencapaciteit van meer dan 4 m<sup>3</sup> en met een plaatsingsdichtheid per oven van meer dan 300 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4. *Chemische industrie*

Onder fabricage in de zin van de categorieën van activiteiten van deel 4 wordt verstaan de fabricage van de in 4.1 tot en met 4.6 genoemde stoffen of groepen van stoffen op industriële schaal door chemische omzetting.

- 4.1. Chemische installaties voor de fabricage van organisch-chemische basisproducten, zoals: eenvoudige koolwaterstoffen (lineaire of cyclische, verzadigde of onverzadigde, alifatische of aromatische),
  - f. zuurstofhoudende koolwaterstoffen, zoals alcoholen, aldehyden, ketonen, carbonzuren, esters, acetaten, ethers, peroxyden, epoxyharsen,
  - g. zwavelhoudende koolwaterstoffen,
  - h. stikstofhoudende koolwaterstoffen, zoals aminen, amiden, nitroso-, nitro- en nitraatverbindingen, nitrillen, cyanaten, isocyanaten,
  - i. fosforhoudende koolwaterstoffen,
  - j. halogeenhoudende koolwaterstoffen,
  - k. organometaalverbindingen,
  - l. kunststof-basisproducten (polymeren, kunstvezels, cellulosevezels),
  - m. synthetische rubber,
  - n. kleurstoffen en pigmenten,
  - o. tensioactieve stoffen en tensiden.
- 4.2. Chemische installaties voor de fabricage van anorganisch-chemische basisproducten, zoals:
  - p. van gassen, zoals ammoniak, chloor of chloorwaterstof, fluor of fluorwaterstof, kooloxiden, zwavelverbindingen, stikstofoxiden, waterstof, zwaveldioxide, carbonyldichloride,
  - q. van zuren, zoals chroomzuur, fluorwaterstofzuur, fosforzuur, salpeterzuur, zoutzuur, zwavelzuur, oleum, zwaveligzuur,
  - r. van basen, zoals ammoniumhydroxide, kaliumhydroxide, natriumhydroxide,
  - s. van zouten, zoals ammoniumchloride, kaliumchloraat, kaliumcarbonaat, natriumcarbonaat, perboraat, zilvernitraat,
  - t. van niet-metalen, metaaloxiden of andere anorganische verbindingen, zoals calciumcarbide, silicium, siliciumcarbide.
- 4.3. Chemische installaties voor de fabricage van fosfaat-, stikstof- of kaliumhoudende meststoffen (enkelvoudige of samengestelde meststoffen).
- 4.4. Chemische installaties voor de fabricage van basisproducten voor gewasbescherming en van biociden.
- 4.5. Installaties voor de fabricage van farmaceutische basisproducten die een chemisch of biologisch procédé gebruiken.
- 4.6. Chemische installaties voor de fabricage van explosieven.

#### 5. *Afvalbeheer*

Onverminderd artikel 11 van Richtlijn 75/442/EEG en artikel 3 van Richtlijn 91/689/EEG van de Raad van 12 december 1991 betreffende gevaarlijke afvalstoffen (2):

- 5.1. Installaties voor de verwijdering of nuttige toepassing van gevaarlijke afvalstoffen als bedoeld in de lijst van artikel 1, lid 4, van Richtlijn 91/689/EEG in de zin van de Bijlagen II A en II B (handelingen R1, R5, R6, R8 en R9) van Richtlijn 75/442/EEG en van Richtlijn 75/439/EEG van de Raad van 16 juni 1975 inzake de verwijdering van afgewerkte olie (3) met een capaciteit van meer dan 10 ton per dag.
- 5.2. Installaties voor de verbranding van stedelijk afval in de zin van Richtlijn 89/369/EEG van de Raad van 8 juni 1989 ter voorkoming van door nieuwe installaties voor de verbranding van stedelijk afval veroorzaakte luchtverontreiniging (4) en Richtlijn 89/429/EEG van de Raad van 21 juni 1989 ter vermindering van door bestaande installaties voor de verbranding van stedelijk afval veroorzaakte luchtverontreiniging (5), met een capaciteit van meer dan 3 ton per uur.

- 5.3. Installaties voor de verwijdering van ongevaarlijke afvalstoffen in de zin van Bijlage II A van Richtlijn 75/442/EEG, rubrieken D8, D9, met een capaciteit van meer dan 50 ton per dag.
- 5.4. Stortplaatsen die meer dan 10 ton per dag ontvangen of een totale capaciteit van meer dan 25 000 ton hebben, met uitzondering van stortplaatsen voor inerte afvalstoffen.
6. *Overige activiteiten*
- 6.1. Industriële installaties voor:
- u. de fabricage van papierpulp uit hout of uit andere vezelstoffen,
  - v. de fabricage van papier en karton met een productiecapaciteit van meer dan 20 ton per dag.
- 6.2. Installaties voor de voorbehandeling (wassen, bleken, merceriseren) of het verven van vezels of textiel met een verwerkingscapaciteit van meer dan 10 ton per dag.
- 6.3. Installaties voor het looien van huiden met een verwerkingscapaciteit van meer dan 12 ton eindproducten per dag.
- 6.4. Diversen
- w. abattoirs met een productiecapaciteit van meer dan 50 ton per dag geslachte dieren;
  - x. bewerking en verwerking voor de fabricage van levensmiddelen op basis van:
    - dierlijke grondstoffen (andere dan melk) met een productiecapaciteit van meer dan 75 ton per dag eindproducten;
    - plantaardige grondstoffen met een productiecapaciteit van meer dan 300 ton per dag eindproducten (gemiddelde waarde op driemaandelijke basis);
  - y. bewerking en verwerking van melk, met een hoeveelheid ontvangen melk van meer dan 200 ton per dag (gemiddelde waarde op jaarbasis).
- 6.5. Installaties voor de destructie of verwerking van kadavers en dierlijk afval met een verwerkingscapaciteit van meer dan 10 ton per dag.
- 6.6. Installaties voor intensieve pluimvee- of varkenshouderij met meer dan:
- a. 40 000 plaatsen voor pluimvee,
  - b. 2 000 plaatsen voor mestvarkens (van meer dan 30 kg); of
  - c. 750 plaatsen voor zeugen.
- 6.7. Installaties voor de oppervlaktebehandeling van stoffen, voorwerpen of producten, waarin organische oplosmiddelen worden gebruikt, in het bijzonder voor het appreteren, bedrukken, het aanbrengen van een laag, het ontvetten, het vochtdicht maken, lijmen, verven, reinigen of impregneren, met een verbruikcapaciteit van meer dan 150 kg oplosmiddel per uur, of meer dan 200 ton per jaar.
- 6.8. Installaties voor de fabricage van koolstof (harde gebrande steenkool) of elektrografiet door verbranding of grafitisering.

Noten:

1. De concrete vereisten van Richtlijn 88/609/EEG voor bestaande installaties blijven nog tot 31 december 2003 van kracht.
2. PB nr. L 377 van 31. 12. 1991, blz. 20. Richtlijn gewijzigd bij Richtlijn 94/31/EG (PB nr. L 168 van 2. 7. 1994, blz. 28).
3. PB nr. L 194 van 25. 7. 1975, blz. 23. Richtlijn laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 91/692/EEG (PB nr. L 377 van 31. 12. 1991, blz. 48).
4. PB nr. L 163 van 14. 6. 1989, blz. 32.
5. PB nr. L 203 van 15. 7. 1989, blz. 50.



## BIJLAGE D TOELICHTING OP SPREADSHEET

De modeluitkomsten en de vergelijkingen hiermee met de statistiek zijn verwerkt in een spreadsheet, die bij de auteur is aan te vragen. Deze bevat drie verschillende berekeningen:

- De emissie in het jaar 2000 gebaseerd op het werkelijke verbruik.
- De emissie in 2000 indien de buitentemperatuur een gemiddelde waarde zou hebben gehad (omdat het jaar 2000 een warm jaar was is de ze emissie hoger).
- De emissie in 2010 conform de verwachtingen in het referentie scenario (Ybema, 2001).

De sheets bevat een totaal tabel en daarnaast overzichten per sector. Apart is aangegeven welke deel van de emissie in de dienstensector veroorzaakt wordt door aan afvalgerelateerde activiteiten (het kan zijn dat dit in de doelgroepenbenadering bij de sector afval hoort). Ook is aangegeven welke emissie van kleine bronnen tot de energiedistributiebedrijven gerekend wordt, terwijl de installaties geplaatst zijn bij een bepaalde sector. In de energiemodellen van ECN worden deze installaties bij de warmte afnemende sector geplaatst. Op grond van gegevens over eigendomsverhoudingen worden deze installaties (gasmotoren) in de sheets van de diverse sectoren over de distributiesector en de betreffende sector verdeeld.

Aan de sheet met het totaal van alle kleine bronnen is ook toegevoegd welke onzekerheden er in de inschattingen bestaan. Deze zijn uitgesplitst in emissiefactoren (en specifiek verbruik), statistiek en temperatuurcorrectie en scenario onzekerheid. Voor 2010 is ook specifiek gekeken naar de onzekerheid door 'technische' factoren.

De sheets van de diverse sectoren bevatten de brandstofverbruikcijfers van de diverse installaties en de bijbehorende emissiefactoren. In veel gevallen wijkt de emissiefactor in 2000 af van die in 2010. Dit komt bijvoorbeeld door emissiewetgeving die via nieuwe installaties effect zal hebben of door het vervangen van branders. Via een simpele formule is uit de oude emissiefactor, de nieuwe emissiefactor, het ingangsjaar en de levensduur van de installatie of brander de emissiefactor voor 2010 uit te rekenen. De formule kan vrij eenvoudig aangepast worden om ook mogelijke nieuwe normen door te rekenen. Ook kunnen ander inzichten in emissiefactoren in deze sheet eenvoudig aangepast worden. Bij elke sheet is in de totaal telling een verdeling van de emissie en het brandstofverbruik naar de sector zelf en de naar distributiesector gemaakt. Het totaal verbruik van de sector in de derde kolom (CBS, 2000) komt overeen met wat het CBS hierover zegt. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het CBS soms biomassa of afval niet in de energiestatistieken van de sector heeft opgenomen en dat de verdeling van de overige verbruikers (bouw, diensten, overheid) door ECN is gemaakt, en zo niet uit de energiestatistieken is af te leiden.

Ten behoeve van het RIVM zijn nog twee sheets toegevoegd. De eerste geeft een totaal telling aan met de cijfers uit dit project toegevoegd. Het blijkt dat er toch in 2000 verschillen bestaan tussen de hier berekende emissies en de cijfers van de emissieregistratie. Voor de kleine bronnen bij de industrie en energiedistributiebedrijven is dit aanzienlijk. Bij de overige sectoren kan het verschil grotendeels weggewerkt worden door de cijfers uit de emissieregistratie te nemen en deze naar 2010 te vertalen door een verhoudingscijfer te gebruik tussen ECN 2000 niet temperatuur gecorrigeerd en ECN 2010 wel temperatuur gecorrigeerd. Dit wordt in de tweede RIVM-sheet toegelicht.