Februari 2005 ECN-C--05-015

NO_x-UITSTOOT VAN KLEINE BRONNEN

Update van de uitstoot in 2000 en 2010



Verantwoording

Dit rapport is geschreven in opdracht van het ministerie van VROM en is bij ECN geregistreerd onder het Projectnummer 77610.

Abstract

The Netherlands has obligations in the framework of the UN-ECE and EU to limit its emissions of SO_2, NO_x, NH_3, and VOC by 2010. This report focuses on the NO_x emission in 2010 of households, the services sector, agriculture, industry (<20 MW_{th}) and cogeneration of heat and electricity with gas engines. This report is an update of another study on this subject in 2003 (Kroon, 2003).

For the power generation sector and the industry (>20 MW_{th}), the Netherlands are working on a system of NO_x trading. To calculate the NO_x emissions for the small industry, the energy consumption had to be divided in locations with >20 MW_{th} and <20 MW_{th}. For this purpose, new data are used from the CO_2 emission trading inventories, which has almost the same division, based on thermal power per location, between trading and non-trading companies. New data on gas engines are also used in the report. Due to the liberalisation of the electricity market, this sector is changing fast. Power companies have stopped cogeneration projects with small gas engines on many locations. Only the use of gas engines for greenhouses, which use the CO_2 as a fertiliser in the greenhouse, is still a fast growing sector. For this application, Selective Catalytic Reduction (SCR) reduces NO_x emissions to 20 g/GJ.

Secondly, the energy consumption of installations <20 MW_{th} is categorised in different applications such as boilers, furnaces, etc. For this purpose, a database with energy installations from the Dutch emission inventory for the year 1995 was used, but also some recent reports on small combustion installations and gas engines. The third part of the analysis is the multiplication of the different energy consumption patterns with the specific emission factors of the installations. The emission figures used are updated as well.

In the Netherlands, the introduction of high efficiency (condensing) boilers in households has been stimulated. Approximately 85% of all new boilers are high efficiency boilers nowadays. Because these boilers are designed around a low NO_x burner, NO_x emissions of the consumption sector are slowly declining. In addition, the certification of burners for space heating (<0.9 MW_{th}) causes a decline in the NO_x emissions in public services, the commercial and agricultural sectors. Gas engines are the main small NO_x source in the industry and the agricultural sector. The second source in industry, space heating, is almost as important as all other small industrial combustion sources. Although NO_x emissions are declining in all these sectors, emissions are not reduced enough to reach the 2010 targets for small sources under all circumstances. The two scenarios result in emissions from 33 to 36 kton (± 15%) with a target of 34 kton.

44705644 0025

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING 6

1. INLEIDING 9

2. NIEUWE ONTWIKKELINGEN 10

3. WETGEVING NO_X-EMISSIE KLEINE BRONNEN 12
   - 3.1 Om welke installaties gaat het? 12
   - 3.2 Overzicht relevante Nederlandse wetgeving 13
   - 3.3 BEES A, BEES B en NeR 14
   - 3.4 Installaties zonder wettelijk NO_x-eisen 16

4. DIVERSE INSTALLATIES NADER BELICHT 17
   - 4.1 CV-ketels en andere huishoudelijke installaties 17
   - 4.2 Andere verwarmingsinstallaties 18
   - 4.3 Stoom- en olieketels 20
   - 4.4 Gasmotoren 20

5. HET BRANDSTOFVERBRUIK NADER BELICHT 23
   - 5.1 Brandstofverbruik buiten NOx-emissiehandel 23
   - 5.2 Bronnen van sectorinformatie 25
   - 5.3 Brandstofverbruik van sectoren 26
     - 5.3.1 Nader onderzoek op sectorniveau 26
     - 5.3.2 Bakkerijen (SBI 1581 en 1582) 26
     - 5.3.3 Vleesindustrie (SBI 151) 27
     - 5.3.4 Fijnkeramische industrie (SBI 262 en 263) 28
     - 5.3.5 Asfaltindustrie (deel van SBI 2882) 29

6. EMISSIEFACTOREN 32
   - 6.1 Publicaties met emissiefactoren 32
   - 6.2 Specifieke apparaten bij Huishoudens 32
   - 6.3 Installaties in meerdere sectoren 35
   - 6.4 Olie- en gaswinning 40
   - 6.5 Lijst met emissiefactoren 40

7. CONCLUSIES 43
   - 7.1 Emissies en NEC-doel 43
   - 7.2 Wetgeving 45
   - 7.3 Installaties 45

LITERATUUR 47

INTERNETSITES 50

BIJLAGE A TABELLEN (TOELICHTING) 51

BIJLAGE B CIJFERS VAN SE 2000 52

BIJLAGE C MET CIJFERS VAN SE 2010 60

BIJLAGE D MET CIJFERS VAN GE 2010 68

BIJLAGE E REKENSCHEMA GE 2010 76

BIJLAGE F OVER GASMOTOREN 78

BIJLAGE G VERGELIJKING MET KW2 STUDIE 85

44705644 0025

LIJST VAN TABELLEN

Tabel S.1	*Overzicht resultaten kleine bronnen [kton NO_x]*	6
Tabel 2.1	*Bedrijven genoemd voor het CO_2-handelssysteem (toewijzingslijst van mei 2004)*	11
Tabel 3.1	*Industriële installaties 1984 -1988 (+10% van voor 1980)*	13
Tabel 4.1	*NO_x-uitstoot van huishoudelijke installaties in 2002 (voorlopige cijfers)*	18
Tabel 4.2	*Enkele emissie-eisen voor kleinere installaties*	18
Tabel 4.3	*NO_x-uitstoot van niet huishoudelijke verwarmingsinstallaties in 1999*	19
Tabel 4.4	*Gemeten uitstoot CV-ketels in de glastuinbouw*	20
Tabel 4.5	*Brandstofverbruik gasmotoren vorige studie en huidige studie*	21
Tabel 5.1	*Aardgasverbruik per werknemer in 1992*	23
Tabel 5.2	*Berekende gasverbruik kleinere inrichtingen en inschatting verwarmingsverbruik*	24
Tabel 5.3	*Percentage van het brandstofverbruik in NO_x-handelssysteem*	25
Tabel 5.4	*Energiegebruik brood, banket, beschuit, suiker, ed.*	26
Tabel 5.5	*Energiegebruik in 1993 en inschatting NO_x-emissie vleessector*	27
Tabel 5.6	*Energieverbruik van de vleessector*	27
Tabel 5.7	*Energiegebruik fijnkeramische industrie*	28
Tabel 5.8	*Kerngegevens fijnkeramische industrie in MJA-2*	29
Tabel 5.9	*Kerngegevens asfaltbedrijven*	29
Tabel 5.10	*Overzicht in bedrijf zijnde asfaltmenginstallaties*	30
Tabel 6.1	*Emissiefactoren voor NO_x in Emissieregistratie*	32
Tabel 6.2	*Gemeten huishoudelijke emissiecijfers uit 1992*	33
Tabel 6.3	*Emissiefactoren voor huishoudens*	33
Tabel 6.4	*Gegevens van kleine gasturbines*	36
Tabel 6.5	*Winning en gebruik van fermentatiegas*	37
Tabel 6.6	*Lijst met emissiefactoren huishoudsector*	41
Tabel 6.7	*Lijst met emissiefactoren sectoren diensten, overheid, landbouw en bouw*	42
Tabel 6.8	*Lijst met emissiefactoren industriële sectoren*	42
Tabel 7.1	*Overzicht resultaten kleine bronnen*	43
Tabel 7.2	*Overzicht brandstofverbruik en NO_x-emissie in 2000 en 2010*	44

44705644 0025

Tabel A.1 *Kerngegevens scenario's* 51

Tabel B.1 *Brandstofverbruik overheid, diensten, landbouw en bouw; SE 2000* 52
Tabel B.2 *NO_x-emissie overheid, diensten, landbouw en bouw; SE 2000* 53
Tabel B.3 *Brandstofverbruik industrie; SE 2000* 54
Tabel B.4 *Brandstofverbruik en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen industrie; SE 2000* 55
Tabel B.5 *Brandstofverbruik joint ventures industrie [PJ]; SE 2000* 56
Tabel B.6 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen joint ventures industrie; SE 2000* 57
Tabel B.7 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] overige sectoren; SE 2000* 58
Tabel B.8 *NO_x-emissie totaal overzicht; SE 2000* 59

Tabel C.1 *Brandstofverbruik overheid, diensten, landbouw en bouw [PJ]; SE 2010* 60
Tabel C.2 *NO_x-emissie overheid, diensten, landbouw en bouw [ton]; SE 2010* 61
Tabel C.3 *Brandstofverbruik industrie [PJ]; SE 2010* 62
Tabel C.4 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen industrie; SE 2010* 63
Tabel C.5 *Brandstofverbruik joint ventures industrie [PJ]; SE 2010* 64
Tabel C.6 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen joint ventures industrie; SE 2010* 65
Tabel C.7 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] overige sectoren; SE 2010* 66
Tabel C.8 *NO_x-emissie totaal overzicht; SE 2010* 67

Tabel D.1 *Brandstofverbruik overheid, diensten, landbouw en bouw [PJ] GE 2010* 68
Tabel D.2 *NO_x-emissie overheid, diensten, landbouw en bouw [ton]; GE 2010* 69
Tabel D.3 *Brandstofverbruik industrie [PJ]; GE 2010* 70
Tabel D.4 *Brandstofverbruik [in PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen industrie; GE 2010* 71
Tabel D.5 *Brandstofverbruik joint ventures industrie [PJ]; GE 2010* 72
Tabel D.6 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen joint ventures industrie; GE 2010* 73
Tabel D.7 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] overige sectoren; GE 2010* 74
Tabel D.8 *NO_x-emissie totaal overzicht; GE 2010* 75

Tabel E.1 *Emissieberekening huishoudens* 76
Tabel E.2 *Emissieberekening sectoren diensten, overheid, landbouw en bouw* 77
Tabel E.3 *Emissieberekening industriële sectoren* 77

Tabel F.1 *Berekening emissiefactor 2000 op basis van gasmotorpark 1997* 78
Tabel F.2 *Berekening emissiefactor 2002 op basis van gasmotorpark op aardgas in 2002* 79
Tabel F.3 *Penetratie SCR bij de glastuinbouw* 80
Tabel F.4 *Brandstofverbruik gasmotoren op aardgas [PJ]* 81
Tabel F.5 *Resultaten van varianten (berekening januari 2005)* 82
Tabel F.6 *Winning en gebruik van fermentatiegas [TJ]* 83

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 4.1 *Brandstofverbruik van gasmotoren* 21

44705644 0025

SAMENVATTING

Het ministerie van VROM is bezig met de herijking van de BEES (Besluit emissie-eisen stookinstallaties milieubeheer) wetgeving. In verband hiermee heeft het ministerie van VROM aan ECN gevraagd nader onderzoek te doen naar de Nederlandse NO_x-uitstoot van kleine bronnen. Eerder heeft het ECN in het kader van werkzaamheden van het RIVM (Beck, 2004) voor de nota 'Erop of Eronder' van VROM (VROM, 2003) al een verkenning uitgevoerd (Kroon, 2003).

Ten opzichte van de vorige studie zijn er een aantal nieuwe ontwikkelingen:

- Er zijn nieuwe gegevens van het CBS over gasmotoren. De bedrijfstijd is minder teruggezakt dan aanvankelijk werd gedacht. Ook is de markt erg in beweging. Door de energiebedrijven zijn de afgelopen jaren veel gasmotoren afgestoten.
- Er is een toename van het gebruik van gasmotoren voor CO_2-bemesting in de glastuinbouw. Bij deze toepassing wordt rookgasreiniging toegepast, waardoor de NO_x-uitstoot van deze installatie ruim beneden de NO_x-emissie-eis komt te liggen.
- Er is nieuwe informatie over de uitstoot van verwarmingsketels (Agteren, 2003). Het rapport laat een forse autonome daling van de NO_x-emissies zien door een toename van het percentage HR-ketels (met een brander die minder NO_x veroorzaakt).
- Van het CO_2-handelssysteem zijn de toegewezen emissierechten per bedrijf bekend gemaakt. Deze zijn gebaseerd op informatie van het betreffende bedrijf over de jaren 2001 en 2002. Met enige veronderstellingen en door vergelijking met de cijfers die het CBS voor hele sector opgeeft kan een goede inschatting verkregen worden van het energiegebruik in de betreffende sector, dat niet bij het CO_2-handelssysteem betrokken is, en dus in kleine bronnen plaatsvindt.
- Tenslotte wordt er bij ECN gewerkt aan een nieuwe referentieraming, die een beter beeld moet geven van de verwachtingen voor het jaar 2010. De berekeningsresultaten van januari 2005 zijn inmiddels bij ECN intern beschikbaar.

Uitgaande van de vorige studie heeft, met de nieuwe informatie, een herberekening van emissiefactoren plaatsgevonden. Om de NO_x-emissies te bepalen zijn de nieuwe factoren per type installatie vermenigvuldigd met het energieverbruik van kleine bronnen in 2000 en 2010. Om het verbruik van kleine bronnen te bepalen is onder andere gebruik gemaakt van de gegevens uit het CO_2-handelssysteem.

Op basis van de scenario's, SE (Strong Europe) en GE (Global Economy), zijn de emissies van kleine bronnen berekend. Deze daalt van circa 55 kton in 2000 naar 33-36 kton in 2010 (zie Tabel 7.1; de cijfers van 2000 zijn ook met de ECN-modellen bepaald) en komt daarmee in de buurt van de in Europees verband afgesproken nationale emissie plafonds (NEC) voor 2010. Hoofdoorzaak van de voortgezette daling is het effect van emissiewetgeving en regulering uit de periode 1987-1995 hetgeen via vernieuwing van installaties en branders nog steeds doorwerkt. De onzekerheid in het resultaat bedraagt, voor zover dit te overzien valt -10% tot +15%. De marge wordt hiermee 30-41 kton.

Tabel S.1 *Overzicht resultaten kleine bronnen*

[kton NO_x]	2000 (model)	SE 2010	GE 2010	NEC-sector plafonds
Overheid, handel, diensten en bouw	13,6	8,3	8,8	7
Landbouw	8,4	5,8	7,1	5
Huishoudens	17,7	11,3	11,8	12
Industrie	4,2	3,3	3,3	*10 met*
Energiebedrijven (met name gasmotoren)	7,5	2,1	2,6	*energiebdr.*
Olie en gaswinning (niet handelend)	3,8	2,2	2,2	*en met winning*
Totaal	55,1	33,1	35,8	34

44705644 0025

De cijfers kunnen vergeleken worden met de NEC-doelstellingen per sector (VROM, 2003). Met een emissie van 8 tot 9 kton wordt de doelstelling voor de sectoren handel, diensten, overheid en bouw met circa 20% overschreden. De uitkomst is hier sterk afhankelijk van de emissie van gasmotoren en van de daling van de specifieke emissie van grote en kleine verwarmingsketels. De doelstelling voor consumenten wordt net gehaald. Hiervoor moet er de komende jaren nog wel een forse daling in het brandstofverbruik voor verwarming optreden. Ook is er een grote daling door de veronderstelde penetratie van zeer schone HR-ketels.

Met 7,6 tot 8,1 kton komt de industrie (incl. energiebedrijven) circa 20% beneden de doelstelling van 10 kton uit. Belangrijkste redenen voor de daling in emissies ten opzichte van eerdere berekeningen zijn de lagere inschatting van de groei van het brandstofverbruik van de industrie, het saneren van gasmotoren bij de energiebedrijven en de toename van CO_2-bemesting met gasmotoren in de glastuinbouw. De onzekerheden zijn echter groot, zeker 20%. Naast de onzekerheden rond de ontwikkelingen bij gasmotoren komt dit ook door de afwezigheid van een bruikbare inventarisatie van emissiebronnen. Het is niet uitgesloten dat een aantal emissiebronnen met een hoge specifieke emissie ontbreken.

De doelstelling voor de agrarische sector van 5 kton wordt met een uitstoot van 6 tot 7 kton niet bereikt. De emissie van deze sector is wel sterk afhankelijk van de penetratie van rookgasreiniging bij gasmotoren (om het uitlaatgas voor CO_2-bemesting te kunnen gebruiken) en de ontwikkeling van het gasmotorvermogen.

Voor het scenario GE 2010 is indicatief nagegaan onder welke emissiewetgeving de NO_x-emissie van de kleine bronnen valt. Dit blijkt ongeveer 50% BEES te zijn (gasturbines, gasmotoren en ketels), ongeveer 5% NeR ('heaters' met direct contact tussen rookgas en product; maar veel kleine bronnen zijn te klein voor de NeR), ongeveer 35% typekeuringseis CV-ketels, 1% lokale overheid (kleine gasturbines) en 10% niet (kachels, gasfornuizen).

44705644 0025

1. INLEIDING

Het ministerie van VROM is bezig met de herijking van de BEES (Besluit emissie-eisen stookinstallaties milieubeheer) wetgeving. Zaken die hierbij spelen zijn:

- vereenvoudiging (minder relevante zaken er uit halen en bijvoorbeeld deels onderbrengen in een typekeur; BEES A en B integreren) ook gericht op mogelijke lastenvermindering,
- invulling van de NEC[1]-richtlijn (wellicht is aanscherping van BEES nodig om in 2010 binnen het in de EU afgesproken plafond te blijven),
- ruimte maken voor NO_x-Emissiehandel (VROM, 1999a, 1999b, 2001a, 2001b).

In dit kader heeft het ministerie van VROM aan ECN gevraagd nader onderzoek te doen naar de Nederlandse NO_x-uitstoot door kleine bronnen. Eerder heeft het ECN in het kader van werkzaamheden van het RIVM (Beck, 2004) voor de nota 'Erop of Eronder' van VROM (VROM, 2003) al een verkenning uitgevoerd (Kroon, 2003).

[1] National Emission Ceilings; binnen de EU afgesproken emissieplafonds per land in 2010 voor NO_x, SO_2, VOS (Vluchtige Organische Stoffen) en NH_3.

44705644 0025

2. NIEUWE ONTWIKKELINGEN

Ten opzichte van de vorige studie (Kroon, 2003) zijn er een aantal nieuwe ontwikkelingen die hier genoemd worden.

Allereerst zijn er nieuwe gegevens over gasmotoren. Hieruit blijkt dat de bedrijfstijd minder is teruggezakt dan aanvankelijk werd gedacht. De bedrijfstijd is wel lager dan de waarde waarvan in de vorige studie is uitgegaan. De markt is op dit moment fors in beweging. Een aantal energiebedrijven heeft de afgelopen jaren een groot aantal vooral kleinere gasmotoren afgestoten. Het gaat hierbij om circa 50% van de motoren in eigendom van energiebedrijven en geplaatst in de glastuinbouw. Slechts een beperkt deel hiervan is overgenomen door de sector zelf, en nog in bedrijf. Aan de andere kant is er een forse toename van het gebruik van gasmotoren voor CO_2-bemesting in de glastuinbouw. Voor deze toepassing wordt het uitlaatgas met behulp van uitlaatgasreiniging gereinigd, waardoor de NO_x-uitstoot van deze installatie met 20-30 g/GJ ruim beneden de emissie-eis komt te liggen.

Tot de nieuwe informatie behoort ook een rapport van de Gasunie over de uitstoot van verwarmingsketels (Agteren, 2003). Het rapport laat een forse autonome daling van de NO_x-emissie zien door een toename van het percentage HR-ketels (met een brander die minder NO_x veroorzaakt). Een aantal veronderstellingen over bijvoorbeeld een hoog aandeel van HR-ketels, de hoge mate van toepassing van schone branders en het lineair doortrekken van penetratielijnen leveren wellicht een te optimistisch beeld op. Opmerkelijk is in het rapport de hoge emissie van luchtverwarmingsinstallaties. Hier zijn door diverse fabrikanten al wel lage-NO_x-versies ontwikkeld en in productie genomen, maar deze zijn wel duurder dan de simpelere modellen.

Als derde punt kan het CO_2-handelssysteem genoemd worden. Er kan van uitgegaan worden dat de toegewezen emissierechten per bedrijf gebaseerd zijn op betrouwbare informatie van het betreffende bedrijf over de jaren 2001 en 2002. Uit de toegewezen emissierechten is, met enige veronderstellingen, een brandstofverbruik (met een bepaalde onzekerheid) af te leiden. Wordt dit brandstofverbruik vergeleken met het verbruik dat het CBS voor deze sector opgeeft, dan kan een goede inschatting verkregen worden van het energiegebruik in de betreffende sector, die niet bij het CO_2-handelssysteem betrokken is. Omdat het CO_2-handelssysteem (zie Tabel 2.1), enige definitieverschillen daargelaten, dezelfde 20 MW-grens heeft als het NO_x-handelssysteem geeft dit ook informatie over het brandstofverbruik in de betreffende sector die niet mee doet aan het NO_x-handelssysteem. Hiermee is een betere bepaling van het betreffende brandstofverbruik mogelijk dan in de vorige studie. Ook bedrijven die alleen genoemd zijn en nog geen CO_2-emissierechten hebben toegewezen gekregen (omdat ze wegens een laag brandstofverbruik in de voorstellen nog vrijgesteld zijn) zouden aan de eisen voor NO_x-emissiehandel kunnen voldoen. Een vergelijking met de voorlopige lijst met bedrijven die aan het NO_x-handelssysteem mee zouden kunnen gaan doen, levert nog wel veel verschillen op. Naar deze verschillen loopt op dit moment (medio september 2004) in opdracht van VROM een onderzoek. Hieruit is inmiddels al duidelijk dat in de grofkeramiek bedrijven voor het CO_2-handelssysteem genoemd worden op basis van de in de EU-wetgeving aangewezen sector en niet op basis van thermisch vermogen. Ook veroorzaken de procesemissies verschillen.

44705644 0025

Tabel 2.1 *Bedrijven genoemd voor het CO_2-handelssysteem (toewijzingslijst van mei 2004)*

SBI-code	Sector	Handelend	Genoemd incl. handelend
111	Aardolie- en gaswinning	34	37
112	Glastuinbouw	3	3
154	Verv. van plantaardige en dierlijke oliën en vetten	4	4
155	Verv. van zuivelproducten	11	17
156	Verv. van meel (waaronder zetmeel)	13	19
157	Diervoeder	5	7
158	Verv. van suiker	3	3
159	Verv. van dranken	7	10
173	Textielveredeling	3	3
211	Verv. van pulp, papier en karton	21	25
232	Aardolieverwerking	6	6
241	Verv. van basischemicaliën	30	33
244	Verv. van farmaceutische producten	1	1
246	Verv. van overige chemische producten	4	5
247	Verv. van synthetische en kunstmatige vezels	1	1
250	Verv. van producten van rubber en kunststof	1	1
261	Verv. van glas en glaswerk	5	6
262	Verv. van keramische producten (excl. Tegels en plavuizen)	5	7
264	Grofkeramiek	32	50
265	Verv. van cement, kalk en gips	2	2
266	Bouwstoffen	1	1
271	Verv. van ijzer en staal en van ferro-legeringen (EGKS)	2	4
274	Verv. van non-ferrometalen	4	6
300	Verv. van kantoormachines en computers	2	4
315	Verv. van elektrische lampen en buizen en verlichtingsbenodigheden	1	3
341	Verv. van auto's	1	1
400	Prod., distr. en handel in elektriciteit, aardgas en warm water	45	52
401	E-productie bedrijven joint venture	8	8
Totaal		255	319

Tenslotte wordt er bij ECN ook gewerkt aan een nieuwe referentieraming, die een beter beeld moet geven van de verwachtingen voor het jaar 2010. In de bijlage zijn van deze scenario's berekeningsresultaten opgenomen. Een volledig beeld kan echter pas worden gepresenteerd als ook gegevens van de transportsector beschikbaar zijn (begin 2005).

44705644 0025

3. WETGEVING NO_X-EMISSIE KLEINE BRONNEN

3.1 Om welke installaties gaat het?

De NO_x-emissie in Nederland kan in vier delen onderscheiden worden. Allereerst zijn er de mobiele bronnen zoals vrachtwagens, personenauto's en binnenvaart. Daarnaast zijn er de grote bronnen: inrichtingen met een vermogen boven de 20 MW_{th} en/of een NO_x-uitstoot, in het geval van procesemissies in 1995 van 50 ton of meer (VROM, 2001b). Als derde zijn er de overige installaties waarvan de verbrandingsemissies hier aangeduid worden met kleine bronnen (deze categorie staat in dit rapport centraal). Op de vierde categorie, de procesemissies[2] waarbij er geen sprake is van brandstofverbruik, wordt in dit rapport verder niet ingegaan.

Bij de kleine stationaire bronnen zijn er allereerst de kleine aardgasgestookte installaties zoals CV-ketels, geisers, gasfornuizen, gashaarden en gasboilers in woningen. Daarnaast zijn er circa 100.000 huishoudens die geen aardgasaansluiting hebben en nog apparatuur op LPG of huisbrandolie gebruiken. Ook zijn er nog kolenkachels en wordt er al dan niet voor 'de gezelligheid' hout verstookt.

In de sectoren diensten, overheid en bouwbedrijven zijn vooral verwarmingsinstallaties te vinden. Het kan hierbij gaan om ketels, luchtverhitters of WKK-gasmotoren. Een waarschijnlijk verwaarloosbaar deel van het verbruik in deze sector gaat zitten in voedselbereiding bij grootkeukens en bijvoorbeeld ambachtelijke broodbakkerijen. Tot de diensten worden ook afvalverwerkingsbedrijven gerekend, waar ook nog een aantal gasmotoren op fermentatiegas staan.

Bij de landbouw en veeteelt is de glastuinbouw de voornaamste brandstofverbruiker. Het gaat hier met name om verwarmingsketels en WKK-gasmotoren. Een bijzonder aspect is de nuttige toepassing van de uitlaatgassen voor CO_2-bemesting.

Bij de industrie gaat het om een scala van installaties als kleinere ketels, fornuizen, ovens en drogers. Ook staan er een aantal gasmotoren en een enkele kleine gasturbines. Tenslotte zijn er de installaties voor ruimteverwarming, van fabriekshallen tot kantoren. Voor hallen wordt niet alleen van ketels gebruik gemaakt, met water als intermediair, maar ook van luchtverhitters. Een oud overzicht[3] van alle industriële installaties in Nederland staat in Tabel 3.1.

Dit overzicht is gemaakt uit verouderde gegevens van de emissieregistratie en is hier alleen ter illustratie opgenomen omdat het toch een kwantitatieve indruk geeft van de aanwezigheid van installaties in de toenmalige industrie. Ook is het de meest volledige inventarisatie van industriele energie-installaties die ooit in Nederland is gemaakt. Omdat dit overzicht te oud is wordt het verder in de analyse niet gebruikt. Bij het in kaart brengen van de huidige emissie van kleine bronnen is het met het oog op verkleining van de onzekerheden erg jammer dat er geen recentere inventarisatie beschikbaar is. Door KW2 is in 2001 op basis van metingen bij bedrijven ook een inventarisatie van kleine bronnen gemaakt (Dam, 2001), zie bijlage G. Het betreft hier echter een beperkt aantal bedrijven (circa 4% van het verbruik van kleine bronnen), met wel een goede verdeling over hoofdsectoren, maar niet geselecteerd op basis van een steekproef.

---

[2] Voor het begrip procesemissies worden verschillende definities gehanteerd. In de meest beperkte definitie gaat het over de emissie van chemische processen, die niet direct door verbranding van brandstoffen wordt veroorzaakt. In bredere definities, zoals in het NO_x-handelssysteem wordt gebruikt, wordt ook de verbrandingsemissie tot procesemissie gerekend als er direct contact is tussen rookgas en 'product' en zelfs soms de emissie, waarbij er geen direct contact is, maar het proces wel een hoge verbrandingstemperatuur vereist.

[3] Bron intern ECN memo: ESC-90-13 (september 1990).

44705644 0025

Tabel 3.1 *Industriële installaties 1984 -1988 (+10% van voor 1980)*

	Aantal [n]	Capaciteit [MW_{th}]	Brandstofverbruik [PJ]
Stoomketels	1558	19147	184
Warmwaterketels	1640	900	5
Hete lucht installaties	6748	369	2
Thermische olieketels	90	300	4
Overige indirecte toepassingen	1130	1246	10
Subtotaal	*11166*	*21962*	*205*
Drogers	370	1977	15
Fornuizen	262	8733	223
Ketels (kook-)	180	37	0
Ovens	941	4362	70
Rookgeneratoren	127	6	0
Overige directe toepassingen	291	1394	21
Subtotaal	2171	16509	329
Krachtopwekking	394	3371	74
Totaal	*13731*	*41842*	*608*

Bij energiebedrijven zijn de kleine bronnen hoofdzakelijk de gasmotoren in WKK-installaties. De warmte hiervan wordt aan een andere sector geleverd. In een enkel geval gaat het om stadsverwarming.

Op dit moment vallen de offshore installaties in de olie- en gaswinning nog buiten het NO_x-handelssysteem. Volgens de milieujaarrapportage van deze sector was de NO_x-emissie in 2000 6,6 kton (1,0 kton onshore en 5,6 offshore).

3.2 Overzicht relevante Nederlandse wetgeving

Belangrijke NO_x-wetgeving voor kleine bronnen komt voort uit het typekeuringsbesluit voor CV-ketels (VROM, 1995) en het Besluit emissie-eisen stookinstallaties B (BEES B) (VROM, 1998). Het besluit emissie-eisen stookinstallaties A heeft, als het handelssysteem eenmaal functioneert, weinig invloed meer op de uitstoot van kleine bronnen, omdat vrijwel alle[4] installaties bij BEES A bedrijven ook onder het NO_x-handelssysteem komen te vallen.

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 Best Available Technology (BAT) referentiedocumenten (BREFs) toegevoegd (IPPC, 2003). In de versie van april 2003 is de Europese IPPC-richtlijn, met bijbehorende tijdsschalen, geïmplementeerd (EU directive, 1996).

[4] Een uitzondering hierop vormen installaties <1 MWth waarvan bijvoorbeeld de gasmotoren wel onder BEES A blijven vallen.

44705644 0025

Het Besluit Verbranden Afvalstoffen (BVA) (VROM, 2004) regelt de NO_x-eisen bij het verbranden van afvalstoffen of bij het meestoken van afvalstoffen. Bepaalde categorieën van gevaarlijk afval en 'schone' afvalolie worden niet in dit besluit geregeld. Afgezien van het feit dat soms met een ingangsdatum geschoven wordt, lijkt het besluit geen uitzonderingen te maken voor kleinere installaties. Voor schone biomassa zijn, in afwachting van een BEES Aanpassing, richtlijnen voor emissie-eisen opgenomen in de circulaire emissiebeleid en energiewinning uit biomassa en afval (VROM, 2002). Het afvaldeel uit deze circulaire is inmiddels in het BVA opgenomen.

Tenslotte zijn er nog een negental zogenaamde 8.40/8.44 Algemene Maatregelen van Bestuur (AMvB's)

- Horeca-, sport- en recreatie-inrichtingen
- Voorzieningen en installaties
- Woon- en verblijfsgebouwen
- Detailhandel en ambachtsbedrijven
- Textielreinigingsbedrijven
- Inrichtingen voor motorvoertuigen
- Opslag- en transportbedrijven
- Bouw- en houtbedrijven
- Besluiten met betrekking tot tankstations
- Wijzigingen op grond van Besluit voorzieningen en installaties
- Wijzigingen op grond van Besluit textielreinigingsbedrijven.

Deze AMvB's bevatten echter geen concrete NO_x-emissie-eisen. In sommige gevallen wel eisen aan de inspectie en onderhoud van de installaties. Meer informatie op dit terrein is te vinden op de site van Infomil en in daar beschikbare informatiebladen bijvoorbeeld voor inspectie en onderhoud van stookinstallaties (Infomil, 2000).

In het kader van dit project is uitvoerig gekeken naar de effecten van de wet- en regelgeving op de emissie-eisen aan installaties. Het bleek echter, gezien de complexiteit, niet mogelijk om in het kader van de werkzaamheden aan dit project een complete en overzichtelijke beschrijving te maken.

3.3 BEES A, BEES B en NeR

Van belang is om na te gaan welke grotere installaties niet onder BEES A of BEES B vallen en hoe de verhouding met de NeR is. BEES is van toepassing op verbrandingsemissies (zonder direct contact tussen rookgassen en product), terwijl de NeR vooral op procesemissies[2] betrekking heeft.

BEES is op zeer veel, maar niet op alle stookinstallaties van toepassing. Ook zijn sommige brandstoffen uitgezonderd of zijn niet voor de drie componenten SO_2, NO_x, en stof eisen gesteld. Wanneer BEES niet van toepassing is, is de vergunningverlener bevoegd emissie-eisen te stellen. Of voor een te stellen vergunningeis aanknopingspunten in BEES, NeR of elders aanwezig zijn, hangt sterk af van de redenen die aan het uitzonderen van bepaalde categorieën ten grondslag liggen. In enkele gevallen zal toepassing van een eis, op hetzelfde niveau als in BEES voor overeenkomstige installaties is vastgelegd, voor de hand liggen. Dit ter beoordeling van de vergunningverlener in het individuele geval. De NeR is altijd aan de orde voor bepaalde categorieën van uitgezonderde BEES-installaties waarvoor expliciet een regeling in de NeR is of wordt opgenomen. Verder kan aansluiting bij de in de NeR vermelde systematiek gezocht worden, wanneer geen (indirect) verband aanwezig is met de emissies van vergelijkbare installaties die het BEES beoogt te regelen.

44705644 0025

Voor categorieën installaties of brandstoffen die van BEES A (en B) uitgezonderd zijn, geldt het volgende:

- Voor stookinstallaties voor drogen of behandelen van voorwerpen of materialen door rechtstreeks contact met verbrandingsgas, zoals cementovens, steenovens, glasovens, hoogovens, gras- en groenvoerdrogerijen, installaties voor het roosten van ertsen, pelletiseerinstallaties en cokesovens dient in ieder geval de NeR geraadpleegd te worden.
- Voor cokesovens en hoogovens zijn al richtlijnen in de NeR opgenomen. Ook voor steenbakkerijen en glasfabrieken zijn inmiddels in de bijzondere regelingen van de NeR-richtlijnen voor NO_x-emissies opgenomen.
- Voor situaties die (nog) niet in de NeR zijn opgenomen, ligt het in de rede om na te gaan of de door verbranding ontstane emissies wezenlijk beïnvloed worden door het contact met de voorwerpen of materialen. Als dit niet het geval is ligt het meer voor de hand aansluiting te zoeken bij de eisen in BEES A, gesteld dat de aard van het productieproces en de daaraan gekoppelde technische mogelijkheden van bestrijding naleving van de eisen niet in de weg staan. Als dit wel het geval is dan kan de NeR mogelijk aanknopingspunten bieden.
- Installaties in inrichtingen voor de verbranding van afval afkomstig van derden zijn van BEES A uitgezonderd. Eventuele 'gewone' stookinstallaties in deze inrichtingen vallen wel onder BEES A.
- Voor installaties voor de verbranding van huisvuil en/of eigen bedrijfsafval dat naar aard en samenstelling met huishoudelijke afval overeenkomt, geldt BEES A ook niet en is het Besluit Verbranding Afvalstoffen ingevoerd. Een stookinstallatie waarin gedeeltelijk of incidenteel eigen restproducten worden verstookt wordt echter op voorhand niet van BEES A uitgezonderd.

Bij BEES A, waar bijvoorbeeld alle inrichtingen met een vermogen boven de 50 MW_{th} onder vallen, is de provincie de vergunningverlener. Bij BEES B kan dit ook de provincie zijn maar ook de gemeente.

Wat valt wel en wat niet BEES B?

- Niet de installaties die onder BEES A vallen.
- Niet bepaalde experimentele installaties en bepaalde installaties met weinig draaiuren.
- Niet ketels op aardgas, gasolie en zware olie <0,9 MW_{th}. Indien het hier gaat om CV-ketels, luchtverwarmers en voorzetbranders (behorend bij zo'n installatie) vallen deze wel onder het typekeuringsbesluit CV-ketels.
- Geen installaties op afval: hier zijn andere regels voor.
- Wel alle kolengestookte ketels.
- Wel alle gasmotoren die een generator of gascompressor aandrijven (in WKK of warmtepompsituaties) of voor gastransport gebruikt worden (tenzij bestaand op diesel).
- Wel alle gasturbines,tenzij <1 MW_e of minder dan 500 draaiuren/jaar.
- Niet installaties met direct contact tussen rookgas en product (zoals ovens en drogers waar het uitlaatgas het product verhit of droogt).
- Niet procesfornuizen (de grotere vallen wel onder BEES A).

Opgemerkt kan nog worden dat de NeR pas NO_x-eisen stelt als het gaat om grote installaties. De algemene eisen in de NeR, om maatregelen tegen de NO_x-uitstoot te nemen, beginnen bij een uitstoot groter dan 2 kg/uur. Zie voor meer informatie ook (Infomil, 2003) en (Kroon, 2003). Voor kleine bronnen is de directe rol van de NeR daarom beperkt.

44705644 0025

3.4 Installaties zonder wettelijk NO_x-eisen

Kijkend naar het besluit typekeuring CV-ketels zijn er geen expliciete NO_x-eisen voor:
- Huishoudelijke gas-, olie- en kolenkachels
- Huishoudelijke gasfornuizen en gasovens
- Huishoudelijke gasgeisers
- Huishoudelijke open haarden en houtkachels
- (Alle huishoudelijke installaties van voor 1 januari 1996).

Verder zijn er geen specifieke NO_x-eisen voor stationaire installaties tot 900 kW als deze niet vallen onder de typekeuring CV-ketels (zie Tabel 4.2) en geen gasmotor of dieselmotor zijn. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om installaties als bakkerijovens, branders bij slagerijen, kleine gasturbines, moffelovens in de metaalproductenindustrie en thermische olieketels.

Kijkend naar BEES A en BEES B zijn er geen eisen voor:
- Gasmotoren <50 kW (van voor 1-8-1990)
- Zuigermotoren die niet tot een WKK-installatie behoren
- Gasturbines tenzij <1 MW_e of minder dan 500 draaiuren/jaar
- Ketels voor hete olie als tussenmedium die niet onder BEES A vallen
- Procesfornuizen die niet onder BEES A vallen
- Alle oven en drogers (met direct contact tussen rookgas en product)
- Ook bepaalde experimentele installaties en bepaalde installaties met weinig draaiuren (bijvoorbeeld noodaggregaten) en bepaalde oudere installaties (bijvoorbeeld dieselmotoren van voor 1-8-1990)
- Hete luchtkanonnen en andere mobiele installaties, bijvoorbeeld (nood-)aggregaten.

Volgens een ruwe schatting, gebaseerd op diverse bronnen van energiegegevens gaat het wat 'ongeregelde' NO_x-uitstoot betreft om circa 1,5 kton uit de industrie (1 uit heaters, met direct contact tussen product en rookgas, en 0,5 uit olieketels), 1 kton bij de diensten uit hete luchtkanonnen[5] en circa 5 kton bij de huishoudens. Totaal circa 7,5 kton, waarbij opgemerkt kan worden dat de omvang bij huishoudens door de toename van de combi CV-ketels sterk aan het dalen is, en dat voor de industriële installaties de lokale vergunningverlener emissie-eisen kan formuleren. Voor meer informatie over de relatie tussen installatie, emissie en wetgeving wordt verwezen naar een overzicht dat opgenomen is in de bijlagen.

[5] Transport en mobiele werktuigen zijn in deze beschouwing niet meegenomen.

44705644 0025

4. DIVERSE INSTALLATIES NADER BELICHT

4.1 CV-ketels en andere huishoudelijke installaties

Van de installaties in de huishoudsector is veel bekend omdat hier regelmatig onderzoek naar gedaan wordt zoals het basisonderzoek aardgas kleinverbruik (BAK) dat tot 2000 liep en de opvolger hiervan HOME. Gasunie heeft in 2003 een studie naar de emissie van kleine verwarmingsinstallaties gedaan (Agteren, 2003). Een overzicht van huishoudelijke installaties staat in Tabel 4.1. Het rapport verwijst op veel punten naar een eerdere studie uit 2000 (Aptroot, 2000). Voor de diverse CV-ketels en CV-combiketels gelden sinds 1996 emissie-eisen tussen de 20 en 44 g/GJ (zie Tabel 4.2). Deze emissie-eisen zullen voor VR-ketels (vaak atmosferische branders) meestal op 44 g/GJ uitkomen en voor HR-ketels op 29 of 20 g/GJ (ventilatorbranders of volledig voorgemengde branders).

In de Gasunie-studie wordt een aantal trends lineair doorgetrokken. Hierdoor zijn in de 2010 situatie alle badgeisers, keukengeisers, vrijwel alle gasboilers en 80% van de gaskachels verdwenen. Al deze installaties worden vervangen door voornamelijk HR-combi- en in mindere mate VR-combisystemen. Verder neemt de marktpenetratie van HR-ketels fors toe en daalt het aantal kooktoestellen op gas licht.

In Tabel 4.1 is aangegeven dat de gemiddelde NO_x-emissie van een HR-ketel rond de 31 g/GJ ligt (Gastransport Services, 2003). Dit is waarschijnlijk ook de waarde die bij de berekening van de Nederlandse NO_x-emissie gebruikt wordt. Dit is iets boven het niveau van een ventilatorbrander in Tabel 4.2. Opmerkelijk is dat verderop in het Gasunierapport gesteld wordt dat alle HR-ketels een volledig voorgemengde brander hebben en daarom aan 70 mg/m^3 (20 g/GJ) voldoen.

In Nederland worden echter ook HR-ketels verkocht die een ventilatorbrander hebben en hiermee rond de 20 g/GJ uitkomen[6] en HR-ketels met volledig voorgemengde brander die bijna 10 g/GJ halen. De vraag doet zich dan ook voor of voor nieuwe HR-ketels sinds 1996 niet 20 g/GJ als gemiddelde waarde gebruikt moet worden.

Indien nieuwe HR-ketels duidelijk minder uitstoten dan de 30,8 g/GJ kan men zich afvragen of deze factor zelfs voor de huidige situatie al niet te hoog is. Indien voor nieuwe HR ketels na 1996 20 g/GJ gebruikt zou worden, valt de NO_x-emissie in 2000 circa 0,3 en in 2002 circa 0,6 kton lager uit. Voor de bron van deze emissiefactoren verwijst het Gasunie-rapport naar een eerdere studie (Aptroot, 2000) en die weer naar Gasuniegegevens van 1997 en 1999. Ook de atmosferische branders van VR-ketels dienen sinds 1996 aan de typekeuring te voldoen. Indien de gemiddelde emissiefactor hierop aangepast zou worden scheelt dit in 2000 circa 0,5 kton en 0,7 kton in 2002[7]. In dit verband kan nog opgemerkt worden dat de emissiewaarde voor CV-ketels (Soest-Vercammen, 2001) voor de periode 1995-2003 constant gehouden is op de in (Aptroot, 2000) genoemde waarden.

---

[6] Het keurmerk Schone Verbranding (Gaskeur-SV) stimuleert fabrikanten van ketels met ventilatorbranders om toch duidelijk beneden de wettelijk toegestane emissie van 29 g/GJ uit te komen. Gastoestellen met het SV-label hebben een relatief schone verbranding. Ze lozen minder dan 40 ppm NO_x (bij 0% zuurstof; ofwel 19,6 g/GJ aardgas).

[7] Het gaat hier om een schatting. Er zijn wel gegevens over de verdeling tussen VR- en HR-ketels maar er is geen overzicht met gemiddelde gemeten NO_x-emissie per type installatie per fabrikant en een parkverdeling.

44705644 0025

Tabel 4.1 *NO_x-uitstoot van huishoudelijke installaties in 2002 (voorlopige cijfers)*

	Aantal installaties [×1000]	Gas-verbruik [m^3/jaar]	Gasverbruik [PJ]	Emissie-factor [g/GJ[1]]	NO_x-uitstoot [kton]
Conventionele CV-ketels+VR <30 kW	708	1507	33,8	56	1,89
Conventionele en VR combi <30 kW	2344	1900	141,0	56	7,89
HR CV-ketels <30 kW	533	1363	23,0	30,8	0,71
HR combiketels <30 kW	1764	1719	96,0	30,8	2,96
Lokale verwarming (kachels, haarden)	551	1100	19,2	70	1,34
Blokverwarming (centrale ketels etc.)	451	1100	15,7	56	0,88
Stadsverwarming	235				pm
Overig (olie, kolen etc.)	114				pm
Keukengeisers	763	245	5,9	42	0,25
Badgeisers	511	305	4,9	39,2	0,19
Gasboilers	86	545	1,5	56	0,08
Collectief	504	545	8,7	56	0,49
Kooktoestellen	5322	62	10,4	56	0,58
Totaal huishoudens	-	-	360,0	-	17,27

[1] In het Gasunie-rapport wordt gerekend met 10 m^3 rookgas per m^3 aardgas. Bij ECN wordt echter met 9 m^3 rookgas (droog 3%; O_2) gerekend. In de berekeningen komt de NO_x-emissie hierdoor 12% lager uit.

Tabel 4.2 *Enkele emissie-eisen voor kleinere installaties*

Stoom- of waterketels op gas en olie tot en met 900 kW_{th}	NO_x-eis [mg/m^3 bij 3%O_2]	NO_x-eis [g/GJ]	Ingaande per	Nieuw of bestaand	Wetgeving
Atmosferische brander (en luchtverwarmers)	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

VROM, 1995

De meeste HR-ketels beschikken over een ventilatorbrander, of een volledig voorgemengde brander. Door het wegvallen van de subsidie op HR-ketels wordt niet verwacht dat het huidige percentage in de verkoop van zo'n 85% naar 100% zal doorgroeien, maar eerder dat een deel VR zal blijven. VR-ketels hebben meestal een brander met een hogere NO_x-uitstoot. Gesteld dat de huidige verhouding en emissies zich in de toekomst voort zou zetten dan gaat de gemiddelde NO_x-emissie van CV-ketels richting de 24 g/GJ (20×0,85+44×0,15). Deze waarde wordt dan bereikt rond 2012-2014.

4.2 Andere verwarmingsinstallaties

Door de Gasunie is in de studie naar kleine verwarmingsinstallaties ook gekeken naar niet huishoudelijke toestellen (Agteren, 2003). In tegenstelling met de huishoudsector zijn hier geen goede inventarisaties van. Een overzicht staat in Tabel 4.3. In deze tabel, waarvan de nauwkeurigheid op 25% wordt geschat, staan cijfers die weer afkomstig zijn uit een eerder rapport (Aptroot, 2000) die hiervoor weer cijfers geëxtrapoleerd heeft van E3T uit 1992[8]. Volgens het Gasunie-rapport groeit het ketelbestand >120 kW jaarlijks met 3%[9]. In de zakelijke markt worden de installaties gemiddeld na 15 jaar vervangen. Voor tuinders geldt dat brandervervanging gemiddeld na 15 tot 20 jaar plaatsvindt. De tabel geeft voor de sectoren diensten en overheid een gasverbruik van 166 PJ.

[8] Inventarisatie van het Nederlandse ketelpark, E3T, 1992.

[9] Dit zou deels kunnen komen door de tendens om één grote installaties door een cascade van meerdere kleinere te vervangen.

44705644 0025

In de bijlage van dit rapport staat voor het jaar 2000 en de sectoren diensten en overheid een gasverbruik van ketels op aardgas van 169 PJ aangegeven en een emissie van 7,1 kton NO_x.

Tabel 4.3 *NO_x-uitstoot van niet huishoudelijke verwarmingsinstallaties in 1999*

Commercials: (handel, dienstverlening en overheid)	Aantal installaties [×1000]	Gasverbruik in m^3/jaar	Gasverbruik alle installaties [PJ]	Emissie-factor [g/GJ][1]	NO_x-uitstoot [kton]
Conventioneel CV-ketels+VR	470	4520	67,2	56	3,77
Ketels (>120 kW en <900 kW)	20	14000	8,9	56	0,50
HR CV-ketels (>30 kW en <120 kW)	300	4000	38,0	30,8	1,17
Luchtverwarmers	104	11000	36,2	61,6	2,23
Hete luchtkanonnen	50	10000	15,8	56	0,89
Totaal	944		166,1		8,55

[1] In het Gasunie-rapport wordt gerekend met 10 m^3 rookgas per m^3 aardgas. Bij ECN wordt echter met 9 m^3 rookgas (droog 3%; O_2) gerekend. In de berekeningen komt de NO_x emissie hierdoor 12% lager uit.

Naast ruimteverwarming en warm waterbereiding zijn er nog gasapplicaties zoals kleine procestoepassingen (drogers, stoomketels, ovens en dergelijke). Deze applicaties zijn niet goed in kaart gebracht en stoten volgens (Agteren, 2003) naar schatting jaarlijks circa 4,5 kton NO_x uit. Het is in de tekst van het Gasunie-rapport niet duidelijk op welke sectoren dit betrekking heeft. In de bijlage wordt op basis van energiestatistieken, gasmotorinventarisaties en de ECN-sectormodellen ook een verdeling over installaties en sectoren gegeven. Het onderscheid in ketels, luchtverwarmers en hete luchtkanonnen ontbreekt hierbij. Hier staat voor deze sectoren een emissie van 14,7 kton. Met aftrek van de genoemde 7,1 kton blijft er 7,6 kton over (waarvan 2 bij joint ventures en installaties in volledig eigendom van energiebedrijven). Dit zijn vooral gasmotoren.

Van belang is dat de door Gasunie aangegeven cijfers meer een deel van het totale verwarmingsverbruik dekken. In de bijlage van dit rapport staat nog 126 PJ verwarmingsverbruik bij de landbouw en een beetje (2 PJ) in de bouwsector en zoals in Tabel 5.2 van Hoofdstuk 5.1 aangegeven circa 43 PJ in de industrie.

Het totale brandstofverbruik voor verwarming in CV-ketels, luchtverwarmers en stoomketels (voor ruimteverwarming) buiten de huishoudsector bedraagt dus bijna 340 PJ. Dit is ongeveer evenveel als er in verwarmings- en warmwaterinstallaties in de huishoudsector verbruikt wordt. Een deel van dit verbruik wordt, wat NO_x-emissies betreft, bestreken door de typekeuringseis CV-ketels, die dus buiten de huishoudsector een substantieel brandstofverbruik in NO_x-emissie beperkt, een deel door BEES B en een deel (hete luchtkanonnen) niet.

In het Gasunie-rapport wordt aangegeven dat luchtverwarmers in principe aan de toekomstige eis van 70 mg/m^3 kunnen voldoen. Voor atmosferische branders geldt dit niet, maar hier zijn volgens Gasunie alternatieven aanwezig. ECN heeft hierover enkele fabrikanten benaderd die dit beeld bevestigen. In dit verband kan nog opgemerkt worden dat in de glastuinbouw al branders gebruikt worden die deze niveaus halen (Cogen, 2003). Deze worden o.a. gebruikt bij CO_2-bemesting van kassen, die een gewas hebben dat gevoelig is voor NO_x in de lucht (zie Tabel 4.4).

44705644 0025

Tabel 4.4 *Gemeten uitstoot CV-ketels in de glastuinbouw*

	[g NO_x/GJ]	NO_x [ppm vol]	[mg NO_x/m^3]
Laagste	30	50	100
Gemiddeld	37,5	62,5	125
Hoog	45	75	150
Low NO_x	20	30	60

Geconcludeerd kan worden dat het energieverbruik voor verwarming buiten de huishoudsector van vergelijkbare omvang is als het verbruik in de huishoudsector. Het bereik van de typekeuringseis voor CV-ketels is dus ook buiten de huishoudsector zeer substantieel.

4.3 Stoom- en olieketels

Recente inventarisaties van het ketelpark in de Nederlandse industrie zijn er niet. De enige min of meer volledige inventarisatie uit 1974-1980, gemaakt in het kader van de emissieregistratie, is inmiddels 25 jaar oud (Wees, 1983). Hierbij zijn 4673 bedrijven geïnventariseerd met 9429 energie-installaties. Voor de grotere bedrijven zijn tot 1995 installaties geïnventariseerd, maar dit bestand omvat slechts circa 20 PJ brandstofverbruik van bedrijven die niet in NO_x gaan handelen (Kroon, 2003).

Na de ruim 10.000 warm- en heetwaterketels in de industrie (bron: E3T, 1992), vormen de stoomketels de belangrijkste klasse. In 1976 stonden er in Nederland circa 10.000 stoomketels. In 1988 was dit teruggelopen tot naar schatting 8000 stuks. Hiervan stond toen circa de helft in de industrie, vooral bij de voedings- en genotsmiddelenindustrie en de chemische industrie. Van de industriële stoomketels is meer dan de helft kleiner dan 0,9 MW en valt daarom niet onder BEES. Het brandstofverbruik van deze installaties, 2 tot 3 PJ, is echter beperkt (waarschijnlijk <5%) ten opzichte van alle industriële stoomketels.

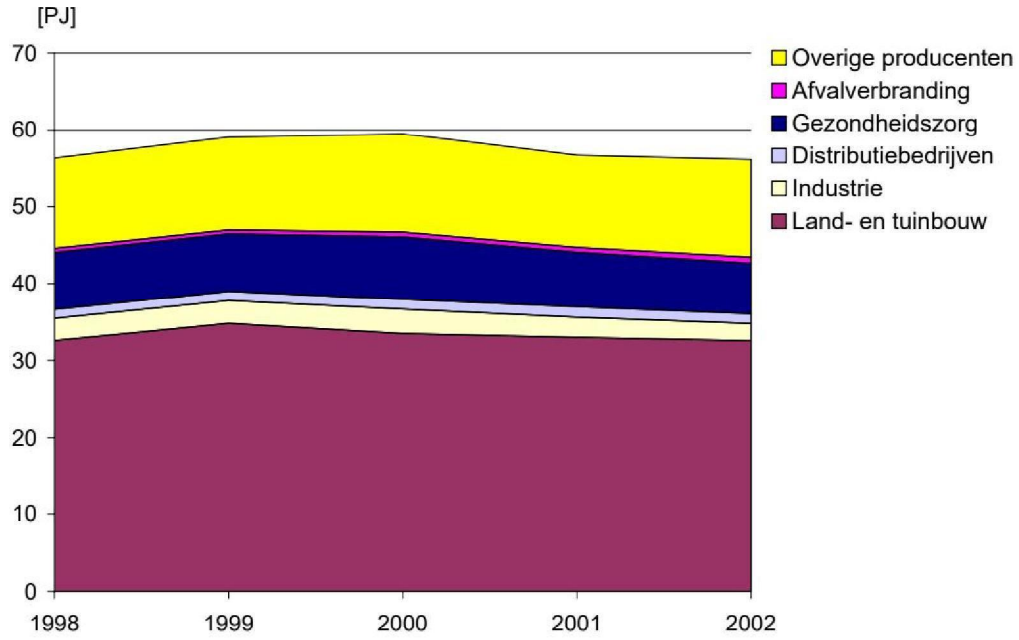
Buiten de industrie worden stoomketels o.a. gebruikt in kantoorgebouwen (klimaatbeheersing en luchtbevochtiging), in ziekenhuizen (sterilisatie), in de horeca (koken van voedsel), in de tuinbouw (champignonteelt, doorstomen van bedden) en in de detailhandel (zeer divers, onder andere stomerijen).

Naast stoom en heet water wordt op verschillende plekken ook thermische olie gebruikt als warmte overdragend medium. Voordeel boven stoom is de hoge temperatuur zonder dat met hoge druk gewerkt hoeft te worden. Thermische olieketels zijn niet direct aan een sector te koppelen, maar komen in bijna alle industriële sectoren voor (textiel, chemie, rubber en kunststofverwerking, voedings- en genotmiddelenindustrie, overige metaal etc.). Het aantal ketels hiervan werd in 1992 op circa 1000 geschat (bron: E3T, 1992). Het huidige aantal is niet bekend. In Nederland zijn er op dit moment vier tot vijf fabrikanten van deze ketels, maar er vindt ook import (en export) plaats. De meeste thermische olieketels hebben een vermogen tussen de 0,5 en 10 MW maar ook installaties van bijvoorbeeld 150 kW worden verkocht. Doordat het warmte overdragende medium olie is vallen deze installaties niet onder BEES B en ook niet onder de typekeuringseis voor CV-ketels. De meest gebruikte brandstof is aardgas. Begin jaren '90 is het brandstofverbruik door E3T geschat op circa 7 PJ (bron: E3T, 1992).

4.4 Gasmotoren

Het afgelopen jaar is er veel discussie geweest over de bedrijfstijd van gasmotoren. De nieuwe CBS-cijfers van januari 2004, geven een behoorlijk hogere bedrijfstijd dan de voorlopige cijfers van november 2003 (3400 i.p.v. 2700 uur). De bedrijfstijd ligt wel substantieel lager dan in 1997 (boven de 4000 uur).

44705644 0025



Figuur 4.1 *Brandstofverbruik van gasmotoren*

De bedrijfstijd bepaalt samen met het vermogen en het rendement het brandstofverbruik van de gasmotor. Een lagere bedrijfstijd betekent ook minder brandstofverbruik en een dito verlaging van de NO_x-uitstoot. In Figuur 4.1 is het brandstofverbruik gebaseerd op de recente CBS-cijfers aangegeven (Pijll, 2004).

Tabel 4.5 vergelijkt de situatie voor het jaar 2000 in deze studie met de vorige studie. Een daling van de warmte- en elektriciteitsproductie van de gasmotor betekent wel dat deze, mits de vraag niet daalt, op een andere manier geproduceerd moeten worden. Voor de warmte betekent dit een hoger brandstofverbruik van de ketels, en voor de elektriciteit betekent dit meer draaiuren van de elektriciteitscentrales (of een hogere elektriciteitsimport). De daling van de emissie door gasmotoren wordt dan ook gedeeltelijk gecompenseerd door een hogere NO_x-uitstoot elders.

Tabel 4.5 *Brandstofverbruik gasmotoren vorige studie en huidige studie*

Technieken en Brandstof [PJ]	Vorige studie (Kroon, 2003) CBS jaar 2000	Huidige inschatting 2000
Gasmotoren in WKK aardgas	75,1	58,6
Gasmotoren op biogas	4,6	3,7

44705644 0025

De gasmotormarkt is momenteel sterk in beweging. Niet elk deel van de markt reageert hierbij op eenzelfde manier. De tendensen in de gasmotorontwikkeling laten zich in verschillende categorieën verdelen:

1. Gasmotoren van energiebedrijven of van joint ventures die alle energie aan anderen afleveren. Deze groep wordt, gezien de slechte rentabiliteit, momenteel gesaneerd. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met contractuele verplichtingen (warmteaflevering). Prioriteit hebben de kleinere motoren omdat alleen de administratie hiervan al erg duur is. Een optie bij het saneren is om te vragen of het bedrijf dat de warmte afneemt, de motor niet wil overnemen. Een andere optie is om de motor alleen in de piekuren in te zetten en zo de rentabiliteit te verbeteren. Doordat de draaiuren hierdoor afnemen, neemt de levensduur van de motor toe. Revisie van deze motoren zit er meestal niet meer in. Deze groep daalt dus, maar een klein deel komt terug als particuliere gasmotor. Voor de grotere gasmotoren is het beeld gunstiger.
2. Gasmotoren die elektriciteit aan het net (kunnen) leveren en geschikt zijn voor CO_2-bemesting in de glastuinbouw. Het gebruik hiervan neemt momenteel sterk toe. Hierbij worden ook steeds grotere motoren geplaatst (>1 MW_e). Doordat teveel NO_x de plantengroei afremt, wordt uit de uitlaatgassen, door het gebruik van een katalytisch reinigingsysteem (SCR) en een reductiemiddel (Ureum), eerst een groot deel van de NO_x verwijderd, en zijn ze in dat opzicht schoon[10]. Voor glastuinbouwers (of clusters van glastuinbouwbedrijven) is dit interessant bij bijvoorbeeld belichte teelt. Ook energiebedrijven investeren momenteel in deze gasmotortoepassing. Inmiddels is bijna 280 MW_e (incl. een stukje nog in aanbouw) aan gasmotoren van SCR voorzien. Vrijwel alle gasmotoren worden tot de kleine bronnen gerekend. Er is in ieder geval één cluster gasmotoren die boven de 20 MW_{th} uitkomt (en dus onder het NO_x-handelssysteem komt te vallen). Het CO_2-handelssysteem bevat al drie bedrijven in de glastuinbouw (zie Tabel 2.1), dus wellicht zijn er nog meer. Gezien de relatief beperkte omvang van deze cluster(s) is het verbruik in de bijlage niet apart gehouden.
3. Gasmotoren bij glastuinbouwbedrijven die alle elektriciteit zelf gebruiken voor belichte teelt en geen elektriciteit aan het net kunnen leveren. Dit wordt aangeduid met 'eiland bedrijf'. Hier is niet veel verandering te zien. Ook hier is (waarschijnlijk) een tendens naar meer CO_2-bemesting.
4. Gasmotoren bij particulieren achter de meter. Over de ontwikkelingen bij deze groep is niet veel bekend.

In de bijlage is voor de emissies en het brandstofverbruik van gasmotoren een aparte notitie opgenomen. In de bijlage wordt ook ingegaan op het gebruik van biobrandstof en op andere (niet WKK) gasmotoren.

[10] Indien de gasmotor aan het net gekoppeld is, kan deze ook in de zomer overdag ingezet worden. De warmte wordt dan opgeslagen en gebruikt om 's morgens de kas te drogen. Aangezien de kas, om niet te heet te worden, overdag geventileerd wordt, en CO_2-bemesting daardoor weinig nut lijkt te hebben, kan het zijn dat de ureumtoevoer naar de SCR uit kostenoverwegingen stilgezet wordt. De rookgassen van de installatie worden dan met een emissie van circa 140 g/GJ direct naar buiten afgevoerd. In de praktijk blijkt dit mee te vallen omdat zelfs bij open kassen CO_2-bemesting nut heeft. De ventilatie blijkt namelijk onvoldoende om de CO_2-opname te compenseren, waardoor de plantengroei toch afgeremd wordt.

44705644 0025

5. HET BRANDSTOFVERBRUIK NADER BELICHT

5.1 Brandstofverbruik buiten NO_x-emissiehandel

Met name voor de industrie is het belangrijk welk deel van het brandstofverbruik niet onder het NO_x-handelssysteem komt te vallen. Dit kan bepaald worden door het totale verbruik dat het CBS aangeeft te verminderen met het brandstofverbruik van in NO_x handelende bedrijven. Dit laatste is echter niet bekend. Omdat er een grote overlap is tussen in CO_2 en in NO_x handelende bedrijven kan via een omweg, wellicht toch, een betere bepaling van het betreffende brandstofverbruik plaatsvinden dan in de vorige ECN-studie (Kroon, 2003).

Allereerst is per sector het aantal bedrijven bepaald dat in de lijst van het CO_2-handelssysteem voorkomt (zie ook Tabel 2.1). Dit is gecombineerd met gegevens van het CBS over alleen het aardgasverbruik naar grootteklassen van dit verbruik. Dit leverde een goede overeenkomst op. Een sector met veel bedrijven met een groot aardgasverbruik heeft ook veel bedrijven in het CO_2-handelssysteem. Door nu per sector het aantal handelende bedrijven te nemen en evenveel grote aardgasverbruikers (beginnende met de grootste) uit het overzicht te halen kan een inschatting gemaakt worden van het resterende verbruik. Tabel 5.2 geeft in de tweede kolom het resterende gasverbruik van de 'kleine' bedrijven. Dit is een minimumschatting van het verbruik dat niet in het NO_x-handelssysteem terechtkomt[11].

Tabel 5.1 *Aardgasverbruik per werknemer in 1992*

	Werknemers [×1000]	Aardgasverbruik [mln. m^3/jaar]	Aardgas/werknemer [1000 m^3/jaar]
Detailhandel	488	575	1,18
Autoreparatie	68	125	1,85
Horeca	193	443	2,30
Groothandel	402	335	0,83
Zakelijke dienstverlening	308	475	1,54
Overige dienst	188	180	0,96
Openbaar bestuur	374	440	1,18
Totaal	2020	2573	1,27

Bron: (Beeldman, 1995)

Hierna is nog een tweede slag gemaakt door eerst het gemiddelde aardgasverbruik per werknemer te bepalen uit de dienstensector. Aangezien aardgas in deze sector voornamelijk voor ruimteverwarming gebruikt wordt (en een klein deel voor warm water) is dit ook een indicatie voor wat in de industriesectoren voor ruimteverwarming gebruikt zal worden. Het verbruik bleek in 1992, een jaar waarvoor de cijfers toevallig voorhanden waren, ongeveer 1270 m^3/werknemer per jaar te zijn (40 GJ/werknemer/j). Tabel 5.1 laat zien dat er een vrij grote spreiding in dit verbruik zit. Ook in de industrie zijn er immers veel 'kantoorachtige' ruimtes (CV-ketels) en hallen (luchtverwarmers) waar de werknemers hun werk verrichten. Met een inschatting van het aantal werknemers (waarbij de CBS-cijfers wat problemen gaven op het aggregatieniveau van de sectorindeling) kon ook hier een 'verwarmingsverbruik' bepaald worden (zie Tabel 5.2; 4e kolom). De onzekerheid in het totaal bepaalde verbruik is circa 30%. Dit leverde echter toch de verrassende conclusie op dat circa 50% van het brandstofverbruik van kleine bronnen in de industrie direct samenhangt met verwarming.

[11] Dit is niet helmaal juist, want ook de grotere bedrijven kunnen nog installaties hebben die buiten het NO_x-handelssysteem vallen.

44705644 0025

Dit verwarmingsverbruik valt voor een belangrijk deel onder de typekeuring CV-ketels (VROM, 1995)[12]. Een beperkt deel zal echter verwarmd worden met lokaal aanwezige energiedragers als stoom, hete olie of afvalwarmte.

Ook laat de tabel zien dat op een aantal plaatsen tekortkomingen zijn, met name wat betreft de sectoren die onder overige metaal vallen. Het gasverbruik van kleine bedrijven is hier kleiner dan het geschatte verbruik voor alleen verwarming. Bij de meubelindustrie (36+37) moet hierbij wel vermeld worden dat hier veel afvalhout voor verwarming wordt ingezet.

Tabel 5.2 *Berekende gasverbruik kleinere inrichtingen en inschatting verwarmingsverbruik*

SBI en sectornaam (jaar 2000)	Gasverbruik kleine bedrijven [PJ]	Schatting aantal werknemers [×1000]	Verbruik voor ruimteverwarming [PJ]
15+16 Voedings- en genotmiddelenind.	20,96	148	6,0
17-19 Textiel, kleding en lederindustrie	3,84	32	1,3
20 Hout-, kurk- en rietwarenindustrie	0,92	60	2,4
21 Papier(waren)- en karton(waren)ind.	2,45	34	1,4
22 Uitgeverij, drukkerij, reproductie	3,51	90	3,6
23 Aardolie-, steenkoolverwerkend ind.	0,46	2	0,1
24 Chemische industrie	9,76	86	3,5
25 Rubber-, kunststofverwerkende ind.	3,70	27	1,1
14+26 Bouwmat.ind+winning zand,grind, klei	6,61	26	1,0
27 Basismetaalindustrie	2,95	32	1,3
28 Metaalproductenindustrie	6,80	110	4,4
29 Machine- en apparatenindustrie	3,96	100	4,0
30-33 Verv. v. elektrische apparaten	2,18	94	3,8
34+35 Transportmiddelenindustrie	2,28	62	2,5
36+37 Verv.meubels, ov. ind., voorb. recycling	2,88	153	6,2
Totaal	73,27		42,6

Een andere methode is om de toegewezen CO_2-emissies per sector na wat correcties te vergelijken met de statistische CO_2-emissie. Ook dit levert een indruk op van de percentuele omvang van de kleinere verbruikers. Uiteindelijk is uit beide methoden Tabel 5.3 samengesteld. Deze geeft per sector het aandeel in het brandstofverbruik van de kleine bronnen weer. In veel gevallen kwamen de percentages goed bij elkaar in de buurt. In andere gevallen is voor de meest 'harde' waarde gekozen. De gevolgde keuze staat onder het percentage aangegeven.

[12] Uit de aardgasverbruiksklassen waarin de bedrijven zijn ingedeeld kan, onder de veronderstelling van 1 installatie per bedrijf, geconcludeerd worden dat minimaal 36 PJ (alles tot 170.000 m3 per jaar) verbruikt wordt in installaties kleiner dan 900 kW. Zou dit in grotere installaties verbruikt worden dan wordt de bedrijfstijd erg laag.

44705644 0025

Tabel 5.3 *Percentage van het brandstofverbruik in NO_x-handelssysteem*

	Aandeel verbruik in het NO_x-handelssysteem [%]	Bepaald via
Voeding	28	Aardgas afzet
Basismetaal	3	Aardgas afzet
Chemie	3	Aardgas afzet
Papier	15	Aardgas afzet
Overige Metaal	94	CO_2-handel
Bouwmaterialen	13	Aardgas afzet
Overige Industrie	85	Aardgas afzet
Raffinaderijen	0,2	Aardgas afzet
Land en tuinbouw	99	CO_2-handel
Bouw	100	CO_2-handel
Diensten	100	CO_2-handel
Overheid	100	CO_2-handel
Energiebedrijven	<10,3	Aandeel Joint Ventures
Olie- en gaswinning	100	Deels in NO_x-handel

De sectorindeling is dezelfde waarmee gegevens van ECN naar RIVM worden geleverd. In de bijlage van dit rapport heeft de indeling wat meer detail. Voor textielsector is in de bijlage 80% gehanteerd. De verdeling van energiebedrijven (elektriciteitsproductiebedrijven en distributiebedrijven) is op basis van type installatie gemaakt, en niet op basis van het hier genoemde percentage.

5.2 Bronnen van sectorinformatie

Er zijn verschillende bronnen waar sectorinformatie verzameld kan worden. Allereerst is er natuurlijk het CBS. Hier is de informatie gebruikt die algemeen toegankelijk is. Informatie over het jaar 2000 is hier goed beschikbaar. Daarnaast kan er sectorinformatie gevonden worden op de site met Meerjarenafspraken van SenterNovem. Gesommeerde gegevens over bedrijven die meedoen kunnen hier aangetroffen worden. Deze informatie is echter wat gefragmenteerd doordat brandstofverbruik en elektriciteitsverbruik niet uit elkaar gehouden zijn. Tenslotte zijn er ook gegevens over toegekende CO_2-emissierechten.

Meer gedateerde cijfers zijn te vinden in bewerkte bestanden van de emissieregistratie. In de jaren '70 begin '80 zijn alle Nederlandse bedrijven geënquêteerd en in de jaren daarna, tot 1995, alleen de grotere bedrijven. Het gaat hierbij om geanonimiseerde gegevens op installatieniveau over sector, type, brandstof, brandstofverbruik en vermogen. In het NEEDIS-project zijn in de jaren 1994-1996 van een tiental sectoren energiebeschrijvingen gemaakt, waarbij het brandstofverbruik naar functie is onderverdeeld. Ook bij ICARUS zijn door de Universiteit van Utrecht sectorbeschrijvingen opgesteld met onder andere een verdeling van het brandstofverbruik naar functie. Ook zijn er nog enkele redelijk recente sectorbeschrijvingen beschikbaar op de site van Infomil.

Een bron van milieu-informatie betreft de SPIN-mappen, waarin een groot aantal industriële sectoren begin jaren '90 besproken worden. Een belangrijk aspect hierbij is dat deze informatie in conceptvorm eerst voor commentaar aan de betreffende bedrijven is voorgelegd.

Een nieuwe bron zijn de milieujaarverslagen, waarvan er enkele op sectorniveau, samenhangend met een milieutaakstelling van de sector, de emissieontwikkeling van een sector beschrijven. Ook kan soms informatie gehaald worden uit energiebesparingsprojecten waarbij het herhalingspotentieel is geschat. Een volgende bron vormt informatie, die bij individuele bedrijven verzameld kan worden. Dit heeft echter verder geen structuur.

44705644 0025

In internationaal verband kan specifiek de BBT-beschrijvingen van de Vlaamse overheid genoemd worden die op de VITO-site te vinden zijn. Deze beschrijven de best beschikbare technieken voor een groot aantal sectoren, en geven daarmee soms ook een goede indruk van wat bij de Nederlandse sector verwacht kan worden. De Engelstalige BREF-documenten op de IPPC-site, hebben voornamelijk betrekking op de grotere emissiebronnen en kennen grote marges. Ze zijn daarmee weinig bruikbaar voor dit project.

5.3 Brandstofverbruik van sectoren

5.3.1 Nader onderzoek op sectorniveau

Kijkend naar het brandstofverbruik van kleine industriële bronnen dan vallen de sectoren voeding en genotmiddelen, overige metaal en textiel op. In deze sectoren zijn er relatief veel kleine bronnen. Voor een viertal sectoren worden in dit hoofdstuk de resultaten van een nader onderzoek beschreven. Over het algemeen blijkt het erg moeilijk om op basis van reeds beschikbare informatie een goed beeld van een sector te krijgen. Zo is er weinig informatie over de energiefuncties van het verbruik en zijn er nauwelijks emissiecijfers te vinden. Van de 2½ PJ aardgas die de textielindustrie verbruikt gaat waarschijnlijk 50% naar het (drogen) van geverfde stoffen. Emissiefactoren voor spanramen, waar dit o.a. mee gebeurt, zijn niet gevonden. Internationale cijfers zijn, zoals uit dit overzicht blijkt, ook niet altijd bruikbaar. Ook lopen schattingen over het verbruik van een bepaald type installaties sterk uiteen. Voor moffelovens in de overige metaal worden bijvoorbeeld verbruikscijfers uit het herhalingspotentieel van besparingsprojecten berekend van 0,7 tot 3 PJ.

5.3.2 Bakkerijen (SBI 1581 en 1582)

De sector heeft ongeveer 2700 bedrijven, waarvan er 200 in continuproductie draaien. Meer informatie is te vinden in het informatieblad Broodbakkerijen en brood- en banketbakkerijen (Infomil, 1997). Het Gasverbruik is verdeeld volgens: 64% bakken (7,5 PJ), 21% ruimteverwarming (2,5 PJ), 12% stoomvoorziening (1,5 PJ) en 3% warm water. Het gasverbruik is ongeveer 4-9 m^3 gas per baal (50 kg meel) Dit zal in de loop van de tijd naar de 4 gaan doordat oudere ovens worden vervangen door nieuwere die efficiënter zijn. Een oven gaat ongeveer 40 jaar mee.

Het type ovens is divers, maar vooral de rotatieoven (gewoonlijk met 5 m^2 bakoppervlak) komt veel voor. Het type oven bepaalt deels de kenmerken van het product.

Elektriciteit wordt onder andere gebruikt voor koelen/vriezen (~30%) en deeg kneden (~25%). Het totale verbruik stijgt op dit moment (~10%/jr.) omdat er door regelgeving nieuwe apparaten geïnstalleerd moeten worden. Zonder deze regels zou er een dalende trend zijn, door penetratie van efficiëntere apparaten (met name koelers) (bron: Kennis en adviescentrum voor de bakkerij).

Tabel 5.4 *Energiegebruik brood, banket, beschuit, suiker, ed.*

[TJ]	Elektriciteit	Aardgas	Overige energiedragers	Totaal
1995	1586	12030	231	13847
2000	1621	11492	226	13339
2001	1718	11119	138	12975

Indien de emissiefactor voor een oven gesteld wordt op 60 g/GJ (marge 40-70 g/GJ) en voor de overige installaties op 44 g/GJ dan komt de NO_x-emissie van bakkerijen in Nederland in 2000 uit op 0,62 kton (±15%) waarvan 70% afkomstig is uit de ovens.

44705644 0025

Voor deze ovens gelden geen Nederlandse NO_x-emissierichtlijnen. Er zijn geen bakkerijen die aan het NO_x-handelssysteem meedoen.

5.3.3 Vleesindustrie (SBI 151)

Volgens informatie van Infomil (Infomil, 1996) telt de sector 260 bedrijven met meer dan 20 werknemers (in 2002 820 bedrijven, ook de kleinere, met totaal 23.500 werknemers). In 1994 is er 3,1 mln. ton vlees geproduceerd waarvan 70% voor de export. In 1994 waren er 30 varkens-, 23 runder-, en 55 pluimveeslachterijen met een productie van 1.5, 0.5 en 0.8 mln. ton/j respectievelijk. Door een daling bij varkens en runderen is de vleesproductie in 2002 teruggelopen naar 2,7 mln. ton. Dit is ongeveer 2 keer zoveel als in Nederland geconsumeerd wordt. Door de toename van de import van 'vlees en bereidingen' is de export ongeveer gelijk gebleven. Door de vogelpest lag de productie in 2003 circa 10% lager (PVE, 2004).

Belangrijkste energieprocessen zijn broeien[13] in broeibak (60°C) en schroeien van de huid in een vlamoven bij varkens, runderslachterijen gebruiken veel elektriciteit. Een overzicht van het energiegebruik in 1993 staat in Tabel 5.5 (Infomil, 1996). De tweede kolom bevat hier het totale energiegebruik (incl. elektriciteit). De derde kolom is het brandstofverbruik dat in de kolommen daarna verdeeld is over de diverse energiefuncties. De derde kolom is berekend met het aandeel aardgas, maar dit lijkt wel te laag uit te komen (minder aardgasverbruik dan in de statistiek). De verdeling bij runder- en varkensslachterijen komt redelijk overeen met Belgische cijfers (Derden, 2003). Ook is in de tabel een inschatting gemaakt van de NO_x-emissie. Hierbij is voor de diverse installaties een emissiefactor van 50 g/GJ behalve voor de vlamoven bij varkens (130 g/GJ) en het roken van vleeswaren (25 g/GJ; wat wel een vreemd cijfer lijkt). Voor deze afwijkende waarde is onder andere gekeken naar de procesbeschrijving voor de sector die in het kader van het SPIN-project gemaakt is (Suijkerbuijk, 1995). De emissiecijfers, opgeteld voor NO_x in het SPIN-document 0,1 kton, zijn niet zo compleet en weinig bruikbaar.

Tabel 5.5 *Energiegebruik in 1993 en inschatting NO_x-emissie vleessector*

		TJ aardgas en overige energiedragers (HBO)				
Sector	PJ energie	Totaal	Reiniging	Ruimte-verwarming	Vlamoven of roken	Broeien
Varkensslachterijen	0,8	368	74	0	239	55
Runderslachterijen	0,1	25	20	5	0	0
Pluimveeslachterijen	1,0	300	90	30	0	180
Uitsnijderijen	0,2	80	64	16	0	0
Vleeswaren- en vleesconservenbedrijven	2,0	1140	285	171	684	0
Totaal	4,1	1913	533	222[1]	923	235
Geschatte NO_x-emissie [ton]		98	27	11	48	12

1) Bij circa 22.000 werknemers en een gemiddeld verbruik van 40 GJ per werknemer (zie ook 5.1) zou hier een hoger getal verwacht worden (900 TJ).

Tabel 5.6 *Energieverbruik van de vleessector*

[PJ]	Elektriciteit	Aardgas	Overige energiedragers (HBO)
1992	1,4	2,5	0,1
2002 (SBI 151)	2,5	3,7	0,1

[13] Bij broeien wordt het dode dier met heet water of stoom van buiten opgewarmd waarna de haren of veren er makkelijker afgaan.

44705644 0025

Wordt op basis van het brandstofverbruik in 2002 (Tabel 5.6) een emissieberekening uitgevoerd dan komt dit bij gelijkblijvende verhouding uit op (3,8/1,9*0,098=) 0,2 kton.

In een BBT studie van VITO over de slachthuissector wordt een gemiddelde NO_x-emissie genoemd van 0,29 tot 0,52 g per kg geslacht gewicht (Derden, 2003). Bij een geslacht gewicht van 2,7 mln. ton (2002) komt dit overeen met 0,8 tot 1,4 kton NO_x, bij een brandstofverbruik, berekend uit CO_2-emissiefactoren in de BBT-studie van 1 tot meer dan 6 PJ (de BBT studie geeft hier een erg grote marge). Het is niet duidelijk waarom deze NO_x-emissie cijfers zoveel hoger liggen.

5.3.4 Fijnkeramische industrie (SBI 262 en 263)

De fijnkeramische industrie kent meestal drietal processtappen. De eerste is drogen, de tweede en derde zijn beide branden in een oven bij temperaturen van 1000 tot 1220 °C. Tussen de tweede en derde stap kan het glazuur aangebracht worden. Soms kan dit echter al direct zodat met één brandingstap volstaan kan worden. In 1985 gebeurde 85% van het branden continue in voornamelijk tunnelovens (Huizenga, 1992). In 1991 was de productie van de bij de Algemene Vereniging van Nederlands Aardewerkindustrie (AVA) aangesloten bedrijven: 41 kton aardewerk, porselein en siergoed (17 bedrijven), 135 kton wand- en vloertegels (5 bedrijven), 11 kton sanitair (1 bedrijf) en 36 kton vuurvast (2 bedrijven). Er waren twee bedrijven in twee branches actief. Met een restpost van niet bij AVA aangesloten bedrijven kwam de totale productie op 235 kton. Indien het energiegebruik direct aan de productieomvang gekoppeld zou zijn, zou het verbruik voor bijna 60% veroorzaakt worden door de tegelbedrijven en voor 25% door de vele aardewerkbedrijven. Het energiegebruik van de sector staat in Tabel 5.7.

In de tegelindustrie wordt veel energie voor het drogen gebruikt (Infomil, 2002). Een essentiële stap in de bereiding van het persgranulaat is namelijk het sproeidrogen. Dit proces vraagt circa 20% van het energieverbruik in de tegelindustrie. Volgens de meer recente informatie van Infomil gaat het tegenwoordig om circa 70 bedrijven waarvan 1 in sanitair, 4 in wand- en vloertegels, 1 in porselein, 1 in vuurvast en 50 in aardewerk. Een optie in de documentatie van Infomil is het vervangen van elektrische door aardgasgestookte ovens.

Tabel 5.7 *Energiegebruik fijnkeramische industrie*

[TJ]	Elektriciteit	Aardgas	Overige energiedragers	Totaal
1995	329	2111	-	2440
1999	297	1753	-	2050
2000	284	1753	-	2037
2001	275	1636	3	1915

De fijnkeramische industrie is in 2002 toegetreden tot de MJA-2 (SenterNovem 2003). Enige gegevens van de sector staan in Tabel 5.8. Volgens de bedrijvenlijst op de SenterNovem-site, bijgewerkt tot 2004, gaat het om acht bedrijven. Het energiegebruik in deze tabel heeft waarschijnlijk betrekking op de hele sector.

De lijst bedrijven in het CO_2-handelssysteem kent zeven stuks in deze sector waarvan er vijf ook bij de MJA-afspraken betrokken zijn. Het bijbehorende verbruik is ongeveer 1,40 PJ. Slechts één van de bedrijven met een verbruik van 0,2 PJ staat ook in voorlopige lijst van NO_x-handelende bedrijven (naar een tweede bedrijf wordt momenteel gekeken; omdat de bedrijven op de CO_2-lijst staan vanwege de sector, en niet vanwege het vermogen, blijft het waarschijnlijk bij twee bedrijven). De gemiddelde NO_x-emissiefactor van het reeds opgenomen bedrijf ligt rond de 100 g/GJ. In 1989 werd de gemiddelde emissie van de sector geschat op 200 ton NO_x bij een CO_2-emissie van 60 kton.

44705644 0025

Dit levert een gemiddelde NO_x-emissie van 190 g/GJ op; maar het uit de CO_2-uitstoot berekende brandstofverbruik is dan slechts 1 PJ. Indien wel een correct verbruik ingevuld wordt halveert de NO_x-emissiefactor. Recentere cijfers zijn niet gevonden; zo geeft de site van de emissieregistratie geen separate cijfers over deze sector.

Tabel 5.8 *Kerngegevens fijnkeramische industrie in MJA-2*

Aan MJA deelnemende bedrijven	8 (?) bedrijven, 14 vestigingen
Producten	Producten vloer- en wandtegels, porselein, sanitair, vuurvast en aardewerk
Omzet	€ 227 miljoen
Werknemers	2067
Energiegebruik 1999 [PJ]	2,2

Wat wetgeving betreft viel de NO_x-emissie voor de grotere bedrijven onder de algemene NeR-eis van 200 mg/m^3 (bij het noodzakelijke zuurstofgehalte) voor emissies boven de 5 kg/uur. Deze bedrijven vallen ook onder de nieuwe NeR-eis voor emissies van 2 kg/uur of meer, zodat procesgeïntegreerde maatregelen tot 50-500 mg/m^3, afhankelijk van de mogelijkheden, noodzakelijk zijn.

Wordt het cijfer van 100 g/GJ gehanteerd dan valt van de 0,16 kton NO_x-emissie in 2001 voorlopig 0,02 kton onder het handelssysteem. De emissiestroom van de zeven bedrijven ligt boven de 2 kg/uur, waardoor ze zolang het handelssysteem nog niet in werking is getreden onder de algemene eisen van de NeR vallen[14]. De resterende 0,02 kton wordt door de 63 andere bedrijven geëmitteerd. De gemiddelde emissie ligt bij deze bedrijven ver beneden de 2 kg/uur, zodat de algemene eisen van de NeR hier niet gelden.

5.3.5 Asfaltindustrie (deel van SBI 2882)

De asfaltindustrie zit in de restgroep van de sector bouwmaterialen SBI 2682 (vervaardiging van overige niet-metaalhoudende minerale producten) met als belangrijkste producten asfalt en steenwol (Bank, 1997). Hoewel de productie van asfalt ingedeeld wordt in 2682, maakt het grootste deel van de asfaltproductie-installaties deel uit van wegenbouwbedrijven. Als zodanig is een onbekend aantal ingedeeld in de bouwsector.

Voor de sector is een Meerjarenafspraak gemaakt. Het aantal deelnemende bedrijven is 45 (zie Tabel 5.9). Gegevens in deze tabel zijn afkomstig van de SenterNovem-site over MJA-afspraken, (SenterNovem, 2003) en (Bank, 1997). De brancheorganisatie is de Vereniging tot Bevordering van Werken in Asfalt (VBW-Asfalt). Het aantal asfaltinstallaties in 2000 was volgens de sector 52 (zie Tabel 5.10)'(Bron: internetsite VBW-Asfalt).

Tabel 5.9 *Kerngegevens asfaltbedrijven*

Aan MJA deelnemende bedrijven	32 bedrijven, 45 inrichtingen
Producten	Asfaltmengsels voor wegenbouw, waterbouw, terreinverhardingen en bodembescherming
Omzet in productievolume (2000)	7,5 miljoen ton (capaciteit i.v.m seizoenspieken 12 mln. ton)
Werknemers	400
Energiegebruik 1981 [PJ]	2,11 (2,06 gas en 0,05 elektriciteit)
Energiegebruik 2000 [PJ]	2,3
Energiegebruik 2002 [PJ]	2,4

[14] Ten aanzien van emissiehandel kan worden 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.

44705644 0025

In de asfaltindustrie wordt vooral veel thermische energie gebruikt. Het thermische aandeel is dan ook 90% van het totale primaire energiegebruik. Het belangrijkste thermische proces is het drogen en verwarmen van mineralen en asfaltgranulaat (hergebruikt asfalt). De voornaamste elektriciteitsverbruikende processen zijn mengen en transport van grondstoffen en mineralen.

Met behulp van een transportbandensysteem worden de mineralen naar de droogtrommel getransporteerd. Voor het drogen van zand, grind en steenslag wordt een roterende droogtrommel toegepast waar de mineralen in tegenstroom ten opzichte van de gassen verhit worden door middel van directe verwarming door de brander tot een temperatuur van 170°C aan de uitloopzijde. De warme mineralen kunnen hierna met hete bitumen (een residu product van de olieraffinage; non-energetisch verbruik bitumen in 1999 15 PJ) en andere vulstoffen worden gemengd.

Om (gemalen) oud asfalt te kunnen verwerken wordt dit granulaat meestal in een tweede roterende droogtrommel gedroogd. Grootte orde energieverbruik 300 MJ per ton asfalt (Vito, 2001). Het drogen en verhitten vindt plaats in een om de lengteas roterende droogtrommel door middel van warme verbrandingsgassen verhit tot een temperatuur van circa 130°C aan de uitloopzijde (Bank, 1997). Deze tweede trommel wordt met Partieel Recyclingtrommel aangeduid. In de 7,6 miljoen ton asfalt die in 2000 in Nederland is geproduceerd was 2 mln. ton oud asfalt verwerkt (VBW-asfalt, 2001).

Aan deze tweede trommel zitten nog enkele milieuaspecten. Hier kunnen schadelijke stoffen vrijkomen[15]. Vandaar dat bij het recyclen van asfalt met behulp van de paralleltrommel de rookgassen aan de brander van de hoofdtrommel moeten worden toegevoerd of op een andere wijze moeten worden naverbrand. Voorkomen moet worden dat de vlam in de trommel het granulaat lokaal teveel verhit (of zelfs in de brand steekt). Een optie is om de vlam niet in de oven maar ervoor te plaatsen[16] (Vito, 2001).

Daarnaast vind er ook verwarming van opgeslagen producten plaats. De opslag van bitumen vindt plaats in thermisch geïsoleerde tanks die met een verwarmingsinrichting (meestal olie gestookt) op een temperatuur van circa 170°C worden gehouden. Bij deze temperatuur is het bitumen vloeibaar. Ook het asfalt wordt, in afwachting van transport, in diverse gescheiden silo's (in verband met verschillende kwaliteiten) warm opgeslagen. Een laatste verbruiksbron is de verwarming van kantoren.

Tabel 5.10 *Overzicht in bedrijf zijnde asfaltmenginstallaties*

Type installatie	1996	1998	2000
Chargemenger met PR-trommel	22	32	34
Chargemenger met koude toevoer	31	16	11
Trommelmenger, geschikt voor hergebruik	4	6	5
Installatie zonder hergebruik	4	2	2
Totaal	61	56	52

[15] Om de hoge concentraties schadelijke stoffen (PAK; poly aromatische koolwaterstoffen) te voorkomen is het gebruik van teer en teerproducten in de asfaltwegenbouw sinds 1991 niet meer toegestaan. Bij het recyclen van asfalt mag er geen teer meer in het nieuwe asfalt terechtkomen. Op de SenterNovem-site over de meerjarenafspraken staat hierover: 'Het definitief verwijderen van teer uit de keten via het verbranden van teerhoudend asfalt gekoppeld aan de asfaltmenginstallatie heeft voor het energiegebruik een belangrijk effect'. De NeR zegt over teerhoudend asfalt dat dit mag worden verbrand als er voor gezorgd wordt dat de PAK's worden vernietigd in een daartoe geschikte installaties zoals bijv. een Torbedreactor (Infomil, 2003).

[16] De kostprijs voor dit systeem van warme asfaltrecycling met de indirecte verwarming met hete gasgenerator is ongeveer 75 000 Euro duurder dan een conventionele paralleltrommel.

44705644 0025

Geconcludeerd kan worden dat er in circa 80 voornamelijk draaitrommels ruim 2,1 PJ aardgas gestookt wordt met directe verhitting. Uitgaande van een veronderstelde bedrijfstijd kan geconcludeerd worden dat de gemiddelde vermogensgrootte per locatie rond de 5-10 MW_{th} ligt (marge installaties 2 tot 20 MW_{th}). In de voorlopige lijst van NO_x-handelende bedrijven is één bedrijf uit deze sector opgenomen. Het gaat dus vrijwel volledig om 'kleine bronnen'.

Naast het brandstofverbruik is ook de gemiddelde emissiefactor nodig om de NO_x-uitstoot te kunnen bepalen. In een vergunningsvoorschrift in Limburg wordt voor een vrij nieuwe installatie een maximale NO_x-emissie voorgeschreven van 75 mg/m^3 (bij 17% O_2 is dit omgerekend 96 g/GJ aardgas) (Limburg, 2001). Dit is lager dan de emissie in de NeR[17] (200 mg/m^3). De Nederlandse emissie zou in de range van 50 tot 200 mg/nm^3 liggen (bij 17% O_2 is dit 64 tot 255 g/GJ) (Vito, 2001). Wordt een gemiddelde emissie van 128 g/GJ (100 mg/m^3) verondersteld dan is de huidige NO_x-emissie van asfaltinstallaties circa 0,25 kton. Uitgaande van de eis in Limburg zal de emissie rond 2010 iets lager liggen (bij 96 g/GJ) is dit circa 0,20 kton.

[17] De vorige NeR noemt dit als algemene eis. Per april 2003 is de eis veranderd in emissiebeperkende technieken volgens de Stand der techniek bij installaties die meer dan 2 kg NO_x/uur uitstoten.

44705644 0025

6. EMISSIEFACTOREN

6.1 Publicaties met emissiefactoren

Een belangrijke bron voor de emissiefactoren van kleine bronnen is de rapportage van (Soest-Vercammen, 2001) over de inschatting van de emissie van kleine bronnen waarover geen separate milieuverslaggeving plaatsvindt. Deze emissie wordt geschat door te kijken over welk deel van het brandstofverbruik niet in milieuverslagen gerapporteerd wordt, en dit gedeelte te vermenigvuldigen met sectorspecifieke emissiefactoren. Een voorbeeld van de factoren die het CBS tot 2000 gebruikte staat in Tabel 6.1.

Ook de rapportages van de Gasunie specifiek voor huishoudelijke en commerciële bronnen zijn een bron van emissiefactoren (Agteren, 2003, Aptroot, 2000). Deze halen naast interne communicatie van Gasunie weer eerdere bronnen aan[18]. De emissiefactoren uit (Aptroot, 2000) zijn zowel door (Soest-Vercammen, 2001) als (Agteren, 2003) overgenomen als basis voor de huidige emissie. Een standaardwerk op het gebied van emissiefactoren van installaties zonder NO_x-reductiemaatregelen is het rapport van de emissieregistratie uit 1986 (Bakkum, 1986). De verschillende emissiefactoren van kleine bronnen worden in dit hoofdstuk toegelicht.

Tabel 6.1 *Emissiefactoren voor NO_x in Emissieregistratie*

[g NO_x/GJ]	Aardgas	HBO	LPG	Petroleum	Steenkool	Stookolie
Consumenten	57,5	50	40	50	75	
Landbouw	65	50	40	50	300	125
Diensten, overheid, bouw	50	60	40	50	130	200
(overige emissie factoren)	(biogas 123)				(cokes 382)	

Bron: Zonneveld, E.A. (2000): Meta informatie Emissieregistratie ENINA verbrandingsemissies

6.2 Specifieke apparaten bij Huishoudens

Gasverbruik koken

Voor kookbranders worden in (Vrij, 1988) gemeten emissiefactoren genoemd van 10 tot 20 g/GJ in deellast en 30 g/GJ in vollast. In 1994 noemt (TNO, 1994) een gemiddelde waarde van 27 g/GJ (zie Tabel 6.2). Dit is lager dan de meest recente bron, het Gasunie-rapport, van 200 mg/m^3 (omgerekend 56 g/GJ) (Agteren, 2003). Het is niet duidelijk waar het verschil tussen de waarde in 1988 en de huidige waarde vandaan komt. Door een iets andere omrekeningsfactor komt (Soest-Vercammen, 2001) op 57 g/GJ uit (zie Tabel 6.3). Er zijn wel mogelijkheden om de emissie van koken te reduceren. Zo noemt (Bartels, 1986) reeds de mogelijkheid van stralingsbranders (met een prijs van 66 gld./brander). In dit rapport zal de waarde van 57 g/GJ worden aangehouden. In dit verband kan nog wel vermeld worden dat er een tendens is om meer elektrisch te gaan koken.

CV en combiketel (conventioneel en VR)

Voor ruimteverwarming noemt (Vrij, 1988) emissiefactoren in relatie met algemene brandereigenschappen. Volledig voorgemengde branders zitten tussen de 0 en 50 g/GJ. Gedeeltelijk voorgemengde branders zitten tussen de 50 en 100 g/GJ. Een mogelijkheid om de emissie te verlagen is verlaging van de brandertemperatuur, in de publicatie van Vrij bijvoorbeeld door gebruik van keramische branders. Deze halen 10 g/GJ en katalytische branders kunnen 1 g/GJ halen. Deze laatste branders zijn niet simpel in bestaande ontwerpen toe te passen.

[18] Uitworp stikstofoxide door CV-ketels, publicatiereeks Lucht 74 maart 1988; NOx-uitstoot van kachels, geisers en boilers. F.P. Koopman, e.a. N.V. Nederlandse Gasunie. VROM opdracht zaaknummer 96.22.0243, mei 1997.

44705644 0025

In 1988 worden deze niveaus bereikt bij een lage specifieke brander belasting van 250 respectievelijk 25 kW/m^2. Een normale brander heeft een specifieke belasting van 1000 kW/m^2.

Tabel 6.2 *Gemeten huishoudelijke emissiecijfers uit 1992*

	Aantal gemeten typen	NO_x [mg/m^3 gas]	NO_x [g/GJ] bij 31,65 MJ/m^3 gas
CV-ketels ST (standaard)	6	2360	74,6
CV-combiketels ST	4	2289	72,3
CV-ketel VR (verbeterd rendement)	3	1552	49,0
CV-combiketel VR	2	1324	41,8
CV-ketel HR (hoog rendement)	3	1279	40,4
CV-combiketel HR	2	1221	38,6
Keukengeiser	3	1842	58,2
Kleine badgeiser	4	1628	51,4
Grote badgeiser	4	1761	55,6
Gasboiler	4	1636	51,7
CV moederhaard	6	1912	60,4
Kookplaten	20	859	27,1

Het Gasunie-rapport spreekt van 200 mg/m^3 (omgerekend 56 g/GJ) (Agteren, 2003). Deze cijfers lijken echter geen recht te doen aan de emissie-eis van 44 g/GJ die in het typekeuringsbesluit is opgenomen (VROM, 1995). Wordt uitgegaan van een emissie van 57 g/GJ voor 1996 en van 44 erna, dan is de gemiddelde emissiefactor voor conventionele ketels en VR ketels in 2000 ongeveer 53 g/GJ, in 2002 51 g/GJ, in 2010 48 g/GJ en in 2020 44 g/GJ.

Tabel 6.3 *Emissiefactoren voor huishoudens*

	[NO_x/GJ brandstof]
Huishoudelijke apparaten op aardgas	
Kooktoestel	57
Keukengeiser	43
Badgeiser	40
Combi-tap	52
Combi-vat	52
Gasboiler	57
Collectief	57
CV-Ketel (conventioneel, VR)	57
CV-Ketel (HR)	31
Lokale verwarming	71
Blokverwarming	57
Gemiddeld voor aardgasverbruik in huishoudens	53
Huishoudens, niet-aardgas	
HBO	50
LPG	40
Petroleum	50
Steenkool	75

Soest-Vercammen, 2001.

CV en combiketel (HR)

Het Gasunie-rapport noemt een emissiefactor van 30,8 g/GJ (Agteren, 2003). In de praktijk blijken nieuwe HR ketels echter reeds rond de 20 g/GJ te zitten of lager. Wordt voor de periode tot 1996 (het tijdstip dat de typekeuringseisen verplicht werden) de waarde uit Tabel 6.2 gehanteerd

44705644 0025

en vanaf 1996 de waarde van 20 g/GJ dan is de gemiddelde emissiefactor in 2000 27 g/GJ, in 2002 24 g/GJ, in 2010 21 g/GJ en in 2020 20 g/GJ.

Olieketel
Voor het stoken van olie wordt in (Soest-Vercammen, 2001) een waarde van 50 g/GJ gehanteerd tenzij het om LPG gaat (dan 40 g/GJ). Dit komt overeen met de cijfers uit Tabel 6.2. Opgemerkt moet worden dat deze ketels wel onder het typekeuringsbesluit vallen (VROM, 1995). De ventilatorbranders van de olieketels zullen derhalve aan de emissie-eis van 30 g/GJ moeten voldoen. De gemiddelde emissie is in 2000 daarom waarschijnlijk al gedaald tot 46 g/GJ en daalt in de tijd verder naar 31 g/GJ in 2010 en 30 g/GJ in de jaren daarna.

Kolen kachel
Voor het stoken van kolen wordt in (Soest-Vercammen, 2001) een waarde van 75 g/GJ gehanteerd (zie Tabel 6.3). Dit komt overeen met de cijfers uit Tabel 6.2.

Gaskachel
Het Gasunie-rapport spreekt van 70 g/GJ voor lokale verwarming (Agteren, 2003). In (Soest-Vercammen, 2001) wordt een waarde van 71 gehanteerd. Nieuwe woningen worden niet meer met gaskachels uitgevoerd. Alleen in de vervangingsmarkt worden nog nieuwe gaskachels geplaatst. Door de ombouw van lokale verwarming naar centrale verwarming is dit een krimpende markt. In (Aptroot, 2000) wordt nog een (dalende) verkoop van 30.000 stuks per jaar genoemd. De gaskachels hebben een atmosferische brander en vallen niet onder de typekeuringseis voor CV-ketels.

Oliekachel
Voor het stoken van olie wordt in (Soest-Vercammen, 2001) een waarde van 50 g/GJ gehanteerd tenzij het om LPG gaat (dan 40 g/GJ). Dit komt overeen met de cijfers uit Tabel 6.2

Houtkachel/openhaard
Voor houtkachels is er wel een typekeuring gericht op de CO_2-uitstoot, maar zijn er geen NO_x-eisen. In de rapportage van (Soest-Vercammen, 2001) ontbreken de houtkachels. Een internationale studie (Citepa, 2003) noemt waarden van 50 tot 75 g/GJ. Hier zal 75 g/GJ worden gebruikt.

Gasgeiser
Het Gasunie-rapport spreekt van 42 g/GJ voor keukengeisers (dit cijfer zal voor de gasgeiser gehanteerd worden) en 39,2 g/GJ voor badgeisers (dit cijfer zal ook voor de efficiëntere gasgeisers gebruikt worden). Voor gasboilers en collectieve systemen wordt 56 g/GJ genoemd (Agteren, 2003).

Oliegeiser/boiler
Voor de oliegeiser zal het cijfer van de olieketel op LPG gehanteerd worden (40 g/GJ).

Absorptie warmtepomp op gas
Deze warmtepomp gebruikt voor elke MJ die er als ruimteverwarming of warm water uitkomt ongeveer 50% aardgas en 50% omgevingswarmte. Er wordt een volledig voorgemengde brander verondersteld met een gemiddelde emissiefactor van 20 g/GJ aardgas. In het SELPE model, waarin diverse energiemodellen van ECN samenkomen, wordt het verschil tussen energie-input en -output aangevuld met omgevingswarmte (zodat een rendement >100% vermeden wordt). Per GJ energie-input komt de emissiefactor dan op 10 g/GJ. Deze emissiefactor zal ook voor absorptiewarmtepompen in andere sectoren worden gebruikt.

44705644 0025

Elektrische warmtepomp met gasbijstook
Deze warmtepomp gebruikt voor elke MJ ruimteverwarming 30% elektriciteit, 10% aardgas en 60% omgevingswarmte. Er wordt verondersteld dat het aardgasdeel van deze installaties een atmosferische brander krijgt en een daarbij behorende emissie van 44 g/GJ aardgas (in het model wordt dit 4,4 g/GJ energie in).

Gasmotorwarmtepomp
Deze warmtepomp gebruikt voor elke MJ ruimteverwarming 78,1% aardgas en 21,9% omgevingswarmte. De aandrijving van de warmtepomp gebeurt via een gasmotor. Ook het uitlaatgas wordt gebruikt voor de ruimteverwarming. Het gaat om een technologie die nog weinig in Nederland wordt toegepast. Omdat het om nieuwe installaties gaat, wordt gerekend met de komende norm van 80 g/GJ (62,5 g/GJ energie in). Deze emissiefactor zal ook voor andere sectoren gebruikt worden met deze installaties.

Zonneboiler met gas naverwarming
Deze zonneboiler gebruikt voor elke MJ warm water die er uitkomt ongeveer 65% aardgas en 35% zonnewarmte. Er wordt een volledig voorgemengde brander verondersteld met een gemiddelde emissiefactor van 20 g/GJ aardgas. Per GJ energie-input komt de emissiefactor in het model op 13 g/GJ.

6.3 Installaties in meerdere sectoren

Elektriciteitsverbruik en gebruik zonne- en windenergie
Het gebruik van elektrische apparatuur geeft geen lokale NO_x-emissie, maar op de plaats waar de elektriciteit wordt opgewekt. De (directe) NO_x-emissie van elektriciteitsverbruik is dan ook nul. Ook het gebruik in een sector van zonne- of windenergie levert geeft directe NO_x-emissie op.

Gasturbines huidige generatie 0,9 MW en groter.
Het aantal gasturbines dat niet onder het NO_x-handelssysteem terecht komt is, uitgezonderd de sector olie- en gaswinning, beperkt. De emissie-eis in BEES B voor een gasturbine installatie is 65 g/GJ met een rendements- en een verbrandingswaardecorrectie. Voor een stand alone gasturbine was de eis 200 g/GJ, wat voor nieuwe turbines per 1 mei 1998 verlaagd is tot 65 g/GJ. Installaties met een asvermogen van minder dan 1 MW of minder dan 500 bedrijfsuren per jaar vallen niet onder BEES B (of BEES A).

Kleinere gasturbines, van 0,9 tot 4 MW_e, in Nederland zijn o.a. Kongsberg (KG2), Solar (Centaur, Mars, Saturn (900kW)), Allison (201 KB) en Ruston (TB 5000). De elektrische rendementen hiervan liggen rond de 30% of lager. De meeste van de kleinere gasturbines staan in de sector winning van olie en gas (veel offshore) (VGT, 1999). Hier wordt in de betreffende paragraaf separaat op ingegaan. De oudere gasturbines kunnen door water- of stoominjectie aan de emissie-eis van 65 g/GJ voldoen. Onder druk van Amerikaanse eisen (in veel Staten gaat de eis in 2005 naar <5 ppm) is er al ruim 15 jaar onderzoek naar lage NO_x-verbrandingskamers. In veel gevallen, zeker bij alle nieuwe turbines, zijn deze inmiddels ook te verkrijgen. De SOLoNOx-brander van Solar bijvoorbeeld bereikt niveaus van 15-25 ppm (26-44 g/GJ) (internetsite solar gasturbines). De 20 tot 25 ppm emissie wordt ook bij veel andere gasturbines met lage NO_x-verbrandingskamers genoemd. Voor gasturbines groter dan 3 MW_e is 25 ppm door middel van lage NO_x-verbrandingskamers, specifieke situaties daargelaten, algemeen bereikbaar (EEA-inc., 1998). Ultra lage NO_x-gasturbines zijn ook reeds ontwikkeld; bijvoorbeeld de Mercury 50 die 5 ppm bij 15% zuurstof (10 g/GJ) bereikt. Voor het jaar 2000 kan voor gasturbine-installaties het beste 65 g/GJ aangehouden worden. Indien voor een brander in een gasturbine verondersteld wordt dat deze na 15 jaar vervangen wordt is voor 2010 50 g/GJ beter en voor 2020 40 g/GJ.

44705644 0025

Nieuwe kleine gasturbines
In Tabel 6.4 zijn enige gegevens van kleine gasturbines overgenomen van de SenterNovem-site. (Novem, 2003). Volgens OPRA zit de OP162Ag gasturbine van 1,6 MW op een emissie van 6 ppm bij 15% O_2 (10 g/GJ) (OPRA, 2003). De Heron H1 gasturbine van 1,4 MW heeft een NO_x-uitstoot beneden de 20 g/GJ (Internetsite Heron). De Turbec van 0,1 MW zit beneden de 32 g/GJ (Internetsite Turbec).

Ofschoon er een aantal kleine gasturbines zijn met een lage NO_x-uitstoot lopen de emissies als de diverse turbines naast elkaar worden gezet van 10 g/GJ op via 50 g/GJ naar 75 g/GJ of meer. Een studie voor de Amerikaanse overheid (EEA-inc., 1998) noemt voor kleine gasturbines emissiecijfers van 10-15 ppm (15-25 g/GJ). In dit rapport zal 25 g/GJ worden gehanteerd.

Tabel 6.4 *Gegevens van kleine gasturbines*

	Microturbines	Kleine gasturbines
Vermogensrange [kW_e]	28-100	500-2000
Rendement elektriciteitsopwekking [%]	23-33 (gerecupereerd)	20-43
Totaalrendement [%]	60-80	60-80
Levensduur [uur]	30.000- 80.000	>100.000
NO_x-uitstoot [g/GJ]	10-20	40-60

Brandstofcellen voor warmte kracht
De internetsite van Novem geeft aan dat de emissie van brandstofcellen lager dan 1 g NO_x/GJ ligt (Novem, 2003).

Stirling motoren voor warmte kracht
In een bijlage met een overzicht van diverse warmtekrachtsystemen wordt voor een Stirling motor een NO_x-emissiefactor van 0,5 lb/MWh elektriciteit output genoemd (Willingham, 2003). Bij een rendement van 30% is dit ongeveer 19 g/GJ. In deze studie zal dit worden afgerond naar 20 g/GJ.

Gasmotoren in WKK-installaties
Over gasmotoren is een aparte notitie opgesteld (zie betreffende bijlage). Hierin zijn ook diverse varianten uitgewerkt en is onderscheid gemaakt in diverse scenario's. Op basis van de leeftijdsopbouw van het gasmotorpark en de aanname dat de emissie overeenkomt met de emissie-eis in het bouwjaar (zonder correctiefactor)[19] kan een emissiefactor bepaald worden van 260 g/GJ. Inmiddels is een deel van de gasmotoren in de glastuinbouw voorzien van SCR om het uitlaatgas te kunnen gebruiken voor CO_2-bemesting. Wordt verondersteld dat hierdoor de emissie in 2000 0,4 kton lager uitvalt en aangenomen dat dit voor 95% van de gasmotoren in eigendom van agrarische bedrijven geldt, dan worden voor de agrarische sector de emissiefactoren lager: 227 g/GJ voor motoren in eigendom van de sector en 259 g/GJ voor motoren in joint ventures.

Voor het jaar 2010 zijn de onzekerheden groter. Het uit bedrijf nemen of reviseren is onder andere afhankelijk van ontwikkelingen op de elektriciteitsmarkt. Ook spelen zaken als de uiteindelijke penetratiegraad van CO_2-bemesting (hier verondersteld op 80% van de nieuwe gasmotoren in deze sector tussen 2000 en 2010) en de mogelijk opkomst van kleine gasturbines als concurrent. Hiervoor zijn een aantal aannames gemaakt die in de bijlage worden toegelicht. Wordt daarnaast verondersteld dat 85 tot 90% van de gasmotoren met SCR in eigendom is van de agrarische sector dan kunnen de emissiefactoren worden bepaald voor 2010. De gemiddelde emissie van een gasmotor komt uit op 174 g/GJ met uitzondering van de agrarische sector waar deze voor gasmotoren in eigendom van de sector 109 g/GJ is en voor joint ventures 142 g/GJ.

[19] Deze aanname heeft in de totale NO_x emissie van de gasmotoren een onzekerheid van circa 10%. De spreiding bij individuele motoren blijk namelijk er groot. Emissies lager als de norm worden aangetroffen en emissies (door storingen en het verlopen van afstellingen) veel hoger dan de norm (Polman, 2001).

44705644 0025

In de berekeningen worden, in tegenstelling tot de bijlage, geen scenario afhankelijke emissiefactoren gebruikt.

Mobiele werktuigen
De emissies van mobiele werktuigen als heftrucks, wielladers en landbouwtractoren worden als mobiele bronnen tot de transportsector gerekend. Toekomstige emissies van deze voertuigen worden door het RIVM bepaald. Om het energieverbruik van een sector vergelijkbaar te maken met de energiestatistieken wordt hier wel het brandstofverbruik meegenomen.

Dieselmotor
De emissiefactor van een dieselmotor in een WKK-installatie (>50 kW) zonder emissiebeperkende maatregelen is circa 1200 g/GJ maar kan in specifieke situaties wel tot 2000 oplopen. Sinds 1990 (BEES B) geldt hier een norm van 400 g/GJ met een rendementsfactor. Uitgaande van een levensduur van 20 jaar en een lineaire penetratie betekent dit, bij het weglaten van de rendementsfactor, een gemiddelde emissie van 820 g/GJ in 2000 en 400 g/GJ in 2010 en daarna. Noodaggregaten vallen niet onder deze eis. Ook mag het bevoegd gezag in plaats van de 400 g/GJ een lagere eis stellen (tot 150 g/GJ).

De gasmotorinventarisatie van het CBS geeft voor 2000 een inzet van 674 ton stookolie (29 TJ) in de overige industrie (Pijll, 2004). De internetsite van het CBS geeft voor WKK-productie drie dieselmotoren met een substantiële productie. Deze drie motoren hebben samen 0,5 PJ brandstofverbruik en een vermogen hebben van 7 MW_e en staan in de in de gezondheidszorg (bron: CBS). De NO_x-bijdrage van stationaire dieselmotoren in Nederland beperkt (0,5 PJ * 820 g/GJ = 0,41 kton) maar wel relatief hoog. Ook is het cijfer erg onzeker omdat het maar enkele installaties betreft en dus niet zonder meer een theoretisch gemiddelde mag worden gebruikt.

Gasmotor geen aardgas
De gasmotorinventarisatie (Pijll, 2004) komt voor het jaar 2000 tot een inzet van andere gassen zoals biogas van 1,82 PJ (2,06 PJ in jaar 2002) en noemt hierbij een vermogen van 32 MW_e. De inventarisatie van duurzame energie komt voor stortgas en vergistingsgassen tot een uitgespaarde hoeveelheid brandstof van ruim 5,5 PJ in 2000. Hoewel in de praktijk een deel van de gassen aan het aardgasnet geleverd wordt, of voor ondervuringsdoeleinden wordt ingezet, wordt in het ECN-model het gistingsgas ingezet in TE-installaties (Total Energy). Deze winnen hier elektriciteit en warmte uit. Een onderscheid tussen gasmotor en niet-gasmotor toepassingen wordt hierbij niet gemaakt.

Tabel 6.5 *Winning en gebruik van fermentatiegas*

[TJ]	Winning fermentatiegas	Elektriciteits prod.	Warmte prod.	Inzet als 'aardgas'	Totale inzet	Rendement [%]
2000	5130	1188	296	1772	3256	63
2001	5530	1195	310	1646	3151	57
2002	5306	1176	301	1139	2616	49

Om dit nader uit te zoeken staat in Tabel 6.5 een overzicht uit het monitoringsrapport van duurzame energie (Joosen, 2003). Het overzicht bevat alle gistingsgas, incl. stortgas dat in Nederland gewonnen en gebruikt wordt. Dat het rendement zo laag uitvalt, komt vooral door het omzettingsverlies bij stortgas. Gezien de verhouding warmte:elektriciteit (1:4) vindt hier waarschijnlijk veel elektriciteitsopwekking plaats, zonder warmtebenutting. De energiestatistieken van het CBS melden voor 2002 de winning van 4,95 PJ stortgas. Hiervan wordt 3,7 ingezet voor warmtekrachtopwekking en 1,24 als finaal verbruik voor energetische doeleinden (komt vrijwel overeen met inzet als aardgas in Tabel 6.5). Voor 2000 zijn de diverse cijfers: 5.4 PJ winning, 3.7 PJ in WKK en 1.7 PJ in finaal verbruik. Er kan van uit gegaan worden dat alle elektriciteitsproductie met gasmotoren plaatsvindt. Samen verbruiken deze circa 70% van het fermentatiegas.

44705644 0025

De gasmotoren op biogas vallen onder BEES B, maar doordat biogas over het algemeen vrij agressief is, wordt verondersteld dat de levensduur beperkt is tot 15 jaar. Bij een lineaire middeling van de emissie-eisen over 15 jaar, is de emissie in het jaar 2000 340 g/GJ en in 2010 128 g/GJ (daarna via 88 g/GJ in 2020 naar 80 g/GJ in 2022). Dit bepaalt 70% van de emissiefactor. Voor de overige 30% zal de emissiefactor voor ketels op aardgas worden gebruikt (zie hieronder).

De affakkeling van stortgas lijkt alleen in de duurzame energiestatistieken te zijn opgenomen. In 2000 gaat het om 0,42 PJ, in 2002, door ingebruikname van twee nieuwe stortgasprojecten 0,57 PJ. Wordt voor de fakkels een emissiefactor van 35 g/GJ gehanteerd dan blijkt de emissie van de fakkels 0,015 tot 0,020 kton/j te bedragen.

Ketel aardgas

Voor installaties van voor 1990 die kleiner zijn dan 10 MW geldt bij brandervervanging na 1 mei 1998 een emissie-eis van 70 mg/m^3. Voor installaties >2,5 MW zijn er eisen van 200 mg/m^3 ('90-'92) en 100 mg/m^3 ('92-'98). Voor installaties tussen de 0,9 en 2,5 MW van '90-'98 zijn er ook de eisen van 200 en 100 mg/m^3 alleen gaan deze pas in bij brandervervanging. Ketelinstallaties van mei 1998 of later moeten direct aan 70 mg/m^3 voldoen. Voor de ketelinstallaties <0,9 MW$_{th}$ is er het typekeuringsbesluit (zie Tabel 4.2). Om uit deze grote set van verschillende installaties en emissiefactoren een gemiddelde te destilleren vergt een groot aantal aannames[20], waarvoor o.a. de vorige NO_x-studie is gebruikt (Kroon, 2003). Deze aannames veroorzaken een langzaam toenemende onzekerheid in het gemiddelde emissiecijfer. In 2010 is de onzekerheid ruim 10%. De gemiddelde emissie komt met de aannamen uit op 47 g/GJ in 2000, en 36 g/GJ in 2010.

Ter vergelijking nog wat cijfers uit het Gasunie-rapport voor 1999. Voor blokverwarmingssystemen noemt het rapport 56 g/GJ. Dit cijfer wordt ook genoemd bij de conventioneel CV-ketels + VR-ketels en voor Ketels (>120 kW en <900 kW) (Agteren, 2003). Voor HR CV-ketels (>30 kW en <20 kW) noemt het rapport 30,8 g/GJ. Voor luchtverwarmers 61,6 g/GJ en voor hete luchtkanonnen 56 g/GJ. Een inventarisatie op basis van KW2-metingen (Dam, 2001) levert industriële emissiefactoren voor stoom- en heetwaterketels van 44 g/GJ in 1995 en 28 g/GJ in 2000. Het is niet duidelijk of deze waarden niet vertekend worden door een hoog aandeel nieuwe branders (zie ook bijlage G).

Ketel geen gas

Het gaat hier vooral om installaties op huisbrandolie. Voor installaties van voor 1990 die groter zijn dan 2,5 MW geldt een emissie-eis van 200 mg/m^3. Voor installaties >2,5 MW zijn er verder eisen van 300 mg/m^3 ('90-'92) en 150 mg/m^3 ('92-'98) en 120 mg/m^3 na '98. Ook voor installaties tussen de 0,9 en 2,5 MW gelden deze eisen echter pas na brandervervanging of bij nieuwe installaties na 1998. Installaties <0,9 MW zijn meestal voorzien van een ventilatorbrander. Met vergelijkbare aannamen als bij ketels op aardgas kunnen emissiefactoren bepaald worden. De gemiddelde emissie komt hiermee uit op 51 g/GJ in 2000, 41 g/GJ in 2010 en 32 g/GJ in 2020.

Heater vaste brandstof

Voor installaties zonder emissiebeperkingsmaatregelen op steenkool werd in 1986 nog een emissie van 330 g/GJ genoemd met een lagere waarde van 130 g/GJ voor een groenvoerdrogerij (Huldy,1986). Kijkend naar wat voor kolenketels wordt gebruikt is een waarde van 200 g/GJ voor het jaar 2000 wellicht een goede inschatting (hier zit dan wel een grote onzekerheidsmarge omheen). Deze waarde zal ook richting de toekomst worden aangehouden.

[20] Aangenomen is: a) Dat een installatie 25 jaar meegaat met brandervervanging na 15 jaar. b) Dat van installaties <0,9 MW er 25% is voorzien van een atmosferische brander en 75% van een ventilator brander. c) Dat de emissie zonder maatregelen 50 g/GJ is. d) Dat het brandstofverbruik in ketels voor niet handelde bedrijven voor 40% plaatsvindt in ketels <0,9 MW voor 25% in ketels tussen de 0,9 en 2,5 MW en voor 35% in ketels >2,5 MW. e) Dat brandervervanging in een bestaande installatie wat minder reductie oplevert dan verwacht. f) Dat de gemiddelde praktijkemissie iets boven de norm, maar wel in de toegestane marge, komt te liggen.

44705644 0025

Heater gasvormige brandstof
Voor installaties zonder emissiebeperkingsmaatregelen varieert de emissie van 140 g/GJ (fornuis) tot 40 g/GJ (droger <5 MW_{th}) (Huldy,1986). Wordt het gemiddelde genomen uit Paragraaf 5.3 dan komt dit ongeveer uit op 75 g/GJ. Kijkend naar de oude algemene eis van de NER (200 mg/m^3) dan zou dit in 2010 naar 50 g/GJ kunnen dalen. Maar omdat dit niet verplicht is wordt 75 g/GJ gehandhaafd. Opgemerkt moet wel worden dat er in de praktijk best situaties denkbaar zijn waarbij de specifieke emissie veel hoger is; bijvoorbeeld een hoge temperatuur vereist wordt voor het smelten van glas of bepaalde metalen. Er zijn hierover echter geen kwantitatieve gegevens gevonden. Ter vergelijking kan nog opgemerkt worden dat door KW2 (Dam, 2001) voor kleine industriële installaties die geen ketel zijn een erg lage waarde van 30g/GJ genoemd. Het gaat hierbij echter om een zeer beperkte inventarisatie (zie ook bijlage G).

Heater op olie
Voor een ketel op huisbrandolie zonder emissiebeperkingsmaatregelen werd in 1986 een emissie van 60 g/GJ genoemd. (Huldy,1986). Deze waarde zal zowel voor 2000 als 2010 worden gebruikt. Ook voor deze installaties geldt, net als bij de heaters op gas, dat niet uitgesloten is dat er soms veel hogere specifieke emissies optreden.

Ketel vaste brandstof
Voor installaties zonder emissiebeperkingsmaatregelen op steenkool werd in 1986 nog een emissie van 330 g/GJ genoemd (Huldy,1986). Deze factor is echter wel meer geschikt voor centrales dan voor kleinere eenheden. Voor kleine installaties is er een publicatie uit 1985 met emissiefactoren van 150 tot 200 g/GJ (Heil, 1985). Deze factoren kunnen gebruikt worden voor installaties <20 MW_{th} en met een vergunning van voor 1990. Voor ketels op kolen geldt er, anders dan bij olie of gas, geen ondergrens aan het vermogen in BEES B. Deze vallen dus allemaal onder BEES B of BEES A. De emissie-eis voor installaties <20 MW_{th} is inmiddels verlaagd van 500 mg/m^3 (bij 6% O_2) voor installaties met een vergunning tussen 1-8-1990 en 15-10-92 naar 100 mg/m^3 (bij 6% O_2) voor installaties na 1-1-1994. Per saldo betekent dit dat voor de oude installaties van voor 1990 een emissiefactor van 240 g/GJ gehanteerd zou kunnen worden en voor de nieuwere na 1994 36 g/GJ. Bij een levensduur van 25 jaar daalt de gemiddelde emissie van 140 g/GJ in 2000 naar 80 g/GJ in 2010 en 36 g/GJ in 2020.

Ketel op biobrandstof
Voor installaties zonder emissiebeperkingsmaatregelen op hout werd in 1986 nog een emissie van 320 g/GJ genoemd (Huldy,1986). Wordt naar de emissie bij het verbranden van kolen, ook een vaste brandstof, gekeken, dan is deze waarde erg hoog. Meer realistisch zijn wellicht waarden van 300-400 mg/m^3 bij 11% O_2 (175-234 g/GJ) (Verstraete, 2003). Dit is ook ongeveer het niveau dat de NeR voorschrijft voor schoon resthout >2,5 MW_{th}.

Het besluit verbranding afvalstoffen (BVA) (VROM, 2004) regelt de emissie bij het verbranden van afval. Voor installaties met een elektrisch equivalent rendement (elektrisch rendement + 0,47 maal het thermische rendement) lager dan 40% is de eis 70 mg/m^3 bij 11% O_2 (41 g/GJ). Voor installaties met een rendement boven de 40% is de eis met 130 mg/m^3 (77 g/GJ), en dus ruimer. In een richtlijn (VROM, 2002) heeft het ministerie aangegeven dat dezelfde eisen, waarschijnlijk, ook bij de aanpassing van BEES gaan gelden voor schone biomassa. Voor installaties <5 MW_{th} op schoon resthout is er sprake van een overgangstermijn van 5 jaar (tot april 2007). Wordt verondersteld dat het hier vooral om gewone verbrandingsinstallaties gaat, die niet aan de rendementseis kunnen voldoen, dan is de emissie in 2000 circa 200 g/GJ[21] (geen NO_x-beperkende maatregel nodig) en in 2010 circa 41 g/GJ (wel maatregelen nodig). Voor een total energy installatie, die wel elektriciteit produceert zal in 2010 wel de waarde van 77 g/GJ worden aangehouden.

[21] In de NER is er een algemene eis die ingaat bij emissies boven de 2 kg/h. Bij een installaties van 2,8 MWth en 200 g/GJ komt men hier net overheen, en zou indien er geen specifieke eis was de algemene eis gaan gelden (bijvoorbeeld dat er procesgeïntegreerde maatregelen genomen moeten worden).

44705644 0025

6.4 Olie- en gaswinning

In het SELPE-model zijn de winningsbedrijven samen genomen met de gassector. Naar schatting 46% van de circa 38 PJ brandstofverbruik in deze sectoren in 2002 kwam voor rekening van de offshore winning, 32% van de onshore winning en 5% van de fakkels. Daarnaast werd er circa 10% gebruikt voor gastransport en 5% voor het op kwaliteit brengen van het gas.

De belangrijkste verbruikers in deze sector zijn de stand alone gasturbines (emissie-eis met rendementscorrectie tot mei 1998 200 g/GJ en daarna 65 g/GJ). In de offshore kan een deel van deze turbines ook op gasolie draaien. De combinatie van meerdere brandstoffen in één turbine vermindert de mogelijkheden om lage NO_x-verbrandingskamers toe te passen. Naast gasturbines worden er ook gas- en dieselmotoren gebruikt.

In de winning is de gemiddelde NO_x-emissiefactor van bijna 200 g/GJ in 1995 teruggelopen naar 150 g/GJ nu (varieert per jaar). Dit is berekend uit CBS-cijfers in combinatie met het milieujaarverslag van NOGEPA (www.FO-industrie.nl) en interne ECN-informatie. De emissie exclusief fakkels van offshore ligt rond de 250 g/GJ ligt en onshore op 65 g/GJ. De genoemde 150 g/GJ zal gebruikt worden als emissiefactor voor het jaar 2000.

NOGEPA geeft in het milieujaarverslag 2001 aan dat de NO_x-reductie tussen 1990 en 2001 11% bedraagt en dat zij verwacht, in relatie met het milieuconvenant uit 1995 in 2010 niet op 90% reductie uit te komen (IMT-2010) maar op 40 tot 50% NO_x-reductie. De gemiddelde emissiefactor kan hierdoor in 2010 dalen tot 95 g/GJ (marge 85-105). Aspecten die hierbij van belang zijn, zijn o.a. de toename van compressoren die met elektriciteit uit het net aangedreven worden en het verbruik van gasopslagsystemen. Daarnaast speelt ook de discussie over het heropenen van de oliewinning in Schoonebeek een belangrijke rol (het injecteren van stoom vergt veel energie). Komt in 2000 nog 80% van de NO_x-emissie offshore vrij, in 2010 kan dit onder invloed van de dalende offshore productie gedaald zijn naar 60%. Het deel van deze NO_x-uitstoot dat onder het handelssysteem valt (op dit moment de meeste onshore emissies) zal hierdoor toenemen. Zowel de ontwikkeling van de NO_x-emissie als de verdeling tussen handelend en niet handelend zijn erg onzeker (de genoemde 60% zou ook best 40% kunnen zijn; als de NO_x-reductie plaatsvindt door onshore elektrificatie, neemt juist het offshore deel toe).

Op het vasteland worden ook een tiental gasmotoren (samen 45 MW_e) gebruikt voor gascompressie. Deze staan op twee locaties. Omdat het vermogen op beide locaties boven de 20 MW_{th} uitkomt, gaan deze gasmotoren meedoen met het NO_x-handelssysteem.

6.5 Lijst met emissiefactoren

Een lijst van te hanteren emissiefactoren voor de huishoudsector staat in Tabel 6.6. Tabel 6.7 geeft de cijfers voor andere niet-industriële sectoren, inclusief de WKK-installaties van energiebedrijven die warmte aan deze sectoren afleveren. Tabel 6.8 geeft de betreffende cijfers voor de industriesectoren. De emissiefactoren zijn in de voorgaande paragrafen toegelicht. Om een doorkijk te geven voor de situatie na 2010 zijn ook de waarden voor 2020 opgenomen.

In de bijlage is voor één scenario (GE 2010) het 'brandstofverbruik' per emissiefactor aangegeven. Het effect op de totale emissie in 2010 bij een andere emissiefactor kan hier snel bepaald worden. Bij afwijkende emissiefactoren moet bedacht worden dat de warmtepompen en de zonneboiler met gasnaverwarming in het modelmatige 'brandstofverbruik' ook duurzame energie of omgevingswarmte bevat. Het verbruik van 'gasmotoren geen aardgas' bevat 30% ondervuring. Voor wat betreft het brandstofverbruik moet nog vermeld worden dat dit uiteindelijk via modelberekeningen bepaald is. Details, kleiner dan 0,02% van de Nederlandse energievoorziening (0,6 PJ) kunnen hierbij wel eens met andere installaties zijn samengevoegd.

44705644 0025

Tabel 6.6 *Lijst met emissiefactoren huishoudsector*

[g NO_x/GJ brandstof]	2000	2005	2010	2015	2020
Warmte en kracht met brandstofcellen	1	1	1	1	1
Warmte en kracht kleine gasturbine/stirling	25	25	25	25	25
Warmte en kracht gasmotor	260	217	174	150	126
Duurzaam (zon/wind)	0	0	0	0	0
Elek. verbr. koken	0	0	0	0	0
Gasverbr. koken	57	57	57	57	57
CV en combiketel (convent. en VR)	53	51	48	46	44
CV en combiketel (HR)	27	24	21	21	20
Gasmotorwarmtepomp	63	63	63	63	63
Elektrisch warmtepomp combiketel	0	0	0	0	0
Olieketel	46	39	31	31	30
Elektrische warmtepomp ruimteverw.	0	0	0	0	0
Kolen kachel	75	75	75	75	75
Gaskachel	71	71	71	71	71
Oliekachel	40	40	40	40	40
Oliekachel	50	50	50	50	50
Houtkachel/openhaard	75	75	75	75	75
Elektrische warmtepomp	4	4	4	4	4
Absorptie warmtepomp op gas	10	10	10	10	10
Ruimte verwarming met zon	0	0	0	0	0
Gas-geiser	42	42	42	42	42
Efficiënte gas-geiser	39	39	39	39	39
Elektrische boiler	0	0	0	0	0
Olie-geiser/boiler	40	40	40	40	40
Elektrische warmtepomp boiler	0	0	0	0	0
Zonneboiler elektrisch naverwarmt	0	0	0	0	0
Zonneboiler gas naverwarmt	14	14	14	14	14

44705644 0025

Tabel 6.7 *Lijst met emissiefactoren sectoren diensten, overheid, landbouw en bouw*

[g NO_x/GJ brandstof]	2000	2005	2010	2015	2020
Brandstofcel	1	1	1	1	1
Gasturbines	65	58	50	45	40
Kleine gasturbines	25	25	25	25	25
Gasmotor	260	217	174	150	126
Gasmotor geen aardgas	251	174	99	84	69
TE-hout	77	77	77	77	77
Dieselmotor	673	537	400	400	400
Ketel aardgas	44	38	34	31	27
Ketel geen gas	51	46	41	36	32
mobiel werktuig	0	0	0	0	0
Warmtepomp gasmotor	63	63	63	63	63
Adsorptie warmtepomp	10	10	10	10	10
Elektrische warmtepomp	0	0	0	0	0
Duurzaam (zon/wind)	0	0	0	0	0
Gasmotoren glastuinbouw	227	168	109	84	59
Joint ventures niet industrie					
Brandstofcel kleinschalige warmte	1	1	1	1	1
Kleine gasturbine	25	25	25	25	25
Gasmotor aard- of restgas	260	217	174	150	126
Dieselmotor	820	620	420	400	400
Gasmotoren glastuinbouw	259	200	142	117	92

Tabel 6.8 *Lijst met emissiefactoren industriële sectoren*

[g NO_x/GJ brandstof]	2000	2005	2010	2015	2020
Kleine gasturbine	25	25	25	25	25
Gasmotor aard- of restgas	260	217	174	150	126
Dieselmotor	673	537	400	400	400
Gasmotor/TE overig	251	174	99	84	69
TE-hout	77	77	77	77	77
Heater vaste brandstof	200	200	200	200	200
Heater gasvormige brandstof	75	75	75	75	75
Heater op olie	60	60	60	60	60
Mobiel werktuig	0	0	0	0	0
Ketel vaste brandstof	140	110	80	58	36
Ketel gasvormige brandstof	44	38	34	31	27
Ketel op olie	51	46	41	36	32
Ketel op biobrandstof	200	121	41	41	41
Olie en gaswinning	150	123	95	95	95
Gasbedrijven	150	123	95	68	40
Joint ventures industrie					
Kleine gasturbine	25	25	25	25	25
Gasmotor aard- of restgas	260	217	174	150	126
Dieselmotor	820	620	420	400	400

44705644 0025

7. CONCLUSIES

7.1 Emissies en NEC-doel

Op basis van de voorlopige berekeningen aan de scenario's (zie beschrijving van de beide scenario's, SE en GE, in de bijlage) en de in Hoofdstuk 6 aangegeven emissiefactoren kan de emissie van kleine bronnen bepaald worden. Deze daalt van circa 55 kton in 2000 naar 33-36 kton in 2010 emissie (zie Tabel 7.1; de cijfers van 2000 zijn ook met de ECN-modellen bepaald) en komt daarmee in de buurt van het NEC-doel. Hoofdoorzaak van de voortgezette daling is het effect van emissiewetgeving en regulering uit de periode 1987-1995 wat via vernieuwing van installaties en branders nog steeds een dalend effect veroorzaakt.

De onzekerheid in de 33-36 kton bedraagt, voor zover dit te overzien valt -10 tot +15%. De marge wordt hiermee 30-41 kton. Meevallers kunnen (van hoog naar laag) zitten bij de CV-ketels (lagere specifieke emissie), bij de gasmotoren (meer SCR, snellere vervanging, gemiddelde praktijkemissie lager dan verwacht), bij meer toepassing van low NO_x-burners voor verwarming van bijvoorbeeld kassen en in de olie- en gaswinning. Tegenvallers kunnen (van hoog naar laag) zitten bij de gasmotoren (minder SCR, meer reviseren van motoren, gemiddelde praktijkemissie hoger dan verwacht), bij de directe verhitting van producten (hogere emissiefactor), bij de CV-ketels (minder schone branders), in de sector olie- en gaswinning en bij niet goed meegenomen apparaten als hete luchtkanonnen en dieselmotoren.

Tabel 7.1 *Overzicht resultaten kleine bronnen*

[kton NO_x]	2000 (model)	SE 2010	GE 2010	NEC-sector plafonds[1]
Overheid, handel, diensten en bouw	13,6	8,3	8,8	7
Landbouw	8,4	5,8	7,1	5
Huishoudens	17,7	11,3	11,8	12
Industrie	4,2	3,3	3,3	*10 met*
Energiebedrijven (met name gasmotoren)	7,5	2,1	2,6	*energiebedrijven*
Olie en gaswinning (niet handelend)	3,8	2,2	2,2	*en met winning*
Totaal	55,1	33,1	35,8	34

[1] Het totaal voor industrie, energiebedrijven en raffinaderijen is 65 kton, waarvan er 55 aan het NO_x-handelssysteem worden toegerekend. Verkeer heeft in de nota 'Erop of er onder' (VROM, 2003) 158 kton gekregen en 13 kton is onverdeeld. Het totaal, ofwel het NEC-plafond in 2010 is 260 kton. Cijfers uit Tabel 3 van de genoemde nota.

De cijfers kunnen vergeleken worden met de NEC-doelstellingen uit de nota 'Erop of eronder' (VROM, 2003). Met 8 tot 9 kton wordt de doelstelling voor de sectoren handel, diensten, overheid en bouw met circa 20% overschreden[22]. De uitkomst is hier sterk afhankelijk van de emissie van gasmotoren en van de daling van de specifieke emissie van grote en kleine verwarmingsketels. De doelstelling voor consumenten wordt net gehaald. Hiervoor moet er de komende jaren nog wel een forse daling in het brandstofverbruik voor verwarming optreden. Ook is er een grote daling door de veronderstelde penetratie van zeer schone HR-ketels.

[22] Niet alleen de emissie van gasmotoren maar ook het potentieel is erg onzeker. Een iets andere inschatting van de inpassingsbeperkingen in de glastuinbouw of een verandering in de Regulerende Energiebelasting (REB) kan in de modelberekeningen het verschil betekenen of een sector het plafond wel of niet haalt.

44705644 0025

Met 7,6 tot 8,1 kton komt de industrie (incl. energiebedrijven) circa 20% beneden de doelstelling van 10 kton uit. Belangrijkste redenen voor de daling in emissies ten opzichte van eerdere berekeningen zijn de lagere inschatting van de groei van het brandstofverbruik van de industrie, het saneren van gasmotoren bij de energiebedrijven en de toename van CO_2-bemesting met gasmotoren in de glastuinbouw. Daarnaast zijn er dalingen die voortkomen uit de vervanging van installaties door nieuwere met een lagere emissie. Ook uit een vergelijking met een KW2 inventarisatie (Dam, 2001) komt naar voren dat de emissie wellicht lager is als hier berekend (zie ook bijlage G). De onzekerheden zijn echter groot, zeker 20%. Dit komt onder andere door de veronderstelde sanering bij gasmotoren en het mogelijk missen, wegens de afwezigheid van een bruikbare inventarisatie, van emissiebronnen met een hoge specifieke emissie. Daarom mag nog niet de conclusie getrokken worden dat deze onderschrijding van de doelstelling in 2010 ook daadwerkelijk plaats gaat vinden. Uit een vergelijking met een KW2 inventarisatie (Dam, 2001) komt naar voren dat

De doelstelling voor de agrarische sector van 5 kton wordt met een uitstoot van 6 tot 7 kton niet bereikt. De emissie van deze sector is wel sterk afhankelijk van de penetratie van rookgasreiniging bij gasmotoren (om het uitlaatgas voor CO_2-bemesting te kunnen gebruiken) en de ontwikkeling van het gasmotorvermogen. Indien in deze sector een hogere penetratie van lage NO_x-branders in ketels wordt verondersteld in verband met CO_2-bemesting, komt de emissie wel lager uit, maar wordt het doel niet bereikt.

Tabel 7.2 *Overzicht brandstofverbruik en NO_x-emissie in 2000 en 2010*

Sector	2000 Brandstof inzet [PJ]	2000 NO_x-uitstoot [kton]	SE 2010 Brandstof inzet [PJ]	SE 2010 NO_x-uitstoot [kton]	GE 2010 Brandstof inzet [PJ]	GE 2010 NO_x-uitstoot [kton]
Overheid, handel, Diensten en bouw	197	14	178	8	187	9
Landbouw	134	8	122	6	138	7
Huishoudens	360	18	322	11	335	12
Industrie	70	4	64	3	65	3
Energiebedrijven (met name gasmotoren)	29	8	14	2	17	3
Olie- en gaswinning (niet handelend)	25	4	23	2	23	2
Totaal (kleine bronnen)	816	55	722	33	765	36
Bedrijven met NO_x-handel						
Elektriciteitsbedrijven	492		599	24	623	25
Industrie	352		339	14	325	13
Raffinaderijen	165		170	7	169	7
Energiebedrijven en joint ventures (grote WKK)	136		191	8	209	8
Olie en gaswinning; gassector	6		15	1	15	1
Gasbedrijven	4		5	0	5	0
Procesemissies	Pm		Pm	Pm	Pm	Pm
Subtotaal handelend	1155		1320	53 + proc.e.	1347	54 + proc.e.
Transport en mobiele br.	Pm		Pm	Pm	Pm	Pm

In Tabel 7.2 is een overzicht gegeven van het brandstofverbruik en de daarbij behorende emissies. De emissie van in NO_x handelende bedrijven lijkt bij een factor van 40 g/GJ op de doelstelling van 55 kton in 2010 uit te komen. Dit komt echter omdat er geen procesemissies opgenomen zijn. Van de procesemissie die met verbranding van brandstof samen gaat, is het brandstof-

44705644 0025

verbruik wel opgenomen, maar is niet gerekend met de hogere procesgerelateerde emissiefactor. Daarnaast zijn er nog de procesemissies uit chemische processen. Het brandstofverbruik (en de emissie) van transport en mobiele bronnen is ook niet opgenomen.

Opgemerkt moet nog worden dat het verbruik, de emissie en de verdeling over handelend en niet handelend van de sector olie- en gaswinning erg onzeker is (zie ook 6.4). In de berekeningen is nog geen rekening gehouden met de mogelijk toetreding van offshore bedrijven tot het NO_x-handelssysteem. Ook andere verschuivingen in sectoren die na 1 juli 2004 zijn aangekondigd zijn niet meegenomen.

7.2 Wetgeving

In het jaar 2000 wordt een deel van de uitstoot van kleine bronnen veroorzaakt door installaties waaraan geen expliciete NO_x-eisen zijn gesteld. Volgens een ruwe schatting op basis van een bottum up analyse gaat het wat 'ongeregelde' NO_x-uitstoot betreft om circa 1,5 kton uit de industrie, 1 kton bij de diensten uit hete luchtkanonnen en circa 5 kton bij de huishoudens. Totaal circa 7,5 kton, waarbij opgemerkt kan worden dat de NO_x-uitstoot van huishoudens door de toename van de combi CV-ketels sterk aan het dalen is. Voor 2010 wordt de omvang, via een top down analyse in de bijlage van dit rapport, op 10% ofwel 4 kton geschat.

Er is voor één scenario indicatief nagegaan onder welke emissiewetgeving de NO_x-emissie van de kleine bronnen valt. Dit blijkt ongeveer 50% BEES te zijn (gasturbines, gasmotoren en ketels), ongeveer 5% NeR ('heaters' met direct contact tussen rookgas en product; maar veel kleine bronnen zijn te klein voor de NeR), ongeveer 35% typekeuringseis CV-ketels, 1% lokale overheid (kleine gasturbines) en 10% niet (kachels, gasfornuizen). Op een aantal punten lopen de diverse soorten wetgeving dicht langs elkaar heen, ook zijn categorieën samengenomen en vereenvoudigd. De toedeling heeft een onzekerheid (gesteld dat verbruik en emissiefactor goed zijn) van 5% (absoluut; de 1% lokale overheid zou ook 6% kunnen zijn).

Circa 50% van het brandstofverbruik van kleine NO_x-bronnen in de industrie hangt direct samen met verwarming. De emissie van de hier gebruikte luchtverwarmers en CV-ketels valt onder de typekeuringseis.

Het totale brandstofverbruik voor verwarming in CV-ketels, luchtverwarmers en stoomketels (voor ruimteverwarming) buiten de huishoudsector bedraagt bijna 350 PJ. Dit is ongeveer evenveel als er in verwarmings- en warmwaterinstallaties in de huishoudsector verbruikt wordt. Een deel van dit verbruik wordt wat NO_x-emissies betreft bestreken door de typekeuringseis CV-ketels, een deel door BEES B en een deel (hete luchtkanonnen) niet.

7.3 Installaties

Gasmotoren

De emissie van gasmotoren op aardgas in WKK-installaties in 2000 is op basis van de nieuwste brandstofverbruikscijfers van het CBS 14,6 kton met een bouwjaarmarge omdat van een aantal gasmotoren het bouwjaar niet bij het CBS bekend is. Het brandstofverbruik heeft volgens het CBS een marge van 3% (Pijll, 2004) en de gehanteerde emissiefactoren leveren in het totaalbeeld een onzekerheid van 10% op. De beste inschatting voor de emissie van gasmotoren op aardgas wordt 14,6 kton met een totale marge van 14,1 tot 16,2 kton.

De emissie zal de komende jaren nog verder afnemen. Berekeningen van ECN aan de nieuwe referentieraming komen voor 2010 uit op een emissie tussen de 6,4 en 8,8 kton. Bij een maximale levensduur van 20 jaar (bepaald mede de ondergrens) wordt circa 20% van de emissie bepaald door motoren van voor 1994, die nog niet onder de 140 g/GJ norm vallen, en bij een

44705644 0025

maximale levensduur van 25 jaar is dit 30-40% (bepaald mede de bovengrens). In beide scenario's neemt het gasmotorvermogen in het beheer van energiebedrijven af.

In deze cijfers is nog geen rekening gehouden met gasmotoren die op biogas draaien. Ook ontbreekt de emissie van gasmotoren op land die niet gebruikt worden voor elektriciteitsopwekking en tegelijkertijd ook niet opgenomen zijn in het handelssysteem. Het gaat hierbij samen om circa 0,7 kton in 2010.

Opgemerkt moet hierbij worden dat er weinig informatie is over niet WKK-gasmotoren, dieselmotoren en de inzet van noodaggregaten. Het kan zijn dat deze een hogere emissie hebben dan hier is meegenomen.

Ketels

Ketels en luchtverwarmers vallen of onder de typekeuringseis voor CV-ketels of onder BEES. Voor verwarming van water of stoom is het hele vermogenstraject gedekt. Opmerkelijk is dat op een aantal plaatsten de installaties een NO_x-uitstoot hebben die substantieel lager ligt dan de typekeuringseis. Ook zijn er branders en luchtverwarmers ontwikkeld die veel schoner zijn dan de huidige eisen, maar wel duurder. Op deze plekken heeft de normstelling de technologie ontwikkeling (nog) niet gevolgd. Producenten die niet geïnvesteerd hebben in schonere technologie hebben hier nu voordeel van. Ook is er een kans dat emissiefactoren weer gaan verslechteren. Bij (mobiele) hete luchtkanonnen en ketels op thermische olie ontbreekt landelijke normstelling.

Gasturbines

Gasturbines zijn meestal zo groot dat ze op basis van hun eigen vermogen al onder het NO_x-handelssysteem komen te vallen. De meeste kleine gasturbines, waarbij dit niet het geval is, staan op dit moment bij de olie- en gaswinning. In veel gevallen gaat het hierbij om solo gasturbines, die nog niet allemaal onder de eis van 65 g/GJ vallen. Als er sprake is van één brandstof (wat in de offshore niet altijd het geval is) kunnen de meeste nieuwe gasturbines inmiddels met lage NO_x-branders aan de eis van 45 g/GJ voldoen. Voor bestaande gasturbines is die niet altijd mogelijk omdat de verbrandingskamer te klein is of omdat er geen lage NO_x-brander meer voor ontwikkeld is.

Er lijkt zich een marktpotentieel te ontwikkelen voor een nieuwe generatie kleine gasturbines in WKK-systemen gericht op ruimte- of kasverwarming. In een deel van deze markt worden nu gasmotoren gebruikt. Hoewel een aantal van deze nieuwe generatie gasturbines een lage NO_x-uitstoot heeft, is dit niet voor allemaal het geval. Er zijn nog geen landelijke normen voor gasturbines met een asvermogen beneden de 1 MW.

Ovens, drogers en fornuizen.

Uit een analyse van diverse sectoren blijkt het erg moeilijk om het brandstofverbruik van dit soort installaties te achterhalen. Emissiefactoren worden ook bijna niet in de openbare literatuur aangetroffen, en buitenlandse factoren zijn niet altijd bruikbaar. Van deze installaties is het wenselijk om een nieuw inventarisatie te maken.

Hoewel de NeR voor dit soort installaties richtlijnen geeft, zijn deze gericht op grotere installaties (NO_x-bronnen >2 kg/uur) of zijn er wel eisen aan dit type installaties maar op een ander vlak (bijvoorbeeld geurhinder). Per saldo betekent dit dat de lokale vergunningverlener zelf, in overleg met de vergunningaanvrager, de norm moet bepalen. Het is de vraag of dit overleg uitmondt in de algemene toepassing van lage NO_x-branders.

44705644 0025

LITERATUUR

Agteren, M.H., O.P.E. Zinck (2003): *Inventarisatie NO_x-emissies door gasverbruiktoestellen (<900 kW) in relatie tot beleidsdoelstellingen*. RE 03.R.0760. Gasunie Research, 31 december 2003.

Aptroot, R. (2000): *Consequenties van het invoeren van een integrale NO_x-emissienorm voor gasverbruiktoestellen (<900 kW).* TR/0.2000.R.0022; DQB95593MIN, N.V. Nederlandse Gasunie, Groningen, 24 april 2000.

Bakkum, A., H.J. Huldy, A. Kiers (1986): *Emissieregistratie van vuurhaarden.* R 86/207a (bijgewerkte versie van R 86/207), TNO, Delft, 11 augustus 1986.

Bank, M.P. van de, H.M. Venderbosch (1997): *Sectorstudie Bouwmaterialen*. NDS--96-013, Adromi b.v. voor NEEDIS, Petten, April 1997.

Bartels, H. (1986): *Emissie en emissiereductie van gasgestookte huishoudelijk toestellen*. TNO, Apeldoorn, 1986.

Beck, J.P., R.J.M. Folkert, W.L.M. Smeets (2004): *Beoordeling van de Uitvoeringsnotitie Emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 2003*, RIVM Rapport 500037003 http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500037003.html, RIVM, Bilthoven, 2004.

Beeldman, M., H.F. Kaan, J.C. Römer, P.G.M. Boonekamp (1995): *SAVE-module utiliteitsbouw; De modellering van energieverbruiksontwikkelingen*. ECN-I-94-044, Petten, ECN, Januari 1995.

CITEPA, (2003): *Wood Combustion in Domestic Appliances; Final Background Document.* Prepared in the framework of EGTEI, CITEPA, Paris, 22 december 2003.

CO_2-reductieplan, (2000): *Projectenoverzicht CO_2-reductieplan 1997 - 2000.* CO_2-reductieplan, Zwolle, juli 2000.

Cogen (2003): *CO_2-bemesting met rookgassen van W/K-gasmotoren*. CP 03.136 EK Driebergen-Rijsenburg, Cogen Projects, september 2003.

Dam, J.J van, R.H.T.M. *Overes (2001): Inventarisatie NO_x-emissie overige industrie door KW2 B.V. in opdracht van het ministerie van VROM*. Rapportnummer 200970RO1, KW2, Amersfoort, 29 juni 2001.

Derden, A. J. Schrijvers, M. Suijkerbuijk, A. van de Muelebroecke, P. Vercaemst, R. Dijkmans (2003): *Beste beschikbare technieken (BBT) voor de slachthuissector eindrapport*. 2003/IMS/R/029, Vito, Mol, Juni 2003.

Dijk, G.H.J. van (2004): *Inventarisatie CH_4- en NO_x-emissiereductie voor aardgasmotoren.* RE 2003.R.0612. Gasunie Research, Energy Innovation & Consultancy, Groningen, 17 februari 2004.

EEA-inc. (1998): *Gas Turbine Power Generation Combined Heat and Power. Environmental Analysis and Policy Consideration Prepared for: Office of Technologies U.S. Department of Energy Washington, D.C. and Gas Research Institute Chicago, Illinois*. http://www.eea-inc.com. ONSITE SYCOM Energy Corporation, Carlsbad, 5 November 1998.

44705644 0025

ExxonMobil (2004) Publieksmilieuverslag 2003/2004. Internet: http://www.esso.nl/files/PA/Benelux/milieuverslag_definitief.pdf, ExxonMobil, ExxonMobil, Breda, 1 juli 2004.

EU Directive (1996): *Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control.* Internet: http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/reg/en_register_151020.html, 31996L0061, Official Journal L 257, 10/10/1996 P. 0026 – 0040.

Heil, J.A., P.T. Alderliesten, F.C. Poot, J. de Koing (1985): *Milieu-aspecten van kolenverbranding bij kleine industriële installaties.* Procestechnologie, no.2, 1985, pag. 13-18.

Huizinga, K. et. al. (1992): *Fijkeramische industrie. Samenverkingsproject Procesbeschrijvingen Industrie Nederland (SPIN).* RIVM rapport nummer 736031119, RIVM, Bilthoven, juni 1992.

IPPC (2003): *The IPPC Directive.* Internet: http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/.

Infomil (2003): *Nederlandse Emissie Richtlijn Lucht (NeR)*. Publicatie L27 Lucht, Infomil Informatiecentrum Milieuvergunningen, versie april 2003.

Infomil (2002): *Fijnkeramische industrie* Milieu-informatie T08 Versie 1a, juni 2002.

Infomil (2000): *Informatieblad Inspectie en onderhoud van stookinstallaties; R09 Regelgeving*. Internet: http://www.icam.nl/info/informatieblad%20R09.pdf, Februari 2000.

Infomil (1997): *Informatieblad Broodbakkerijen en brood- en banketbakkerijen; t.b.v. energie in de milieuvergunning*. EO9 Energie, Infomil Informatiecentrum Milieuvergunningen, december 1997.

Infomil, (1996): *Vleesindustrie. t.b.v. energie in de milieuvergunning voor niet MJA-inrichtingen - informatieblad*. E07 Energie, http://www.infomil.nl/contents/pages/23497/e07.pdf, Infomil Informatiecentrum Milieuvergunningen, december 1996.

Joosen, S., D. de Jager, W. Gaus, W.J.A. Ruijgrok (2003): *Duurzame energie in Nederland 2002; Bijdrage aan de energievoorziening 1990-2002 (vaststelling 2002*). EEP2011, Ecofys, Utrecht, september 2003.

Kroon, P. (2003): *NO_x-uitstoot van kleine bronnen; De uitstoot in 2000 en 2010*, ECN-C--03-125, http://www.ecn.nl/library/reports/2003/c03125.html, Petten, ECN, oktober 2003.

Kroon, P. Beeldman, M., Rijkers, F.A.M. (2000): *Mogelijke effecten van NO_x-beleid op het warmtekracht-potentieel; Een analyse van de invloed van bestrijdingskosten op de rentabiliteit van warmtekrach.,* ECN-C--00-111, ECN, Petten, december 2000.

Limburg, (2001): *Besluit van Gedeputeerde Staten van Limburg over Revisievergunningsaanvraag ingevolge de Wet milieubeheer van de Asfaltfabriek Roermond BV voor haar asfaltinstallatie te Roermond*. CD 9381/00/50155. Gedeputeerde Staten van Limburg, Maastricht, 18 september 2001.

NOGEPA (2001): *Milieujaarrapportage 2000; Nederlandse olie- en gasindustrie*. R010917.c, G-Concultancy, Gouderak en FO-Industry, Den Haag, 7 november 2001.

Novem (2003): *Meerjarenafspraken energie-efficiency Resultaten 2002*. Novem, Utrecht, september 2003.

Novem (2003): *Verwarming; Warmteopwekkingssysteem: warmte-krachtinstallatie.* Internetsite, http://www.novem.nl/default.asp?documentId=33242, 4 september 2003.

44705644 0025

OPRA (2003): *The OP16 turbine powering distributed energy*. OPRA gasturbines, Hengelo, 2003.

Pijll, E. C. van der (CBS), Cogen projects (2004): *Update gasmotorenbestand CBS*. Centraal Bureau voor de Statistiek; Bedrijfseconomische Statistieken, Voorburg, 27 februari 2004.

Polman, E.A.., J.C. de Laat, H. Hondeman, W. Bouwman (2001): *Kwaliteit van gasmotoren in Nederland; Onderzoek naar de emissie van het aardgasgestookte W/K gasmotorpark*. GL/010476/pln, Gastec, Apeldoorn, 23 november 2001.

PVE (2004): *Het statistisch jaarrapport (Vee, Vlees en Eieren in Cijfers 2004)*. http://bedrijfsnet.pve.agro.nl/, Productschap voor vlees, vee en eieren, Zoetermeer, 2004.

Soest-Vercammen, E. van, J. Hulskotte, D. Heslinga (2001): *Monitoringprotocol Bijschatting Stationaire NO_x-bronnen (Concept)*. Versie 2 TNO MEP, Apeldoorn Oktober 2001.

Suijkerbuijk, M.A.W, C.J.M. van Oosterhout en A.W.H.M. Hoogenkamp (1995): *Slachterijen en vleeswarenindustrie*. Samenwerkingsproject Procesbeschrijving Industrie Nederland. RIVM-rapport 773006173, RIVM, Bilthoven, 1995.

TNO (1994) *Procesbeschrijving gastoestellen in huishoudens aardgas kleinverbruik. Basisjaar 1992,* TNO, Apeldoorn, maart 1994.

Verstraete, B. (2003): *NO_x-reductie bij houtverbranding*. Academiejaar 2002-2003, Hogeschool West Vlaanderen, Department PIH, Kortrijk, 2003.

VGT (1999): *Inventory of stationary gas turbines in the Netherlands*. Dutch Gas Turbine Association, oktober 1999.

Vito (2001): *BBT-studie 'asfaltcentrales'*. Internet: http://www.emis.vito.be/, Vito, Mol, België november 2001.

Vrij W.J. (1988): *De NO_x-emissie van huishoudelijke toestellen*. Gas nummer 6 September 1988 pag. 382.

VROM (2004): *Besluit van 2 maart 2004, houdende implementatie van richtlijn nr. 2000/76/EG van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie van 4 december 2000 betreffende verbranding van afval (PbEG L 332) (Besluit verbranden afvalstoffen*). Staatsblad no. 97, 2004.

VROM (2003): *Erop of eronder; Uitvoeringsnotitie emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 2003*. http://www.vrom.nl/pagina.html?id=10142, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 24 december 2003.

VROM, (2002): *Circulaire: emissiebeleid voor energiewinning uit biomassa en afval*. KVI2002023389, Ministerie VROM, 11 april 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_x-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.

44705644 0025

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.

WBW-asfalt (2001): *Asfalthergebruik gegevens over 2000*. 1.5710.064/CHB/sim, internet: http://www.vbwasfalt.org), Breukelen, VBW-asfalt, 5 juli 2001.

Wees, F.G.H. (1983): *Brandstofverbruikende installaties bij de Nederlandse industrie; Een kwantitatief overzicht*. ESC-25, Energie Studie Centrum, ECN, Petten, mei 1983.

Willingham, M., M. Pipattanasomporn (2003): *The Role of Combined Heat and Power (CHP) in Virginia's Energy Future.* Workshop on Combined Heat and Power Development in Virginia, Alexandria, VA, Alexandria Research Institute, Alexandria, 20 may 2003.

INTERNETSITES

http://www.infomil.nl	Infomil; Nederlandse milieu informatie voor o.a. vergunningverleners
http://www.vbwasfalt.org	Site asfaltindustrie
http://www.citepa.org/forums/egtei/egtei_index.htm	Database met emissiefactoren en reductieopties in opbouw
http://www.icam.nl	ICAM Industriële verbrandingstechniek, met informatie over SCIOS
http://www.cogenprojects.nl	Cogen-site over schone en efficiënte energieopwekking (o.a. glastuinbouw)
http:/www.novem.nl	Informatie over energietechnieken en besparings- en subsidiemogelijkheden
http://www.emissieregistratie.nl	Emissieregistratie
http://www.fo-industrie.nl/home	Doelgroepbeleid milieu en industrie
http://www.mja.novem.nl	Informatie over meerjarenafspraken tussen overheid en sectoren
http://www.heron.nl/technical.htm	Heron produceert kleine gasturbines
http://www.turbec.com/products/t100chp.htm	Turbec produceert kleine gasturbines
http://www.oit.doe.gov/programs.shtml	Industrieel technologie programma van het Amerikaanse energieministerie
http://www.goedkooppijnacker.nl	Goedkoop b.v.; Ingenieursburo, branderonderhoud & inspectie
http://www.glami.novem.nl	Informatie over het convenant met de glastuinbouw
http://www.lei.nl	LEI; Economische en ander informatie over de landbouwsector
http://www.opraturbines.com	OPRA produceert kleine gasturbines
http://esolar.cat.com	Solar gasturbines

44705644 0025

BIJLAGE A TABELLEN (TOELICHTING)

Overzicht brandstofgebruikende installaties in het SE en GE scenario
In juli 2004 zijn bij ECN Beleidsstudies berekeningen uitgevoerd aan een viertal scenario's van het Centraal Planbureau. De definitieve berekeningen kunnen pas afgerond worden als ook gegevens van de transportsector bekend zijn, naar verwachting in het tweede kwartaal van 2005.

Van de vier scenario's zijn er in januari 2005 twee in meer detail tot 2020 uitgewerkt voor de nieuwe referentieraming. Het gaat om het scenario Strong Europe (SE) en Global Economy (GE). In Tabel A.1 zijn enkele kenmerken van deze twee scenario's op Europees niveau gegeven. De bevolkingsgroei ligt in de uitwerking voor Nederland iets hoger (0,1 tot 0,3%/jaar). Hoewel de referentieraming zich nog in de afrondingsfase bevindt, en nog niet is gepubliceerd, zijn dit wel de beste cijfers die op dit moment bij ECN intern beschikbaar zijn.

Tabel A.1 *Kerngegevens scenario's*

2000-2040	Strong Europe (mondiale samenwerking)	Global Economy (mondiale markt)	EU trends 2000-2030 EU15
Europa			
GDP groei jaarlijks 2000-2040	1,5%	2,4%	2,3%
Bevolking	0,3%	0,3%	0,1%
Olieprijs 2040 [$/barrel]	23	28.5	31.5

Hierna volgen een drietal sets met tabellen. De eerste heeft betrekking op het jaar 2000 scenario SE (in dit jaar gelijk aan GE). Daarna volgen de beelden van SE en GE voor 2010. In de overzichten zijn, in een zo bruikbaar mogelijke aggregatie, alle energie-installaties in Nederland opgenomen. De gegevens zijn afkomstig uit het energiemodel SELPE, dat tot op zekere hoogte, weer een aggregatie is van detailcijfers in de diverse deelmodellen[23].

Het brandstofverbruik van de kleine bronnen is hierna met de diverse emissiefactoren vermenigvuldigd. Voor de grote bronnen, die geacht worden deel te nemen aan het NO_x-handelssysteem is gekozen om het brandstofverbruik met 40 g/GJ te vermenigvuldigen. Opgemerkt moet worden dat er een aantal posten zijn, zoals de winning van energie uit zon en wind, mobiele bronnen en transport, elektriciteitsgebruik en winning van warmte die wel in de tabellen staan, maar verder niet zijn meegenomen. Ook procesemissies (die niet veroorzaakt zijn door brandstofverbruik) zijn niet opgenomen.

Doordat gekozen is om uitgaande van SELPE-gegevens, in een spreadsheet de diverse tabellen samen te stellen en de berekeningen uit te voeren, is het eenvoudig om eventuele wijzigingen door te rekenen. In de tabellen wordt de term joint ventures gebruikt voor de installaties van energiebedrijven en van energiebedrijven en sectoren gezamenlijk.

[23] In de tabellen zijn geen handmatige correctie opgenomen i.v.m het ontbreken van een aantal gasmotoren in de landbouwsector in 2010.

44705644 0025

BIJLAGE B CIJFERS VAN SE 2000

Tabel B.1 *Brandstofverbruik overheid, diensten, landbouw en bouw [PJ]; SE 2000*

Scenario SE 2000 jan '05	Overheid en onderwijs	Overig non profit	Handel en horeca	Overige zakelijke dienstverlening	Landbouw	Bouw	Totaal
Brandstofcel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbines	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Kleine gasturbines	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Gasmotor	1,2	8,3	5,7	0,0	11,6	0,0	26,8
Gasmotor geen aardgas	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
TE-hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ketel aardgas	28,8	26,2	84,7	29,0	122,5	2,4	293,6
Ketel geen gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	4,4
mobiel werktuig	0,0	0,0	5,1	0,0	21,3	3,0	29,4
Warmtepomp gasmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Adsorptie warmtepomp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elektrische warmtepomp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Duurzaam (zon/wind)	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Totaal	30,6	40,1	95,7	29,0	155,3	9,8	360,5

Joint ventures	JV Overheid	JV Overig non profit	JV Handel & horeca	JV Overige dienstverlening	JV Agrarisch	JV Bouw	JV Huishoudens	Totaal
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor aard- of restgas	0,0	7,8	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	28,9
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,0	7,8	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	28,9

44705644 0025

Tabel B.2 *NO_x-emissie overheid, diensten, landbouw en bouw [ton]; SE 2000*

Scenario SE 2000 jan '05	Overheid en onderwijs	Overig non profit	Handel en horeca	Overige zakelijke dienstverlening	Landbouw	Bouw	Totaal
Brandstofcel	0	0	0	0	0	0	0
Gasturbines	8	20	0	0	0	0	28
Kleine gasturbines	11	0	0	0	0	0	11
Gasmotor	320	2162	1484	0	2626	0	6591
Gasmotor geen aardgas	0	1323	0	0	0	0	1323
TE-hout	0	0	0	0	0	0	0
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0
Ketel aardgas	1348	1225	3968	1358	5735	112	13747
Ketel geen gas	0	0	0	0	0	224	224
mobiel werktuig	0	0	0	0	0	0	0
Warmtepomp gasmotor	0	0	0	0	0	0	0
Adsorptie warmtepomp	0	0	0	0	0	0	0
Elektrische warmtepomp	0	0	0	0	0	0	0
Duurzaam (zon/wind)	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	1687	4730	5452	1358	8362	337	21925

Joint ventures	JV Overheid	JV Overig non profit	JV Handel & horeca	JV Overige dienstverlening	JV Agrarisch	JV Bouw	JV Huishoudens	Totaal
Brandstofcel kleinschalige warmte	0	0	0	0	0	0	0	0
Kleine gasturbine	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor aard- of restgas	0	2032	0	0	5444	0	0	7476
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	0	2032	0	0	5444	0	0	7476

44705644 0025

Tabel B.3 *Brandstofverbruik industrie [PJ]; SE 2000*

Scenario SE 2000 jan '05	Anorganische chem.	Bouwmaterialen	Ov. basischemie	Chemische producten	Kunstmestindustrie	Voedingsmiddelen	Basismet. ijzer& staal	Basismet. non ferro	Overige industrie	Metaalproducten	Papier en grafisch	Organische b. chemie	Textiel	Raffinaderijen	Totaal
Tegendrukturbines gas	13,1	0,0	0,2	0,2	2,2	0,0	1,4	0,2	0,4	0,0	1,2	1,6	0,0	14,1	34,5
Tegendrukturbines niet gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	5,1
Condensatieturbines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel heat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel stoom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine fornuis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine/afgasketel	0,0	1,9	12,4	0,9	0,0	9,2	1,4	0,0	0,0	0,0	2,6	11,4	0,0	30,6	70,4
STEG met CO_2-verwijdering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
STEG op aardgas	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	4,6	0,0	0,0	35,1
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5	0,0	0,5	0,0	0,1	0,5	0,0	0,4	2,7
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor/TE overig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3
TE op hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heater vaste brandstof	0,0	2,1	0,2	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
Heater gasvormige brandstof	8,8	23,1	10,2	2,3	15,2	22,6	26,1	3,4	3,1	9,7	1,6	72,6	3,3	103,0	304,9
Heater op olie	0,1	1,3	0,0	0,0	0,1	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4	0,0	1,3	0,1	6,3	10,5
Mobiel werktuig	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
Ketel vaste brandstof	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Ketel gasvormige brandstof	2,2	2,8	4,1	4,8	2,9	22,3	1,8	0,9	1,6	13,0	8,7	30,7	3,2	10,6	109,6
Ketel op olie	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,0	2,1
Ketel op biobrandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Hergebruik afvalwarmte	0,5	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	1,2	0,8	0,0	0,5	0,0	0,0	8,1	16,1
Gasmotor warmtepomp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tegendruk campagne bedr.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
Duurzaam (zon/wind)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	25,2	31,5	32,0	8,3	25,5	76,8	31,9	6,0	8,1	24,2	27,9	128,3	6,7	172,9	605,3
Aandeel niet handelend [%]	3	13	3	3	3	28	3	3	85	94	15	3	80	0	12

44705644 0025

Tabel B.4 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) kleine en grote bronnen industrie; SE 2000*

Scenario SE 2000 jan '05	Anorgani-sche chem.	Bouwmate rialen	Ov. basis-chemie	Chemische producten	Kunstmest-industrie	Voedings-middelen	Basismet. ijzer& staal	Basismet. non ferro	Overige industrie	Metaal-producten	Papier en grafisch	Organische b. chemie	Textiel	Raffinade-rijen	Totaal
Brandst.verb. kl. inst. industrie [PJ]															
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor/TE overig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
TE op hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heater vaste brandstof	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Heater gasvormige brandstof	0,2	1,5	0,3	0,0	0,2	4,3	0,4	0,0	2,8	8,6	0,3	1,1	2,0	0,1	22,0
Heater op olie	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,7
Ketel vaste brandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Ketel gasvormige brandstof	0,5	2,3	0,7	0,2	0,4	16,5	0,6	0,1	1,5	12,8	3,8	2,7	3,2	0,2	45,4
Ketel op olie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Ketel op biobrandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Totaal	0,7	4,1	1,0	0,2	0,6	21,3	1,0	0,1	5,6	22,2	4,1	3,8	5,4	0,3	70,5
NO_x kleine install. industrie [ton]															
Kleine gasturbine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor aard- of restgas	0	0	0	0	0	33	2	0	127	0	3	2	0	0	167
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor/TE overig	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	7	0	0	0	14
TE op hout	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heater vaste brandstof	0	28	1	0	0	24	1	0	0	0	0	0	2	0	57
Heater gasvormige brandstof	18	116	22	3	16	323	28	3	211	645	20	85	151	9	1649
Heater op olie	0	5	0	0	0	4	0	0	8	19	0	1	3	0	42
Ketel vaste brandstof	0	2	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	2	0	22
Ketel gasvormige brandstof	22	108	31	10	18	771	27	4	69	599	177	126	151	9	2125
Ketel op olie	0	1	0	0	0	4	0	0	6	23	0	0	3	0	36
Ketel op biobrandstof	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	0	117
Totaal	41	259	54	13	35	1185	58	8	538	1286	208	214	312	19	4230
Brandstof verbr. grote installaties [PJ]	25,3	27	31	8	20	55	31	5	1	1	23	124	1	164	516
NO_x-ruimte bij 40 g/GJ [ton]	935	1096	1243	321	794	2194	1236	189	40	57	931	4977	54	6579	20646
Totaal NO_x hier excl. procesem. [ton]	976	1355	1297	333	829	3379	1294	197	578	1343	1139	5191	366	6598	24875

44705644 0025

Tabel B.5 *Brandstofverbruik joint ventures industrie [PJ]; SE 2000*

Scenario SE 2000 jan '05	JV Anorgani-sche chem.	JV Bouwma-terialen	JV Overige basis-chemie	JV Chemische producten	JV Kunstmest-industrie	JV Voedings-middelen	JV Basismet. ijzer& staal	JV Basismet. non ferro	JV Overige industrie	JV Metaal-producten	JV Papier en grafisch	JV Organische b. chemie	JV Textiel	JV Raffina-derijen	JV Totaal
Tegendrukturbines gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,1	0,0	0,0	1,3
Tegendrukturbines niet gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Condensatieturbines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel heat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel stoom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine fornuis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine/afgasketel	0,3	0,0	4,3	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,3	3,2	14,2	0,0	0,4	31,3
STEG met CO_2-verwijdering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
STEG op aardgas	0,0	0,0	18,5	0,0	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	2,0	10,9	62,4	0,0	0,0	103,4
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WKK campagne bedrijven	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,3	0,0	22,8	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0	0,0	2,6	14,1	77,7	0,0	0,4	136,1

44705644 0025

Tabel B.6 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen joint ventures industrie; SE 2000*

Scenario SE 2000 jan '05	JV Anorgani-sche chem.	JV Bouwma-terialen	JV Overige basis-chemie	JV Chemische producten	JV Kunstmest-industrie	JV Voedings-middelen	JV Basismet. ijzer& staal	JV Basismet. non ferro	JV Overige industrie	JV Metaal-producten	JV Papier en grafisch	JV Organische b. chemie	JV Textiel	JV Raffina-derijen	JV Totaal
Joint ventures in kleine bronnen															
Brandstofverbruik [PJ]															
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NO_x-uitstoot [ton]															
Kleine gasturbine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor aard- of restgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	39
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal NO_x klein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	39
JV in handelssysteem															
Brandstof verbr. grote installaties [PJ]	0,3	0,0	22,8	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0	0,0	2,5	14,1	77,7	0,0	0,4	136,0
NO_x-ruimte bij 40 g/GJ [ton]	11	0	912	0	0	732	0	0	0	99	562	3107	0	16	5439
Totaal NO_x hier [ton]	11	0	912	0	0	732	0	0	0	138	562	3107	0	16	5478

44705644 0025

Tabel B.7 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] overige sectoren; SE 2000*

Scenario SE 2000 jan '05	Huishoudens [PJ]	NO_x [ton]		Verbruik [PJ]	NO_x [ton]
Warmte en kracht met brandstofcellen	0,0	0	Energiebedrijven		(ruimte bij 40 g/GJ)
Warmte en kracht kleine gasturbine/stirling	0,0	0	Kolencentrale	206,7	
Warmte en kracht gasmotor	0,0	0	Kolenvergassingscentrale	8,3	
Duurzaam (zon/wind)	0,0	0	Kolen met CO_2 verwijdering	0,0	
Elek. verbr. koken	2,5	0	Brandstofcel	0,0	
Gasverbr. koken	10,8	613	Kernenergie	39,5	niet
CV en combiketel (convent. en VR)	206,4	10937	Conventioneel gascentrale	35,9	
CV en combiketel (HR)	80,2	2167	Piekgasturbine	0,8	
Gasmotorwarmtepomp	0,0	0	Gasturbine combinaties	190,6	
Elektrisch warmtepomp combiketel	0,0	0	STEG CO_2 verwijdering	0,0	
Olieketel	0,0	0	Dieselmotor	0,0	
Elektrische warmtepomp ruimteverw	0,0	0	Vuilverbranding	45,9	
Kolen kachel	0,0	0	Centrales op hout/afval	3,9	
Gaskachel	36,4	2582	Duurzaam (zon/wind/water)	3,5	niet
Oliekachel	3,6	144	Warmteproductie	0,0	
Oliekachel	0,0	0	Totaal	535,2	19689
Houtkachel/openhaard	7,5	560			
Elektrische warmtepomp	0,0	0	Olie en gaswinning	31,6	4737
Absorptie warmtepomp op gas	0,0	0	waarvan niet handelend	25,3	3790
Ruimte verwarming met zon	0,0	0			
Gas-geiser	15,6	655	Gasbedrijven	4,3	648
Efficiente gas-geiser	0,0	1			
Electrische boiler	4,8	0			
Olie-geiser/boiler	0,0	0	Transport (tijdelijke invulling)		
Elektrische warmtepomp boiler	0,0	0	Voertuigen op brandstof	455,6	pm
Zonneboiler elektrisch naverwarmt	0,0	0	Elektrische voertuigen	6,0	pm
Zonneboiler gas naverwarmt	0,1	1			
Totaal	367,8	17659		1131,5	

44705644 0025

Tabel B.8 *NO_x-emissie totaal overzicht; SE 2000*

[ton NO_x]	Uitstoot		Uitstoot
Niet industrie sectoren		Joint ventures niet industrie	
Overheid en onderwijs	1687	JV Overheid	0
Overig non profit	4730	JV Overig non profit	2032
Handel en horeca	5452	JV Handel & horeca	0
Overige zakelijke dienstverlening	1358	JV Overige dienstverlening	0
Landbouw	8362	JV Agrarisch	5444
Bouw	337	JV Bouw	0
Huishoudens	17659	JV Huishoudens	0
Industrie		Joint ventures industrie	
Anorganische chemie	41	JV Anorganische chemie	0
Bouwmaterialen	259	JV Bouwmaterialen	0
Overige basischemie	54	JV Overige basischemie	0
Chemische producten	13	JV Chemische producten	0
Kunstmestindustrie	35	JV Kunstmest	0
voedingsmiddelen	1185	JV Voeding	0
Basismetaal ijzer en staal	58	JV IJzer en staal	0
Basismetaal non ferro	8	JV Basismetaal non ferro	0
Overige industrie	538	JV Overige industrie	0
Metaalproducten	1286	JV Metaalproducten	39
Papier en grafisch	208	JV Papier en grafisch	0
Organische basis chemie	214	JV Organische basischemie	0
Textiel	312	JV Textiel	0
Raffinaderijen	19	JV Raffinaderijen	0
Subtotaal	43814	Subtotaal JV	7515
Olie en gaswinning	3790		
Totaal klein	55119		
Handelssysteem excl. procesemissies (uitgaande van 40 g/GJ brandstof)			
Elektriciteitsbedrijven	(19689)		
Industrie	(14067)		
Raffinaderijen	(6579)		
Joint ventures	(5439)		
Olie en gaswinning	(253)		
Gasbedrijven	(173)		
Procesemissies	Pm		
Transport / Mobiele bronnen	Pm		

44705644 0025

BIJLAGE C MET CIJFERS VAN SE 2010

Tabel C.1 *Brandstofverbruik overheid, diensten, landbouw en bouw [PJ]; SE 2010*

Scenario SE 2010 jan '05	Overheid en onderwijs	Overig non profit	Handel en horeca	Overige zakelijke dienstverlening	Landbouw	Bouw		Totaal
Brandstofcel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Gasturbines	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,1
Kleine gasturbines	0,0	0,0	0,1	0,1	2,1	0,0		2,3
Gasmotor	1,4	3,8	5,9	1,1	20,8	0,0		32,9
Gasmotor geen aardgas	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0		4,8
TE-hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Ketel aardgas	26,3	23,9	77,4	25,3	98,8	2,5		254,2
Ketel geen gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7		4,7
mobiel werktuig	0,0	0,0	5,5	0,0	23,1	3,3		31,9
Warmtepomp gasmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Adsorptie warmtepomp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Elektrische warmtepomp	0,2	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0		0,7
Duurzaam (zon/wind)	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0		0,6
Totaal	27,9	33,0	89,6	26,4	144,7	10,5		332,1
Joint ventures	JV Overheid	JV Overig non profit	JV Handel & horeca	JV Overige dienstverlening	JV Agrarisch	JV Bouw	JV Huishoudens	Totaal
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,6
Gasmotor aard- of restgas	0,1	3,3	0,3	0,1	6,7	0,0	0,0	10,5
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,1	3,3	0,3	0,1	7,3	0,0	0,0	11,1

44705644 0025

Tabel C.2 *NO_x-emissie overheid, diensten, landbouw en bouw [ton]; SE 2010*

Scenario SE 2010 jan '05	Overheid en onderwijs	Overig non profit	Handel en horeca	Overige zakelijke dienstverlening	Landbouw	Bouw	Totaal
Brandstofcel	0	0	0	0	0	0	0
Gasturbines	2	0	0	0	0	0	2
Kleine gasturbines	0	1	3	1	52	0	56
Gasmotor	244	654	1036	183	2257	0	4374
Gasmotor geen aardgas	0	469	0	0	2	0	471
TE-hout	0	0	0	0	0	0	0
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0
Ketel aardgas	941	854	2767	903	3532	91	9088
Ketel geen gas	0	0	0	0	0	191	191
mobiel werktuig	0	0	0	0	0	0	0
Warmtepomp gasmotor	0	0	0	0	0	0	0
Adsorptie warmtepomp	0	0	0	0	0	0	0
Elektrische warmtepomp	0	0	0	0	0	0	0
Duurzaam (zon/wind)	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	1187	1978	3806	1087	5843	282	14182

Joint ventures	JV Overheid	JV Overig non profit	JV Handel & horeca	JV Overige dienstverlening	JV Agrarisch	JV Bouw	JV Huishoudens	Totaal
Brandstofcel kleinschalige warmte	0	0	0	0	0	0	0	0
Kleine gasturbine	0	0	2	0	14	0	0	16
Gasmotor aard- of restgas	16	574	47	23	956	0	0	1615
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	16	574	49	23	970	0	0	1631

44705644 0025

Tabel C.3 *Brandstofverbruik industrie [PJ]; SE 2010*

Scenario SE 2010 jan '05	Anorganische chem.	Bouwmaterialen	Ov. basischemie	Chemische producten	Kunstmestindustrie	Voedingsmiddelen	Basismet. ijzer& staal	Basismet. non ferro	Overige industrie	Metaalproducten	Papier en grafisch	Organische b. chemie	Textiel	Raffinaderijen	Totaal
Tegendrukturbines gas	10,9	0,0	0,3	0,3	2,9	0,0	1,4	0,3	0,4	0,0	1,2	5,6	0,0	10,0	33,2
Tegendrukturbines niet gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	4,4
Condensatieturbines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel heat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel stoom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine fornuis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine/afgasketel	0,0	0,5	6,9	0,0	0,0	7,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,6	11,3	0,0	24,1	52,3
STEG met CO_2-verwijdering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
STEG op aardgas	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	0,0	0,0	0,0	26,5
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	0,6	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	1,6
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor/TE overig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4
TE op hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heater vaste brandstof	0,0	1,3	0,2	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
Heater gasvormige brandstof	7,4	18,4	11,1	2,5	12,9	22,9	33,3	3,7	3,3	8,4	1,8	85,6	3,1	118,5	332,8
Heater op olie	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	1,1	0,0	5,6	8,3
Mobiel werktuig	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
Ketel vaste brandstof	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Ketel gasvormige brandstof	0,1	2,8	6,0	4,9	0,0	25,3	2,4	0,7	0,6	11,0	10,4	22,4	3,1	12,9	102,6
Ketel op olie	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,3	0,0	0,0	1,2
Ketel op biobrandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Hergebruik afvalwarmte	0,5	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	1,2	0,8	0,0	0,5	0,0	0,0	11,1	19,1
Gasmotor warmtepomp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tegendruk campagne bedr.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
Duurzaam (zon/wind)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	19,6	24,1	29,3	7,9	21,0	72,3	39,4	5,8	7,2	20,7	28,4	130,9	6,3	182,3	595,0
Aandeel niet handelend [%]	3	13	3	3	3	28	3	3	85	94	15	3	80	0	11

44705644 0025

Tabel C.4 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen industrie; SE 2010*

Scenario SE 2010 jan '05	Anorgani-sche chem.	Bouwma-terialen	Ov. basis-chemie	Chemische producten	Kunstmest-industrie	Voedings-middelen	Basismet. ijzer& staal	Basismet. non ferro	Overige industrie	Metaal-producten	Papier en grafisch	Organische b. chemie	Textiel	Raffina-derijen	Totaal
Brandst.verb. kl. inst. industrie [PJ]															
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor/TE overig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
TE op hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heater vaste brandstof	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Heater gasvormige brandstof	0,5	1,2	0,2	0,0	0,5	3,9	0,5	0,0	3,0	7,4	0,3	1,3	1,9	0,1	20,9
Heater op olie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Ketel vaste brandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Ketel gasvormige brandstof	0,0	1,8	0,6	0,2	0,0	15,8	0,7	0,1	0,5	10,8	3,9	2,6	3,0	0,2	40,3
Ketel op olie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Ketel op biobrandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Totaal	0,6	3,1	0,9	0,2	0,5	20,0	1,2	0,1	4,9	18,8	4,2	3,9	5,0	0,3	63,8
NO_x kleine install. industrie [ton]															
Kleine gasturbine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor aard- of restgas	0	1	0	0	0	4	1	0	102	9	1	1	0	0	119
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor/TE overig	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	6
TE op hout	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heater vaste brandstof	0	17	1	0	0	17	1	0	0	0	0	0	4	0	40
Heater gasvormige brandstof	41	89	18	2	35	292	34	4	225	557	19	98	144	9	1568
Heater op olie	0	2	0	0	0	2	0	0	5	12	0	1	1	0	25
Ketel vaste brandstof	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	11
Ketel gasvormige brandstof	0	64	23	7	0	565	25	3	20	387	139	93	108	8	1442
Ketel op olie	0	0	0	0	0	2	0	0	2	12	0	0	0	0	17
Ketel op biobrandstof	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	24
Totaal	41	174	42	10	36	896	62	7	378	977	162	193	258	17	3253
Brandstof verbr. grote installaties [PJ]	17,9	21	28	8	15	52	38	4	1	1	24	127	1	171	509
NO_x-ruimte bij 40 g/GJ [ton]	716	837	1138	305	618	2062	1529	178	34	48	948	5077	50	6835	20376
Totaal NO_x hier excl. procesem. [ton]	757	1011	1180	315	654	2958	1590	185	412	1025	1110	5270	308	6852	23629

44705644 0025

Tabel C.5 *Brandstofverbruik joint ventures industrie [PJ]; SE 2010*

Scenario SE 2000 jan '05	JV Anorganische chem.	JV Bouwmaterialen	JV Overige basischemie	JV Chemische producten	JV Kunstmestindustrie	JV Voedingsmiddelen	JV Basismet. ijzer&staal	JV Basismet. non ferro	JV Overige industrie	JV Metaalproducten	JV Papier en grafisch	JV Organische b. chemie	JV Textiel	JV Raffinaderijen	JV Totaal
Tegendrukturbines gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,5	0,0	0,0	1,7
Tegendrukturbines niet gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Condensatieturbines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel heat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel stoom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine fornuis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine/afgasketel	0,0	0,0	14,6	0,0	1,9	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	23,2	0,0	0,0	47,2
STEG met CO_2-verwijdering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
STEG op aardgas	0,0	0,0	11,6	0,0	6,4	11,9	0,0	0,0	0,0	2,8	18,1	91,5	0,0	0,0	142,3
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,5	0,0	1,3	0,0	0,2	0,0	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WKK campagne bedrijven	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,0	0,5	26,2	1,3	8,3	19,3	0,0	0,3	0,5	3,1	18,5	116,2	0,0	0,0	194,1

44705644 0025

Tabel C.6 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen joint ventures industrie; SE 2010*

Scenario SE 2010 jan '05	JV Anorganische chem.	JV Bouwmaterialen	JV Overige basischemie	JV Chemische producten	JV Kunstmestindustrie	JV Voedingsmiddelen	JV Basismet. ijzer& staal	JV Basismet. non ferro	JV Overige industrie	JV Metaalproducten	JV Papier en grafisch	JV Organische b. chemie	JV Textiel	JV Raffinaderijen	JV Totaal
Joint ventures in kleine bronnen															
Brandstofverbruik [PJ]															
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,5	0,0	1,3	0,0	0,2	0,0	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NO_x-uitstoot [ton]															
Kleine gasturbine	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gasmotor aard- of restgas	0	94	0	227	0	26	0	49	84	14	0	0	0	0	494
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal NO_x klein	0	94	0	227	0	26	0	49	84	14	0	0	0	0	494
JV in handelssysteem															
Brandstof verbr. grote installaties [PJ]	0,0	0,0	26,2	0,0	8,3	19,1	0,0	0,0	0,0	3,0	18,5	116,2	0,0	0,0	191,3
NO_x-ruimte bij 40 g/GJ [ton]	0	0	1048	0	330	765	0	0	0	121	738	4648	0	0	7650
Totaal NO_x hier [ton]	0	94	1048	227	330	791	0	49	84	135	738	4648	0	0	8145

44705644 0025

Tabel C.7 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] overige sectoren; SE 2010*

Scenario SE 2010 jan '05	Huishoudens [PJ]	NO_x [ton]		Verbruik [PJ]	NO_x [ton]
Warmte en kracht met brandstofcellen	0,0	0	Energiebedrijven		(ruimte bij 40 g/GJ)
Warmte en kracht kleine gasturbine/stirling	0,0	0	Kolencentrale	235,3	
Warmte en kracht gasmotor	0,0	0	Kolenvergassingscentrale	13,6	
Duurzaam (zon/wind)	0,3	0	Kolen met CO_2 verwijdering	0,0	
Elek. verbr. koken	3,3	0	Brandstofcel	0,0	
Gasverbr. koken	11,4	648	Kernenergie	39,5	niet
CV en combiketel (convent. en VR)	74,6	3581	Conventioneel gascentrale	35,3	
CV en combiketel (HR)	182,7	3836	Piekgasturbine	1,6	
Gasmotorwarmtepomp	0,0	0	Gasturbine combinaties	214,4	
Elektrisch warmtepomp combiketel	0,0	0	STEG CO_2 verwijdering	0,0	
Olieketel	0,0	0	Dieselmotor	0,0	
Elektrische warmtepomp ruimteverw	0,0	0	Vuilverbranding	62,1	
Kolen kachel	0,0	0	Centrales op hout/afval	36,5	
Gaskachel	27,1	1926	Duurzaam (zon/wind/water)	17,7	niet
Oliekachel	3,6	144	Warmteproductie	0,0	
Oliekachel	0,0	0	Totaal	655,9	23948
Houtkachel/openhaard	7,5	560			
Elektrische warmtepomp	0,0	0	Olie en gaswinning	38,6	3667
Absorptie warmtepomp op gas	0,0	0	waarvan niet handelend	23,2	2200
Ruimte verwarming met zon	0,0	0			
Gas-geiser	15,1	632	Gasbedrijven	4,7	699
Efficiente gas-geiser	0,0	0			
Electrische boiler	9,9	0			
Olie-geiser/boiler	0,0	0	Transport (tijdelijke invulling)		
Elektrische warmtepomp boiler	0,0	0	Voertuigen op brandstof	495,4	pm
Zonneboiler elektrisch naverwarmt	0,0	0	Elektrische voertuigen	6,1	pm
Zonneboiler gas naverwarmt	0,5	7			
Totaal	335,9	11335		1378,2	

44705644 0025

Tabel C.8 *NO_x-emissie totaal overzicht; SE 2010*

[ton NO_x]	Uitstoot		Uitstoot
Niet industrie sectoren		Joint ventures niet industrie	
Overheid en onderwijs	1187	JV Overheid	16
Overig non profit	1978	JV Overig non profit	574
Handel en horeca	3806	JV Handel & horeca	49
Overige zakelijke dienstverlening	1087	JV Overige dienstverlening	23
Landbouw	5843	JV Agrarisch	970
Bouw	282	JV Bouw	0
Huishoudens	11335	JV Huishoudens	0
Industrie		Joint ventures industrie	
Anorganische chemie	41	JV Anorganische chemie	0
Bouwmaterialen	174	JV Bouwmaterialen	94
Overige basischemie	42	JV Overige basischemie	0
Chemische producten	10	JV Chemische producten	227
Kunstmestindustrie	36	JV Kunstmest	0
voedingsmiddelen	896	JV Voeding	26
Basismetaal ijzer en staal	62	JV IJzer en staal	0
Basismetaal non ferro	7	JV Basismetaal non ferro	49
Overige industrie	378	JV Overige industrie	84
Metaalproducten	977	JV Metaalproducten	14
Papier en grafisch	162	JV Papier en grafisch	0
Organische basis chemie	193	JV Organische basischemie	0
Textiel	258	JV Textiel	0
Raffinaderijen	17	JV Raffinaderijen	0
Subtotaal	28770	Subtotaal JV	2125
Olie en gaswinning	2200		
Totaal klein	33096		
Handelssysteem excl. procesemissies (uitgaande van 40 g/GJ brandstof)			
Elektriciteitsbedrijven	23948		
Industrie	13541		
Raffinaderijen	6835		
Joint ventures	7650		
Olie en gaswinning	618		
Gasbedrijven	186		
Procesemissies	pm		
Transport / Mobiele bronnen	pm		

44705644 0025

BIJLAGE D MET CIJFERS VAN GE 2010

Tabel D.1 *Brandstofverbruik overheid, diensten, landbouw en bouw [PJ] GE 2010*

Scenario GE 2010 jan '05	Overheid en onderwijs	Overig non profit	Handel en horeca	Overige zakelijke dienstverlening	Landbouw	Bouw	Totaal
Brandstofcel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbines	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Kleine gasturbines	0,0	0,0	0,2	0,1	3,7	0,0	3,9
Gasmotor	1,5	3,9	6,6	1,2	29,9	0,0	43,0
Gasmotor geen aardgas	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
TE-hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ketel aardgas	25,7	24,2	82,8	27,1	104,4	2,9	267,2
Ketel geen gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	5,3
Mobiel werktuig	0,0	0,0	5,5	0,0	23,1	3,3	31,9
Warmtepomp gasmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Adsorptie warmtepomp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elektrische warmtepomp	0,1	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,9
Duurzaam (zon/wind)	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6
Totaal	27,3	33,5	95,9	28,4	161,1	11,5	357,6

Joint ventures	JV Overheid	JV Overig non profit	JV Handel & horeca	JV Overige dienstverlening	JV Agrarisch	JV Bouw	JV Huishoudens	Totaal
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,0	0,9
Gasmotor aard- of restgas	0,2	3,5	0,6	0,2	8,3	0,0	0,0	12,8
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,2	3,5	0,7	0,3	9,0	0,0	0,0	13,7

44705644 0025

Tabel D.2 *NO_x-emissie overheid, diensten, landbouw en bouw [ton]; GE 2010*

Scenario GE 2010 jan '05	Overheid en onderwijs	Overig non profit	Handel en horeca	Overige zakelijke dienstverlening	Landbouw	Bouw	Totaal
Brandstofcel	0	0	0	0	0	0	0
Gasturbines	3	0	0	0	0	0	3
Kleine gasturbines	0	1	4	1	91	0	97
Gasmotor	253	687	1142	204	3249	0	5535
Gasmotor geen aardgas	0	474	0	0	2	0	476
TE-hout	0	0	0	0	0	0	0
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0
Ketel aardgas	919	865	2959	969	3734	104	9550
Ketel geen gas	0	0	0	0	0	219	219
mobiel werktuig	0	0	0	0	0	0	0
Warmtepomp gasmotor	0	0	0	0	0	0	0
Adsorptie warmtepomp	0	0	0	0	0	0	0
Elektrische warmtepomp	0	0	0	0	0	0	0
Duurzaam (zon/wind)	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	1174	2027	4105	1174	7076	323	15880

Joint ventures	JV Overheid	JV Overig non profit	JV Handel & horeca	JV Overige dienstverlening	JV Agrarisch	JV Bouw	JV Huishoudens	Totaal
Brandstofcel kleinschalige warmte	0	0	0	0	0	0	0	0
Kleine gasturbine	1	0	3	1	17	0	0	22
Gasmotor aard- of restgas	31	614	101	42	1178	0	0	1966
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	32	614	104	43	1195	0	0	1988

44705644 0025

Tabel D.3 *Brandstofverbruik industrie [PJ]; GE 2010*

Scenario GE 2010 jan '05	Anorganische chem.	Bouwmaterialen	Ov. basischemie	Chemische producten	Kunstmestindustrie	Voedingsmiddelen	Basismet. ijzer& staal	Basismet. non ferro	Overige industrie	Metaalproducten	Papier en grafisch	Organische b. chemie	Textiel	Raffinaderijen	Totaal
Tegendrukturbines gas	0,0	0,0	0,3	0,3	2,9	0,0	1,4	0,3	0,4	0,0	1,2	0,0	0,0	8,0	14,8
Tegendrukturbines niet gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	4,4
Condensatieturbines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel heat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel stoom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine fornuis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine/afgasketel	0,0	0,5	6,9	0,0	0,0	7,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,6	11,3	0,0	24,1	52,3
STEG met CO_2-verwijdering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
STEG op aardgas	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	0,0	0,0	0,0	26,5
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,7	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	1,9
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor/TE overig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5
TE op hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heater vaste brandstof	0,0	1,4	0,2	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
Heater gasvormige brandstof	7,5	18,9	11,3	2,7	13,0	24,6	33,3	3,7	3,6	8,6	1,8	86,7	3,1	117,8	336,4
Heater op olie	0,1	0,7	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	1,1	0,0	5,7	8,5
Mobiel werktuig	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
Ketel vaste brandstof	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Ketel gasvormige brandstof	0,4	2,9	6,2	5,1	0,0	27,2	2,4	0,7	0,5	11,2	10,7	19,0	3,1	13,9	103,1
Ketel op olie	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,2	0,0	0,0	1,2
Ketel op biobrandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Hergebruik afvalwarmte	0,5	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	1,2	0,8	0,0	0,5	0,0	0,0	11,0	18,9
Gasmotor warmtepomp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tegendruk campagne bedr.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
Duurzaam (zon/wind)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	9,1	24,6	29,7	8,3	21,1	76,1	39,4	5,8	7,6	21,1	28,6	123,0	6,3	180,6	581,3
Aandeel niet handelend [%]	3	13	3	3	3	28	3	3	85	94	15	3	80	0	11

44705644 0025

Tabel D.4 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen industrie; GE 2010*

Scenario GE 2010 jan '05	Anorgani-sche chem.	Bouwma-terialen	Ov. basis-chemie	Chemische producten	Kunstmest-industrie	Voedings-middelen	Basismet. ijzer& staal	Basismet. non ferro	Overige industrie	Metaal-producten	Papier en grafisch	Organische b. chemie	Textiel	Raffina-derijen	Totaal
Brandst.verb. kl. inst. industrie [PJ]															
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor/TE overig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
TE op hout	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heater vaste brandstof	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Heater gasvormige brandstof	0,1	1,2	0,2	0,0	0,5	4,1	0,5	0,0	3,3	7,6	0,3	1,3	1,9	0,1	21,1
Heater op olie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Ketel vaste brandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Ketel gasvormige brandstof	0,1	1,8	0,6	0,2	0,0	16,6	0,7	0,1	0,5	11,0	3,9	2,4	3,0	0,2	41,3
Ketel op olie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Ketel op biobrandstof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Totaal	0,2	3,2	0,9	0,2	0,5	21,1	1,2	0,1	5,1	19,2	4,2	3,7	5,0	0,3	65,1
NO_x kleine install. industrie [ton]															
Kleine gasturbine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor aard- of restgas	0	1	0	0	0	6	1	0	113	15	1	1	0	0	137
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasmotor/TE overig	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	7
TE op hout	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heater vaste brandstof	0	17	1	0	0	18	1	0	0	0	0	0	4	0	42
Heater gasvormige brandstof	7	91	18	3	36	308	34	4	244	569	19	95	144	9	1581
Heater op olie	0	3	0	0	0	2	0	0	5	13	0	1	1	0	26
Ketel vaste brandstof	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	11
Ketel gasvormige brandstof	5	66	23	8	0	595	25	3	18	394	140	86	108	7	1478
Ketel op olie	0	0	0	0	0	2	0	0	2	12	0	0	0	0	17
Ketel op biobrandstof	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	24
Totaal	12	179	42	11	36	944	62	7	406	1003	164	183	258	17	3323
Brandstof verbr. grote installaties [PJ]	7,7	21	29	8	16	54	38	4	1	1	24	119	1	169	494
NO_x ruimte bij 40 g/GJ [ton]	309	857	1152	323	621	2172	1529	178	36	49	957	4771	50	6773	19777
Totaal NO_x hier excl. procesem. [ton]	322	1035	1194	334	657	3116	1590	185	442	1052	1121	4954	308	6790	23100

44705644 0025

Tabel D.5 *Brandstofverbruik joint ventures industrie [PJ]; GE 2010*

Scenario GE 2010 jan '05	JV Anorgani-sche chem.	JV Bouwma-terialen	JV Overige basis-chemie	JV Chemische producten	JV Kunstmest-industrie	JV Voedings-middelen	JV Basismet. ijzer& staal	JV Basismet. non ferro	JV Overige industrie	JV Metaal-producten	JV Papier en grafisch	JV Organische b. chemie	JV Textiel	JV Raffina-derijen	JV Totaal
Tegendrukturbines gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,5	0,0	0,0	1,7
Tegendrukturbines niet gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Condensatieturbines	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel heat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel stoom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandstofcel kleinschalige warmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine fornuis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasturbine/afgasketel	0,0	0,0	14,6	0,0	2,2	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	23,2	0,0	0,0	49,0
STEG met CO_2-verwijdering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
STEG op aardgas	0,0	0,0	11,9	0,0	6,5	13,6	0,0	0,0	0,0	2,8	18,5	103,0	0,0	0,0	156,3
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,6	0,0	1,9	0,0	0,2	0,0	0,3	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WKK campagne bedrijven	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,0	0,6	26,5	1,9	8,7	22,5	0,0	0,3	0,6	3,2	18,9	127,6	0,0	1,9	212,6

44705644 0025

Tabel D.6 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] kleine en grote bronnen joint ventures industrie; GE 2010*

Scenario GE 2010 jan '05	JV Anorgani-sche chem.	JV Bouwma-terialen	JV Overige basis-chemie	JV Chemische producten	JV Kunstmest-industrie	JV Voedings-middelen	JV Basismet. ijzer& staal	JV Basismet. non ferro	JV Overige industrie	JV Metaal-producten	JV Papier en grafisch	JV Organische b. chemie	JV Textiel	JV Raffina-derijen	JV Totaal
Joint ventures in kleine bronnen															
Brandstofverbruik [PJ]															
Kleine gasturbine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasmotor aard- of restgas	0,0	0,6	0,0	1,9	0,0	0,2	0,0	0,3	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
Dieselmotor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NO_x-uitstoot [ton]															
Kleine gasturbine	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gasmotor aard- of restgas	0	108	0	323	0	35	0	56	108	23	0	0	0	0	652
Dieselmotor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal NO_x klein	0	108	0	323	0	35	0	56	108	23	0	0	0	0	653
JV in handelssysteem															
Brandstof verbr. grote installaties [PJ]	0,0	0,0	26,5	0,0	8,7	22,3	0,0	0,0	0,0	3,0	18,9	127,6	0,0	1,9	208,8
NO_x-ruimte bij 40 g/GJ [ton]	0	0	1060	0	347	890	0	0	0	121	754	5106	0	74	8353
Totaal NO_x hier [ton]	0	108	1060	323	347	925	0	56	108	144	754	5106	0	74	9006

44705644 0025

Tabel D.7 *Brandstofverbruik [PJ] en NO_x-emissie (ruimte) [ton] overige sectoren; GE 2010*

Scenario GE 2010 jan '05	Huishoudens [PJ]	NO_x [ton]		Verbruik [PJ]	NO_x [ton]
Warmte en kracht met brandstofcellen	0,0	0	Energiebedrijven		(ruimte bij 40 g/GJ)
Warmte en kracht kleine gasturbine/stirling	0,0	0	Kolencentrale	233,4	
Warmte en kracht gasmotor	0,0	0	Kolenvergassingscentrale	14,4	
Duurzaam (zon/wind)	0,3	0	Kolen met CO_2 verwijdering	0,0	
Elek. verbr. koken	3,4	0	Brandstofcel	0,0	
Gasverbr. koken	11,3	646	Kernenergie	39,5	niet
CV en combiketel (convent. en VR)	77,8	3733	Conventioneel gascentrale	36,6	
CV en combiketel (HR)	190,4	3999	Piekgasturbine	1,5	
Gasmotorwarmtepomp	0,0	0	Gasturbine combinaties	239,1	
Elektrisch warmtepomp combiketel	0,0	0	STEG CO_2 verwijdering	0,0	
Olieketel	0,0	0	Dieselmotor	0,0	
Elektrische warmtepomp ruimteverw	0,0	0	Vuilverbranding	62,1	
Kolen kachel	0,0	0	Centrales op hout/afval	36,3	
Gaskachel	28,3	2009	Duurzaam (zon/wind/water)	22,4	niet
Oliekachel	3,6	144	Warmteproductie	0,0	
Oliekachel	0,0	0	Totaal	685,1	24930
Houtkachel/openhaard	7,5	560			
Elektrische warmtepomp	0,0	0	Olie en gaswinning	37,8	3589
Absorptie warmtepomp op gas	0,0	0	waarvan niet handelend	22,7	2153
Ruimte verwarming met zon	0,0	0			
Gas-geiser	15,7	659	Gasbedrijven	5,0	746
Efficiente gas-geiser	0,0	0			
Electrische boiler	9,9	0			
Olie-geiser/boiler	0,0	0	Transport (tijdelijke invulling)		
Elektrische warmtepomp boiler	0,0	0	Voertuigen op brandstof	495,4	pm
Zonneboiler elektrisch naverwarmt	0,0	0	Elektrische voertuigen	6,1	pm
Zonneboiler gas naverwarmt	0,6	8			
Totaal	348,7	11758		1435,6	

44705644 0025

Tabel D.8 *NO_x-emissie totaal overzicht; GE 2010*

[ton NO_x]	Uitstoot		Uitstoot
Niet industrie sectoren		Joint ventures niet industrie	
Overheid en onderwijs	1174	JV Overheid	32
Overig non profit	2027	JV Overig non profit	614
Handel en horeca	4105	JV Handel & horeca	104
Overige zakelijke dienstverlening	1174	JV Overige dienstverlening	43
Landbouw	7076	JV Agrarisch	1195
Bouw	323	JV Bouw	0
Huishoudens	11758	JV Huishoudens	0
Industrie		Joint ventures industrie	
Anorganische chemie	12	JV Anorganische chemie	0
Bouwmaterialen	179	JV Bouwmaterialen	108
Overige basischemie	42	JV Overige basischemie	0
Chemische producten	11	JV Chemische producten	323
Kunstmestindustrie	36	JV Kunstmest	0
voedingsmiddelen	944	JV Voeding	35
Basismetaal ijzer en staal	62	JV IJzer en staal	0
Basismetaal non ferro	7	JV Basismetaal non ferro	56
Overige industrie	406	JV Overige industrie	108
Metaalproducten	1003	JV Metaalproducten	23
Papier en grafisch	164	JV Papier en grafisch	0
Organische basis chemie	183	JV Organische basischemie	0
Textiel	258	JV Textiel	0
Raffinaderijen	17	JV Raffinaderijen	0
Subtotaal	30961	Subtotaal JV	2641
Olie en gaswinning	2153		
Totaal klein	35755		
Handelsysteem excl. procesemissies (uitgaande van 40 g/GJ brandstof)			
Elektriciteitsbedrijven	24930		
Industrie	13004		
Raffinaderijen	6773		
Joint ventures	8353		
Olie en gaswinning	604		
Gasbedrijven	199		
Procesemissies	pm		
Transport / Mobiele bronnen	pm		

44705644 0025

BIJLAGE E REKENSCHEMA GE 2010

In onderstaande tabellen is aangegeven hoe de emissie van GE over de verschillende installaties verdeeld is. Hiermee kan o.a. nagegaan worden wat het effect is van het hanteren van een andere emissiefactor dan in Hoofdstuk 6 is gegeven.

Het totale brandstofverbruik van de kleine bronnen in GE 2010 komt uit op 733 PJ (in de onderstaande tabellen staan ook duurzame bronnen en mobiele werktuigen die hierin niet meetellen) met een NO_x-emissie van 34,6 kton. Er is indicatief nagegaan onder welke emissiewetgeving deze NO_x-emissie valt. Dit blijkt ongeveer 50% BEES te zijn (gasturbines, gasmotoren en ketels), ongeveer 5% NeR ('heaters' met direct contact tussen rookgas en product; veel kleine bronnen zijn te klein voor de NeR), ongeveer 35% typekeuringseis CV-ketels, 1% lokale overheid (kleine gasturbines) en 10% niet (kachels, gasfornuizen). Op een aantal punten lopen de diverse soorten wetgeving dicht langs elkaar heen, ook zijn categorieën samengenomen en vereenvoudigd. De toedeling heeft een onzekerheid (gesteld dat verbruik en emissiefactor goed zijn) van 5% (absoluut; de 1% lokale overheid zou ook 6% kunnen zijn).

Tabel E.1 *Emissieberekening huishoudens*

	Emissiefactor [g NO_x/GJ]	Brandstofverbruik [PJ]	Uitstoot NO_x [ton]	Indicatie wetgeving
Warmte en kracht met brandstofcellen	1	0,0	0	Lokale overheid
Warmte en kracht kleine gasturbine/stirling	25	0,0	0	Lokale overheid
Warmte en kracht gasmotor	174	0,0	0	BEES
Duurzaam (zon/wind)	0	0,3	0	Nvt
Elektriciteitsverbruik koken	0	3,4	0	Nvt
Gasverbruik koken	57	11,3	646	Geen
CV en combiketel (convent. en VR)	48	77,8	3733	Typekeuring
CV en combiketel (HR)	21	190,4	3999	Typekeuring
Gasmotorwarmtepomp	63	0,0	0	Lokale overheid
Elektrisch warmtepomp combiketel	0	0,0	0	Geen
Olieketel	31	0,0	0	Typekeuring
Elektrische warmtepomp ruimteverw.	0	0,0	0	Nvt
Kolen kachel	75	0,0	0	Geen
Gaskachel	71	28,3	2009	Geen
Oliekachel	40	3,6	144	Geen
Oliekachel	50	0,0	0	Geen
Houtkachel/openhaard	75	7,5	560	Geen
Elektrische warmtepomp	4	0,0	0	Nvt
Absorptie warmtepomp op gas	10	0,0	0	Geen
Ruimte verwarming met zon	0	0,0	0	Nvt
Gasgeiser	42	15,7	659	Typekeuring
Efficiënte gasgeiser	39	0,0	0	Typekeuring
Elektrische boiler	0	9,9	0	Nvt
Oliegeiser/boiler	40	0,0	0	Typekeuring
Elektrische warmtepomp boiler	0	0,0	0	Nvt
Zonneboiler elektrisch naverwarmt	0	0,0	0	Nvt
Zonneboiler gas naverwarmd	14	0,6	8	Typekeuring
Totaal		348,7	11758	

44705644 0025

Tabel E.2 *Emissieberekening sectoren diensten, overheid, landbouw en bouw*

	Emissiefactor [g NO_x/GJ]	Brandstofverbruik [PJ]	Uitstoot NO_x [ton]	Indicatie wetgeving
Brandstofcel	1	0,0	0	Lokale overheid
Gasturbines	50	0,1	3	BEES
Kleine gasturbines	25	3,9	97	Lokale overheid
Gasmotor	174	13,1	2286	BEES
Gasmotor geen aardgas	99	4,8	476	BEES
TE-hout	77	0,0	0	NeR
Dieselmotor	400	0,0	0	BEES
Ketel aardgas	36	267,2	9550	70% BEES, 30% typekeuring
Ketel geen gas	41	5,3	219	70% BEES, 30% typekeuring
mobiel werktuig	0	31,9	0	Nvt
Warmtepomp gasmotor	63	0,0	0	Lokale overheid
Adsorptie warmtepomp	10	0,0	0	Lokale overheid
Elektrische warmtepomp	0	0,9	0	Nvt
Duurzaam (zon/wind)	0	0,6	0	Nvt
Gasmotoren glastuinbouw	109	29,9	3249	BEES
Joint ventures niet industrie				
Brandstofcel kleinsch. warmte	1	0,0	0	Lokale overheid
Kleine gasturbine	25	0,9	22	Lokale overheid
Gasmotor aard- of restgas	174	4,5	788	BEES
Dieselmotor	420	0,0	0	BEES
Gasmotoren glastuinbouw	142	8,3	1178	BEES
Totaal		371,3	17868	

Tabel E.3 *Emissieberekening industriële sectoren*

	Emissiefactor [g NO_x/GJ]	Brandstofverbruik [PJ]	Uitstoot NO_x [ton]	Indicatie wetgeving
Kleine gasturbine	25	0,0	0	Lokale overheid
Gasmotor aard- of restgas	174	0,8	137	BEES
Dieselmotor	400	0,0	0	BEES
Gasmotor/TE overig	99	0,1	7	70% BEES (gasmotor), 30% typek.& NeR
TE-hout	77	0,0	0	NeR
Heater vaste brandstof	200	0,2	42	NeR
Heater gasvormige brandstof	75	21,1	1581	NeR
Heater op olie	60	0,4	26	NeR
Mobiel werktuig	0		0	Nvt
Ketel vaste brandstof	80	0,1	11	70% BEES, 30% lokale overheid
Ketel gasvormige brandstof	36	41,3	1478	70% BEES, 30% typekeuring
Ketel op olie	41	0,4	17	70% BEES, 30% typekeuring
Ketel op biobrandstof	41	0,6	24	70% BEES, 30% typekeuring
Olie en gaswinning	95	22,7	2153	BEES
Gasbedrijven	95	(Handelend)		BEES
Joint ventures industrie			0	
Kleine gasturbine	25	0,0	1	Lokale overheid
Gasmotor aard- of restgas	174	3,7	652	BEES
Dieselmotor	420	0,0	0	BEES
Totaal		91,5	6129	

44705644 0025

BIJLAGE F OVER GASMOTOREN

F.1 Huidige emissie gasmotoren

F.1.1 De emissieberekening in het monitoringsmodel

De NO_x-emissie van gasmotoren kan bepaald worden door het brandstofverbruik van gasmotoren te vermenigvuldigen met de gemiddelde NO_x-emissiefactor.

Het monitoringsmodel voor kleine NO_x-bronnen (Soest-Vercammen, 2001) komt tot een gemiddelde emissiefactor voor het gasmotoren in het jaar 2000 van 289 g/GJ brandstof (zieTabel F.1). Voor de jaren ervoor wordt de waarde van 334 g/GJ gehanteerd die berekend kan worden door in plaats van 500 g/GJ (de eis die voor een groep gasmotoren per 2000 geldt) de waarde van 1475 g/GJ (gemiddelde emissie van motoren van voor 1987; dit is de periode voor de invoering van BEES) in te vullen. Omdat het gasmotorpark van 2000 nog niet beschikbaar is gebruik Soest-Vercammen het park van 1997.

Tabel F.1 *Berekening emissiefactor 2000 op basis van gasmotorpark 1997*

	Emissie-eis g/GJ	PJ	NO_x-emissie [kton]
<50 kW_e	900	0,3	0,2
Periode tot 1987 (500 eis per jaar 2000)	500	3,0	1,5
Periode 1987 tot en met 1989	800	8,1	6,5
Periode 1990 tot en met 1993	270	24,2	6,5
Periode 1994 tot heden	140	30,1	4,2
Totaal	289[1]	65,7	19,0

[1] Bij een verbruik van 57,6 PJ aardgas in 2000 (Pijll, 2004) komt emissie op 16,6 kton uit. Het aar gasverbruik van gasmotoren is momenteel substantieel lager dan in 1997.

Er zijn een aantal onzekerheden gekoppeld aan het gebruik van de emissie-eis als basis voor de berekening van de emissie. Allereerst is in de emissie-eis een rendementsfactor opgenomen, die bij een motorrendement van bijvoorbeeld 39% tot een toegestane emissie kan leiden die 30% hoger ligt dan de hier gebruikte waarde. Aan de andere kant is door de vergunningverlener waarschijnlijk soms een strengere eis gesteld (de wet geeft hier namelijk de mogelijkheid voor) en gaat het om een maximum norm, waar men in de praktijk onder dient te blijven. De werkelijke emissie zal hierdoor in het algemeen lager liggen dan de norm, maar omdat dit bij gasmotoren meestal financiële gevolgen heeft (lager rendement), zal men hier ook weer niet te ver onder willen zitten. Een uitzondering is hierbij de geregelde driewegkatalysator. Deze kan tot lage emissies leiden, ver onder de norm, maar de verwijderingseffectiviteit neemt wel in de loop van de tijd af. Daarnaast zijn er zaken als deellast, het verlopen van instellingen, onderhoud, storingen en veroudering die de emissie beïnvloeden. De feitelijke emissie kan hierdoor ook hoger dan de norm zijn. Voor een deel zullen de hier genoemde zaken elkaar compenseren. De nauwkeurigheid van de berekening van de totale emissie kan echter wel ±10% van de, eigenlijk niet te bepalen, werkelijke waarde afwijken.

Een onderzoek van Gastec uit 2001 (Polman, 2001) ondersteunt dit beeld in grote lijnen. Metingen laten zowel onder- als overschrijdingen zien. Voor individuele motoren kan de werkelijke emissie en de emissie op basis van de norm zonder rendementscorrectie wel een factor 2 afwijken. Voor de berekening van de gemiddelde emissiefactor, uitgaande van de norm zonder rendementscorrectie, noemt Gastec op basis van gemeten waarden ook een marge van circa 10%.

44705644 0025

F.1.2 Aanpassing 1: Nieuwe CBS cijfers gasmotorpark

Voor de cijfers uit het monitoringsmodel is het van belang dat de basis het gasmotorpark van 1997 is (Soest-Vercammen, 2001). Bij de berekening van de emissiefactor in het jaar 2000 is geen rekening gehouden met het uit bedrijf nemen van oude motoren en het plaatsen van nieuwe (en schonere) motoren in de periode 1997-2000. In de rapportage is aangegeven dat deze aanpassing doorgevoerd moet worden bij het beschikbaar komen van nieuwe gasmotorcijfers.

Tabel F.2 *Berekening emissiefactor 2002 op basis van gasmotorpark op aardgas in 2002*

Jaar van plaatsing	Aantal motoren	Vermogen [kW_e]	Aardgasverbruik [1000 m^3/j]	Aardgasverbruik [TJ]	Gemiddelde emissie (eis) [g/GJ brandst.]	NO_x-emissie [ton/j]
Onbekend	481	180758	196995	6235	500	3117
tot 1983	37	16090	19929	631	500	315
1984	11	3265	10236	324	500	162
1985	22	5781	3811	121	500	60
1986	14	1850	1884	60	500	30
1987	34	10129	9945	315	675	212
1988	74	25961	33889	1073	800	858
1989	98	31239	45482	1440	800	1152
1990	127	41117	48501	1535	579	889
1991	246	87844	96354	3050	270	823
1992	310	110161	130584	4133	270	1116
1993	348	142682	157684	4991	200 [1]	998
1994	383	160766	170816	5406	163 [2]	883
1995	358	175085	206255	6528	163	1066
1996	244	98737	107721	3409	163	557
1997	176	78456	83515	2643	163	432
1998	173	108078	121988	3861	163	631
1999	146	84620	94490	2991	163	488
2000	130	74919	98742	3125	163	510
2001	78	45848	51680	1636	177	290
2002	28	25869	17986	569	177	101
Totaal	3518	1509255	1708487	54074	272	14692

[1] In verband met de Bijdrageregeling NO_x arme gasmotoren/WKK van 2 oktober 1990 is voor één jaar een lagere emissie gehanteerd. Het effect van deze regeling is wellicht nog iets grote dan hier meegenomen.

[2] Bij de nieuwere motoren is hier op de emissie-eis van 140 g/GJ rekening gehouden met de rendementscorrectie. Na 2000 is het gemiddelde rendement nog iets hoger verondersteld.

In Tabel F.2 is een berekening uitgevoerd op een vergelijkbare manier voor 2002, maar nu met de meest recente CBS/COGEN cijfers van begin 2004 (Pijll, 2004). Van ongeveer 10% van de motoren is het bouwjaar niet bekend en is dit in deze berekening op de hoge waarde van 500 g/GJ gezet. De gemiddelde emissiefactor in 2002 wordt dan 272 g/GJ. Wordt de onbekende categorie weggelaten (en rekening gehouden met de gasmotorklasse die kleiner is dan 50 kW) dan is de emissiefactor 243 g/GJ. Wordt de lage waarde van 163 g/GJ voor de onbekende categorie gebruikt dan is de gemiddelde emissie 233 g/GJ. De gemiddelde emissiefactor in 2002 wordt hiermee 243 (233-272) g/GJ en de emissie bedraagt circa 13,1 kton (12,6-14,7)[24].

Volgens het CBS is er in 2001 en 2002 116 MW_e bijgekomen (Pijll, 2004). In dezelfde periode is het vermogen met 42 MW_e gedaald. Tussen 2001 en 2002 is er dan blijkbaar 158 MW_e uit bedrijf genomen. Wordt verondersteld dat deze 158 MW_e een emissiefactor van 500 g/GJ zou hebben, dan wordt de gemiddelde emissiefactor voor aardgasgestookte gasmotoren in 2000 260 g/GJ. Bij een aardgasverbruik van 57,6 PJ evenredig met 15,0 kton (marge vergelijkbaar met 2002).

[24] Er is ook nog 32 MW_e WKK niet op aardgas (Pijll, 2004). Dit is hier nog niet in verwerkt.

44705644 0025

F.1.3 Aanpassing 2: SCR bij glastuinbouw

In het voorgaande is nog geen rekening gehouden met het effect van rookgasreiniging. Dit vindt plaats als het rookgas van de gasmotoren ook gebruikt wordt voor CO_2-bemesting in de kas. CO_2-bemesting met gasmotoren heeft inmiddels een hoge vlucht genomen tot circa 280 MW_e per 1-7-2004[25]. Dit zijn geplaatste installaties, maar ook een aantal die nog geplaatst moet worden. Vanuit de glastuinbouw wordt een relatie gelegd met de subsidieregeling voor groene label kassen waar CO_2-bemesting wordt genoemd en die plaatsing van SCR (selectieve katalytische reductie van NO_x) zo bevorderd. Ook wordt de toepassing, in omgekeerde richting, beïnvloed door de levering van CO_2 door derden.

Het Gasunie-rapport (Dijk, 2004) meldt voor 2002 een vermogen van 120 MW_e (zieTabel F.3) waarvan zeker 95 MW_e in 2000 reeds aanwezig was. Uitgaande van een gemiddelde emissie van 30 g/GJ bij een installatie waarbij SCR geplaatst is, daalt de hiervoor berekende emissie met 0,5 kton (2002) respectievelijk 0,4 kton NO_x (2000).

De gemiddelde emissie in 2002 komt hiermee uit op circa 12,6 kton bij een brandstofverbruik van 54,1 PJ. Dit ligt dicht in de buurt van het cijfer dat de Gasunie noemt (Dijk, 2004). Deze heeft de emissie van het gasmotorpark in 2002 bepaald op 12,2 kton waarvan 7,8 kton (64%) afkomstig van vóór 1 januari 1994 geplaatste gasmotoren.

Voor 2000 komt de NO_x-emissie uit op 14,6 kton (de maximale marge voor de onbekende bouwjaren is vergelijkbaar met 2002) bij een brandstofverbruik van 57,6 PJ.

Tabel F.3 *Penetratie SCR bij de glastuinbouw*

	MW_e
1998	45
2000	95
2002	120
2004	280

Opgemerkt moet nog worden dat bij de kleinere motoren (<300 kW) volgens de sector vooral met driewegkatalysatoren gewerkt wordt om aan de normen te voldoen. De grotere motoren zijn lean burn motoren, waar door de zuurstofovermaat, geen driewegkatalysatoren toegepast kunnen worden, maar wel eventueel SCR.

F.2 Emissie gasmotoren in 2010

F.2.1 Scenarioberekeningen nieuwe referentieraming

In januari 2005 zijn bij ECN-beleidsstudies berekeningen uitgevoerd aan twee scenario's die de basis moeten vormen voor een nieuwe referentieraming. Het gaat om het scenario Strong Europe (SE) en Global Economy (GE). Een toelichting op deze scenario's staat in een andere bijlage van dit rapport. Hoewel de referentieraming nog niet is afgerond, en derhalve nog niet definitief is, zijn dit wel de beste cijfers die op dit moment bij ECN intern beschikbaar zijn.

Voor de toekomst berekeningen is ook een basisjaar samengesteld. De gegevens voor de WKK-installaties met een gasmotor op aardgas in het basisjaar staan in Tabel F.4. Daarnaast ging er in 2000 nog circa 5,3 PJ biogas in gasmotoren. Een overzicht van de modeluitkomsten voor 2010 staat ook in de tabel (excl. 4,8 PJ biogas).

[25] In de aanvragen voor energie-investeringsaftrek (EIA) is tot en met 2003 in de jaarverslagen wel een gestage ontwikkeling te zien maar nog geen scherpe toename.

44705644 0025

In beide scenario's daalt het gasmotorvermogen. Een klein deel van deze daling wordt in de modelberekeningen opgevangen door een toename van kleine gasturbines.

Tabel F.4 *Brandstofverbruik gasmotoren op aardgas*

Scenarioberekeningen ECN januari 2005 [PJ]	Overheid en onderwijs	Overig non profit	Handel en horeca	Overige zakelijke dienstverlening	Land- en tuinbouw	Industrie	Totaal
SE-2000							
Gasmotor	1,2	8,3	5,7	0,0	11,6	2,7	29,5
Gasmotor joint ventures[1]	0,0	7,8	0,0	0,0	21,0	0,2	29,0
SE-2010							
Gasmotor	1,4	3,8	5,9	1,1	20,8	1,6	34,5
Gasmotor joint ventures	0,1	3,3	0,3	0,1	6,7	2,8	13,3
GE-2010							
Gasmotor	1,5	3,9	6,6	1,2	29,9	1,9	44,9
Gasmotor joint ventures	0,2	3,5	0,6	0,2	8,3	3,7	16,6

[1] Tot de joint ventures worden hier ook alle gasmotoren gerekend die volledig eigendom zijn van de energiebedrijven. In dit verband wordt ook wel gesproken over een verdeling in beheer energiebedrijf -hier joint ventures genoemd- en particulier beheer.

F.2.2 Emissierelevante aspecten bij de opbouw van dit vermogen

Voor de bepaling van de emissie van de gasmotoren is van belang:

a. Het aantal gasmotoren dat van energiedistributiesector verkocht wordt aan de landbouwsector en in 2010 nog aanwezig is.
b. Het aantal gasmotoren in de glastuinbouw[26] dat met SCR uitgerust wordt en het deel van de tijd dat de SCR functioneert. Indien geen CO_2-bemesting plaatsvindt (bijvoorbeeld zomers als de kas openstaat, en er elektriciteit voor het net geproduceerd wordt) is het voor de glastuinbouwer financieel aantrekkelijk om deze uit te zetten.
c. De levensduur van de gasmotoren.
d. De emissie van nieuwe gasmotoren. In de emissieberekening zal uitgegaan worden van een aanscherping van de toegestane emissie tot 80 g/GJ voor nieuwe gasmotoren per 31 december 2007. De gemiddelde emissiefactor voor nieuwe gasmotoren in de periode 2001-2010 zonder SCR komt daarmee op 148 g/GJ.

Ad c. De levensduur van een gasmotor kent een zeer grote spreiding die o.a. afhankelijk is van type gasmotor, fabrikant, bedrijfstijd, onderhoud, motorbelasting, economische situatie en verontreinigingen in het gas[27]. Gemiddeld kan gesteld worden dat bestaande gasmotoren ongeveer 20 jaar mee gaan, waarbij naar 10 jaar (40.000 uur) een revisie plaatsvindt. Onder revisie wordt hier verstaan een zodanig groot onderhoud, met forse investeringskosten, dat een aantal bezitters op dat moment besluiten kan om de gasmotor af te stoten. Tussentijds kan bijvoorbeeld de cilinderkop zijn vervangen, maar bij een revisie wordt ook de bekleding aan de binnenkant van de cilinder vervangen. In principe is de motor hierna weer 'als nieuw'. Het is niet uitgesloten dat een motor nog een tweede of derde keer gereviseerd wordt, waardoor de levensduur tot 30 à 40 jaar toeneemt.

[26] Voorlopige cijfers: In GE gaat het glastuinbouwareaal van 10,5 in 2002 naar 12,0 (in 1000 ha) in 2010 en belichte teelt van 2,3 naar 3,2 (in 1000 ha). In SE gaat het areaal in 2010 naar 10,3 (afname met 0,2) en belichte teelt naar 2,5 (toename met 0,2).

[27] Het gebruik van gas uit afvalstortplaatsen of uit mestvergisting kan de levensduur sterk negatief beïnvloeden.

44705644 0025

Door de bedrijfstijd te verlagen kan de levensduur van de gasmotor worden opgerekt. Energiebedrijven in Nederland nemen dit in hun overwegingen mee. Bij de nieuwe motoren wordt door de fabrikanten gemikt op een langere levensduur. Hierbij wordt bijvoorbeeld gesproken over een levensduur van 100.000 uur (25 jaar lang 4000 uur).

Op de Nederlandse markt vindt momenteel een forse sanering van met name kleinere gasmotoren, van energiebedrijven plaats. Wordt de nieuwe gasmotorinventarisatie (Pijll, 2004) vergeleken met de vorige (Kroon, 2000) dan blijkt van de motoren ouder dan 10 jaar (van voor 1993) circa 35-45% van het aantal en 30-40% van het vermogen uit bedrijf te zijn genomen.

F.2.3 Bepaling emissie

In de hier gepresenteerde berekening is verondersteld dat tussen 2001-2010 70% van de nieuwe motoren in de glastuinbouw SCR krijgt (dit scheelt ongeveer 0,6 kton) en dat 10% van de gasmotoren die door joint ventures in de agrarische sector wordt afgestoten, overgenomen wordt door het bedrijf zelf. Dit levert onderstaand emissiebeeld op (zie Tabel F.5). Alle motoren van voor 1985 zijn hierbij uit bedrijf genomen. Er zijn twee varianten uitgewerkt. De ene met motoren die na 25 jaar er allemaal uitgaan; de andere met motoren die na 20 jaar er allemaal uitgaan. Daarnaast is verondersteld dat veel kleinere gasmotoren in de markt niet in revisie genomen worden. Deze gaan na 10 tot 15 jaar uit bedrijf.

De totale emissie van gasmotoren die op aardgas gestookt worden komt in deze berekeningen van uit op 6,3 tot 7,8 kton in 2010. Nogmaals moet hierbij herhaald worden dat het om modelberekeningen gaat, waarbij de opkomst van kleine gasturbines als wel als de marktsituatie een belangrijke rol spelen. In afwijking van deze bijlage is op andere plaatsen in beide scenario's met dezelfde gemiddelde emissiefactoren gerekend, die op basis van deze tabel zijn bepaald.

Tabel F.5 *Resultaten van varianten (berekening januari 2005)*

	Variant 1 SE 25 jaar	Variant 2 SE 20 jaar	Variant 1 GE 25 jaar	Variant 2 GE 20 jaar
Totaal verbruik [PJ]	48	48	61	61
Aandeel nieuw hierin na 2000 [%]	43	47	56	59
Aandeel motoren hierin van voor 1994 [%]	17	13	13	10
Gemiddelde emissie factor voor '94 [g/GJ]	352	239	352	239
Totale NO_x-emissie [ton]	7622	6428	8752	7558
Gemiddelde emissie factor [g/GJ]	159	134	142	123
Vermogen met SCR (incl. 120 MW_e voor 2002)	321	338	477	493

F.2.4 Andere motoren

In de vorige paragraaf is vooral gekeken naar WKK met gasmotoren op aardgas. De Gasunie gebruikt nog een tiental gasmotoren voor gascompressie. Deze gaan meedoen in het NO_x-handelssysteem. De emissie is circa 0,2 kton (Kroon, 2000). Daarnaast staan er nog een beperkt aantal gasmotoren in de industrie voor directe aandrijving en die dus niet aan een generator gekoppeld zijn. Het aantal wordt door de producenten bijzonder laag geschat[28] (minder dan 10; met uitzondering van de genoemde bij de Gasunie).

[28] Offshore geplaatste gasmotoren zijn hier buiten beschouwing gelaten. De emissie hiervan wordt meegenomen in de gemiddeld emissie van olie- en gaswinning.

44705644 0025

Wellicht dat dit toch te laag is. Zo maakt Exxon Chemical Holland in 1999 bekend om in 2001 vijf door gasmotoren aangedreven compressoren bij de aromatenfabriek te gaan vervangen door elektrische compressoren: 'De gasmotoren, die uit de jaren zestig stammen, zijn oud en hebben een lage energie-efficiëntie. Ze vormen een belangrijke bron van emissies zoals CO_2, NO_x en onverbrande koolwaterstoffen en dragen significant bij aan de totale geluidsemissie' (CO_2-reductieplan, 2000). De NO_x-emissie daalde hierdoor met 89% (1 kton) (Exxon mobil, 2004). Ofwel tot enkele jaren geleden stonden er al vijf op één plek, samen goed voor 1 kton NO_x.

De gasmotorinventarisatie (Pijll, 2004) komt voor het jaar 2000 tot een inzet van andere gassen zoals biogas van 1,82 PJ (2,06 PJ in jaar 2002) en noemt hierbij een vermogen van 32 MW_e. De CBS-rapportage over duurzame energie komt tot productievermogens van 55 MW_e (stortgas), 39 MW_e RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) en 6 MW_e AWZI (afvalwaterzuiveringsinstallatie). Ofwel totaal circa 100 MW_e in 2000 (en 98 MW_e in 2003).

De inventarisatie van duurzame energie komt voor stortgas en vergistingsgassen tot een uitgespaarde hoeveelheid brandstof van ruim 5,5 PJ in 2000. Hoewel in de praktijk een deel van de gassen aan het aardgasnet geleverd wordt, of voor ondervuringsdoeleinden wordt gebruikt, wordt het in de ECN-model in TE-Installaties (Total Energy) ingezet, die hier elektriciteit en warmte uit winnen. Een onderscheid tussen gasmotor en niet-gasmotor toepassingen wordt hierbij niet gemaakt.

Tabel F.6 *Winning en gebruik van fermentatiegas*

[TJ]	Winning fermentatiegas	Elektriciteits productie	Warmte productie	Inzet als 'aardgas'	Totale inzet	Rendement [%]
2000	5130	1188	296	1772	3256	63
2001	5530	1195	310	1646	3151	57
2002	5306	1176	301	1139	2616	49

Om dit nader uit te zoeken is in Tabel F.6 een overzicht samengesteld uit het monitoringsrapport van duurzame energie (Joosen, 2003). Het overzicht bevat alle gistingsgas, incl. stortgas die in Nederland gewonnen en gebruikt wordt. Dat het rendement zo laag uitvalt, komt vooral door het omzettingsverlies bij stortgas. Gezien de verhouding warmte-elektriciteit (1:4) vindt hier waarschijnlijk veel elektriciteitsopwekking plaats zonder warmtebenutting. De energiestatistieken van het CBS melden voor 2002 de winning van 4,95 PJ fermentatiegas. Hiervan wordt 3,7 ingezet voor warmte krachtopwekking en 1,24 als finaal verbruik voor energetische doeleinden (komt vrijwel overeen met de inzet in Tabel F.6). Voor 2000 zijn de diverse cijfers: 5,4 PJ winning, 3,7 PJ in WKK en 1,7 PJ in finaal verbruik. Indien alle elektriciteitsproductie met gasmotoren (ook stand alone) plaatsvindt, dan vindt circa 70% van het verbruik van gistingsgas plaats in gasmotoren.

De gasmotoren op biogas vallen onder BEES B. Omdat biogas over het algemeen vrij agressief is, wordt verondersteld dat de levensduur van de gasmotoren beperkt is tot 15 jaar. Bij een lineaire middeling van de emissie-eisen over 15 jaar is de emissie in het jaar 2000 340 g/GJ en in 2010 128 g/GJ (daarna via 88 in 2020 naar 80 in 2022). Wordt deze emissiefactor over 70% van de productie van fermentatiegas gezet dan is de emissie hiervan in 2000 1,3 kton en in 2010 0,5 kton.

F.3 Conclusies ten aanzien van gasmotoren

De emissie van gasmotoren in WKK-installaties op aardgas in 2000 is op basis van de nieuwste CBS-cijfers 14,6 kton met een maximale bouwjaarmarge van 14,1 tot 16,2 kton doordat van een aantal gasmotoren het bouwjaar niet bij het CBS bekend is. De marge is hierbij gebaseerd op twee extremen; in de praktijk zal deze lager liggen. Het achterliggende totale brandstofverbruik is volgens het CBS (in 2002) betrouwbaar met een marge van 3% (Pijll, 2004).

44705644 0025

De gehanteerde emissiefactoren leveren in het totale beeld een onzekerheid van 10% op. De beste inschatting voor de emissie van gasmotoren op aardgas wordt 14,6 kton met een marge van 13 tot 17 kton.

In 2002 is de emissie gedaald na circa 12,6 kton (marge -11% tot +15%). De daling wordt veroorzaakt door het afstoten van oude motoren en het plaatsen van een SCR in verband met CO_2-bemesting in kassen bij de aanschaf van nieuwe motoren.

De emissie zal de komende jaren nog verder afnemen. Berekeningen van ECN aan de nieuwe referentieraming komen voor 2010 uit op een emissie tussen de 6,4 en 8,7 kton. Bij een maximale levensduur van 20 jaar (lage emissie waarde in de scenario's) wordt circa 20-25% van de emissie bepaald door motoren van voor 1994, die nog niet onder de 140 g/GJ norm vallen, en bij een maximale levensduur van 25 jaar is dit 30-40% (hoge waarde in de scenario's). In beide scenario's neemt het gasmotorvermogen in het beheer van energiebedrijven af.

Bij de berekeningen is verder verondersteld dat de emissienorm op 31 december 2007 naar 80 g/GJ gaat en dat van de nieuwe gasmotoren in de glastuinbouw 70% voorzien wordt van SCR die het merendeel van de tijd ook gebruikt wordt (gemiddelde emissie 30 g/GJ[29]). Op dit moment wordt er veel gasmotorvermogen met SCR geplaatst. De ECN-modellen laten verder zien dat de marktpositie van kleine gasturbines onder invloed van kostendalingen kan verbeteren. Het effect hiervan op de gasmotoremissie in de berekeningen (door verdringing van gasmotorvermogen) is maximaal 0,3 kton.

Wordt de marge uit 2000 van -11% tot +15% ook op de scenarioresultaten toegepast dan ligt de verwachte emissie van gasmotoren in de scenariobeelden voor 2010 tussen de 5,7 en 10 kton NO_x.

In deze emissieberekening is nog geen rekening gehouden met gasmotoren die op biogas draaien. Ook de emissie van gasmotoren (op land) die niet gebruikt worden voor elektriciteitsopwekking is niet opgenomen. Het gaat hierbij samen om circa 0,7 kton in 2010. Omdat er geen volledige inventarisatie van niet WKK-gasmotoren is, is het niet uitgesloten dat deze 0,7 kton te laag.

[29] Verwacht wordt dat in de nabije toekomst voor nieuwe lean burn motoren met SCR ook 10 g/GJ haalbaar wordt.

44705644 0025

BIJLAGE G VERGELIJKING MET KW2 STUDIE

Toen de berekeningen voor dit project afgerond waren is door VROM gevraagd om nog eens expliciet te kijken naar de studie van KW2 (Dam, 2001). Het KW2-rapport richt zich op het bepalen van de NO_x-emissie door energiegebruik in de industrie en de energiesector (vooral gasmotoren) waarover in de emissieregistratie van 1995 door de bedrijven niet individueel werd gerapporteerd. Het gaat om het jaar 1995 en het jaar 2000. Omdat er voor gasmotoren recentere informatie is, is bij de vergelijking alleen naar de industriesector gekeken.

Voor de bedrijven die niet individueel geregistreerd zijn (en derhalve een beperkt brandstofverbruik hebben) komt KW2 in de industrie tot 80 PJ en ECN voor de kleine bronnen (<20 MWth per locatie) tot 70 PJ. Het grootste verschil zit bij de voedingsmiddelen industrie waar het ECN 30 PJ en KW2 40 PJ noemt. Het verschil wordt onder andere veroorzaakt door de verschillende afbakening van beide studies. Wel kan geconcludeerd worden dat er een grote overlap is; zowel ECN als KW2 kijken grotendeels naar dezelfde bedrijven en installaties.

Wat brandstofverdeling betreft zijn de verschillen groter. KW2 gaat er voor de industrie vanuit dat ongeveer 10% van het brandstofverbruik niet in ketels verbruikt wordt. In dit rapport is dit 1/3. Ten aanzien van deze verdeling moet opgemerkt worden dat KW2 in totaal gegevens gebruikt van 80 bedrijven en 237 installaties met samen een kleine 4% van het brandstofverbruik. Het verbruik dat niet aan ketels wordt toegedeeld is waarschijnlijk gebaseerd op 10 tot 15 installaties in een vijftal sectoren. ECN hanteert dezelfde verdeling als voor grote installaties, maar wel met een verhoging van het verbruik van ketels in verband met voor verwarmingsdoeleinden.

Voor 2000 hanteert KW2 voor beide groepen een emissiefactor van 30 g/GJ en komt zo tot een NO_x-emissie van 2,8 kton (dit was in 1995 nog 3,6 kton). ECN hanteert voor 2000 factoren van 47 g/GJ voor ketels en 75 g/GJ voor gasgestookte heaters en komt daarmee op 4,2 kton; in 2010 daalt dit naar 3,3 kton. KW2 baseert zich voor emissiefactoren op emissiemetingen en branderinspecties. Deze emissiefactoren zijn niet gebaseerd op een selectieve steekproef maar zijn gebaseerd op bij KW2 aanwezige emissiegegevens. Aangezien validatie van KW2 een belangrijk werkterrein is (voldoet de installatie aan de milieunorm of voldoet de nieuwe installatie of brander aan de specificaties van de leverancier), is het denkbaar dat het KW2-bestand relatief veel nieuwe branders en installaties bevat en installaties waarbij de overheid een NO_x-emissienorm heeft opgelegd. De scherpe daling in de emissiefactor van ketels tussen 1995 en 2000 zou hier een aanwijzing voor kunnen zijn. Bij ECN daalt de emissie van ketels ook, maar langzamer omdat het tempo van brandervervanging gehanteerd wordt. Voor de niet ketel installaties gaat ECN van een twee keer zo hoge emissiefactor uit.

Het hanteren van de KW2-factoren uit 2000 in GE 2010 levert in plaats van 3,3 kton een emissie van 2,1 kton op; het hanteren van de KW2 verdeling over ketels en niet ketels levert een emissie op van 2,8 kton in plaats van 3,3 kton.

Geconcludeerd kan worden dat ECN, in het licht van de beperkte inventarisatie van KW2, een hoog aandeel niet ketel installaties heeft. Ook kan geconcludeerd worden dat de penetratie van branders met een lage NO_x-uitstoot mogelijk wat eerder en sneller plaatsvindt dan ECN veronderstelt. Over de emissiefactor van niet ketel installaties kan gesteld worden dat het KW2 rapport zeker geen aanleiding geeft om met een hogere emissiefactor te rekenen. Aan de andere kant is de KW2 analyse ook te beperkt om te stellen dat deze verlaagd moet worden.

44705644 0025