

# TRACTATENBLAD

VAN HET

KONINKRIJK DER NEDERLANDEN

---

---

JAARGANG 1994 Nr. 138

---

---

A. TITEL

*Protocol bij het Verdrag van 1979 betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand inzake de beheersing van emissies van stikstofdioxide of van de grensoverschrijdende stromen van deze stikstofverbindingen, met bijlagen;  
Sofia, 31 oktober 1988*

B. TEKST

De Engelse en de Franse tekst van het Protocol zijn geplaatst in *Trb.* 1989, 59. Zie voor de ondertekeningen ook *Trb.* 1991, 71.

Voor wijziging van de Technische Bijlage bij het Protocol zie rubriek J van *Trb.* 1992, 84 en van *Trb.* 1994, 68.

C. VERTALING

Zie *Trb.* 1991, 71 en rubriek J van *Trb.* 1992, 169, alsmede rubriek J hieronder.

D. PARLEMENT

Zie *Trb.* 1991, 71.

label in xml ???

E. BEKRACHTIGING

Zie *Trb.* 1991, 71, *Trb.* 1992, 84 en 169 en *Trb.* 1994, 68.

Behalve de aldaar genoemde Staten heeft nog de volgende Staat in overeenstemming met artikel 14, vierde lid, van het Protocol een akte van bekrachtiging, aanvaarding of goedkeuring nedergelegd bij de Secretaris-Generaal van de Verenigde Naties:

Liechtenstein . . . . . 24 maart 1994

#### F. TOETREDING

Zie *Trb.* 1994, 68.

In overeenstemming met artikel 14, vierde lid, van het Protocol heeft de volgende organisatie een akte van toetreding nedergelegd bij de Secretaris-Generaal van de Verenigde Naties:

de Europese Economische Gemeenschap... 17 december 1993

#### *Verklaring van voortgezette gebondenheid*

Behalve de in *Trb.* 1994, 68 genoemde heeft nog de volgende Staat een verklaring van voortgezette gebondenheid aan het Protocol afgelegd:

Slowakije . . . . . 28 mei 1993

#### G. INWERKINGTREDING

Zie *Trb.* 1991, 71.

#### J. GEGEVENS

Zie *Trb.* 1989, 59, *Trb.* 1991, 71, *Trb.* 1992, 84 en 169 en *Trb.* 1994, 68.

### **Wijziging**

De vertaling in het Nederlands van het in december 1993 gewijzigde deel (inleiding en deel I) van de Technische Bijlage bij het Protocol, waarvan de Engelse tekst in *Trb.* 1994, 68, blz. 2 e.v. is opgenomen, luidt als volgt:

### **HERZIENE TECHNISCHE BIJLAGE BIJ HET PROTOCOL VAN SOFIA VAN 1988**

#### *Inleiding en Deel I technologieën voor de beheersing van NO<sub>x</sub>-emissies uit stationaire bronnen*

1. De bijlage heeft tot doel de Partijen bij het Verdrag een richtsnoer te bieden bij het zoeken naar mogelijkheden en technieken voor de beheersing van NO<sub>x</sub> ter nakoming van hun verplichtingen ingevolge het Protocol.

2. Deze bijlage is gebaseerd op gegevens inzake mogelijkheden en technieken voor de vermindering van NO<sub>x</sub>-emissies en de prestaties en kosten daarvan als vervat in officiële documentatie van het Uitvoerend Orgaan voor het Verdrag en het Comité voor Binnenlands Vervoer van de ECE en hun hulporganen.

3. De bijlage is gericht op de beheersing van  $\text{NO}_x$ -emissies, beschouwd als de som van stikstofoxide ( $\text{NO}$ ) en stikstofdioxide ( $\text{NO}_2$ ), uitgedrukt als  $\text{NO}_x$ , en geeft een aantal maatregelen en technieken ter vermindering van  $\text{NO}_x$  die een breed scala van kosten en rendementen bestrijken. Tenzij anders is aangegeven, worden deze technieken geacht hun waarde terdege te hebben bewezen op grond van omvangrijke bedrijfservaring, die in de meeste gevallen werd opgedaan over een periode van ten minste vijf jaar. Deze bijlage kan echter niet als een uitputtende opsomming van beheersingsmogelijkheden worden beschouwd; zij heeft tot doel de Partijen een richtsnoer te bieden bij het zoeken naar de beste beschikbare technologieën die economisch haalbaar zijn als uitgangspunt voor nationale emissienormen en bij de invoering van maatregelen ter bestrijding van verontreiniging.

4. De keuze van maatregelen ter bestrijding van verontreiniging in een bepaald geval hangt af van een aantal factoren, waaronder de desbetreffende bepalingen van wetgevende en regelgevende aard, het verbruikspatroom van primaire energie, de industriële infrastructuur en de economische omstandigheden van de betrokken Partij en, in het geval van stationaire bronnen, de specifieke omstandigheden van de installatie. Tevens dient te worden beseft dat  $\text{NO}_x$ -bronnen vaak ook bronnen van andere verontreinigende stoffen zijn, zoals zwaveloxiden ( $\text{SO}_2$ ), vluchtige organische verbindingen (VOC's) en zwevende deeltjes. Bij het uitdenken van beheersingsmogelijkheden voor dergelijke bronnen zouden alle verontreinigende emissies gezamenlijk in aanmerking moeten worden genomen, ten einde het totale bestrijdingseffect te maximaliseren en de inwerking op het milieu vanuit de desbetreffende bron tot een minimum te beperken.

5. De bijlage is een weergave van de stand van zaken met betrekking tot de kennis van en de ervaring met maatregelen ter beheersing van  $\text{NO}_x$ , inclusief aanpassing van bestaande bronnen, die was bereikt in 1992 wat stationaire bronnen betreft, en in 1991 wat mobiele bronnen betreft. Aangezien deze kennis en ervaring zich voortdurend ontwikkelen, dient de bijlage regelmatig te worden bijgewerkt en gewijzigd.

## I. TECHNOLOGIEËN VOOR BEHEERSING VAN $\text{NO}_x$ -EMISSIONS UIT STATIONAIRE BRONNEN

6. De verbranding van fossiele brandstoffen is de belangrijkste bron van antropogene  $\text{NO}_x$ -emissies uit stationaire bronnen. Daarnaast kunnen enkele processen waarbij geen verbranding optreedt in aanzienlijke mate aan deze emissies bijdragen. De belangrijkste categorieën stationaire bronnen van  $\text{NO}_x$ -emissies, gebaseerd op EMEP/CORINAIR '90, omvatten:

- a. Openbare electriciteits-, warmtekracht- en blokverwarmingscentrales:
  - i. stoomketels;

- ii. stationaire verbrandingsturbines en inwendige-verbrandingsmotoren;
- b. Stookinstallaties in de sectoren bedrijven, diensten en huishoudens:
  - i. bedrijfsketels;
  - ii. huishoudelijke verwarmingsinstallaties;
- c. Industriële verbrandingsinstallaties en processen waarbij verbranding optreedt:
  - i. stoomketels en procesfornuizen (geen direct contact tussen rookgas en produkten);
  - ii. processen (direct contact) (bijvoorbeeld calcinatieprocessen in draaiovens, cement- en kalkproductie enz., glasproductie, metallurgische bewerking, pulpproductie);
  - d. Processen waarbij geen verbranding optreedt, (bijvoorbeeld de productie van salpeterzuur);
  - e. Winning, be/verwerking en distributie van fossiele brandstoffen;
  - f. Afvalbehandeling en -verwijdering, bijvoorbeeld verbranding van stedelijk en industrieel afval.

7. Wat het gebied van de ECE betreft, nemen verbrandingsprocessen (categorieën a, b, c en d) 85% van de  $\text{NO}_x$ -emissies uit stationaire bronnen voor hun rekening. Processen waarbij geen verbranding optreedt, bijvoorbeeld productieprocessen, nemen 12% van de totale  $\text{NO}_x$ -emissies voor hun rekening en de winning, be/verwerking en distributie van fossiele brandstoffen 3%. Hoewel in veel ECE-landen electriciteitscentrales in categorie a de grootste stationaire bron van  $\text{NO}_x$ -emissies zijn, is het wegverkeer in het algemeen de grootste afzonderlijke bron van  $\text{NO}_x$ -emissies, maar tussen de Partijen bij het Verdrag zijn er verschillen in de onderlinge verhouding van deze bronnen. Bovendien mogen industriële bronnen niet over het hoofd worden gezien.

#### ALGEMENE MOGELIJKHEDEN VOOR DE VERMINDERING VAN $\text{NO}_x$ -EMISSIES UIT VERBRANDING

8. Algemene mogelijkheden voor  $\text{NO}_x$ -vermindering zijn:
- a. Maatregelen voor energiebeheer<sup>1)</sup>:
    - i. energiebesparing;
    - ii. samenstelling van het energiepakket;
  - b. Technische mogelijkheden:
    - i. overschakelen op andere brandstoffen/brandstofreiniging;
    - ii. andere verbrandingstechnologieën
    - iii. wijzigingen in het verbrandingsproces en andere processen;
    - iv. rookgasbehandeling.

9. Ten einde het meest efficiënte programma voor  $\text{NO}_x$ -vermindering te verkrijgen, naast de in letter a genoemde maatregelen, kan een combinatie van de in letter b gegeven technische mogelijkheden worden overwogen. Daarnaast behoeft de combinatie van wijzigingen in het verbrandingsproces en rookgasbehandeling een op de locatie toegesneden evaluatie.

10. In sommige gevallen kunnen mogelijkheden voor de vermindering van  $\text{NO}_x$ -emissies ook leiden tot een vermindering van de emissies van  $\text{CO}_2$  en  $\text{SO}_2$  en andere verontreinigende stoffen.

#### *Energiebesparing*

11. Verstandig gebruik van energie (verbetering van rendement en processen, warmtekrachtkoppeling en/of beheer van de vraag) leidt gewoonlijk tot een vermindering van  $\text{NO}_x$ -emissies.

#### *Samenstelling van het energiepakket*

12. In het algemeen kunnen de  $\text{NO}_x$ -emissies worden vermindert door het aandeel van de energiebronnen waarvoor geen verbranding nodig is (d.w.z. waterkracht, kern- en windenergie, enz.) in het energiepakket te vergroten. Verdere milieu-effecten moeten echter in beschouwing worden genomen.

#### *Overschakelen op andere brandstoffen/brandstofreiniging*

13. In Tabel 1 zijn de onbestreden  $\text{NO}_x$ -emissiewaarden weergegeven die voor de verschillende sectoren worden verwacht bij de verbranding van fossiele brandstoffen.

14. Overschakelen op andere brandstoffen (bijvoorbeeld van brandstoffen met hoog stikstofgehalte op brandstoffen met laag stikstofgehalte of van steenkool op gas) kan leiden tot lagere  $\text{NO}_x$ -emissies, maar er kan sprake zijn van bepaalde restricties, zoals de beschikbaarheid van brandstoffen waarbij weinig  $\text{NO}_x$  vrijkomt (bijvoorbeeld aardgas op bedrijfsniveau) en de mogelijkheden om bestaande ovens aan andere brandstoffen aan te passen. In veel ECE-landen worden sommige verbrandingsinstallaties op steenkool of olie vervangen door gasgestookte verbrandingsinstallaties.

15. Het verwijderen van stikstof uit brandstof is geen rendabele oplossing. Uitbreiding van de toepassing van de kraaktechnologie in raffinaderijen leidt echter ook tot een verlaging van het stikstofgehalte in het eindproduct.

#### *Andere verbrandingstechnologieën*

16. Er zijn verbrandingstechnologieën met een beter thermisch rendement en minder  $\text{NO}_x$ -emissies. Dit zijn o.a.:

a. warmtekrachtkoppeling met gebruikmaking van gasturbines en motoren;

- b. wervelbedverbranding (FBC): vast bed (BFBC) en circulerend bed (CFBC);
- c. stoom/gasturbine-cyclus met geïntegreerde kolenvergassing (IGCC);
- d. stoom/gasturbine-cyclus (CCGT).

17. De emissiewaarden bij deze technieken zijn beknopt weergegeven in Tabel 1.

18. Stationaire verbrandingsturbines kunnen ook in bestaande conventionele elektriciteitscentrales worden geïntegreerd (zogenoeten "topping"). Het totale rendement kan met 5 tot 6% toenemen, maar de bereikbare  $\text{NO}_x$ -vermindering is afhankelijk van de omstandigheden in de worden bepaald door de locatie en de gebruikte brandstof. Gasturbines en -motoren worden op grote schaal toegepast bij warmtekrachtkoppeling. Doorgaans kan een energiebesparing van circa 30% worden bereikt. Bij beide technieken is aanzienlijke vooruitgang geboekt in het verminderen van  $\text{NO}_x$ -emissies door middel van vernieuwingen in de verbrandings- en systeemtechnologie. Hiervoor zijn echter ingrijpende veranderingen in het bestaande ketelsysteem noodzakelijk.

19. Wervelbedverbranding (FBC) is een verbrandingstechnologie voor het verbranden van steenkool en bruinkool, maar hiermee kunnen ook andere vaste brandstoffen worden verbrand, zoals petroleumcokes en laagwaardige brandstoffen, zoals afval, turf en hout. Bovendien kunnen de emissies worden verminderd door middel van een geïntegreerde verbrandingsregeling in het systeem. Een nieuwere vorm van wervelbedverbranding is wervelbedverbranding onder druk (PFBC), die thans op de markt wordt gebracht voor de opwekking van elektriciteit en warmte. De totale bestaande capaciteit van wervelbedverbranding bedraagt ca. 30.000  $\text{MW}_{\text{th}}$  (250 tot 350 installaties), waaronder 8.000  $\text{MW}_{\text{th}}$  in installaties met een capaciteit van  $> 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ .

20. Bij het IGCC-proces wordt kolenvergassing geïntegreerd met electriciteitsopwekking in gecombineerde cyclus van gas- en stoomturbine. De vergaste kool wordt verbrand in de verbrandingskamer van de gasturbine. Deze technologie bestaat ook voor residuen van zware olie en bitumenemulsie. De bestaande capaciteit bedraagt thans ca. 1.000  $\text{MW}_{\text{el}}$  (5 installaties).

21. Momenteel worden gasgestookte elektriciteitscentrales met een rendement van 48–52% en verlaagde  $\text{NO}_x$ -emissies gepland die gebruik maken van gecombineerde cyclus en geavanceerde gasturbines.

#### *Wijzigingen in het verbrandingsproces en andere processen*

22. Er worden maatregelen toegepast om de vorming van  $\text{NO}_x$  tijdens het verbrandingsproces te beperken. Deze omvatten regeling van de verbrandingsluchtverhouding, vlamtemperatuur, brandstof/luchtverhouding, enz. De onderstaande verbrandingstechnieken zijn, hetzij af-

zonderlijk, hetzij in combinatie, beschikbaar voor nieuwe en bestaande installaties. Zij worden op grote schaal toegepast in de electriciteitssector en op sommige gebieden van de industriële sector:

- a. verbranding met geringe lucht-overmaat (LEA)<sup>2)</sup>;
- b. verminderde-lucht-voorverwarming (RAP)<sup>2)</sup>;
- c. brander uit bedrijf (getrapte luchttoevoer) (BOOS)<sup>2)</sup>;
- d. brander-onbalans (getrapte brandstoftoevoer) (BBF)<sup>2)</sup>;
- e. lage-NO<sub>x</sub>-branders (LNB)<sup>2)</sup> 3);
- f. rookgasrecirculatie (FGR)<sup>2)</sup>;
- g. getrapte verbranding/bovenluchtbedrijf (OFA)<sup>2)</sup> 3);
- h. in-vuurhaard-NO<sub>x</sub>-reductie (IFNR)<sup>4)</sup>;
- i. water-/stoominjectie en arm-mengsel-stooktechniek met voormenging<sup>5)</sup>.

23. De emissiewaarden dankzij van de toepassing van deze technieken zijn beknopt weergegeven in Tabel 1 (hoofdzakelijk op basis van ervaring in electriciteitscentrales).

24. Het verbrandingsproces wordt voortdurend verder ontwikkeld en verbeterd. In-vuurhaard-NO<sub>x</sub>-reductie wordt getest in enkele grote demonstratie-installaties, terwijl fundamentele wijzigingen in het verbrandingsproces hoofdzakelijk worden doorgevoerd in het ontwerp van stoomketels en branders. De ontwerpen van moderne vuurhaarden omvatten bijvoorbeeld poorten voor bovenluchtverbranding en gas-/oliebranders zijn geschikt gemaakt voor rookgasrecirculatie. De laatste generatie lage-NO<sub>x</sub>-branders kent een combinatie van zowel getrapte luchttoevoer als getrapte brandstoftoevoer. In de afgelopen jaren is in lidstaten van de ECE sprake van een opmerkelijke toeneming van volledige aanpassing van bestaande installaties om wijzigingen in het verbrandingsproces te verwezenlijken. In 1992 was er in totaal ca. 150.000 MW geïnstalleerd.

### *Rookgasbehandeling*

25. Rookgasbehandeling heeft tot doel reeds gevormde NO<sub>x</sub> te verwijderen en wordt ook betiteld als secundaire maatregelen. Het is gebruikelijk om, waar mogelijk, primaire maatregelen toe te passen als eerste stap ter vermindering van NO<sub>x</sub> alvorens tot rookgasbehandeling over te gaan. De geaccepteerde moderne methoden voor rookgasbehandeling zijn alle gebaseerd op de verwijdering van NO<sub>x</sub> door middel van een droog chemisch proces.

26. Deze methoden zijn de volgende:

- a. selectieve katalytische reductie (SCR);
- b. selectieve niet-katalytische reductie (SNCR);
- c. gecombineerde NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub>-verwijderingsprocessen:
  - i. actieve-koolprocessen (AC);
  - ii. gecombineerde katalytische NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub>-verwijdering.

27. De emissiewaarden voor SCR en SNCR zijn beknopt weergegeven in Tabel 1. De gegevens zijn gebaseerd op de praktijkervaring in een groot aantal installaties waar deze technieken zijn toegepast. In 1991 waren er in het Europese deel van de ECE ca. 130 SCR-installaties, overeenkomend met 50.000 MW<sub>el</sub>, 12 SNCR-installaties (2.000 MW<sub>el</sub>), 1 AC-installatie (250 MW<sub>el</sub>) en 2 installaties met gecombineerde katalytische processen (400 MW<sub>el</sub>) gebouwd. Het rendement van NO<sub>x</sub>-verwijdering bij AC en gecombineerde katalytische processen is vergelijkbaar met dat van SCR.

28. In Tabel 1 zijn ook de kosten van de toepassing van NO<sub>x</sub>-verminderingstechnologieën beknopt weergegeven.

### BEHEERSINGSTECHNIEKEN VOOR ANDERE SECTOREN

29. Anders dan bij de meeste verbrandingsprocessen, heeft de toepassing van wijzigingen in het verbrandingsproces en/of andere processen in de industriector vele procesgebonden beperkingen. In cementovens of glassmeltovens zijn bijvoorbeeld bepaalde hogere temperaturen noodzakelijk om de kwaliteit van het produkt te garanderen. Wijzigingen in het verbrandingsproces die doorgaans worden toegepast zijn getrapte verbranding/lage-NO<sub>x</sub>-branders, rookgasrecirculatie en procesoptimalisatie (bijvoorbeeld precalcinatie in cementovens).

30. In Tabel 1 worden enkele voorbeelden gegeven.

### NEVENEFFECTEN/BIJPRODUKTEN

31. De onderstaande neveneffecten zullen geen beletsel vormen voor de toepassing van een technologie of methode, maar moeten in overweging worden genomen wanneer er verschillende mogelijkheden voor NO<sub>x</sub>-vermindering zijn. Deze neveneffecten kunnen in het algemeen echter door een goed ontwerp en een goede bedrijfsvoering worden beperkt:

- Lijst.*
- a. wijzigingen in het verbrandingsproces:
    - mogelijke daling van het totale rendement;
    - toename van CO-vorming en koolwaterstofemissies;
    - corrosie ten gevolge van reducerende atmosfeer;
    - mogelijke N<sub>2</sub>O-vorming in systemen met wervelbedverbranding;
    - mogelijke toename van het koolstofgehalte in de vlieggas;
  - b. SCR:
    - NH<sub>3</sub> in de vlieggas;
    - vorming van ammoniumzouten in installaties verderop in het proces;
    - deactivering van de katalysator;
    - toenemende omzetting van SO<sub>2</sub> in SO<sub>3</sub>;
  - c. SNCR:
    - NH<sub>3</sub> in de vlieggas;



- vorming van ammoniumzouten in installaties verderop in het proces;
- mogelijke vorming van  $N_2O$ .

32. Wat bijprodukten betreft, zijn gedeactiveerde katalysatoren bij het SCR-proces de enige produkten van belang. Omdat deze als afval worden aangemerkt, kunnen zij niet zonder meer worden verwijderd; er bestaan echter mogelijkheden voor hergebruik.

33. De produktie van de reagentia ammoniak en ureum voor rookgasbehandeling omvat een aantal afzonderlijke stadia waarvoor energie en grondstoffen nodig zijn. Opslagsystemen voor ammoniak vallen onder de desbetreffende veiligheidswetgeving en deze systemen zijn ontworpen als volledig gesloten systemen, met als resultaat een minimum aan ammoniakemissies. Het gebruik van  $NH_3$  staat echter niet ter discussie, zelfs niet wanneer men de indirecte emissies verband houdend met de produktie en het vervoer van  $NH_3$  in aanmerking neemt.

#### MONITORING EN RAPPORTAGE

*HS 1st - 1/02 - 1/10/02*

34. De maatregelen genomen ter uitvoering van nationale strategieën en beleidslijnen ter bestrijding van luchtvervuiling omvatten voorschriften van wetgevende en regelgevende aard, economische prikkels en ontmoedigingsmaatregelen, alsmede technologische vereisten (beste beschikbare technologie).

35. In het algemeen kunnen emissiebeperkende normen per emissiebron worden opgesteld, naargelang de grootte van de installatie, de werkwijze, de verbrandingstechnologie, het type brandstof en naargelang het een nieuwe of een bestaande installatie betreft. Een andere benadering die ook wordt gehanteerd, is een doelstelling vaststellen voor de vermindering van de totale  $NO_x$ -emissies uit een groep bestaande bronnen en de partijen toestaan te kiezen waar maatregelen moeten worden genomen om dit doel te bereiken („bubble concept”).

36. Op het beperken van de  $NO_x$ -emissies tot de binnen het kader van de nationale wetgeving vastgelegde waarden dient te worden toegezien door middel van een permanent monitoring- en rapportagesysteem en hiervan dient verslag te worden gedaan aan de toezichhoudende autoriteiten.

37. Er zijn verscheidene controlesystemen voorhanden, die gebruik maken van zowel continue als niet-continue meetmethoden. De kwaliteitseisen verschillen echter tussen de Partijen. De metingen dienen te worden verricht door gekwalificeerde instituten en met goedgekeurde meet-/monitoringsystemen. Hiertoe zou een stelsel van certificering de beste garantie kunnen bieden.

38. In het kader van moderne geautomatiseerde monitoringsystemen en procesbesturingsapparatuur levert rapportage geen problemen op. Het verzamelen van gegevens voor verder gebruik is een geaccepteerde

moderne techniek. De gegevens die aan de bevoegde autoriteiten moeten worden doorgegeven, verschillen echter van Partij tot Partij. Om deze beter te kunnen vergelijken, zouden de te rapporteren gegevens en voorschriften moeten worden geharmoniseerd. Harmonisatie is ook gewenst voor het waarborgen van de kwaliteit van meet-/monitoringsystemen. Dit moet in aanmerking worden genomen bij het vergelijken van gegevens van verschillende Partijen.

39. Ten einde onderlinge afwijkingen en tegenstrijdigheden te vermijden, moeten belangrijke aangelegenheden en parameters, met inbegrip van de onderstaande, goed worden omschreven:

- omschrijven van de normen uitgedrukt in ppmv, mg/m<sup>3</sup>, g/GJ, kg/h of kg/t van het produkt. De meeste van deze eenheden moeten worden berekend en nader worden gespecificeerd wat betreft gastemperatuur, vochtigheid, druk, zuurstofgehalte of thermische belasting;
- omschrijven van het tijdvak waarover de normen kunnen worden gemiddeld, uitgedrukt in uren, maanden of een jaar;
- omschrijven van de duur van storingen en de bijbehorende noodregelingen betreffende het overbruggen van monitoringsystemen of het buiten werking stellen van de installatie;
- omschrijven van de methoden voor het achteraf aanvullen van gegevens die ontbreken of verloren zijn gegaan ten gevolge van een storing in de apparatuur;
- omschrijven van de reeks parameters die moet worden gemeten. De noodzakelijke informatie kan variëren, afhankelijk van het soort industriële processen. Dit heeft tevens betrekking op de plaatsing van het meetpunt binnen het systeem.

40. Er moet worden gezorgd voor kwaliteitscontrole op de metingen.

#### Noten

- 1) Mogelijkheden 1a en 1b zijn verwerkt in de energiestructuur / het energiebeleid van een Partij. Uitvoeringsstadium, rendement en kosten per sector blijven buiten beschouwing.
- 2) Gangbare aanpassingsmaatregelen, met beperkt rendement en beperkte toepassingsmogelijkheden.
- 3) Geaccepteerde moderne techniek in nieuwe installaties.
- 4) Uitgevoerd in op zichzelf staande grote installaties in de bedrijfssector; slechts beperkte praktijkervaring.
- 5) Voor verbrandingsturbines.

Tabel 1

Broncategoric (i): Openbare electriciteitsopwekking-, warmtekracht- en blokverwarmingscentrales

Energiebron	Onbestreden emissies		Wijzigingen in verbrandingsproces en andere processen			Rookgasbehandeling:		(a) Niet-katalytisch ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	(b) Katalytisch (na primaire maatregelen)		
	mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>	mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>		ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>
Stoomketels:											
- Steenkool, vloeibare asaftap <sup>4)</sup>	1 500-2 200	530-770	1 000-1 800	350-630	3-25	geen gegevens		geen gegevens	< 200	< 70	50-100(125-200) <sup>12)</sup>
- Steenkool, droge asaftap <sup>5)</sup>	800-1 500	280-530	300-850	100-300	3-25	200-400	70-140	9-11	< 200	< 70	50-100(125-200) <sup>12)</sup>
- Bruinkool <sup>3)</sup>	450-750	189-315	190-300	80-126	30-40	< 200	< 84		< 200	< 85	80-100
- Zware olie <sup>6)</sup>	700-1 400	140-400	150-500	40-140	tot 20	175-250	50-70	6-8	< 150	< 40	50-70
- Lichte olie <sup>6)</sup>	350-1 200	100-332	100-350	30-100	tot 20	geen gegevens		6-8	< 150	< 40	50-70
- BE <sup>14)</sup>	800		geen gegevens		geen gegevens	geen gegevens					geen gegevens
- Aardgas <sup>6)</sup>	150-600	40-170	50-200	15-60	3-20	geen gegevens		5-7	< 100	< 30	
FBC	200-700		180-400		1 400-1 600 <sup>7)</sup>	< 130			geen gegevens		
PFBC	150-200	50-70			1 000 <sup>7)</sup>	60			< 140	< 50	
IGCC <sup>13)</sup>	< 600		< 100						geen gegevens		
Gasturbines + CCGT: <sup>13)</sup> 18)					Investeringskosten:						
- aardgas	165-310	140-270	30-150	26-130	Droog: 50-100 ECU/kW <sub>el</sub>	n.v.t.			20	17	
- dieselolie	235-430	200-370	50-200	45-175	Nat: 10-50 ECU/kW <sub>el</sub>	n.v.t.			120-180	70	
Inw.-verbr.-motoren <sup>4)</sup> (aardgas < 1 MW <sub>el</sub> )	4 800-6 300	1 500-2 000	320-640	100-200							

Categorie (ii): Stookinstallaties in de sectoren bedrijven, diensten en huishoudens

Energiebron	Onbestreden emissies		Wijzigingen in verbrandingsproces en andere processen			Rookgasbehandeling:		(a) Niet-katalytisch ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	(b) Katalytisch (na primaire maatregelen)		
	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>		mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>
Steenkool	110-500	40-175									
Bruinkool	70-400	30-160									
Lichte olie	180-440	50-120	130-250	35-70							
Gas	140-290	40-80	60-150	16-40	2-10						
Hout <sup>15)</sup>	85-200	50-120	70-140	40-80							

Categorie (iii) Industriële verbrandingsinstallaties en processen waarbij verbranding optreedt

Energiebron	Onbestreden emissies		Wijzigingen in verbrandingsproces en andere processen			Rookgasbehandeling:		(a) Niet-katalytisch ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	(b) Katalytisch (na primaire maatregelen)		
	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>		mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>
Industriële verbrandingsinstallaties:											
- steenkool (poederkoolverbranding) <sup>3)</sup>	600-2 200	200-770	tot 700	tot 245							
- steenkool (rooster-vuurhaard) <sup>3)</sup>	150-600	50-200	tot 500	tot 175							
- Bruinkool	200-800	80-340									
- Zwarte olie <sup>6)</sup>	400-1 000	110-280	tot 650	tot 180							
- Lichte olie <sup>6)</sup>	150-400	40-110	tot 250	tot 70							
- Aardgas <sup>6)</sup>	100-300	30-80	tot 150	tot 42	2-10						
Gasturbines + CCGT <sup>13)18)</sup>					Investeringskosten:						
- aardgas	165-310	140-270	30-150	26-130	Droog: 50-100 ECU/kW <sub>el</sub>	n.v.t.			20	17	
- dieselolie	235-430	200-370	50-200	45-175	Nat: 10-50 ECU/kW <sub>el</sub>	n.v.t.			120-180	70	

Energiebron	Onbestreden emissies		Wijzigingen in verbrandingsproces en andere processen			Rookgasbehandeling:		(a) Niet-katalytisch ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	(b) Katalytisch (na primaire maatregelen)		
	mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>	mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>		mg/m <sup>3</sup> 1)	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>
FBC <sup>3)</sup>	100-700		100-600								
Inw.-verbr.-motoren (aardgas) <sup>4)</sup>	4 800-6 300	1 500-2 000	320-640	100-200							
Industriële processen:											
- Calcinatie	1 000-2 000		500-800								
Glas:											
- Spiegelglas		6 kg/t	500-2 000								< 500
- Houders		2,5 kg/t									
- Glasvezel		0,5 kg/t									
- industrieelglas		4,2 kg/t									
Metalen:											
- Sinteren	300-500 <sup>16)</sup>	1,5 kg/t									
- Cokesovens	1 000	1 kg/t									< 500
- „Baked carbon“-brandstoffen	< 3 000										
Vlamboogovens	50-200										
Papier en pulp:											
- „Black liquor“	170 <sup>17)</sup>	(50-80 g/GJ)		(20-40 g/GJ)		60					13-20



Categorie (v): Winning, be/verwerking en distributie van fossiele brandstoffen

Energie-bron	Onbestreden emissies		Wijzigingen in verbrandingsprocessen en andere processen			Rookgas-behandeling:		(a) Niet-katalytisch	(b) Katalytisch (na primaire maatregelen)
	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup> g/GJ <sup>1)</sup> ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>
Raffinaderijen <sup>3)</sup>	- 1 000		100-700						

Categorie (vi): Afvalbehandeling en -verwijdering

Energie-bron	Onbestreden emissies		Wijzigingen in verbrandingsprocessen en andere processen			Rookgas-behandeling:		(a) Niet-katalytisch	(b) Katalytisch (na primaire maatregelen)
	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup>	g/GJ <sup>1)</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>	mg/m <sup>3 1)</sup> g/GJ <sup>1)</sup> ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2)</sup>
Verbranding <sup>11)</sup>	250-500		200-400						< 100

<sup>1)</sup> Emissies in mg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> (NTD droog) resp. g/GJ thermische belasting. Conversiefactoren (mg/m<sup>3</sup> in g/GJ) bij NO<sub>x</sub>-emissies uit kolen (steenkool): 0.35, kolen (bruinkool): 0.42, olie/gas: 0.277, turf: 0.5, hout + schors: 0.588 [1 g/GJ = 3.6 mg/kWh].

<sup>2)</sup> Totale investeringen 1 ECU = 2 DM.

<sup>3)</sup> Vermindering in het algemeen bereikt in combinatie met primaire maatregelen. Verwijderingsrendement tussen 80 en 95%.

<sup>4)</sup> Bij 5% O<sub>2</sub>.

<sup>5)</sup> Bij 6% O<sub>2</sub>.

<sup>6)</sup> Bij 3% O<sub>2</sub>.

<sup>7)</sup> Incl. kosten van stoomketel.

<sup>8)</sup> Bij 7% O<sub>2</sub>.

<sup>9)</sup> Emissies uit industriële processen worden gewoonlijk weergegeven in kg/t van het produkt.

<sup>10)</sup> g/m<sup>2</sup> oppervlakte.

<sup>11)</sup> Bij 11% O<sub>2</sub>.

<sup>12)</sup> Nageschakelde (tail gas) versus voorgeschakelde (high dust) SCR-opstelling.

<sup>13)</sup> Bij 15% O<sub>2</sub>.

<sup>14)</sup> Bitumenemulsie.

<sup>15)</sup> Uitsluitend onbehandeld hout.

<sup>16)</sup> Warmteterugwinning en gasrecirculatie.

<sup>17)</sup> Bij < 75% droge stof.

<sup>18)</sup> Met bijstoken; extra thermische NO<sub>x</sub> bij benadering: 0-20 g/GJ.

n.v.t. - niet van toepassing.

x - niet noodzakelijk, norm zonder dit haalbaar. geen gegevens - technologie toegepast, maar geen gegevens beschikbaar.

Uitgegeven de *negenentwintigste* juni 1994.

*De Minister van Buitenlandse Zaken,*

P. H. KOOIJMANS