

Publicatieblad

van de Europese Gemeenschappen

ISSN 0378-7079

C 173

41e jaargang

8 juni 1998

Uitgave
in de Nederlandse taal

Mededelingen en bekendmakingen

Nummer

Inhoud

Bladzijde

I *Mededelingen*

.....

II *Vorbereidende besluiten*

Commissie

98/C 173/01

Voorstel voor een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad tot wijziging van Richtlijn 88/77/EEG van de Raad inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten met betrekking tot de maatregelen die moeten worden genomen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes van dieselmotoren bestemd voor motorvoertuigen ⁽¹⁾ 1

Prijs: 30 ECU

⁽¹⁾ Voor de EER relevante tekst.



II

(Vorbereidende besluiten)

COMMISSIE

Voorstel voor een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad tot wijziging van Richtlijn 88/77/EEG van de Raad inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten met betrekking tot de maatregelen die moeten worden genomen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes van dieselmotoren bestemd voor motorvoertuigen

(98/C 173/01)

(Voor de EER relevante tekst)

COM(97) 627 def. — 97/0350 (COD)

(Door de Commissie ingediend op 23 maart 1998)

HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD VAN DE EUROPESE UNIE,

Gelet op het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, inzonderheid op artikel 100 A,

Gelet op het voorstel van de Commissie,

Gezien het advies van het Economisch en Sociaal Comité,

Volgens de procedure van artikel 189 B van het Verdrag,

Overwegende dat het bij de verklaring van de Raad van 22 november 1973 goedgekeurde eerste actieprogramma van de Europese Gemeenschap ter bescherming van het milieu ⁽¹⁾ reeds maant rekening te houden met de laatste vorderingen op wetenschappelijk gebied in de strijd tegen de luchtverontreiniging door uitlaatgassen van motorvoertuigen en in deze zin de reeds vastgestelde richtlijnen aan te passen; dat overeenkomstig het vijfde actieprogramma, dat in grote lijnen door de Raad bij zijn resolutie van 1 februari 1993 ⁽²⁾ werd goedgekeurd, extra

inspanningen moeten worden geleverd met het oog op een aanzienlijke verlaging van het huidige niveau van verontreiniging door uitlaatgassen van motorvoertuigen;

Overwegende dat ingezien wordt dat de ontwikkeling van het vervoer in de Gemeenschap geleid heeft tot een aanzienlijke belasting van het milieu; dat een aantal officiële ramingen van de toename van de verkeersdichtheid lager blijken te liggen dan de officiële cijfers; dat om deze reden strengere emissienormen voor alle motorvoertuigen moeten worden vastgelegd;

Overwegende dat Richtlijn 88/77/EEG van de Raad ⁽³⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 96/1/EG van het Europees Parlement en de Raad ⁽⁴⁾, de grenswaarden voor de emissie van koolmonoxide, onverbrande koolwaterstoffen en stikstofdioxide van dieselmotoren van motorvoertuigen vastlegt op basis van een testprocedure voor Europese rijomstandigheden voor de betrokken voertuigen; dat Richtlijn 88/77/EEG voor het eerst werd gewijzigd bij Richtlijn 91/542/EEG ⁽⁵⁾ in twee fasen, waarbij de eerste fase (1992/1993) samenviel met de vankrachtwordingsdata van nieuwe Europese emissienormen voor personenauto's; dat de tweede fase (1995/1996) een doelstelling

⁽¹⁾ PB C 112 van 20.12.1973, blz. 1.

⁽²⁾ PB C 138 van 17.5.1993, blz. 1.

⁽³⁾ PB L 36 van 9.2.1988, blz. 33.

⁽⁴⁾ PB L 40 van 17.2.1996, blz. 1.

⁽⁵⁾ PB L 295 van 25.10.1991, blz. 1.

voor de lange termijn voor de Europese autoindustrie vormde door de vaststelling van grenswaarden gebaseerd op de verwachte prestaties van technologieën die nog in ontwikkeling waren, waarbij de industrie de tijd krijgt om dergelijke technologieën te perfectioneren; dat Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij Richtlijn 96/1/EG, bepaalde dat voor kleine dieselmotoren met een cilinderinhoud van minder dan 0,7 dm³ en een nominaal toerental van meer dan 3 000 min⁻¹, de grenswaarde voor deeltjesemissies van Richtlijn 91/542/EEG vanaf 1999 moest gelden; dat het echter onredelijk is om op technische gronden een onderscheid te maken op basis van deeltjesemissies voor deze kleine dieselmotoren met hoge toerentallen na 1999;

Overwegende dat krachtens artikel 5, lid 3, van Richtlijn 91/542/EEG de Commissie gehouden was verslag uit te brengen aan de Raad vóór het eind van 1996 over de gemaakte vorderingen ten aanzien van de herziening van de grenswaarden voor gecombineerde verontreinigende emissies, zo nodig gepaard gaande met een herziening van de testprocedure; dat dergelijke herziene grenswaarden niet vóór 1 oktober 1999 van kracht dienden te worden voor nieuwe typegoedkeuringen;

Overwegende dat de Commissie in haar mededeling aan het Europees Parlement en de Raad⁽¹⁾ een Europees programma inzake de luchtkwaliteit, emissies van het wegvervoer, brandstoffen en motortechnologieën, het auto-olie-programma heeft uiteengezet, met het oog op de naleving van de bepalingen van artikel 4 van Richtlijn 94/12/EG van het Europees Parlement en van de Raad⁽²⁾; dat een kosten-batenstudie in het kader van het auto-olie-programma aangetoond heeft dat een verdere verbetering van de dieselmotortechnologie voor zware vrachtwagens noodzakelijk is met het oog op het bereiken van een luchtkwaliteit in het jaar 2010, als omschreven in de mededeling van de Commissie inzake het auto-olie-programma;

Overwegende dat de verbeterde eisen aan nieuwe dieselmotoren in Richtlijn 88/77/EEG deel uitmaken van een algehele communautaire strategie in het kader waarvan de normen voor lichte vrachtwagens en personenauto's vanaf het jaar 2000 eveneens zullen worden herzien waardoor een verbetering van de motorbrandstoffen noodzakelijk is, alsook een nauwkeurige beoordeling van de prestaties uit een emissieoogpunt;

Overwegende dat Richtlijn 88/77/EEG een van de bijzondere richtlijnen van de EG-goedkeuringsprocedure is, die is vastgesteld bij Richtlijn 70/156/EEG van de Raad van 6 februari 1970 inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten betreffende de goedkeuring van motorvoertuigen en aanhangwagens daarvan⁽³⁾, laat-

stelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/27/EG van het Europees Parlement en van de Raad⁽⁴⁾; dat, overeenkomstig het proportionaliteitsbeginsel, als bedoeld in artikel 3 B, derde alinea, van het Verdrag, de in deze richtlijn vastgestelde maatregelen niet verder gaan dan wat nodig is om de beoogde doelstelling te bereiken, namelijk de beperking van het niveau van verontreinigende emissies van motorvoertuigen;

Overwegende dat de verlaging van emissienormen die van toepassing zijn vanaf het jaar 2000, namelijk vermindering van 30 % voor stikstofoxiden en 30 % voor deeltjes, in het auto-olie-programma is aangewezen als de belangrijkste maatregel om op middellange termijn een bepaalde luchtkwaliteit te bereiken; dat een verlaging van de emissienormen van 30 % totale koolwaterstoffen en 30 % koolmonoxide op vergelijkbare wijze zou bijdragen aan een betere luchtkwaliteit op middellange termijn; dat een vermindering van 30 % opaciteit van het uitlaatgas ten opzichte van die welke wordt gemeten op de huidige motortypen ter aanvulling van Richtlijn 72/306/EEG van de Raad⁽⁵⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/20/EG van de Commissie⁽⁶⁾, zal bijdragen aan de terugdringing van de deeltjesuitstoot; dat deze verminderingen rekening houden met het effect op emissies van nieuwe testcycli die de rijpatronen van in gebruik zijnde voertuigen beter weergeven;

Overwegende dat diagnostische boordsystemen (OBD) nog niet volledig zijn ontwikkeld voor zware vrachtwagens en vanaf 2005 moeten worden ingevoerd met het oog op de snelle detectie van storingen in voor de emissie kritische onderdelen en systemen op voertuigen en op deze wijze een significante verbetering van de bewaking van de aanvankelijke emissieprestaties op in gebruik zijnde voertuigen mogelijk maken door verbeterde controle en onderhoud;

Overwegende dat nieuwe testcycli in verband met de typegoedkeuring voor wat betreft gasvormige en deeltjesemissies en opaciteit ingevoerd moeten worden die zorgen voor een representatievere evaluatie van de emissieprestaties van dieselmotoren onder proefomstandigheden die sterker lijken op die welke zich voordoen bij in gebruik zijnde voertuigen; dat een nieuwe testcyclus moet worden ingevoerd voor conventionele dieselmotoren en die dieselmotoren die zijn uitgerust met katalysatoren; dat een nieuwe gecombineerde (tweefasen) testprocedure moet worden ingevoerd voor dieselmotoren die zijn uitgerust met geavanceerde emissiebeheersystemen en motoren die op gas lopen;

Overwegende dat de lidstaten de mogelijkheid moet worden gegeven het gebruik van voertuigen die voldoen aan de strengere voorschriften van deze richtlijn met behulp van fiscale stimuleringsmaatregelen te bevorderen;

(1) COM(96) 248 def. van 18.6.1996.

(2) PB L 100 van 19.4.1994, blz. 42.

(3) PB L 42 van 23.2.1970, blz. 1.

(4) PB L 233 van 25.8.1997, blz. 1.

(5) PB L 190 van 20.8.1972, blz. 1.

(6) PB L 125 van 16.5.1997, blz. 21.

Overwegende dat moet worden vastgesteld dat een verdere aanzienlijke verlaging van de emissiegrenswaarden vanaf het jaar 2005 gepland is, gebaseerd op de resultaten van het auto-olie-II-programma van de Commissie en gericht op bevordering van de verdere ontwikkeling van voertuigen met de meest geavanceerde antiverontreinigingsuitrusting; dat, tenzij aanzienlijke vorderingen worden gemaakt met een mondiaal geharmoniseerde testprocedure, de emissiegrenswaarden voor dieselmotoren voor 2005 van toepassing moeten worden op de gecombineerde (tweefasen) testprocedure;

Overwegende dat bij de ontwikkeling van het Gemeenschapsrecht betreffende emissies van motorvoertuigen rekening moet worden gehouden met de resultaten van het lopende onderzoek naar de eigenschappen van deeltjes;

Overwegende dat de Commissie uiterlijk 31 december 1999 verslag moet uitbrengen over de ontwikkeling van emissiebestrijdingsapparatuur voor zware vrachtwagens met dieselmotor en het verband met de brandstofkwaliteit; dat de Commissie eveneens verslag moet uitbrengen over de ontwikkeling van specifieke milieuvriendelijke emissienormen voor motoren die lopen op brandstoffen zoals vloeibaar petroleumgas (LPG) en aardgas (NG);

Overwegende dat de grenswaarden voor 2005 en de desbetreffende testprocedure moeten worden vastgelegd in een richtlijn van het Europees Parlement en van de Raad op basis van een uiterlijk 31 december 1999 in te dienen voorstel van de Commissie;

Overwegende dat Richtlijn 88/77/EEG dienovereenkomstig moet worden gewijzigd,

HEBBEN DE VOLGENDE RICHTLIJN VASTGESTELD:

Artikel 1

Richtlijn 88/77/EEG wordt hierbij als volgt gewijzigd:

1. De titel wordt vervangen door de volgende:

„Richtlijn 88/77/EEG van de Raad van 3 december 1987 inzake maatregelen die moeten worden genomen tegen de uitstoot van verontreinigende gassen en deeltjes van dieselmotoren bestemd voor motorvoertuigen en de uitstoot van verontreinigende gassen van motoren met elektrische ontsteking die lopen op aardgas of vloeibaar petroleumgas en bestemd zijn voor voertuigen”.

2. Artikel 1 wordt vervangen door het volgende:

„Artikel 1

In de zin van deze richtlijn wordt verstaan onder:

- „voertuig”: een voertuig als gedefinieerd in deel A van bijlage II van Richtlijn 70/156/EEG, aangedreven door een diesel- of gasmotor, met uitzondering van voertuigen van categorie M₁.
- „diesel- of gasmotor”: de aandrijvingsbron van een voertuig waarvoor typegoedkeuring als technische eenheid, als gedefinieerd in artikel 2 van Richtlijn 70/156/EEG, kan worden verleend.”.

3. De bijlagen I tot en met VIII worden vervangen door de bijlage van deze richtlijn.

Artikel 2

1. Met ingang van 1 oktober 1999 mogen de lidstaten

- voor een type motorvoertuig aangedreven door een diesel- of gasmotor noch de EG-typegoedkeuring, noch de afgifte van het bij artikel 10 van Richtlijn 70/156/EEG van de Raad, als gewijzigd bij Richtlijn 87/403/EEG⁽¹⁾, bedoelde document, noch de nationale goedkeuring weigeren,
- noch de registratie, de verkoop of het in het verkeer brengen van dergelijke nieuwe voertuigen verbieden,
- noch de EG-typegoedkeuring voor een type diesel- of gasmotor weigeren,
- noch de verkoop of het gebruik van nieuwe diesel- of gasmotoren verbieden,

om redenen die verband houden met de uitstoot van verontreinigende gassen en deeltjes en de opaciteit van het uitlaatgas van een motor indien aan de desbetreffende voorschriften van de bijlage van Richtlijn 88/77/EEG als gewijzigd bij deze richtlijn is voldaan.

2. Met ingang van 1 oktober 2000:

- mogen de lidstaten de EG-typegoedkeuring niet meer verlenen noch het bij artikel 10 van Richtlijn 70/156/EEG, als gewijzigd bij Richtlijn 87/403/EEG bedoelde document afgeven, en
- moeten de lidstaten de nationale goedkeuring weigeren,

voor een type diesel- of gasmotor en een type door een diesel- of gasmotor aangedreven voertuig indien de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes en de opaciteit van de motor niet aan de in de tabellen van punt 6.2.1 van bijlage I van Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, genoemde grenswaarden voldoen.

⁽¹⁾ PB L 220 van 8.8.1987, blz. 44.

3. Met ingang van 1 oktober 2001 beschouwen de lidstaten:

- certificaten van overeenstemming van nieuwe voertuigen of nieuwe motoren overeenkomstig Richtlijn 70/156/EEG als niet meer geldig in de zin van artikel 7, lid 1, van die richtlijn en
- mogen zij de registratie, de verkoop of het in het verkeer brengen van nieuwe door een diesel- of gasmotor aangedreven voertuigen en de verkoop en het gebruik van nieuwe diesel- of gasmotoren verbieden,

indien de emissies van verontreinigde gassen en deeltjes en de opaciteit van de motor niet aan de in de tabellen van punt 6.2.1 van bijlage I van Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, genoemde grenswaarden voldoen.

Artikel 3

De lidstaten mogen alleen voor motoren die voldoen aan Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, fiscale stimuleringsmaatregelen vaststellen. Dergelijke maatregelen moeten voldoen aan de bepalingen van het Verdrag en aan de volgende voorwaarden:

- zij zijn van toepassing op alle nieuwe voertuigen die op de markt van een lidstaat worden gebracht, die eerder voldoen aan de terzake dienende verplichte grenswaarden die zijn aangegeven in rij A van de tabellen 1 en 2 en punt 6.2.1 van bijlage I van Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn;
- zij worden ingetrokken op het moment van de verplichte toepassing van de emissiegrenswaarden als vastgelegd in artikel 2, lid 3, voor nieuwe voertuigen;
- voor elk type voertuig belopen zij een bedrag dat lager ligt dan de extra kosten van de technische oplossing die moet worden aangebracht om te zorgen voor naleving van de in artikel 2, lid 3, genoemde waarden en de montage daarvan op het voertuig.

De Commissie wordt tijdig op de hoogte gesteld van het voornemen om de in het eerste lid bedoelde fiscale stimuleringsmaatregelen te nemen of te wijzigen zodat zij hierover opmerkingen kan maken.

Artikel 4

De Commissie doet uiterlijk twaalf maanden na de van krachtwordingsdatum van deze richtlijn, maar in ieder geval uiterlijk 31 december 1999 aan het Europees Parlement en de Raad voorstellen voor een verdere aanscher-

ping van de emissienormen voor voertuigen of motoren die onder deze richtlijn vallen.

In het voorstel wordt het volgende in aanmerking genomen:

- het evaluatieprogramma, uitvoerig omschreven in artikel 3 van Richtlijn . . . en artikel 9 van Richtlijn . . .;
- de ontwikkeling van emissiebestrijdingstechnologieën voor diesel- en gasmotoren, waarbij rekening moet worden gehouden met de onderlinge afhankelijkheid van dergelijke technologieën met de brandstofkwaliteit;
- de ontwikkeling van een mondiaal geharmoniseerde testcyclus voor typegoedkeuringsproeven;
- diagnostische boordsystemen (OBD) voor zware motoren;
- relevante duurzaamheidsbepalingen.

Het voorstel beoogt de totstandbrenging van een aanzienlijke verlaging van de uitstoot van verontreinigende stoffen voor wat betreft voertuigen en motoren die onder deze richtlijn vallen. De verlaagde grenswaarden worden niet vóór 1 oktober 2005 van toepassing op nieuwe typegoedkeuringen.

Artikel 5

1. De lidstaten doen de nodige wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen in werking treden om uiterlijk op 1 januari 1999 aan deze richtlijn te voldoen. Zij stellen de Commissie daarvan onverwijld in kennis.

Wanneer de lidstaten deze bepalingen aannemen, wordt in deze bepalingen naar de onderhavige richtlijn verwezen of wordt hiernaar verwezen bij de officiële bekendmaking van die bepalingen. De regels voor deze verwijzing worden vastgesteld door de lidstaten.

2. De lidstaten delen de Commissie de tekst van de belangrijkste bepalingen van intern recht mede die zij op het onder deze richtlijn vallende gebied vaststellen.

Artikel 6

De richtlijn treedt in werking op de twintigste dag na haar bekendmaking in het *Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen*.

Artikel 7

Deze richtlijn is gericht tot de lidstaten.

BIJLAGE

INHOUD

	<i>Bladzijde</i>
BIJLAGE I TOEPASSINGSGEBIED EN DEFINITIES	8
1. Toepassingsgebied	8
2. Definities en afkortingen	8
3. Aanvraag van EG-goedkeuring	13
4. EG-goedkeuring	14
5. Merktekens op de motor	17
6. Specificaties en proeven	18
7. Montage in het voertuig	19
8. Motorfamilie	19
9. Overeenstemming van de productie	21
Aanhangsel 1 Procedure voor controle van de overeenstemming van de productie wanneer de standaarddeviatie aanvaardbaar is	24
Aanhangsel 2 Procedure voor controle van de overeenstemming van de productie wanneer de standaarddeviatie niet aanvaardbaar of niet beschikbaar is	26
Aanhangsel 3 Procedure voor controle van de overeenstemming van de productie op verzoek van de fabrikant	28
BIJLAGE II INLICHTINGENFORMULIER	30
Aanhangsel 1 Essentiële eigenschappen van de (ouder) motor en gegevens over de uitvoering van de proef	31
1. Beschrijving van de motor	31
2. Voorzieningen tegen luchtverontreiniging	32
3. Brandstoftoevoer	33
4. Klepafstelling	36
5. Ontstekingsstelsel (alleen motoren met elektrische ontsteking)	36
6. Met de motor aangedreven hulpapparatuur	36
7. Bijkomende gegevens over testvoorwaarden	37
8. Motorprestaties	38
Aanhangsel 2 Essentiële eigenschappen van de motorfamilie	40
1. Gemeenschappelijke parameters	40
2. Gegevens van de motorfamilie	40
Aanhangsel 3 Essentiële eigenschappen van het motortype binnen de familie	42
1. Beschrijving van de motor	42
2. Voorzieningen tegen luchtverontreiniging	43
3. Brandstoftoevoer	44
4. Klepafstelling	47
5. Ontstekingsstelsel (alleen motoren met elektrische ontsteking)	47
Aanhangsel 4 Eigenschappen van de met de motor samenhangende voertuigonderdelen	48
BIJLAGE III TESTPROCEDURE	49
1. Inleiding	49
2. Testvoorwaarden	50
Aanhangsel 1 ESC- en ELR-testcyclus	52
1. Motor- en dynamometerafstelling	52
2. Uitvoering van de ESC-proef	53
3. ELR-testcyclus	53
4. Berekening van de gasvormige emissies	57

	<i>Bladzijde</i>
5. Berekening van de deeltjesemissie	60
6. Berekening van de rookwaarden	62
Aanhangsel 2 ETC-testcyclus	64
1. Procedure voor bepaling van de motorkarakteristiek	64
2. De referentietestcyclus	64
3. Uitvoering van de emissiemeetcyclus	65
4. Berekening van de gasvormige emissies	69
5. Berekening van de deeltjesemissie	73
Aanhangsel 3 ETC-motor-dynamometerschema	75
Aanhangsel 4 Metingen en bemonsteringsprocedures	85
1. Inleiding	85
2. Dynamometer en meetcelapparatuur	85
3. Bepaling van de gasvormige bestanddelen	86
4. Bepaling van de deeltjes	88
5. Bepaling van de rookwaarde	90
Aanhangsel 5 Kalibreringsprocedure	92
1. Kalibrering van de analytische instrumenten	92
2. Kalibrering van het CVS-systeem	98
3. Kalibrering van het deeltjesmeetsysteem	100
4. Kalibrering van de opaciteitmeetaapparatuur	101
BIJLAGE IV TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DE VOOR DE GOEDKEURINGSTEST VOORGESCHREVEN REFERENTIEBRANDSTOFFEN EN CONTROLE VAN DE OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE	102
1. Dieselbrandstof	102
2. Aardgas (NG)	103
3. Vloeibaar petroleumgas (LPG)	104
BIJLAGE V Analyse- en bemonsteringssystemen	105
1. Bepaling van de gasvormige emissies	105
2. Uitlaatgasverduunning en bepaling van de deeltjesconcentratie	112
3. Rookwaardebepaling	127
BIJLAGE VI EG-TYPEGOEDKEURINGSFORMULIER	131
BIJLAGE VII VOORBEELD VAN DE BEREKENINGSMETHODE	133
FIGUURINDEX	
<i>Figuur 1</i> Specifieke definities van testcycli	10
<i>Figuur 2</i> Schematische voorstelling van beproeving van de overeenstemming van de productie ..	23
<i>Figuur 3</i> Verloop van de ELR-test	56
<i>Figuur 4</i> Interpolatie van het NO _x -controlepunt	59
<i>Figuur 5</i> ETC-dynamometerschema	84
<i>Figuur 6</i> Schema voor de controle van de doelmatigheid van de NO ₂ -omzetter	95
<i>Figuur 7</i> Stroomdiagram van een systeem voor de analyse van CO, CO ₂ , NO _x en CH in het ruwe uitlaatgas	105
<i>Figuur 8</i> Stroomdiagram van een systeem voor de analyse van CO, CO ₂ , NO _x en CH in het verdunde uitlaatgas	106
<i>Figuur 9</i> Stroomdiagram voor methaananalyse (GC-methode)	109
<i>Figuur 10</i> Stroomdiagram voor de analyse van methaan met de niet-methaan cuttermethode (NMC)	111

Bladzijde

<i>Figuur 11</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering (regeling van SB)	113
<i>Figuur 12</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering (regeling van PB)	113
<i>Figuur 13</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met meting van CO ₂ - of NO _x -concentratie en deelbemonstering	114
<i>Figuur 14</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met meting van de CO ₂ -concentratie, koolstofbalans en totale bemonstering	114
<i>Figuur 15</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met één venturi, meting van de concentratie en deelbemonstering	115
<i>Figuur 16</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met twee venturi's of twee openingen, meting van de concentratie en deelbemonstering	116
<i>Figuur 17</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met scheiding door verscheidene buisjes, meting van de concentratie en deelbemonstering	117
<i>Figuur 18</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met stroomregeling en totale bemonstering	118
<i>Figuur 19</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met stroomregeling en deelbemonstering	118
<i>Figuur 20</i>	Volledige-stroomverduunningssysteem	122
<i>Figuur 21</i>	Deeltjesbemonsteringssysteem	125
<i>Figuur 22</i>	Dubbele-verduunningssysteem (alleen volledige-stroomsysteem)	125
<i>Figuur 23</i>	Volledige-stroomopaciteitmeter	128
<i>Figuur 24</i>	Partiële-stroomopaciteitmeter	129

TABELINDEX

<i>Tabel 1</i>	Grenswaarden voor dieselmotoren — ESC- en ELR-test	18
<i>Tabel 2</i>	Grenswaarden voor diesel- en gasmotoren — ETC-test	19
<i>Tabel 3</i>	Aantallen monsters met een positief en een negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 1	25
<i>Tabel 4</i>	Aantallen met een positief en negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 2	27
<i>Tabel 5</i>	Aantallen met een positief en negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 3	29
<i>Tabel 6</i>	Regressierechtetoleranties	68
<i>Tabel 7</i>	Bij de regressieanalyse toegestaan schrappen van punten	69
<i>Tabel 8</i>	Nauwkeurigheid van de meetinstrumenten	85
<i>Tabel 9</i>	Aanbevolen filterbelastingen	89

BIJLAGE I

TOEPASSINGSGEBIED, DEFINITIES EN AFKORTINGEN, AANVRAAG VAN
EG-TYPEGOEDKEURING, SPECIFICATIES EN TESTS EN OVEREENSTEMMING
VAN DE PRODUCTIE

1. TOEPASSINGSGEBIED

Deze richtlijn is van toepassing op verontreinigende gassen en deeltjes van alle motorvoertuigen uitgerust met motoren met compressieontstekingen en op verontreinigende gassen van alle motorvoertuigen uitgerust met motoren met elektrische ontsteking die op aardgas of LPG lopen en op motoren met compressieontsteking en elektrische ontsteking als omschreven in artikel 1, met uitzondering van die voertuigen van categorie N₁, N₂ en M₂ waarvoor typegoedkeuring is verleend krachtens Richtlijn 70/220/EEG ⁽¹⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 96/44/EG ⁽²⁾.

2. DEFINITIES EN AFKORTINGEN

In deze richtlijn wordt verstaan onder:

- 2.1. *testcyclus*: een opeenvolging van testpunten, elk bij een bepaald toerental en koppel van de motor in statische toestand (ESC-test) of veranderende bedrijfsomstandigheden (ETC- en ELR-test);
- 2.2. *goedkeuring van een motor (motorfamilie)*: de goedkeuring van een motortype (motorfamilie) met betrekking tot het emissieniveau van verontreinigde gassen en deeltjes;
- 2.3. *dieselmotor*: een motor die werkt volgens het principe van compressieontsteking;
gasmotor: een motor die loopt op aardgas (NG) of LPG;
- 2.4. *motortype*: een categorie motoren waarvan de essentiële aspecten, zoals de motoreigenschappen als gedefinieerd in bijlage II van deze richtlijn, onderling niet verschillen;
- 2.5. *motorfamilie*: een door de fabrikant aangegeven groep motoren waarvan op grond van het ontwerp als gedefinieerd in bijlage II, aanhangsel 2, van deze richtlijn wordt verwacht dat ze vergelijkbare uitlaatmissie-eigenschappen hebben; alle leden van de familie moeten voldoen aan de van toepassing zijnde emissiegrenswaarden;
- 2.6. *oudermotor*: een motor die op zodanige wijze uit de motorfamilie is gekozen dat de emissie-eigenschappen representatief voor die motorfamilie zijn;
- 2.7. *verontreinigende gassen*: koolmonoxide, koolwaterstoffen (uitgaande van een verhouding van CH_{1,85} voor diesel, CH_{2,525} voor LPG en CH_{2,93} voor NG (NMCH)), methaan (uitgaande van een verhouding van CH₄ voor NG) en stikstofoxiden, waarbij laatstgenoemde kunnen worden uitgedrukt in stikstofdioxide (NO₂)-equivalent;
verontreinigende deeltjes: materiaal dat verzameld wordt op een gespecificeerd filter medium na verdunning van het uitlaatgas met schone gefilterde lucht zodat de temperatuur niet meer dan 325 K (52 °C) bedraagt;
- 2.8. *rook*: deeltjes die in de uitlaatstroom van een dieselmotor zweven die licht absorberen, weerkaatsen of breken;

⁽¹⁾ PB L 76 van 6.4.1970, blz. 1.

⁽²⁾ PB L 210 van 20.8.1996, blz. 25.

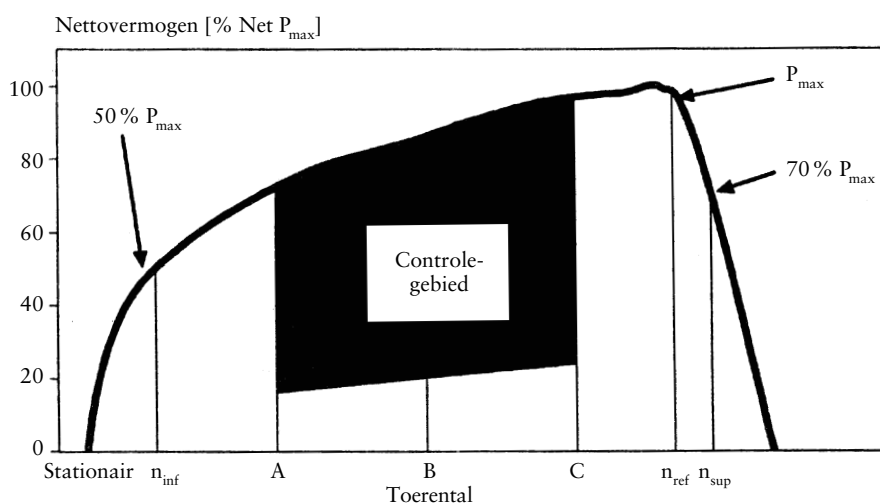
- 2.9. *nettovermogen*: het vermogen in kW (EG) vastgesteld op een proefbank aan het eind van de krukas of het equivalent gemeten overeenkomstig de EG-methode voor meting van vermogen als beschreven in Richtlijn 80/1269/EEG ⁽¹⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/EEG ⁽²⁾;
- 2.10. *opgegeven maximumvermogen (P_{max})*: het maximumvermogen in kW (nettovermogen) (EG) als opgegeven door de fabrikant in de aanvraag voor typegoedkeuring;
- 2.11. *procentuele belasting*: het deel van het maximum beschikbare koppel bij een bepaald motortoerental;
- 2.12. *ESC-test*: een testcyclus bestaande uit 13 statische toestanden die tot stand moeten worden gebracht overeenkomstig punt 6.2 van deze bijlage;
- 2.13. *ELR-test*: een testcyclus bestaande uit een opeenvolging van verschillende belastingen bij constant motortoerental overeenkomstig punt 6.2 van deze bijlage;
- 2.14. *ETC-test*: een testcyclus bestaande uit 1 800 per seconde verschillende overgangstoestanden overeenkomstig punt 6.2 van deze bijlage;
- 2.15. *bedrijfsmotortoerentalgebied*: het motortoerentalgebied dat het meest frequent voorkomt tijdens het bedrijf van de motor in de praktijk, hetgeen tussen het lage en het hoge toerental, als vermeld in bijlage III van deze richtlijn, ligt;
- 2.16. *laag toerental (n_{lo})*: het laagste motortoerental waarbij 50 % van het opgegeven maximumvermogen wordt ontwikkeld;
- 2.17. *hoog toerental (n_{hi})*: het hoogste motortoerental waarbij 70 % van het opgegeven maximumvermogen wordt ontwikkeld;
- 2.18. *motortoerentallen A, B en C*: de beproevingstoerentallen binnen het bedrijfsmotortoerentalgebied die worden gebruikt voor de ESC-test en de ELR-test overeenkomstig aanhangsel 1 van bijlage III van deze richtlijn;
- 2.19. *meetgebied*: het gebied tussen de motortoerentallen A en C en tussen een belasting van 25 en 100 %;
- 2.20. *referentietoerental (n_{ref})*: 100 % van het toerental dat wordt gebruikt om de relatieve toerentalwaarden bij de ETC-test te denormaliseren overeenkomstig aanhangsel 2 van bijlage III van deze richtlijn;
- 2.21. *opaciteitsmeter*: een instrument ontworpen om de dichtheid van de rookdeeltjes te meten door middel van het lichtuitdovingsbeginsel;
- 2.22. *NG-gasgebied*: een van de H- of L-gebieden als gedefinieerd in Euro-norm 437 van november 1993;
- 2.23. *zelfaanpassend vermogen*: een motoronderdeel waarmee de lucht/brandstofverhouding constant kan worden gehouden;
- 2.24. *herkalibrering*: een fijnafstelling van een NG-motor om te zorgen voor dezelfde prestaties (vermogen, brandstofverbruik) bij een aardgas uit een ander gebied;
- 2.25. *Wobbe-index (onderste W_l of bovenste W_u)*: de verhouding tussen de overeenkomstige calorische waarde van een gas per eenheid volume en de tweedemachtswortel van de relatieve dichtheid onder dezelfde referentieomstandigheden
- $$W = H_{gas} \times \sqrt{Q_{air} / Q_{gas}}$$
- 2.26. *λ -verschuivingsfactor (S_λ)*: een uitdrukking die de vereiste flexibiliteit van het motorregelsysteem beschrijft voor wat betreft een verandering van de verhouding λ (overmaat lucht) indien de motor op een brandstof loopt met een gassenstelling die anders is dan puur methaan (zie bijlage VII voor de berekening van S_λ).

⁽¹⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽²⁾ PB L 238 van 15.8.1989, blz. 43.

Figuur 1

Specifieke definities van testcycli



2.27. Symbolen en afkortingen

2.27.1. Symbolen voor testparameters

Symbool	Eenheid	Term
A _P	m ²	Oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de isokinetische bemonsteringssonde
A _T	m ²	Oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de uitlaatpijp
CE _E	—	Ethaanrendement
CE _M	—	Methaanrendement
C1	—	Koolstof-1-equivalent koolwaterstof
conc	ppm/(vol %)	Index die de concentratie aangeeft
D ₀	m ³ /s	Intercept van de PDP-kalibreringsfunctie
DF	—	Verdunningsfactor
D	—	Bessel-functieconstante
E	—	Bessel-functieconstante
E _Z	g/kWh	Geïnterpoleerde NO _x -emissie van het controlepunt
f _a	—	Atmosferische factor van het laboratorium
f _c	s ⁻¹	Afsnijfrequentie van het Bessel-filter
F _{FH}	—	Brandstofs specifieke factor voor de berekening van de natte concentratie uit de droge concentratie
F _S	—	Stoichiometrische factor
G _{AIRW}	kg/h	Luchtmassastroom bij de inlaat op natte basis
G _{AIRD}	kg/h	Luchtmassastroom bij de inlaat op droge basis
G _{DILW}	kg/h	Verdunningsluchtmassastroom op natte basis
G _{EDFW}	kg/h	Equivalente verdunde uitlaatgasmassastroom op natte basis
G _{EXHW}	kg/h	Uitlaatgasmassastroom op natte basis
G _{FUEL}	kg/h	Brandstofmassastroom

Symbol	Eenheid	Term
G_{TOTW}	kg/h	Verdunde uitlaatgas massastroom op natte basis
H	MJ/m ³	Calorische waarde
H_{REF}	g/kg	Referentiewaarde van de absolute vochtigheid (10,71 g/kg)
H_a	g/kg	Absolute vochtigheid van de inlaatlucht
H_d	g/kg	Absolute vochtigheid van de verdunningslucht
HTCRAT	mol/mol	Verhouding waterstof-koolstof
i	—	Index die een afzonderlijke toestand aangeeft
K	—	Bessel-constante
k	m ⁻¹	Lichtabsorptiecoëfficiënt
$K_{H,D}$	—	Vochtigheidscorrectiefactor voor NO _x bij dieselmotoren
$K_{H,G}$	—	Vochtigheidscorrectiefactor voor NO _x bij gasmotoren
K_V		CFV-kalibreringsfunctie
$K_{W,a}$	—	Droog-natcorrectiefactor voor de inlaatlucht
$K_{W,d}$	—	Droog-natcorrectiefactor voor de verdunningslucht
$K_{W,e}$	—	Droog-natcorrectiefactor voor het verdunde uitlaatgas
$K_{W,r}$	—	Droog-natcorrectiefactor voor het ruwe uitlaatgas
L	%	Percentage van het koppel ten opzichte van het maximumkoppel bij een bepaald toerental tijdens de proef
L_a	m	Effectieve optische weglengte
m		Helling van de PDP-kalibreringsfunctie
mass	g/h of g	Index die de emissiemassastroom aangeeft
M_{DIL}	kg	Massa van een monster verdunningslucht dat door het deeltjesbemonsteringsfilter wordt gevoerd
M_d	mg	Massa van het deeltjesmonster in de verdunningslucht
M_f	mg	Massa van het verzamelde deeltjesmonster
$M_{f,p}$	mg	Massa van het deeltjesmonster, verzameld op het primaire filter
$M_{f,b}$	mg	Massa van het deeltjesmonster, verzameld op het secundaire filter
M_{SEC}	kg	Massa van het verdunde uitlaatgasmonster dat door het deeltjesbemonsteringsfilter wordt gevoerd
M_{SEC}	kg	Massa van de secundaire verdunningslucht
M_{TOTW}	kg	Totale CVS-massa over de cyclus op natte basis
$M_{TOTW,i}$	kg	Momentane CVS-massa op natte basis

Symbool	Eenheid	Term
N	%	Opaciteit
N_p	—	Totaal aantal omwentelingen van de PDP gedurende de cyclus
$N_{p,i}$	—	Omwentelingen van de PDP gedurende een tijdsinterval
n	min^{-1}	Motortoerental
n_p	s^{-1}	PDP-toerental
n_{hi}	min^{-1}	Hoog motortoerental
n_{lo}	min^{-1}	Laag motortoerental
n_{ref}	min^{-1}	Referentiemotortoerental voor de ETC-test
p_a	kPa	Verzadigde dampdruk van de motorinlaatlucht
P_A	kPa	Absolute druk
p_B	kPa	Totale luchtdruk
p_d	kPa	Verzadigde dampdruk van de verdunningslucht
p_s	kPa	Droge luchtdruk
p_1	kPa	Drukval bij de pompinlaat
$P(a)$	kW	Door de voor de test aangebrachte hulpapparatuur afgenomen vermogen
$P(b)$	kW	Door de voor de test te verwijderen hulpapparatuur afgenomen vermogen
$P(n)$	kW	Niet-gecorrigeerd nettovermogen
$P(m)$	kW	Op de proefbank gemeten vermogen
Ω	—	Bessel-constante
Q_s	m^3/s	CVS-volumestroom
q	—	Verdunningsverhouding
r	—	Verhouding tussen de dwarsdoorsnede van de isokinetische sonde en de uitlaatpijp
R_a	%	Relatieve vochtigheid van de inlaatlucht
R_d	%	Relatieve vochtigheid van de verdunningslucht
R_f	—	FID-responsiefactor
ρ	kg/m^3	Dichtheid
S	kW	Dynamometerinstelling
S_i	m^{-1}	Momentane rookwaarde
S_λ		λ -verschuivingsfactor
T	K	Absolute temperatuur
T_a	K	Absolute temperatuur van de inlaatlucht
t	s	Meettijd
t_e	s	Elektrische responsietijd
t_f	s	Filterresponsietijd voor een Bessel-functie
t_p	s	Fysische responsietijd
Δt	s	Tijdsinterval tussen opeenvolgende rookgegevens (l/bemonsteringsgraad)
Δt_i	s	Tijdsinterval voor momentane CFV-stroom
τ	%	Transmissie door de rook

Symbol	Eenheid	Term
V_0	m^3/omw	PDP-volumestroom onder werkelijke omstandigheden
W	—	Wobbe-index
W_{act}	kWh	Werkelijke cyclusarbeid van de ETC
W_{ref}	kWh	Referenticyclusarbeid van de ETC
WF	—	Wegingsfactor
WF_E	—	Effectieve wegingsfactor
X_0	m^3/oms	Kalibreringsfunctie van de PDP-volumestroom
Y_i	m^{-1}	Bessel-gemiddelde rookwaarde over 1 seconde

2.27.2. *Symbolen voor chemische bestanddelen*

CH ₄	Methaan
C ₂ H ₆	Ethaan
C ₃ H ₈	Propaan
CO	Koolstofmonoxide
DOP	Di-octylphtalaat
CO ₂	Koolstofdioxide
HC	Koolwaterstoffen
NMHC	Niet-methaanhoudende koolwaterstoffen
NO _x	Stikstofoxiden
NO	Stikstifmonoxiden
NO ₂	Stikstofdioxide
PT	Deeltjes

2.27.3. *Afkortingen*

CFV	Kritische stroom venturi
CLD	Chemiluminescentie-detector
ELR	Europese belastingsresponsiecyclus
ESC	Europese statistische-toestandcyclus
ETC	Europese transiënte cyclus
FID	Vlamionisatiedetector
GC	Gaschromatograaf
HCLD	Verwarmde chemiluminescentiedetector
HFID	Verwarmde vlamionisatiedetector
LPG	Vloeibaar petroleumgas
NDIR	Niet-dispersieve infrarood-analysator
NG	Aardgas
NMC	Aardgas
NMC	Niet-methaancutter

3. AANVRAAG VAN EG-GOEDKEURING

3.1. Aanvraag van EG-goedkeuring voor een type motor of motorfamilie als technische eenheid

3.1.1. De aanvraag van EG-goedkeuring voor een motortype of motorfamilie met betrekking tot het emissieniveau van verontreinigende gassen en deeltjes bij dieselmotoren en met betrekking tot het emissieniveau van verontreinigende gassen bij gasmotoren moet worden ingediend door de motorfabrikant of door zijn naar behoren geaccrediteerde vertegenwoordiger.

3.1.2. De aanvraag dient vergezeld te gaan van de onderstaande documenten in drievoud en van de volgende bijzonderheden:

3.1.2.1. een beschrijving van het motortype of motorfamilie, indien van toepassing, met de gegevens als bedoeld in bijlage II van deze richtlijn die voldoen aan de voorschriften van artikel 9 bis van Richtlijn 70/156/EEG.

- 3.1.3. Er dient een motor die voldoet aan de in bijlage II beschreven eigenschappen van het „motortype” of de „oudermotor” aan de voor de uitvoering van de in punt 6 gedefinieerde goedkeuringsproeven verantwoordelijke technische dienst aangeboden te worden.
- 3.2. **Aanvraag van EG-goedkeuring voor een voertuigtype voor wat betreft de motor**
- 3.2.1. De goedkeuringsaanvraag van een voertuig met betrekking tot de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes door een dieselmotor of motorfamilie en met betrekking tot het emissieniveau van verontreinigende gassen door de gasmotor of -motorfamilie moet worden ingediend door de voertuigfabrikant of zijn naar behoren geaccrediteerde vertegenwoordiger.
- 3.2.2. Het dient vergezeld te gaan van het in het onderstaande genoemde document in drievoud en van de volgende gegevens:
- 3.2.2.1. een beschrijving van het voertuigtype en van de met de motor verband houdende voertuigonderdelen en van het motortype of de motorfamilie, indien van toepassing, met de gegevens als bedoeld in bijlage II, tezamen met de documentatie die nodig is in verband met de toepassing van artikel 3 van Richtlijn 70/156/EEG.
- 3.3. **Aanvraag van EG-goedkeuring voor een voertuigtype met een goedgekeurde motor**
- 3.3.1. De goedkeuringsaanvraag van een voertuig met betrekking tot de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes van een dieselmotor of -motorfamilie en met betrekking tot het emissieniveau van verontreinigende gassen door de gasmotor of -motorfamilie moet worden ingediend door de voertuigfabrikant of zijn naar behoren geaccrediteerde vertegenwoordiger.
- 3.3.2. Het dient vergezeld te gaan van de in het onderstaande genoemde document in drievoud en van de volgende gegevens:
- 3.3.2.1. een beschrijving van het voertuigtype en van de met de motor verband houdende voertuigonderdelen met de gegevens als bedoeld in bijlage II, indien van toepassing, en eventueel een kopie van het EG-goedkeuringsformulier (bijlage VI) voor de motor of motorfamilie als technische eenheid die in het voertuigtype is gemonteerd, tezamen met de documentatie die noodzakelijk is in verband met de toepassing van artikel 3 van Richtlijn 70/156/EEG.
4. **EG-GOEDKEURING**
- 4.1. **Verlening van universele EG-goedkeuring voor wat betreft de brandstof**
- EG-goedkeuring voor een universele brandstof wordt verleend afhankelijk van de volgende voorwaarden:
- 4.1.1. In geval van dieselbrandstof moet de oudermotor voldoen aan de voorschriften van deze richtlijn betreffende de referentiebrandstof die zijn aangegeven in bijlage IV.
- 4.1.2. In geval van aardgas moet worden aangetoond dat de oudermotor zich kan aanpassen aan alle brandstofsamenstellingen die op de markt voorhanden kunnen zijn. In geval van aardgas zijn er over het algemeen twee typen brandstof: brandstof met een hoge verbrandingswaarde (H-gas) en brandstof met een lage verbrandingswaarde (L-gas), maar met aanzienlijk veel variatie binnen beide gebieden; ze verschillen significant in hun energie-inhoud uitgedrukt door de Wobbe-index en in hun λ -verschuivingsfactor „ S_{λ} ”. De formules voor de berekening van de Wobbe-index en S_{λ} zijn vermeld in de punten 2.25 en 2.26. De samenstelling van de referentiebrandstoffen vormt een weergave van deze parameters. De oudermotor moet voldoen aan de voorschriften van deze richtlijn voor de referentiebrandstoffen G20 en G25, als aangegeven in bijlage IV, waarbij de brandstoftoevoer tussen de twee proeven niet opnieuw mag worden afgesteld. De motor mag zich echter gedurende een ETC-cyclus aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de oude motor zijn ingelopen volgens de procedure van punt 3 van aanhangsel 2 van bijlage III.
- 4.1.3. In geval van een motor die loopt op aardgas en die zichzelf aanpast aan H-gassen enerzijds en L-gassen anderzijds en die kan worden overgeschakeld van H-gebied op L-gebied met behulp van een schakelaar moet de oudermotor worden beproefd met de twee relevante referentiebrandstoffen als aangegeven in bijlage IV voor elk gebied, en elke stand van de schakelaar. De brandstoffen zijn G20-brandstof en G23 (brandstof 2) voor het H-gasgebied en G23 (brandstof 1) en G25 (brandstof 2) voor het L-gasgebied. De oudermotor moet voldoen aan de voorschriften van deze richtlijn in beide standen van de schakelaar zonder enige tussentijdse afstelling van het brandstofsysteem tussen beide testen bij elke stand van de

schakelaar. De motor mag zich echter gedurende een ETC-cyclus aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de oude motor zijn ingelopen volgens de procedure van punt 3 van aanhangsel 2 van bijlage III.

4.1.3.1. Op verzoek van de fabrikant mag de motor getest worden met een derde brandstof (brandstof 3) indien de verschuivingsfactor S_{λ} tussen die van de brandstof van G20 en G25 ligt, b. v. wanneer brandstof 3 een op de markt verkrijgbare brandstof is. De resultaten van deze test mogen worden gebruikt als basis voor de beoordeling van de overeenstemming van de productie.

4.1.3.2. De verhouding van de emissieresultaten „r” moet voor elke verontreinigde stof als volgt worden bepaald:

$$r = \frac{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 2}}{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 1}}$$

of

$$r_a = \frac{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 2}}{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 3}}$$

en

$$r_b = \frac{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 1}}{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 3}}$$

4.1.4. In geval van LPG moet worden aangetoond dat de oudermotor zich kan aanpassen aan alle brandstofsamenstellingen die zich op de markt kunnen voordoen. In geval van LPG zijn de variaties in de samenstelling C3/C4. Deze variaties komen tot uiting in de referentiebrandstoffen. De oudermotor moet voldoen aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen A en B als aangegeven in bijlage IV zonder enige tussentijdse afstelling van het brandstofsysteem tussen beide proeven.

De motor mag zich echter gedurende een ETC-cyclus aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de oude motor zijn ingelopen volgens de procedure van punt 3 van aanhangsel 2 van bijlage III.

4.1.4.1. De verhouding van de emissieresultaten „r” moet voor elke verontreinigde stof als volgt worden bepaald:

$$r = \frac{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 2}}{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 1}}$$

4.2. Verlening van EG-goedkeuring voor een beperkt aantal brandstoffen

Met de huidige stand van de technologie is het niet mogelijk om armmengselaardgasmotoren zelfaanpassend te maken. Desalniettemin bieden deze motoren een rendement- en CO₂-emissievoordeel. Indien een gebruiker kan rekenen op de leverantie van brandstof van uniforme samenstelling, kan hij kiezen voor een armmengselmotor. Een dergelijke motor zou kunnen worden goedgekeurd met een brandstofbeperking. In het belang van de internationale harmonisatie wordt het echter wenselijk geacht dat een exemplaar van een dergelijke motor internationaal wordt goedgekeurd. Goedkeuringsvarianten met een brandstofbeperking moeten dan identiek zijn, behalve voor wat betreft de inhoud van het gegevensbestand van de ECU van het brandstofsysteem, en onderdelen als het brandstofsysteem (zoals de inspuitskoppen) die moeten worden aangepast aan de verschillende brandstofstromen.

EG-goedkeuring voor een beperkt aantal brandstoffen wordt verleend afhankelijk van de volgende voorwaarden:

4.2.1. *Goedkeuring voor wat betreft de uitlaatemissies van een motor die op aardgas loopt en is bestemd voor hetzij H-gassen hetzij L-gassen*

De oudermotor moet worden getest met de twee relevante referentiebrandstoffen als aangegeven in bijlage VI voor het desbetreffende gebied; de brandstoffen zijn G20 (brandstof 1) en G23 (brandstof 2) voor het H-gasgebied en G23 (brandstof 1) en G25 (brandstof 2) voor het L-gasgebied. De oudermotor moet voldoen aan de emissievoorschriften zonder tussentijdse afstelling van een brandstofsysteem tussen beide proeven. De motor mag zich echter gedurende een ETC-cyclus aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de oude motor zijn ingelopen volgens de procedure van punt 3 van aanhangsel 2 van bijlage III.

- 4.2.1.1. Op verzoek van de fabrikant mag de proef met een derde brandstof (brandstof 3) worden uitgevoerd indien de Wobbe-index tussen die van de brandstoffen G20 en G23 ligt c. q. G23 en G25 bijvoorbeeld wanneer brandstof 3 een op de markt beschikbare brandstof is. De resultaten van deze test mogen worden gebruikt als basis voor de beoordeling van de overeenstemming van de productie.
- 4.2.1.2. De verhouding van de emissieresultaten „r” moet voor elke verontreinigde stof als volgt worden bepaald:
- $$r = \frac{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 2}}{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 1}}$$
- of
- $$r_a = \frac{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 2}}{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 3}}$$
- en
- $$r_b = \frac{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 1}}{\text{emissieresultaat met referentiebrandstof 3}}$$
- 4.2.1.3. Bij aflevering aan de afnemer moet de motor voorzien zijn van een etiket waarop het gasgebied is aangegeven waarvoor de motor is goedgekeurd.
- 4.2.2. *Goedkeuring voor wat betreft uitlaatemissies van een motor die loopt op aardgas of LPG en is bestemd voor een bepaalde brandstofsamenstelling*
- 4.2.2.1. De oudermotor moet voldoen aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen G20 en G25 in geval van aardgas en de referentiebrandstoffen A en B in geval van LPG, als aangegeven in bijlage IV. Tussen de proeven mag het brandstofsysteem worden bijgesteld. Deze fijnafstelling bestaat uit rekalinbrering van het brandstofgegevensbestand zonder wijziging van het basisregelsysteem of de basisopzet van het gegevensbestand. Indien nodig mogen onderdelen die rechtstreeks verband houden met de brandstofstroom (zoals inspuitskoppen) worden vervangen. De motor moet met beide brandstoffen hetzelfde vermogen afgeven.
- 4.2.2.2. Indien de fabrikant dit wenst mag de motor worden getest met de referentiebrandstoffen G20 en G23 of G23 en G25 in welk geval de typegoedkeuring slechts geldig is voor respectievelijk het H-gasgebied of het L-gasgebied.
- 4.2.2.3. Bij aflevering aan de afnemer moet de motor voorzien zijn van een etiket waarop is vermeld voor welke brandstofsamenstelling de motor is gekalibreerd.
- 4.3. **Goedkeuring voor wat betreft uitlaatemissie van een lid van een motorfamilie**
- 4.3.1. Met uitzondering van het in punt 4.3.2 genoemde geval geldt de goedkeuring van een oudermotor voor alle familieleden zonder verdere beproeving, voor alle brandstofsamenstellingen binnen het brandstofgebied waarvoor de oudermotor is goedgekeurd (in geval van de in punt 4.2.2 beschreven motoren) of hetzelfde brandstofgebied (in geval van in punt 4.1. of 4.2 beschreven motoren) waarvoor de oudermotor is goedgekeurd.
- 4.3.2. *Secundaire proefmotor*
- In geval van een aanvraag van goedkeuring van een motor, of een voertuig voor wat betreft de motor, waarbij de motor tot een motorfamilie behoort, en indien de goedkeuringsinstantie bepaalt dat voor wat betreft de gekozen oudermotor de ingediende aanvraag niet volledig representatief is voor de motorfamilie als gedefinieerd in aanhangsel 1 van bijlage I, kan een andere en zonedig een extra referentietestmotor worden geselecteerd door de goedkeuringsinstantie en worden beproefd.
- 4.4. **Goedkeuringsformulier**
- Een formulier dat overeenkomt met het model van bijlage VI wordt bij goedkeuring afgegeven als bedoeld in de punten 3.1, 3.2 en 3.3.

5. MERKTEKENS OP DE MOTOR
- 5.1. De als technische eenheid goedgekeurde motor moet zijn voorzien van:
- 5.1.1. het handelsmerk of handelsnaam van de fabrikant van de motor;
- 5.1.2. de handelsbeschrijving van de fabrikant;
- 5.1.3. het EG-typegoedkeuringsnummer voorafgegaan door de kenletter(s) van het land dat de EG-goedkeuring heeft verleend ⁽¹⁾.
- 5.1.4. In geval van een NG-motor moet een van de volgende merktekens na het EG-typegoedkeuringsnummer worden geplaatst:
- H bij een motor goedgekeurd en gekalibreerd voor het H-gasgebied;
 - L bij een motor goedgekeurd en gekalibreerd voor het L-gasgebied;
 - HL voor een motor goedgekeurd en gekalibreerd voor zowel het H-gas- als het L-gasgebied;
 - H_r bij een motor goedgekeurd en gekalibreerd voor een specifieke gassenstelling in het H-gasgebied of aanpasbaar aan een ander specifiek gas in het H-gasgebied door fijnafstelling van het brandstofsysteem van de motor;
 - L_r bij een motor goedgekeurd en gekalibreerd voor een specifieke gassenstelling in het L-gasgebied en aanpasbaar aan een ander specifiek gas in het L-gasgebied door fijnafstelling van het brandstofsysteem van de motor;
 - HL_r bij een motor goedgekeurd en gekalibreerd voor een specifieke gassenstelling in zowel het H-gas- als het L-gasgebied en aanpasbaar aan een ander specifiek gas in zowel het H-gas- als het L-gasgebied door fijnafstelling van het brandstofsysteem van de motor.
- 5.1.5. *Plaatjes*
- In geval van voor NG en LPG geschikte motoren met een goedkeuring voor een beperkt aantal brandstoffen zijn de volgende plaatjes van toepassing:
- 5.1.5.1. Inhoud
- De volgende gegevens moeten worden verstrekt:
- In geval van punt 4.2.1.2 staat op het plaatje „ALLEEN VOOR GEBRUIK MET AARDGAS – H-GEBIED”. „H” wordt eventueel vervangen door „L”.
- In geval van punt 4.2.2.3 staat op het plaatje „ALLEEN VOOR GEBRUIK MET AARDGAS, SPECIFICATIE . . .” of „ALLEEN VOOR GEBRUIK MET LPG, SPECIFICATIE . . .”. Alle gegevens in de desbetreffende tabel(len) in bijlage VI worden vermeld met de afzonderlijke bestanddelen en grenswaarden als aangegeven door de motorfabrikant.
- De letters en cijfers moeten minstens 4 mm hoog zijn.
- 5.1.5.2. Eigenschappen
- Plaatjes moeten duurzaam zijn gedurende de levensduur van de motor. Plaatjes moeten duidelijk leesbaar zijn en de letters en cijfers moeten onuitwisbaar zijn. Bovendien moeten de plaatjes zodanig worden aangebracht dat de wijze van bevestiging duurzaam is gedurende de nuttige levensduur van de motor en de plaatjes mogen niet kunnen worden verwijderd zonder deze te vernietigen of te beschadigen.
- 5.1.5.3. Plaatsing
- De plaatjes moeten worden bevestigd aan een motoronderdeel dat noodzakelijk is voor het normale bedrijf van de motor en normaliter niet hoeft te worden vervangen gedurende de levensduur van de motor. Bovendien moeten deze plaatjes zodanig worden geplaatst dat ze gemakkelijk leesbaar zijn voor de gemiddelde persoon nadat de motor is samengebouwd met alle noodzakelijke toebehoren voor het functioneren van de motor.
- 5.2. In geval van aanvraag van EG-goedkeuring voor een voertuigtype voor wat betreft de motor moeten de in punt 5.1.5 vermelde opschriften eveneens dicht bij het vulgat van de brandstoftank worden aangebracht.

⁽¹⁾ 1 = Duitsland, 2 = Frankrijk, 3 = Italië, 4 = Nederland, 5 = Zweden, 6 = België, 9 = Spanje, 11 = Verenigd Koninkrijk, 12 = Oostenrijk, 13 = Luxemburg, 16 = Noorwegen, 17 = Finland, 18 = Denemarken, 21 = Portugal, 23 = Griekenland, FL = Liechtenstein, IS = IJsland, IRL = Ierland.

- 5.3. In geval van een aanvraag voor EG-goedkeuring van een voertuigtype met een goedgekeurde motor moeten de in punt 5.1.5 genoemde opschriften eveneens dicht bij het vulgat van de brandstoftank worden aangebracht.

6. SPECIFICATIES EN PROEVEN

6.1. Algemeen

De onderdelen die van invloed kunnen zijn op de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes uit dieselmotoren en de emissie van verontreinigende gassen uit gasmotoren moeten zodanig zijn ontworpen, gemaakt en samengebouwd, dat de motor bij normaal gebruik voldoet aan de bepalingen van deze richtlijn.

6.2. Specificaties betreffende de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes en rook

De emissie wordt bepaald op basis van de ESC- en ELR-test met conventionele dieselmotoren met inbegrip van die welke zijn uitgerust met elektronische brandstofspruitapparatuur, uitlaatgasrecirculatie (EGR) en/of tweewegkatalysator. Dieselmotoren die zijn uitgerust met uitlaatgasbehandelingssystemen waaronder NO_x-verwijderende katalysatoren en/of deeltjesvangers, moeten bovendien worden beproefd op basis van de ETC-test. Voor gasmotoren worden de gasvormige emissies bepaald met behulp van de ETC-test; de deeltjesemissie wordt niet aan de hand van een proef bepaald. De ESC- en ELR-testprocedures zijn beschreven in aanhangsel 1 van bijlage III, de ETC-testprocedure in aanhangsel 2 en 3 van bijlage III.

De uitstoot van, in voorkomend geval, verontreinigende gassen en deeltjes en van, in voorkomend geval, rook door de motor die voor beproeving ter beschikking is gesteld, wordt gemeten volgens de in aanhangsel 4 van bijlage III beschreven methoden. In bijlage V worden de aanbevolen analytische systemen voor de verontreinigende gassen, de aanbevolen deeltjesbemonsteringssystemen en de aanbevolen opaciteitmeetsystemen beschreven. Voor gasmotoren met NG als brandstof dient de methaanemissie te worden gemeten, maar hiervoor zijn geen grenswaarden vastgesteld.

Andere systemen of analyseapparatuur kunnen door de technische dienst worden goedgekeurd indien wordt aangetoond dat hiermee gelijkwaardige resultaten bij de respectieve testcycli worden verkregen. De systeemgelijkwaardigheid moet worden vastgesteld aan de hand van een correlatiestudie met zeven monsterparen (of meer) tussen het systeem dat wordt onderzocht en een van de referentiesystemen in deze richtlijn. Voor de deeltjesemissie is alleen het volledige-stroomverdundingssysteem als referentiesysteem erkend. De „resultaten” hebben betrekking op de emissiewaarden bij een specifieke cyclus. De correlatietest moet worden uitgevoerd in hetzelfde laboratorium met dezelfde meetcel en dezelfde motor en moet bij voorkeur gelijktijdig worden uitgevoerd. De gelijkwaardigheidscriteria worden gedefinieerd als de overeenstemming van de monsterpaargemiddelden met een marge van $\pm 5\%$. Om te worden opgenomen in de richtlijn als nieuw systeem moet de gelijkwaardigheid zijn bepaald op basis van berekening van de herhaalbaarheid en de reproduceerbaarheid als omschreven in ISO 5725.

6.2.1. Grenswaarden

Dieselmotoren

De specifieke massa van het koolmonoxide, de koolwaterstoffen en de stikstofoxiden en van de deeltjes, die is bepaald bij de ESC-proef en van de rook, die is bepaald met de ELR-proef mag niet meer bedragen dan de in tabel 1 aangegeven waarden.

Tabel 1

Grenswaarden voor dieselmotoren — ESC- en ELR-test

Datum	Massa koolmonoxide (CO) g/kWh	Massa koolwaterstoffen (CH) g/kWh	Massa stikstofoxide (NO _x) g/kWh	Massa deeltjes (PT) g/kWh	Rook m ⁻¹
Vanaf 2000	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 ⁽¹⁾	0,8

⁽¹⁾ Bij motoren met een zuigerverplaatsing van minder dan 0,7 dm per cilinder en een nominaal toerental van meer dan 3 000 min⁻¹.

Diesel- en gasmotoren

Voor dieselmotoren die ook worden beproefd volgens de ETC-test en met name bij (in voorkomend geval) gasmotoren mag de specifieke massa koolmonoxide, andere koolwaterstoffen dan methaan, methaan (indien van toepassing), stikstofoxiden en van de deeltjes niet meer bedragen dan de in tabel 2 aangegeven waarden.

Tabel 2

Grenswaarden voor diesel- en gasmotoren — ETC-test

Datum	Massa koolstofmonoxide (CO) g/kWh	Massa koolwaterstoffen (CH) g/kWh	Massa methaan (CH ₄) ⁽¹⁾ g/kWh	Massa stikstofoxide (NO _x) g/kWh	Massa deeltjes (PT) ⁽²⁾ g/kWh
Vanaf 2000	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Alleen bij NG-motoren.

⁽²⁾ Alleen bij dieselmotoren.

⁽³⁾ Voor motoren met een zuigerverplaatsing van minder dan 0,7 dm per cilinder en een nominaal toerental van meer dan 3 000 min⁻¹.

6.2.2. *Meting van koolwaterstoffen bij diesel- en gasmotoren*

6.2.2.1. Een fabrikant kan kiezen de massa koolwaterstoffen volgens de ETC-test te meten in plaats van de meting van de massa van andere koolwaterstoffen dan methaan. In dit geval is de grenswaarde voor de massa koolwaterstoffen dezelfde als die welke is vermeld in tabel 2 voor de massa van andere koolwaterstoffen dan methaan.

6.2.3. *Speciale voorschriften voor dieselmotoren*

6.2.3.1. De specifieke massa stikstofoxiden gemeten op willekeurige controlepunten binnen het controlegebied van de ESC-test mag niet meer bedragen dan 10 % van de geïnterpoleerde waarde uit de voorgaande en volgende proeftoestanden.

6.2.3.2. De rookwaarde bij een willekeurig proeftoerental bij de ELR mag niet meer bedragen dan 20 % van de hoogste rookwaarde bij de twee omringende testtoerentallen of meer dan 5 % van de grenswaarde (de grootste waarde is van toepassing).

7. MONTAGE IN HET VOERTUIG

7.1. De montage van de motor in het voertuig moet voldoen aan de volgende eigenschappen voor wat betreft de typegoedkeuring van de motor:

7.1.1. de inlaatonderdruk mag niet meer bedragen dan de voor de typegoedkeuring in bijlage VI aangegeven waarde;

7.1.2. de uitlaattengedruk mag niet meer bedragen dan die in bijlage VI is aangegeven voor de goedgekeurde motor;

7.1.3. de inhoud van het uitlaatsysteem mag niet meer afwijken dan 40 % van de waarde die in bijlage VI is aangegeven voor de goedgekeurde motor;

7.1.4. het door de hulpapparatuur die noodzakelijk is voor het functioneren van de motor afgenomen vermogen mag niet meer bedragen dan de waarde die in bijlage VI is aangegeven voor de goedgekeurde motor.

8. MOTORFAMILIE

8.1. Parameters die de motorfamilie bepalen

De motorfamilie als aangegeven door de motorfabrikant kan worden gedefinieerd op basis van de fundamentele eigenschappen die gemeenschappelijk moeten zijn voor de motoren

binnen de familie. In sommige gevallen kan er interactie optreden tussen de parameters. Er moet rekening worden gehouden met dit effect om ervoor te zorgen dat alleen motoren met overeenkomstige uitlaatemissie-eigenschappen tot de motorfamilie worden gerekend.

Willen motoren geacht worden tot dezelfde motorfamilie te behoren dan moet de volgende lijst van basisparameters gemeenschappelijk zijn:

- 8.1.1. Verbrandingscyclus:
 - 2-takt,
 - 4-takt.
- 8.1.2. Koelmedium:
 - lucht,
 - water,
 - olie.
- 8.1.3. Aantal cilinders (alleen voor gasmotoren en motoren met een nabehandelingsinrichting)
(motoren met minder cilinders dan de oude motor mogen geacht worden tot dezelfde motorfamilie te behoren mits het brandstofsysteem de brandstof voor elke afzonderlijke cilinder doseert).
- 8.1.4. Afzonderlijke zuigerverplaatsing:
 - motoren mogen niet meer dan 15 % afwijken.
- 8.1.5. wijze van luchtaanzuiging:
 - natuurlijke aanzuiging,
 - drukvulling.
- 8.1.6. Verbrandingskamer type/ontwerp:
 - voorkamer,
 - wervelkamer,
 - open kamer.
- 8.1.7. Klep- en poortconfiguratie, grootte en aantal:
 - cilinderkop,
 - cilinderwand,
 - carter.
- 8.1.8. Brandstofinspuitsysteem (dieselmotoren):
 - pompinspuiter,
 - lijnpomp,
 - verdelerpomp,
 - afzonderlijk element,
 - inspuiteenheid.
- 8.1.9. Brandstofsysteem (gasmotoren):
 - mengeenheid,
 - dampinjectie (één punt, meerdere punten),
 - vloeistofinspuiting (één punt, meerdere punten).
- 8.1.10. Ontstekingsstelsel (gasmotoren).
- 8.1.11. Overige kenmerken:
 - uitlaatgasrecirculatie,
 - waterinspuiting/emulsie,
 - luchtinspuiting,
 - drukkoelsysteem.
- 8.1.12. Uitlaatgasnabehandeling:
 - driewegkatalysator,
 - tweewegkatalysator,
 - reductiekatalysator,
 - thermische reactor,
 - deeltjesvangster.

8.2. Keuze van de oudermotor

8.2.1. Dieselmotoren

De oudermotor van de familie wordt op basis van de primaire criteria van de hoogste brandstofopbrengst per slag bij het opgegeven toerental voor het maximumkoppel gekozen. Ingeval dat twee of meer motoren beide aan deze primaire criteria voldoen wordt de oudermotor geselecteerd op basis van secundaire criteria namelijk de hoogste brandstofopbrengst per slag bij het nominaal vermogen. Onder bepaalde omstandigheden kan de goedkeuringsinstantie tot de slotsom komen dat de slechtste emissieprestatie van de familie het best kan worden gekarakteriseerd door een tweede motor te beproeven. Op deze wijze kan de goedkeuringsinstantie een extra motor ter beproefing kiezen aan de hand van kenmerken die aangeven dat deze motor het hoogste emissieniveau van de motoren binnen die familie heeft.

Indien motoren binnen de familie andere variabele kenmerken hebben die geacht worden van invloed te zijn op de uitlaatemissies moeten deze kenmerken eveneens worden aangegeven en moet hierbij rekening worden gehouden bij de keuze van de oudermotor.

8.2.2. Gasmotoren

De oudermotor van de familie wordt gekozen op basis van primaire criteria van de grootste verplaatsing. Mochten twee of meerdere motoren aan deze primaire criteria voldoen, dan wordt de oudermotor geselecteerd op basis van secundaire criteria in de volgende volgorde:

- de hoogste brandstofopbrengst per slag bij het toerental voor het opgegeven nominaal vermogen;
- het vroegste ontstekingsstijdstip;
- de laagste EGR-graad;
- geen luchtpomp of pomp met de laagste werkelijke luchtstroom.

Onder bepaalde omstandigheden kan de goedkeuringsinstantie tot de slotsom komen dat de slechtste emissieprestatie van de familie het best kan worden gekarakteriseerd door een tweede motor te beproeven. Op deze wijze kan de goedkeuringsinstantie een extra motor ter beproefing kiezen aan de hand van kenmerken die aangeven dat deze motor het hoogste emissieniveau van de motoren binnen die familie heeft.

9. OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE

9.1. Er dienen maatregelen te worden genomen om te zorgen voor de overeenstemming van de productie overeenkomstig de bepalingen van artikel 10 van Richtlijn 70/156/EEG. De overeenstemming van de productie wordt gecontroleerd op basis van de beschrijving in het goedkeuringsformulier als bedoeld in bijlage VI van deze richtlijn.

De punten 2.4.2 en 2.4.3 van bijlage X van Richtlijn 70/156/EEG zijn van toepassing indien de bevoegde instanties de berekeningsmethode van de fabrikant ontoereikend achten.

9.1.1. Indien emissies van verontreinigende stoffen gemeten moeten worden en een goedkeuring van een motor een of meerdere keren is uitgebreid, worden de proeven uitgevoerd op de in het informatiepakket betreffende de relevante uitbreiding beschreven motor(en).

9.1.1.1. Overeenstemming van motor die aan een emissieproef wordt onderworpen:

na terbeschikkingstelling van de motor aan de instantie mag de fabrikant geen afstelwerkzaamheden meer op de geselecteerde motoren uitvoeren.

9.1.1.1.1. Er worden drie willekeurige motoren uit de serie geselecteerd en aan de in punt 6.2 bedoelde proef onderworpen. De grenswaarden staan vermeld in punt 6.2.1 van deze bijlage.

9.1.1.1.2. De proeven worden uitgevoerd overeenkomstig aanhangsel 1 van deze bijlage indien de bevoegde instantie genoeg neemt met de door de fabrikant aangegeven standaarddeviatie voor de productie overeenkomstig bijlage X van Richtlijn 70/156/EEG die van toepassing is op motorvoertuigen en de aanhangwagens daarvan.

De proeven worden uitgevoerd overeenkomstig aanhangsel 2 van deze bijlage indien de bevoegde instantie genoeg neemt met de door de fabrikant aangegeven standaarddeviatie voor de productie overeenkomstig bijlage X van Richtlijn 70/156/EEG die van toepassing is op motorvoertuigen en de aanhangwagens daarvan.

Op verzoek van de fabrikant mogen de proeven worden uitgevoerd overeenkomstig aanhangsel 3 van deze bijlage.

- 9.1.1.1.3. De productie van een serie wordt op basis van een proef met een willekeurig gekozen motor beschouwd overeen te stemmen indien de motor voor alle verontreinigende stoffen de proeven met succes heeft doorstaan en niet overeen te stemmen wanneer de motor voor één verontreinigende stof de proef niet met succes heeft doorstaan overeenkomstig de testcriteria die van toepassing zijn in het desbetreffende aanhangsel.

Indien wordt besloten dat een motor een proef voor een verontreinigende stof met succes heeft doorstaan, mag niet van dit besluit worden afgeweken op grond van aanvullende proeven die worden uitgevoerd om tot een oordeel te komen over andere verontreinigende stoffen.

Indien er voor alle verontreinigende stoffen een negatief oordeel wordt geveld en indien er voor één verontreinigende stof tot een positief oordeel wordt gekomen, wordt er een proef met een andere motor uitgevoerd (zie figuur 2).

Indien men niet tot een oordeel kan komen, mag de fabrikant te allen tijde besluiten de beproeving te staken. In dat geval wordt een negatief oordeel geveld.

- 9.1.1.2. De proeven worden uitgevoerd op nieuwe motoren. Gasmotoren worden ingelopen volgens de in punt 3 van aanhangsel 2 van bijlage III gedefinieerde procedure.

- 9.1.1.2.1. Op verzoek van de fabrikant kunnen de proeven echter worden uitgevoerd op diesel- of gasmotoren die langer dan de in punt 9.1.1.2 aangegeven duur, met een maximum van 100 uur zijn ingelopen. In dit geval moet de inlooptprocedure worden uitgevoerd door de fabrikant die geen afstelwerkzaamheden op deze motoren meer mag uitvoeren.

- 9.1.1.2.2. Wanneer de fabrikant verzoekt om een inlooptprocedure overeenkomstig punt 9.1.1.2.1 te mogen volgen mag deze procedure worden uitgevoerd op:

- alle motoren die worden beproefd,
of
- de eerste te beproeven motor, waarbij een ontwikkelingscoëfficiënt als volgt wordt bepaald:
 - de emissies van verontreinigende stoffen worden gemeten op nul en op „x” uur op de eerste te beproeven motor,
 - de evolutiecoëfficiënt van de emissies tussen nul en „x” uur wordt berekend voor elke verontreinigende stof:
$$\frac{\text{emissies „x” uur}}{\text{emissies nul uur}}$$

De waarde kan minder dan één bedragen.

De daaropvolgende te beproeven motoren worden niet onderworpen aan een inlooptprocedure, maar de emissies bij nul uur worden aangepast met behulp van de evolutiecoëfficiënt.

In dit geval zijn de te kiezen waarden:

- de waarden bij „x” uur voor de eerste motor,
- de waarde bij nul uur vermenigvuldigd met de evolutiecoëfficiënt voor andere motoren.

- 9.1.1.2.3. Voor diesel- en LPG-gasmotoren kunnen alle proeven worden uitgevoerd met in de handel zijnde brandstoffen. Op verzoek van de fabrikant kunnen echter de in bijlage IV aangegeven referentiebrandstoffen worden gebruikt. Het gaat hier om proeven die zijn beschreven in punt 4 van deze bijlage met ten minste twee referentiebrandstoffen voor elke gasmotor.

- 9.1.1.2.4. Voor gasmotoren met NG als brandstof kunnen alle proeven worden uitgevoerd met de in de handel zijnde brandstof op de volgende wijze:

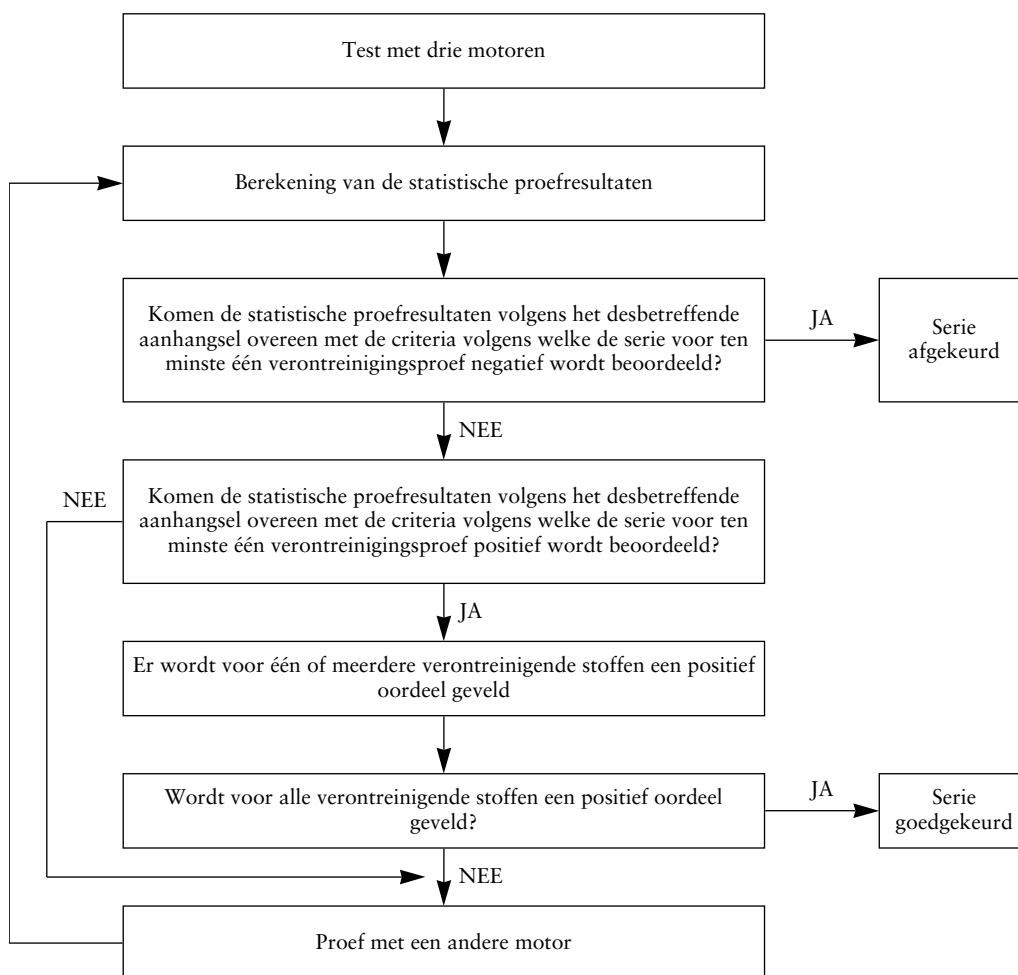
- voor met een H gemerkte motor met een in de handel zijnde brandstof binnen het H-gebied;
- voor met een L gemerkte motoren met een in de handel zijnde brandstof binnen het L-gebied;
- voor met HL gemerkte motoren met een in de handel zijnde brandstof binnen het H- of het L-gebied;

Op verzoek van de fabrikant mogen de in bijlage IV aangegeven referentiebrandstoffen worden gebruikt. Het gaat hier om proeven die zijn beschreven in punt 4 van deze bijlage met ten minste twee referentiebrandstoffen voor elke gasmotor.

- 9.1.1.2.5. In geval van een geschil wanneer een gasmotor niet voldoet bij gebruik van een in de handel zijnde brandstof wordt de proef uitgevoerd met een referentiebrandstof waarmee de oude motor is beproefd, of eventueel met de extra brandstof 3 als bedoeld in de punten 4.1.3.1 en 4.2.1.1 waarmee de oude motor beproefd kan zijn. Vervolgens wordt het resultaat omgerekend met behulp van de desbetreffende factor(en) „r”, „r_a” en „r_b” als beschreven in de punten 4.1.3.2, 4.1.4.1 en 4.2.1.2. Indien „r”, „r_a” of „r_b” minder zijn dan 1 behoeft geen correctie plaats te vinden. De gemeten resultaten en de berekende resultaten moeten aantonen dat de motor aan de grenswaarden voldoet met alle relevante brandstoffen (brandstof 1, 2 en eventueel brandstof 3).
- 9.1.1.2.6. Proeven om na te gaan of een gasmotor bestemd om te functioneren met één specifieke brandstof overeenstemt met de productie moeten worden uitgevoerd met de brandstof waarvoor de motor is gekalibreerd.

Figuur 2

Schematische voorstelling van beproeving van de overeenstemming van de productie



Aanhangsel 1

PROCEDURE VOOR CONTROLE VAN DE OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE WANNEER DE STANDAARDDEVIATIE AANVAARDBAAR IS

1. In dit aanhangsel wordt de procedure beschreven om de overeenstemming van de productie te controleren voor wat betreft emissies van verontreinigende stoffen wanneer de standaarddeviatie voor de productie van de fabrikant aanvaardbaar is.
2. Met een minimale monstergrootte van drie motoren is de bemonsteringsprocedure zodanig dat de kans dat een partij die een proef doorstaat waarbij 40 % van de motoren niet geheel voldoet 0,95 bedraagt (risico van de producent = 5 %) terwijl de kans dat een partij wordt aanvaard waarbij 65 % van de motoren tekortkomingen vertoont 0,10 bedraagt (risico van de consument is = 10 %).
3. De volgende procedure wordt toegepast voor elk van de in punt 6.2.1 van bijlage I aangegeven verontreinigende stoffen (zie figuur 2):

Stel:

L = de natuurlijke logaritme van de grenswaarde voor de verontreinigende stof;

x_i = de natuurlijke logaritme van de meting van de i-de motor in het monster;

s = een raming van de standaarddeviatie van de productie (na het nemen van de natuurlijke logaritme van de metingen);

n = het monsternummer.

4. Voor elk monster wordt de som van de standaarddeviaties naar de limiet berekend met behulp van de volgende formule:

$$\frac{1}{S} \sum_{i=1}^n (L-x_i)$$

5. Vervolgens:

- indien het statistische proefresultaat groter is dan het aantal goedgekeurde exemplaren voor de grootte van het monster die vermeld is in tabel 3, wordt een positief oordeel geveld voor die verontreinigende stof;
- indien het statistische proefresultaat minder bedraagt dan het aantal afgekeurde exemplaren voor de grootte van het monster die vermeld is in tabel 3, wordt een negatief oordeel geveld voor die verontreinigende stof;
- in alle overige gevallen wordt een andere motor beproefd overeenkomstig punt 9.1.1.1 van bijlage I en wordt de berekeningsprocedure toegepast op de monstergrootte verhoogd met één.

Tabel 3

Aantallen monsters met een positief en een negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 1

Minimum monstergrootte: 3

Cumulatief aantal beproefde motoren (monstergrootte)	Aantal met een positief oordeel A_n	Aantal met een negatief oordeel B_n
3	3,327	- 4,724
4	3,261	- 4,790
5	3,195	- 4,856
6	3,129	- 4,922
7	3,063	- 4,988
8	2,997	- 5,054
9	2,931	- 5,120
10	2,865	- 5,185
11	2,799	- 5,251
12	2,733	- 5,317
13	2,667	- 5,383
14	2,601	- 5,449
15	2,535	- 5,515
16	2,469	- 5,581
17	2,403	- 5,647
18	2,337	- 5,713
19	2,271	- 5,779
20	2,205	- 5,845
21	2,139	- 5,911
22	2,073	- 5,977
23	2,007	- 6,043
24	1,941	- 6,109
25	1,875	- 6,175
26	1,809	- 6,241
27	1,743	- 6,307
28	1,677	- 6,373
29	1,611	- 6,439
30	1,545	- 6,505
31	1,479	- 6,571
32	- 2,112	- 2,112

Aanhangsel 2

PROCEDURE VOOR CONTROLE VAN DE OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE WANNEER DE STANDAARDDEVIATIE NIET AANVAARDBAAR IS OF NIET BESCHIKBAAR IS

1. In dit aanhangsel wordt de procedure beschreven om de overeenstemming van de productie te controleren voor wat betreft emissies van verontreinigende stoffen wanneer de standaarddeviatie voor de productie van de fabrikant niet aanvaardbaar of beschikbaar is.
2. Met een minimaal monsteraantal van drie motoren is de bemonsteringsprocedure zodanig dat de kans dat een partij die een proef doorstaat waarbij 40 % van de motoren niet geheel voldoet 0,95 begraagt (risico van de producent = 5 %) terwijl de kans dat een partij wordt aanvaard waarbij 65 % van de motoren tekortkomingen vertoont 0,10 bedraagt (risico van de consument is = 10 %).
3. De waarden van de verontreinigende stoffen als vermeld in punt 6.2.1 van bijlage I worden beschouwd lognormaal te zijn verdeeld en moeten worden omgezet door de natuurlijke logaritme te nemen. Stel m_0 en m geven de minimum- en maximum-monstergrootte aan ($m_0 = 3$ en $m = 32$) en stel n geeft het monsternummer aan.
4. Indien de natuurlijke logaritmen van de waarden gemeten in de serie x_1, x_2, \dots, x_i zijn en L is de natuurlijke logaritme van de grenswaarde voor de verontreinigende stof, definieer vervolgens

$$d_i = x_i - L$$

en

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$V_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

5. In tabel 4 worden de waarden voor de aantallen met een positief (A_n) en een negatief oordeel (B_n) gegeven naast het monsternummer. Het statistische testresultaat is de verhouding \bar{d}_n/V_n die wordt gebruikt om vast te stellen of de serie goed of afgekeurd is en wel op de volgende wijze:

Voor $m_0 \leq n < m$:

- wordt de serie goedgekeurd indien $\bar{d}_n/V_n \leq A_n$
- wordt de serie afgekeurd indien $\bar{d}_n/V_n \geq B_n$
- wordt een andere meting verricht indien $A_n < \bar{d}_n/V_n < B_n$

6. Opmerkingen

De volgende recursieve formules zijn nuttig voor de berekening van de opeenvolgende waarden van de proefstatistiek:

$$\bar{d}_n = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n} d_n$$

$$V_n^2 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) V_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1}$$

$$(n = 2, 3, \dots; \bar{d}_1 = d_1; V_1 = 0)$$

Tabel 4

Aantallen met een positief en negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 2

Minimum monstergrootte: 3

Cumulatief nummer van de beproefde motoren (monstergrootte)	Aantal met een positief oordeel A_n	Aantal met een negatief oordeel B_n
3	- 0,80381	16,64743
4	- 0,76339	7,68627
5	- 0,72982	4,67136
6	- 0,69962	3,25573
7	- 0,67129	2,45431
8	- 0,64406	1,94369
9	0,61750	1,59105
10	- 0,59135	1,33295
11	- 0,56542	1,13566
12	- 0,53960	0,97970
13	- 0,51379	0,85307
14	- 0,48791	0,74801
15	- 0,46191	0,65928
16	- 0,43573	0,58321
17	- 0,40933	0,51718
18	- 0,38266	0,45922
19	- 0,35570	0,40788
20	- 0,32840	0,36203
21	- 0,30072	0,32078
22	- 0,27263	0,28343
23	- 0,24410	0,24943
24	- 0,21509	0,21831
25	- 0,18557	0,18970
26	- 0,15550	0,16328
27	- 0,12483	0,13880
28	- 0,09354	0,11603
29	- 0,06159	0,09480
30	- 0,02892	0,07493
31	- 0,00449	0,05629
32	0,03876	0,03876

*Aanhangsel 3*PROCEDURE VOOR CONTROLE VAN DE OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE OP
VERZOEK VAN DE FABRIKANT

1. In dit aanhangsel wordt de procedure omschreven om op verzoek van de fabrikant de overeenstemming van de productie te controleren voor wat betreft de emissies van verontreinigende stoffen.
2. Met een minimaal bemonsteringsaantal van drie motoren is de bemonsteringsprocedure zodanig dat de kans dat een partij die een proef doorstaat waarbij 30 % van de motoren niet geheel voldoet 0,90 bedraagt (risico van de producent = 10 %) terwijl de kans dat een partij wordt aanvaard waarbij 65 % van de motoren tekortkomingen vertoont 0,10 bedraagt (risico van de consument = 10 %).
3. De volgende procedure wordt toegepast voor elk van de in punt 6.2.1 van bijlage I aangegeven verontreinigende stoffen (zie figuur 2):
Stel:
L = de grenswaarde voor de verontreinigende stof;
 x_i = de waarde van de meting van de i-de motor in het monster;
n = het monsternummer.
4. Voor het monster wordt de proefstatistiek berekend die het aantal niet-overeenstemmende motoren kwantificeert d.w.z. $x_i > L$:
5. Dan:
 - wordt, indien de proefstatistiek kleiner of gelijk is aan het aantal met een positief oordeel voor de in tabel 5 aangegeven monstergrootte, een positief oordeel geveld voor de verontreinigende stof;
 - wordt, indien de proefstatistiek groter of gelijk is aan het aantal met een negatief oordeel voor de in tabel 5 aangegeven monstergrootte, een negatief oordeel geveld voor de verontreinigende stof;
 - wordt in alle overige gevallen een andere motor overeenkomstig punt 9.1.1.1 van bijlage I beproefd en de berekeningsprocedure toegepast op de monstergrootte plus één.

In tabel 5 zijn de aantallen met een positief en negatief oordeel berekend met behulp van de internationale norm ISO 8422/1991.

Tabel 5

Aantallen met een positief en negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 3

Minimum monstergrootte: 3

Cumulatief aantal geteste motoren (monstergrootte)	Aantal met een positief oordeel	Aantal met een negatief oordeel
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

BIJLAGE II

INLICHTINGENFORMULIER NR. ...

OVEREENKOMSTIG BIJLAGE I VAN RICHTLIJN 70/156/EEG VAN DE RAAD BETREFFENDE DE EG-TYPEGOEDKEURING

en met betrekking tot de te nemen maatregelen tegen de uitstoot van verontreinigende gassen en deeltjes van dieselmotoren bestemd voor motorvoertuigen en de uitstoot van verontreinigende gassen van motoren met elektrische ontsteking die lopen op aardgas of LPG en bestemd zijn voor voertuigen

(Richtlijn 88/77/EEG, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn .../.../EG)

Voertuigtype / oudermotor / motortype ⁽¹⁾

0. ALGEMENE GEGEVENS

- 0.1. Merk (firmanaam):
- 0.2. Type en handelsbenaming (eventuele versies vermelden):
- 0.3. Middel tot identificatie van het type indien dit op het voertuig is aangegeven:
- 0.4. Categorie waartoe het voertuig behoort (indien van toepassing):
- 0.5. Categorie waartoe de motor behoort: diesel / met NG als brandstof / met LPG als brandstof ⁽¹⁾
- 0.6. Naam en adres van de fabrikant:
- 0.7. Plaats en wijze van aanbrenging van de voorgeschreven platen en vermeldingen:
- 0.8. In het geval van onderdelen en technische eenheden, plaats en wijze van aanbrenging van het EG-goedkeuringsmerk:
- 0.9. Adres(sen) van de assemblagefabriek(en):

1. BIJLAGEN

- 1.1. Essentiële eigenschappen van de (ouder)motor en gegevens over de uitvoering van de proef
- 1.2. Essentiële eigenschappen van de motorfamilie
- 1.3. Essentiële eigenschappen van de motortypen binnen de familie
2. Eigenschappen van de met de motor verband houdende voertuigonderdelen (indien van toepassing)
3. Foto's en/of tekeningen van de oudermotor / het motortype en indien van toepassing het motorcompartiment
4. Lijst van eventuele bijkomende aanhangsels.

Datum, dossier

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

*Aanhangsel 1*ESSENTIËLE EIGENSCHAPPEN VAN DE (OUDER)MOTOR EN GEGEVENS OVER DE UITVOERING VAN DE PROEF ⁽¹⁾

1. **Beschrijving van de motor**
 - 1.1. Fabrikant:
 - 1.2. Motornummer van de fabrikant:
 - 1.3. Cyclus: viertakt/tweetakt ⁽²⁾
 - 1.4. Aantal en opstelling van de cilinders:
 - 1.4.1. Boring: mm
 - 1.4.2. Slag: mm
 - 1.4.3. Ontstekingsvolgorde:
 - 1.5. Motorinhoud: cm³
 - 1.6. Volumetrische compressieverhouding ⁽³⁾:
 - 1.7. Tekening(en) van de verbrandingskamer en de zuigerkop:
 - 1.8. Minimumoppervlakte van de doorsnede van de in- en uitlaatpoorten: cm²
 - 1.9. Stationair toerental: min⁻¹
 - 1.10. Netto-maximumvermogen kW bij min⁻¹
 - 1.11. Maximaal toegestaan motortoerental: min⁻¹
 - 1.12. Netto-maximumkoppel: Nm bij min⁻¹
 - 1.13. Verbrandingssysteem: compressie-ontsteking / elektrische ontsteking ⁽²⁾
 - 1.14. Brandstof: Diesel/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL ⁽²⁾
 - 1.15. *Koelsysteem*
 - 1.15.1. *Vloeistof*
 - 1.15.1.1. Aard van de vloeistof:
 - 1.15.1.2. Circulatiepomp(en): ja/nee ⁽²⁾
 - 1.15.1.3. Eigenschappen of merk(en) en type(n) (indien van toepassing):
 - 1.15.1.4. Overbrengingsverhouding(en) (indien van toepassing):
 - 1.15.2. *Lucht*
 - 1.15.2.1. Aanjager: ja/nee ⁽²⁾
 - 1.15.2.2. Eigenschappen of merk(en) en type(n) (indien van toepassing):
 - 1.15.2.3. Overbrengingsverhouding(en) (indien van toepassing):
 - 1.16. *Door de fabrikant toegestane temperatuur*
 - 1.16.1. Vloeistofkoeling: maximumtemperatuur bij de uitlaat: K
 - 1.16.2. Luchtkoeling: Referentiepunt:
Maximumtemperatuur bij het referentiepunt: K

⁽¹⁾ In het geval van non-conventionele motoren en systemen dienen gegevens te worden verstrekt door de fabrikant welke gelijkwaardig zijn aan de hier bedoelde.

⁽²⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽³⁾ Tolerantie aangeven.

- 1.16.3. Maximale inlaatluchttemperatuur bij de uitlaat van de inlaattussenkoeler (indien van toepassing): K
- 1.16.4. Maximale uitlaatgastemperatuur op een punt in de uitlaatpijp(en) bij de buitenste flens (flenzen) van het (de) uitlaatspruitstuk(ken) of drukvuller(s): K
- 1.16.5. Brandstoftemperatuur: min. K, max. K
bij dieselmotoren bij de inlaat van de inspuitspomp, bij aardgasmotoren bij de eindtrap van de drukregelaar
- 1.16.6. Brandstofdruk: min. kPa, max. kPa
bij de eindtrap van de drukregelaar, alleen bij aardgasmotoren
- 1.16.7. Smeermiddeltemperatuur: min. K, max. K
- 1.17. *Drukvulling: ja/nee* ⁽¹⁾
- 1.17.1. Merk:
- 1.17.2. Type:
- 1.17.3. Beschrijving van het systeem (b.v. maximum-vuldruk, uitlaatgas omloopsysteem, indien van toepassing):
- 1.17.4. Tussenkoeler: ja/nee ⁽¹⁾
- 1.18. *Inlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare inlaatonderdruk bij het nominaal motortoerental en vollast als aangegeven in en overeenkomstig de bedrijfsomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG ⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/EEG ⁽³⁾: kPa
- 1.19. *Uitlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare uitlaattegendruk bij het nominaal motortoerental en vollast als aangegeven in en overeenkomstig de bedrijfsomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG ⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/EEG ⁽³⁾: kPa
Inhoud van het uitlaatsysteem: dm³
2. **Voorzieningen tegen luchtverontreiniging**
- 2.1. Inrichting voor het recycleren van cartergassen (beschrijving en tekeningen):
- 2.2. Extra voorzieningen tegen luchtverontreiniging (voorzover aanwezig en niet elders vermeld)
- 2.2.1. Katalysator: ja/nee ⁽¹⁾
- 2.2.1.1. Merk(en):
- 2.2.1.2. Type(n)
- 2.2.1.3. Aantal katalysatoren en elementen:
- 2.2.1.4. Afmetingen, vorm en inhoud van de katalysator(en):
- 2.2.1.5. Soort katalytische werking:
- 2.2.1.6. Totale hoeveelheid edelmetalen:

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽³⁾ PB L 238 van 15.8.1989, blz. 43.

- 2.2.1.7. Relatieve concentratie:
- 2.2.1.8. Ondergrond (structuur en materiaal):
- 2.2.1.9. Celdichtheid:
- 2.2.1.10. Type katalysatorhuis:
- 2.2.1.11. Plaats van de katalysator(en) (plaats en de referentieafstand in de uitlaatpijp):
- 2.2.2. Zuurstofsensoren: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.2.1. Merk(en):
- 2.2.2.2. Type:
- 2.2.2.3. Plaats:
- 2.2.3. Luchtinjectie: ja/neeen ⁽²⁾
- 2.2.3.1. Type (luchtpulsen, luchtpomp, enz.):
- 2.2.4. Uitlaatgasrecirculatie: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.4.1. Kenmerken (debiet, enz.):
- 2.2.5. Deeltjesvanger: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.5.1. Afmetingen, vorm en inhoud van de deeltjesvanger:
- 2.2.5.2. Type deeltjesvanger en ontwerp:
- 2.2.5.3. Plaats (referentieafstand in de uitlaatpijp):
- 2.2.5.4. Regeneratiemethode of -systeem, beschrijving en/of tekening:
- 2.2.6. Andere systemen: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.6.1. Beschrijving en werking:
3. **Brandstoftoevoer**
- 3.1. *Dieselmotoren*
- 3.1.1. Brandstofpomp
- Druk ⁽²⁾ of karakteristiek diagram ⁽²⁾:
- 3.1.2. Inspuitsysteem
- 3.1.2.1. Pomp
- 3.1.2.1.1. Merk(en):
- 3.1.2.1.2. Type(n):
- 3.1.2.1.3. Opbrengst: mm³ ⁽²⁾ per slag bij een motortoerental van min⁻¹ en maximale inspuiting, of karakteristiek diagram ⁽¹⁾ ⁽²⁾:
- Vermeld de gebruikte methode: op een motor/op een proefbank ⁽¹⁾.
- Indien aanjaagdrukregeling wordt toegepast de karakteristieke brandstofopbrengst vermelden alsmede de aanjaagdruk met bijbehorend motortoerental.
- 3.1.2.1.4. Inspuitvervroeging
- 3.1.2.1.4.1. Inspuitvervroegingscurve ⁽²⁾:
- 3.1.2.1.4.2. Statisch inspuitstijp: ⁽²⁾:
- 3.1.2.2. Inspuitleidingen
- 3.1.2.2.1. Lengte: mm
- 3.1.2.2.2. Inwendige diameter: mm
- 3.1.2.3. Verstuiver(s)

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangegeven.

- 3.1.2.3.1. Merk(en):
- 3.1.2.3.2. Type(n):
- 3.1.2.3.3. Openingsdruk: kPa ⁽²⁾
of karakteristiek diagram ⁽¹⁾ ⁽²⁾:
- 3.1.2.4. Reguleteur
- 3.1.2.4.1. Merk(en):
- 3.1.2.4.2. Type(n):
- 3.1.2.4.3. Uitschakelpunt bij vollast: min⁻¹
- 3.1.2.4.4. Maximumtoerental in onbelaste toestand: min⁻¹
- 3.1.2.4.5. Stationair toerental: min⁻¹
- 3.1.3. Koudestartstelsel
- 3.1.3.1. Merk(en):
- 3.1.3.2. Type(n):
- 3.1.3.3. Beschrijving:
- 3.1.3.4. Hulpstartapparaat
- 3.1.3.4.1. Merk:
- 3.1.3.4.2. Type:
- 3.2. *Gasmotoren* ⁽³⁾
- 3.2.1. Brandstof: aardgas/LPG ⁽¹⁾
- 3.2.2. Drukregelaar(s) of verdamper/drukregelaar(s) ⁽¹⁾
- 3.2.2.1. Merk(en):
- 3.2.2.2. Type(n):
- 3.2.2.3. Aantal drukreducerfasen:
- 3.2.2.4. Druk in de eindfase: min. kPa, max. kPa
- 3.2.2.5. Aantal voornaamste afstelpunten:
- 3.2.2.6. Aantal stationair-afstelpunten:
- 3.2.2.7. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn .../.../EG:
- 3.2.3. Brandstofsysteem: mengeenheid/gasinspuiting/vloeistofinspuiting/directe inspuiting ⁽¹⁾
- 3.2.3.1. Mengverhoudingregeling:
- 3.2.3.2. Systeembeschrijving en/of -diagram en tekeningen:
- 3.2.3.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn .../.../EG:
- 3.2.4. Mengeenheid
- 3.2.4.1. Aantal:
- 3.2.4.2. Merk(en):
- 3.2.4.3. Type(n):
- 3.2.4.4. Plaats:
- 3.2.4.5. Afstel mogelijkheden:

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

⁽³⁾ Bij systemen die op een andere manier zijn opgezet soortgelijke informatie verstrekken (bij punt 3.3).

- 3.2.4.6. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.5. Inspuiting in het inlaatspruitstuk
- 3.2.5.1. Inspuiting: een punt / meerdere punten ⁽¹⁾
- 3.2.5.2. Inspuiting: permanent / gelijktijdig / achtereenvolgens ⁽¹⁾
- 3.2.5.3. Inspuitapparatuur
- 3.2.5.3.1. Merk(en):
- 3.2.5.3.2. Type(n):
- 3.2.5.3.3. Afstelmogelijkheden:
- 3.2.5.3.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.5.4. Voedingspomp (indien aanwezig)
- 3.2.5.4.1. Merk(en):
- 3.2.5.4.2. Type(n):
- 3.2.5.4.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.5.5. Verstuiwer(s)
- 3.2.5.5.1. Merk(en):
- 3.2.5.5.2. Type(n):
- 3.2.5.5.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.6. Directe inspuiting
- 3.2.6.1. Inspuitpomp / drukregelaar ⁽¹⁾
- 3.2.6.1.1. Merk(en):
- 3.2.6.1.2. Type(n):
- 3.2.6.1.3. Inspuitduur:
- 3.2.6.1.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.6.2. Verstuiwer(s)
- 3.2.6.2.1. Merk(en):
- 3.2.6.2.2. Type(n):
- 3.2.6.2.3. Openingsdruk of karakteristiek diagram ⁽²⁾:
- 3.2.6.2.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.7. Elektronische regeleenheid (ECU)
- 3.2.7.1. Merk(en):
- 3.2.7.2. Type(n):
- 3.2.7.3. Afstelmogelijkheden:
- 3.2.8. Aardgasspecifieke apparatuur
- 3.2.8.1. Variant 1
(alleen in geval van goedkeuring van motoren voor diverse specifieke brandstofsamenstellingen)
- 3.2.8.1.1. Brandstofsamenstelling:
- | | | | | | | |
|---|--------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| methaan (CH ₄): | basis: | % mole | min.% | % mole | max.% | % mole |
| ethaan (C ₂ H ₆): | basis: | % mole | min.% | % mole | max.% | % mole |
| propaan (C ₃ H ₈): | basis: | % mole | min.% | % mole | max.% | % mole |

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

- | | | | | |
|--|---|--------------------|-----------------|-----------------|
| | butaan (C ₄ H ₁₀): | basis:% mole | min.% mole | max.% mole |
| | C5/C5+: | basis:% mole | min.% mole | max.% mole |
| | zuurstof (O ₂): | basis:% mole | min.% mole | max.% mole |
| | inert (N ₂ , He enz.): | basis:% mole | min.% mole | max.% mole |
- 3.2.8.1.2. Inspuiter(s)
- 3.2.8.1.2.1. Merk(en):
- 3.2.8.1.2.2. Type(n):
- 3.2.8.1.3. Overige (indien van toepassing)
- 3.2.8.2. Variant 2
(alleen in geval van goedkeuringen voor verscheidene specifieke brandstofsamenstellingen)
4. **Klepafstelling**
- 4.1. Maximale lichthoogte, openings- en sluitingshoeken ten opzichte van de dode punten of equivalente gegevens:
- 4.2. Referentie en/of afstelbereik ⁽¹⁾:
5. **Ontstekingsstelsel (alleen motoren met elektrische ontsteking)**
- 5.1. *Type ontstekingsstelsel*: gemeenschappelijke bobine en bougies / afzonderlijke bobine en bougies / bobine op bougie / overige (specificeren) ⁽¹⁾
- 5.2. Ontstekingsregeleenheid
- 5.2.1. Merk(en):
- 5.2.2. Type(n):
- 5.3. Vervroegingscurve van de ontsteking/vervroegingsdiagram ⁽¹⁾ ⁽²⁾:
- 5.4. Ontstekingstip ⁽²⁾: graden
voor het BDP bij een toerental van
..... min⁻¹ en een MAP van kPa
- 5.5. *Bougies*
- 5.5.1. Merk(en):
- 5.5.2. Type(n):
- 5.5.3. Slotwijdte: mm
- 5.6. *Bobine(s)*
- 5.6.1. Merk(en):
- 5.6.2. Type(n):
6. **Met de motor aangedreven hulpapparatuur**

De motor wordt voor de beproeving ter beschikking gesteld met de hulpapparatuur die nodig is voor het bedrijf van de motor (b.v. ventilator, waterpomp, enz.), als aangegeven in en overeenkomstig de bedrijfsomstandigheden als vermeld in punt 5.1.1 van bijlage I van Richtlijn 80/1269/EEG ⁽³⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/EEG ⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

⁽³⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽⁴⁾ PB L 238 van 15.8.1989, blz. 43.

6.1. *De voor de proef te monteren hulpapparatuur*

Indien het onmogelijk of niet geschikt is om de hulpapparatuur op de proefbank te monteren, moet het door deze apparatuur afgenomen vermogen worden bepaald en worden afgetrokken van het gemeten motorvermogen over het gehele werkingsgebied van de testcyclus (cycli).

6.2. *Voor de test te verwijderen hulpapparatuur*

Hulpapparatuur die slechts nodig is voor het bedrijf van het voertuig (b.v. luchtcompressor, airconditioningsysteem) moet voor de test worden verwijderd. Indien de hulpapparatuur niet kan worden verwijderd, kan het door deze apparatuur afgenomen vermogen worden bepaald en worden opgeteld bij het gemeten motorvermogen over het gehele werkingsgebied van de testcyclus (cycli).

7. **Bijkomende gegevens over testvoorwaarden**7.1. *Gebruikte smeermiddelen*

7.1.1. Merk:

7.1.2. Type:

(Het percentage olie in een mengsel vermelden indien smeermiddel en brandstof gemengd zijn):

7.2. *Door de motor aangedreven apparatuur (indien van toepassing)*

Het door de hulpapparatuur afgenomen vermogen hoeft alleen te worden bepaald,

- indien de voor het bedrijf van de motor benodigde hulpapparatuur niet op de motor gemonteerd is en/of
- indien niet voor het bedrijf van de motor benodigde hulpapparatuur is gemonteerd op de motor.

7.2.1. Lijst en omschrijving van bijzonderheden:

7.2.2. Bij verschillende aangegeven motortoerentallen opgenomen vermogen:

Apparatuur	Bij verschillende motortoerentallen opgenomen vermogen (kW)						
	Stationair	Laag toerental	Hoog toerental	Toerental A ⁽¹⁾	Toerental B ⁽¹⁾	Toerental C ⁽¹⁾	Referentietoerental ⁽²⁾
P(a) voor bedrijf van de motor benodigde hulpapparatuur (moet van het gemeten motorvermogen worden afgetrokken) (zie punt 6.1)							
P(b) Niet voor het bedrijf van de motor benodigde hulpapparatuur (moet bij het gemeten motorvermogen worden opgeteld) (zie punt 6.2)							

⁽¹⁾ ESC-test.⁽²⁾ Alleen bij ETC-test.

8. **Motorprestaties**8.1. *Motortoerentallen* ⁽¹⁾Laag toerental (n_{lo}): min⁻¹Hoog toerental (n_{hi}): min⁻¹

Bij de ESC- en ELR-cyclus

Stationair min⁻¹Toerental A: min⁻¹Toerental B: min⁻¹Toerental C: min⁻¹

Bij ETC-cyclus

Referentietoerental: min⁻¹8.2. *Motorvermogen* (gemeten overeenkomstig de bepalingen van Richtlijn 80/1269/EEG⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/CEE⁽³⁾), in kW

	Motortoerental				
	Stationair	Toerental A ⁽¹⁾	Toerental B ⁽¹⁾	Toerental C ⁽¹⁾	Referentie-toerental ⁽²⁾
P(m) Gemeten vermogen op de proefbank					
P(a) Door de voor de test te monteren hulpapparatuur afgenomen vermogen (punt 6.1) — indien gemonteerd — indien niet gemonteerd	0	0	0	0	0
P(b) Door de voor de proef te verwijderen hulpapparatuur opgenomen vermogen (punt 6.2) — indien gemonteerd — indien niet gemonteerd	0	0	0	0	0
P(n) Netto motorvermogen = P(m) - P(a) + P(b)					

⁽¹⁾ ESC-test.⁽²⁾ Alleen bij ETC-test.8.3. *Dynamometerafstelling (kW)*

De dynamometerafstelling bij de ESC- en de ELR-test en bij de referentiecycclus van de ETC-test moet worden gebaseerd op het netto-motorvermogen (P(n)) van punt 8.2. Aanbevolen wordt de motor op de proefbank te monteren onder de netto-omstandigheden. In dit geval zijn P(m) en P(n) identiek. Indien het onmogelijk of ongeschikt is om de motor onder netto-omstandigheden te laten draaien, moet de dynamometer worden gecorrigeerd naar de netto-omstandigheden met behulp van bovengenoemde formule.

⁽¹⁾ Tolerantie aangeven; moet binnen $\pm 3\%$ van de door de fabrikant aangegeven waarde liggen.⁽²⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.⁽³⁾ PB L 238 van 15.8.1989, blz. 43.

8.3.1. ESC- en ELR-test

De dynamometerafstelling moet worden berekend met behulp van de formule van punt 1.2 in aanhangsel 1 van bijlage III.

Procentuele belasting	Motortoerental			
	Stationair	Toerental A	Toerental B	Toerental C
10	—			
25	—			
50	—			
75	—			
100	—			

8.3.2. ETC-test

Indien de motor niet wordt beproefd onder de netto-omstandigheden, moet de fabrikant de correctieformule verstrekken om het gemeten vermogen of de gemeten arbeid per cyclus, als vastgesteld overeenkomstig punt 2 van aanhangsel 2 bij bijlage III, te kunnen omzetten in nettovermogen of nettoarbeid per cyclus voor het gehele werkingsgebied van de cyclus, die moet worden goedgekeurd door de technische dienst.

—

Aanhangsel 2

ESSENTIËLE EIGENSCHAPPEN VAN DE MOTORFAMILIE

1. **Gemeenschappelijke parameters**
- 1.1. Verbrandingscyclus:
- 1.2. Koelmedium:
- 1.3. Aantal cilinders ⁽¹⁾:
- 1.4. Zuigerverplaatsing per cilinder:
- 1.5. Luchtaanzuiging:
- 1.6. Type/ontwerp van de verbrandingskamer:
- 1.7. Klep- en poortconfiguratie, grootte en aantal:
- 1.8. Brandstofsysteem:
- 1.9. Ontstekingsysteem (gasmotoren):
- 1.10. Overige kenmerken:
- tussenkoelsysteem ⁽¹⁾:
 - uitlaatgasrecirculatie ⁽¹⁾:
 - waterinjectie/emulsie ⁽¹⁾:
 - luchtinjectie ⁽¹⁾:
- 1.11. Uitlaatgasbehandeling ⁽¹⁾:
 Bewijs van identieke (of laagste voor de oudermotor) verhouding: systeemcapaciteit brandstofopbrengst per slag overeenkomstig het (de) schemacijfer(s):
2. **Gegevens van de motorfamilie**
- 2.1. Aanduiding van de motorfamilie:
- 2.1.1. Specificaties van de motoren binnen deze familie:

					Oudermotor
Motortype					
Aantal cilinders					
Nominaal toerental (min ⁻¹)					
Brandstofopbrengst per slag (mm ³)					
Nominaal nettovermogen (kW)					
Toerental bij maximumkoppel (min ⁻¹)					
Brandstofopbrengst per slag (mm ³)					
Maximumkoppel (Nm)					
Laagste stationaire toerental (min ⁻¹)					
Zuigerverplaatsing (in % van de oudermotor)					100

⁽¹⁾ Indien niet van toepassing n.v.t. invullen.

2.2. Aanduiding van de gasmotorfamilie:

2.2.1. Specificaties van de motoren binnen deze familie:

					Oudermotor
Motortype					
Aantal cilinders					
Nominaal toerental (min^{-1})					
Brandstofopbrengst per slag (mg)					
Nominaal nettovermogen (kW)					
Toerental bij maximumkoppel (min^{-1})					
Brandstofopbrengst per slag (mm^3)					
Maximumkoppel (Nm)					
Laagste stationaire toerental (min^{-1})					
Zuigerverplaatsing (in % van de oudermotor)					100
Ontstekingstijdstip					
Uitlaatgasrecirculatiestroom					
Luchtpomp ja/nee					
Werkelijk debiet van de luchtpomp					

*Aanhangsel 3*ESSENTIËLE EIGENSCHAPPEN VAN HET MOTORTYPE BINNEN DE FAMILIE ⁽¹⁾

1. **Beschrijving van de motor**
 - 1.1. Fabrikant:
 - 1.2. Motornummer van de fabrikant:
 - 1.3. Cyclus: viertak/tweetakt ⁽²⁾
 - 1.4. Aantal en opstelling van de cilinders:
 - 1.4.1. Boring: mm
 - 1.4.2. Slag: mm
 - 1.4.3. Ontstekingsvolgorde:
 - 1.5. Motorinhoud: cm³
 - 1.6. Volumetrische compressieverhouding ⁽³⁾
 - 1.7. Tekening(en) van de verbrandingskamer en de zuigerkop:
 - 1.8. Minimumoppervlakte van de doorsnede van de in- en uitlaatpoorten: cm²
 - 1.9. Stationair toerental: min⁻¹
 - 1.10. Netto-maximumvermogen: kW bij min⁻¹
 - 1.11. Maximaal toelaatbaar motortoerental: min⁻¹
 - 1.12. Netto-maximumkoppel: Nm bij min⁻¹
 - 1.13. Verbrandingssysteem: compressie-ontsteking/elektrische ontsteking ⁽²⁾
 - 1.14. Brandstof: Diesel/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL ⁽²⁾
 - 1.15. *Koelsysteem*
 - 1.15.1. Vloeistof
 - 1.15.1.1. Aard van de vloeistof:
 - 1.15.1.2. Circulatiepomp(en): ja/nee ⁽²⁾
 - 1.15.1.3. Eigenschappen of merk(en) en type(n) (indien van toepassing):
 - 1.15.1.4. Overbrengingsverhouding(en) (indien van toepassing):
 - 1.15.2. Lucht
 - 1.15.2.1. Aanjager: ja/nee ⁽²⁾
 - 1.15.2.2. Eigenschappen of merk(en) en type(n) (indien van toepassing):
 - 1.15.2.3. Overbrengingsverhouding(en) (indien van toepassing):
 - 1.16. *Door de fabrikant toegestane temperatuur*
 - 1.16.1. Vloeistofkoeling: maximumtemperatuur bij de uitlaat: K
 - 1.16.2. Luchtkoeling: Referentiepunt:

⁽¹⁾ Voor elke motor binnen de familie indienen.⁽²⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.⁽³⁾ Tolerantie aangeven.

- Maximumtemperatuur bij het referentiepunt: K
- 1.16.3. Maximum-inlaatluchttemperatuur bij de uitlaat van de inlaattussenkoeler (indien van toepassing): K
- 1.16.4. Maximum-uitlaatgastemperatuur op een punt in de uitlaatpijp(en) bij de buitenste flens (flenzen) van het (de) uitlaatspruitstuk(ken) of drukvuller(s): K
- 1.16.5. Brandstoftemperatuur: min. K, máx. K
bij dieselmotoren bij de inlaat van de inspuitpomp, bij aardgasmotoren bij de eindtrap van de drukregelaar
- 1.16.6. Brandstofdruk: min. kPa, max. kPa
bij de eindtrap van de drukregelaar, alleen bij aardgasmotoren
- 1.16.7. Smeermiddeltemperatuur: min. K, max. K
- 1.17. *Drukvulling*: ja/nee⁽¹⁾
- 1.17.1. Merk:
- 1.17.2. Type:
- 1.17.3. Beschrijving van het systeem (b.v. maximumvuldruk, uitlaatgasomloopsysteem, indien van toepassing):
- 1.17.4. Tussenkoeler: ja/nee⁽¹⁾
- 1.18. *Inlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare inlaatonderdruk bij het nominaal motortoerental en vollast als aangegeven in en overeenkomstig de bedrijfsomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/EEG⁽³⁾: kPa
- 1.19. *Uitlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare uitlaattegendruk bij het nominaal motortoerental en vollast als aangegeven in en overeenkomstig de bedrijfsomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/EEG⁽³⁾: kPa
Inhoud van het uitlaatsysteem: dm³
2. **Voorzieningen tegen luchtverontreiniging**
- 2.1. Inrichting voor het recycleren van cartergassen (beschrijving en tekeningen):
- 2.2. Extra voorzieningen tegen luchtverontreiniging (voorzoover aanwezig en niet elders vermeld)
- 2.2.1. Katalysator: ja/nee⁽¹⁾
- 2.2.1.1. Aantal katalysatoren en elementen:
- 2.2.1.2. Afmetingen, vorm en inhoud van de katalysator(en):
- 2.2.1.3. Soort katalytische werking:
- 2.2.1.4. Totale hoeveelheid edelmetalen:
- 2.2.1.5. Relatieve concentratie:
- 2.2.1.6. Ondergrond (structuur en materiaal):
- 2.2.1.7. Celdichtheid:

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽³⁾ PB L 238 van 15.8.1989, blz. 43.

- 2.2.1.8. Type katalysatorhuis:
- 2.2.1.9. Plaats van de katalysator(en) (plaats en de referentieafstand in de uitlaatpijp):
- 2.2.2. Zuurstofsensor: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.2.1. Type(n):
- 2.2.3. Luchtinjectie: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.3.1. Type (luchtpulsen, luchtpomp, enz.):
- 2.2.4. Uilaatgasrecirculatie: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.4.1. Kenmerken (debiet, enz.):
- 2.2.5. Deeltjesvanger: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.5.1. Afmetingen, vorm en inhoud van de deeltjesvanger:
- 2.2.5.2. Type deeltjesvanger en ontwerp:
- 2.2.5.3. Plaats (referentieafstand in de uitlaatpijp):
- 2.2.5.4. Regeneratiemethode of -systeem, beschrijving en/of tekening:
- 2.2.6. Andere systemen: ja/neeen ⁽¹⁾
- 2.2.6.1. Beschrijving en werking:
3. **Brandstoftoevoer**
- 3.1. *Dieselmotoren*
- 3.1.1. Brandstofpomp
- Druk ⁽²⁾: kPa of karakteristiek diagram ⁽²⁾:
- 3.1.2. Inspuitsysteem
- 3.1.2.1. Pomp
- 3.1.2.1.1. Merk(en):
- 3.1.2.1.2. Type(n):
- 3.1.2.1.3. Opbrengst: mm³ ⁽²⁾ per slag bij een motortoerental van min⁻¹ en maximale inspuiting, of karakteristiek diagram ⁽¹⁾ ⁽²⁾:
- Vermeld de gebruikte methode: op een motor/op een proefbank ⁽¹⁾
- Indien aanjaagdrukregeling wordt toegepast de karakteristieke brandstofopbrengst vermelden alsmede de aanjaagdruk met bijbehorend motortoerental
- 3.1.2.1.4. Insputvervroeging
- 3.1.2.1.4.1. Insputvervroegingscurve ⁽²⁾:
- 3.1.2.1.4.2. Statisch inspuittijdstip ⁽²⁾:
- 3.1.2.2. Insputleidingen
- 3.1.2.2.1. Lengte: mm
- 3.1.2.2.2. Inwendige diameter: mm
- 3.1.2.3. Verstuiwer(s)
- 3.1.2.3.1. Merk(en):
- 3.1.2.3.2. Type(n):
- 3.1.2.3.3. Openingsdruk ⁽²⁾: kPa of karakteristiek diagram ⁽¹⁾ ⁽²⁾:

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

- 3.1.2.4. Reguleur
- 3.1.2.4.1. Merk(en):
- 3.1.2.4.2. Type(n):
- 3.1.2.4.3. Uitschakelpunt bij vollast: min⁻¹
- 3.1.2.4.4. Maximumtoerental in onbelaste toestand: min⁻¹
- 3.1.2.4.5. Stationair toerental: min⁻¹
- 3.1.3. Koudestartstelsel
- 3.1.3.1. Merk(en):
- 3.1.3.2. Type(n):
- 3.1.3.3. Beschrijving:
- 3.1.3.4. Hulpstartstelsel
- 3.1.3.4.1. Merk:
- 3.1.3.4.2. Type:
- 3.2. Gasmotoren ⁽¹⁾:
- 3.2.1. Brandstof: aardgas/LPG ⁽²⁾
- 3.2.2. Drukregelaar(s) of verdamper/drukregelaar(s) ⁽²⁾
- 3.2.2.1. Merk(en):
- 3.2.2.2. Type(n):
- 3.2.2.3. Aantal drukreducerfasen:
- 3.2.2.4. Druk in de eindfase: min. kPa, max. kPa
- 3.2.2.5. Aantal voornaamste afstelpunten:
- 3.2.2.6. Aantal stationair-afstelpunten:
- 3.2.2.7. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.3. Brandstofsysteem: mengeenheid/gasinspuiting/vloeistofinspuiting/directe inspuiting ⁽²⁾
- 3.2.3.1. Mengverhoudingregeling:
- 3.2.3.2. Systeembeschrijving en/of -diagram en tekeningen:
- 3.2.3.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.4. Mengeenheid
- 3.2.4.1. Aantal:
- 3.2.4.2. Merk(en):
- 3.2.4.3. Type(n):
- 3.2.4.4. Plaats:
- 3.2.4.5. Afstel mogelijkheden:
- 3.2.4.6. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.5. Inspuiting in het inlaatpruitstuk
- 3.2.5.1. Inspuiting: een punt / meerdere punten ⁽²⁾:
- 3.2.5.2. Inspuiting: permanent / gelijktijdig / achtereenvolgens ⁽²⁾
- 3.2.5.3. Insputapparatuur

⁽¹⁾ Bij systemen die op een andere manier zijn opgezet soortgelijke informatie verstrekken (bij punt 3.2).

⁽²⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

- 3.2.5.3.1. Merk(en):
- 3.2.5.3.2. Type(n):
- 3.2.5.3.3. Afstelmogelijkheden:
- 3.2.5.3.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.5.4. Voedingspomp (indien aanwezig)
- 3.2.5.4.1. Merk(en):
- 3.2.5.4.2. Type(n):
- 3.2.5.4.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.5.5. Verstuiwer(s)
- 3.2.5.5.1. Merk(en):
- 3.2.5.5.2. Type(en):
- 3.2.5.5.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.6. Directe inspuiting
- 3.2.6.1. Inspuitpomp / drukregelaar ⁽¹⁾
- 3.2.6.1.1. Merk(en):
- 3.2.6.1.2. Type(n):
- 3.2.6.1.3. Inspuitduur:
- 3.2.6.1.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.6.2. Verstuiwer(s):
- 3.2.6.2.1. Merk(en):
- 3.2.6.2.2. Type(n):
- 3.2.6.2.3. Openingsdruk of karakteristiek diagram ⁽²⁾:
- 3.2.6.2.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn . . . / . . . /EG:
- 3.2.7. Elektronische regeleenheid (ECU)
- 3.2.7.1. Merk(en):
- 3.2.7.2. Type(n):
- 3.2.7.3. Afstelmogelijkheden:
- 3.2.8. Aardgasspecifieke apparatuur
- 3.2.8.1. Variant 1
- (alleen in geval van goedkeuring van motoren voor diverse specifieke brandstofsamenstellingen)
- 3.2.8.1.1. Brandstofsamenstelling:
- | | | | | | | |
|---|--------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| methaan (CH ₄): | basis: | % mole | min. | % mole | max. | % mole |
| ethaan (C ₂ H ₆): | basis: | % mole | min. | % mole | max. | % mole |
| propaan (C ₃ H ₈): | basis: | % mole | min. | % mole | max. | % mole |
| butaan (C ₄ H ₁₀): | basis: | % mole | min. | % mole | max. | % mole |
| C5/C5+: | basis: | % mole | min. | % mole | max. | % mole |
| zuurstof (O ₂): | basis: | % mole | min. | % mole | max. | % mole |
| inert (N ₂ , He, enz): | basis: | % mole | min. | % mole | max. | % mole |

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

- 3.2.8.1.2. Verstuiver(s)
- 3.2.8.1.2.1. Merk(en):
- 3.2.8.1.2.2. Type(n):
- 3.2.8.1.3. Overige (indien van toepassing)
- 3.2.8.2. Variant 2
(alleen in geval van goedkeuringen voor verscheidene specifieke brandstofsamenstellingen)
4. **Klepafstelling**
- 4.1. Maximale lichthoogte, openings- en sluitingshoeken ten opzichte van de dode punten of equivalente gegevens:
- 4.2. Referentie en/of afstelbereik ⁽¹⁾:
5. **Ontstekingsstelsel (alleen motoren met elektrische ontsteking)**
- 5.1. *Type ontstekingsstelsel*: gemeenschappelijke bobine en bougies / afzonderlijke bobine en bougies / bobine op bougie / overige (specificeren) ⁽¹⁾
- 5.2. *Ontstekingsregeleenheid*
- 5.2.1. Merk(en):
- 5.2.2. Type(n):
- 5.3. Vervroegingscurve van de ontsteking/vervroegingsdiagram ⁽¹⁾ ⁽²⁾
- 5.4. Ontstekingsstijdstip ⁽²⁾:
graden voor het BDP bij een toerental van min⁻¹ en een MAP van kPa
- 5.5. *Bougies*
- 5.5.1. Merk(en):
- 5.5.2. Type(n):
- 5.5.3. Slotwijdte: mm
- 5.6. *Bobine(s)*
- 5.6.1. Merk(en):
- 5.6.2. Type(n):

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

Aanhangsel 4

EIGENSCHAPPEN VAN DE MET DE MOTOR SAMENHANGENDE VOERTUIGONDERDELEN

1. Onderdruk in het inlaatsysteem bij het nominale motortoerental en vollast: kPa
2. Tegendruk van het uitlaatsysteem bij het nominaal motortoerental en vollast: kPa
3. Inhoud van het uitlaatsysteem: cm³
4. Het door de voor het bedrijf van de motor benodigde hulpapparatuur afgenomen vermogen als aangegeven in en onder de bedrijfsomstandigheden als vermeld in punt 5.1.1 van bijlage I van Richtlijn 80/1269/EEG ⁽¹⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 89/491/EEG ⁽²⁾.

Apparatuur	Bij verschillende motortoerentalen afgenomen vermogen (kW)						
	Stationair	Laag toerental	Hoog toerental	Toerental A ⁽¹⁾	Toerental B ⁽¹⁾	Toerental C ⁽¹⁾	Referentie-toerental ⁽²⁾
P(a) voor het bedrijf van de motor benodigde hulpapparatuur (moet van het gemeten motorvermogen worden afgetrokken) (zie punt 5.1)							

⁽¹⁾ ESC-test.

⁽²⁾ Alleen bij ETC-test.

⁽¹⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽²⁾ PB L 238 van 15.8.1989, blz. 43.

BIJLAGE III

TESTPROCEDURE

1. INLEIDING

1.1. In deze bijlage worden de methoden beschreven voor de vaststelling van de uitstoot van verontreinigende gassen en deeltjes en rook door de te beproeven motoren. Er worden drie testcycli beschreven die worden toegepast overeenkomstig de bepalingen van punt 6.2 van bijlage I:

- de ESC-test die bestaat uit een cyclus van 13 verschillende statische toestanden,
- de ELR-test die bestaat uit transiente belastingsstappen bij verschillende toerentallen, die integraal deel uitmaken van één testprocedure en tegelijkertijd worden uitgevoerd;
- de ETC-test die bestaat uit een serie transiente toestanden per seconde.

1.2. De test wordt uitgevoerd met de op een proefbank geplaatste motor die is aangesloten op een dynamometer.

1.3. Meetbeginsel

De in de uitlaatgassen van de motor te meten emissies omvatten gasvormige componenten (koolwaterstoffen bij diesel- en gasmotoren met LPG als brandstof, andere koolwaterstoffen dan methaan voor gasmotoren met NG als brandstof, koolmonoxide, stikstofoxiden), deeltjes (alleen bij dieselmotoren) en rook (alleen bij dieselmotoren bij de ELR-test). Daarnaast wordt koolstofdioxide vaak als tracergas gebruikt om de verdunningsverhouding van partiële en volledige-stroomverdunningssystemen te bepalen. Op grond van goede technische praktijkgewoonten wordt aanbevolen de koolstofdioxide te meten hetgeen een uitstekend middel is om meetproblemen tijdens de uitvoering van de proef vast te stellen.

1.3.1. ESC-test

Gedurende een voorgeschreven opeenvolging van bedrijfstoestanden van een warm gelopen motor worden de hoeveelheden van de boven genoemde uitlaatgasemissies continu onderzocht door bemonstering uit het ruwe uitlaatgas. De testcyclus geschiedt bij een aantal toerentallen en vermogens die het normale bedrijfsgebied van dieselmotoren dekken. In elke toestand wordt de concentratie van elk verontreinigend gas, de uitlaatstroom en het afgegeven vermogen bepaald en de gemeten waarden gewogen. Het deeltjesmonster wordt verdund met voorbehandelde omgevingslucht. Tijdens de gehele testprocedure wordt één monster genomen en verzameld op geschikte filters. Het gewicht van elke verontreinigende stof die per kilowattuur wordt uitgestoten wordt berekend overeenkomstig aanhangsel 1 van deze bijlage. Bovendien worden de NO_x gemeten op drie meetpunten binnen het door de technische dienst gekozen meetgebied⁽¹⁾ en de gemeten waarden worden vergeleken met de waarden die berekend zijn in die toestanden van de testcyclus waarbij de geselecteerde meetpunten een rol speelden. De NO_x-controle zorgt voor de effectiviteit van de emissiebestrijding van de motor binnen het normale bedrijfsgebied van de motor.

1.3.2. ELR-test

Gedurende een voorgeschreven belastingresponsietest wordt de rook van een warm gelopen motor gemeten met behulp van een opaciteitsmeter. De test bestaat uit het belasten van de motor bij een constant toerental van 10 tot 100 % bij drie verschillende motortoerentallen. Bovendien laat men de motor draaien bij een vierde belasting die door de technische dienst wordt gekozen⁽¹⁾ en de waarde wordt vergeleken met de waarde van de voorgaande belastingstoestanden. De opaciteit wordt bepaald met behulp van het middelingsalgoritme dat is beschreven in aanhangsel 1 van deze bijlage.

⁽¹⁾ De meetpunten moeten worden gekozen met behulp van goedgekeurde statistische randomiseringsmethoden.

1.3.3. ETC-test

Gedurende een voorgeschreven transiente cyclus bedrijfsomstandigheden van een warm gelopen motor, die nauwkeurig is afgestemd op voor het verkeer specifieke rijpatronen van vrachtwagens en bussen met een zware motor, worden de bovengenoemde verontreinigende stoffen onderzocht na verdunning van de totale uitlaatgasstroom met voorbehandelde omgevingslucht. Met gebruikmaking van feedbacksignalen van het motorkoppel en -toerental door de motordynamometer, wordt het vermogen geïntegreerd naar de tijd van de cyclus hetgeen de arbeid van de motor gedurende de cyclus oplevert. De concentratie van NO_x en HC wordt bepaald gedurende cyclus door het analyseapparaat te integreren. De concentraties CO, CO₂ en NMHC kan worden bepaald door het analyseapparaat te integreren of door bemonstering met een bemonsteringszak. Voor de deeltjes wordt een evenredig monster met behulp van geschikte filters verzameld. De verdunde-uitlaatgasstroom kan gedurende de cyclus worden bepaald om de emissiewaarden van de massastroom verontreinigende stoffen te berekenen. De massa-emissiewaarden worden gerelateerd aan de motorarbeid op de in aanhangsel 2 van deze bijlage beschreven wijze hetgeen de massa van elke verontreinigende stof oplevert die per kilowattuur wordt uitgestoten.

2. TESTVOORWAARDEN

2.1. Motortestvoorwaarden

2.1.1. De absolute temperatuur (T_a) van de voor de motor bestemde lucht bij de inlaat van de motor uitgedrukt in Kelvin en de droge atmosferische druk (p_s), uitgedrukt in kPa moet worden gemeten en de parameter F wordt berekend overeenkomstig de volgende voorwaarden:

a) bij de dieselmotoren:

Motoren met natuurlijke aanzuiging en mechanische drukvulling:

$$F = \left(\frac{99}{p_s} \right) * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,7}$$

Motoren met drukvulling met of zonder koeling van de inlaatlucht:

$$F = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{1,5}$$

b) bij gasmotoren:

$$F = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1,2} * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6}$$

2.1.2. Geldigheid van de test

Om een test als geldig te erkennen moet de parameter F zodanig zijn dat:

$$0,96 \leq F \leq 1,06$$

2.2. Motoren met tussenkoeler

De vulluchttemperatuur moet worden geregistreerd en bij het opgegeven maximumvermogen behorende toerental en vollast binnen ± 5 K van de maximumvulluchttemperatuur als aangegeven in punt 1.16.3 van aanhangsel 1 van bijlage II liggen. De temperatuur van het koelmedium moet ten minste 293 K (20 °C) bedragen.

Indien een laboratoriumsysteem of externe aanjager wordt gebruikt moet de vulluchttemperatuur binnen ± 5 K van de maximumvulluchttemperatuur als aangegeven in punt 1.16.3 van aanhangsel 1 van bijlage II liggen bij het toerental van het opgegeven maximumvermogen en vollast. De instelling van de tussenkoeler om aan de bovengenoemde voorwaarden te voldoen blijft gedurende de gehele testcyclus dezelfde.

2.3. Luchtinlaatsysteem van de motor

Er dient gebruik te worden gemaakt van een luchtinlaatsysteem dat een luchtinlaatrestrictie heeft binnen ± 300 Pa van de bovenste grens van de motor die draait met het toerental dat hoort bij het opgegeven maximumvermogen en vollast.

2.4. Uitlaatsysteem van de motor

Er dient gebruik te worden gemaakt van een uitlaatsysteem dat een uitlaattegendruk heeft binnen ± 650 Pa van de bovenste grens van de motor die draait met het toerental dat hoort bij het opgegeven maximumvermogen en vollast en een inhoud die binnen ± 40 % van de door de fabrikant opgegeven inhoud ligt. Er mag gebruik worden gemaakt van een laboratoriumsysteem mits dit de werkelijke motorbedrijfsomstandigheden simuleert. Het uitlaatsysteem dient te voldoen aan de voorschriften voor de uitlaatgasbemonstering overeenkomstig punt 3.4 van aanhangsel 4 van bijlage III en de punten 2.2.1, EP en 2.3.1, EP van bijlage V.

Indien de motor is uitgerust met een uitlaatgasnabehandelingssystemen moet de uitlaatpijp dezelfde diameter hebben als de in de praktijk gebruikte over een lengte van ten minste vier pijpdiameters vanaf het begin van het expansiegedeelte waarin de nabehandelingssystemen is aangebracht in de richting van de motor. De afstand tussen de flens met uitlaatspruitstuk of de turbocompressoruitlaat en de uitlaatgasnabehandelingssystemen moet dezelfde zijn als die bij de constructie in het voertuig of binnen de afstandspecificaties van de fabrikant liggen. De uitlaattegendruk of restrictie moet aan dezelfde criteria voldoen als hierboven en mag worden ingesteld met een klep. Het nabehandelingssystemen mag worden verwijderd gedurende een dummytest en gedurende het bepalen van de motorkarakteristiek en worden vervangen door een gelijkwaardig gedeelte met een niet-werkzame katalysatorconstructie.

2.5. Koelsysteem

Er dient gebruik te worden gemaakt van een motorkoelsysteem met voldoende capaciteit om de motor op de normale door de fabrikant voorgeschreven bedrijfstemperaturen te houden.

2.6. Smeerolie

De specificaties van de smeerolie die tijdens de test worden gebruikt moeten worden vastgelegd en tezamen met de resultaten van de proef worden vermeld overeenkomstig punt 7.1 van aanhangsel 1 van bijlage II.

2.7. Brandstof

Er dient gebruik te worden gemaakt van de in bijlage IV aangegeven referentiebrandstof.

De brandstoftemperatuur en het meetpunt dienen te worden aangegeven door de fabrikant binnen de grenzen van punt 1.16.5 van aanhangsel 1 van bijlage II. De brandstoftemperatuur mag niet lager liggen dan 306 K (33 °C); indien de waarde niet is aangegeven, dient deze 311 K ± 5 K (38 °C ± 5 °C) bij de inlaat van de brandstofleiding te zijn.

2.8. Beproeving van uitlaatgas-nabehandelingssystemen

Indien de motor is uitgerust met een uitlaatgasnabehandelingssystemen moeten de tijdens de testcyclus (cycli) gemeten emissies representatief zijn voor de emissies in de praktijk. Indien dit niet kan worden gerealiseerd met één enkele testcyclus (b.v. bij deeltjesfilters met periodieke regeneratie) moeten verscheidene testcycli worden uitgevoerd en de testresultaten worden gemiddeld en/of gewogen. De juiste procedure moet in overleg met de motorfabrikant en de technische dienst tot stand komen op basis van een degelijk technisch oordeel.

Aanhangsel 1

ESC- EN ELR-TESTCYCLUS

1. MOTOR-DYNAMOMETERAFSTELLING

1.1. Bepaling van de motortoerentallen A, B en C

De motortoerentallen A, B en C dienen door de fabrikant te worden opgegeven overeenkomstig de volgende voorwaarden: hetzelfde toerental n_{hi} moet worden bepaald op basis van 70 % van het opgegeven netto maximumvermogen $P(n)$ als bepaald overeenkomstig punt 8.2 van aanhangsel 1 van bijlage II. Het hoogste motortoerental waarbij deze waarde op de vermogenscurve voorkomt, wordt gedefinieerd als n_{hi} .

Het laagste toerental n_{lo} wordt bepaald op basis van 50 % van het opgegeven netto maximumvermogen $P(n)$, als vastgesteld overeenkomstig punt 8.2 van aanhangsel 1 van bijlage II. Het laagste motortoerental waarbij dit vermogen op de vermogenscurve voorkomt, wordt gedefinieerd als n_{lo} .

De motortoerentallen A, B en C worden als volgt berekend:

$$\text{Toerental A} = n_{lo} + 25 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Toerental B} = n_{lo} + 50 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Toerental C} = n_{lo} + 75 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

De toerentallen A, B en C worden gecontroleerd volgens een van de volgende methoden:

- Er dienen extra meetpunten te worden gekozen gedurende de goedkeuringsproef voor het motorvermogen overeenkomstig Richtlijn 80/1269/EEG zodat n_{hi} en n_{lo} nauwkeurig worden bepaald. Het maximumvermogen n_{hi} en n_{lo} wordt bepaald uit de vermogenscurve en de motortoerentallen A, B en C worden berekend overeenkomstig bovengenoemde bepalingen.
- De vollastcurve van de motor dient te worden uitgezet vanaf het maximumtoerental in onbelaste toestand tot het stationaire toerental, waarbij gebruik wordt gemaakt van ten minste vijf meetpunten per interval van 1 000 omwentelingen per minuut en meetpunten binnen $\pm 50 \text{ min}^{-1}$ van het toerental bij het opgegeven maximumvermogen. Het maximumvermogen n_{hi} en n_{lo} moet worden afgeleid uit deze kromme en de motortoerentallen A, B en C worden berekend overeenkomstig de bovenstaande bepalingen.

Indien de gemeten motortoerentallen A, B en C $\pm 3 \%$ liggen van de door de fabrikant opgegeven motortoerentallen, worden de opgegeven motortoerentallen gebruikt voor de emissieproef. Indien de tolerantie voor een motortoerental wordt overschreden, worden de gemeten motortoerentallen bij de emissietest gebruikt.

1.2. Bepaling van de afstelling van de dynamometer

Het maximumkoppel bij vollast moet proefondervindelijk worden vastgesteld om de waarden voor het koppel in de aangegeven testtoestanden onder netto-omstandigheden, als aangegeven in punt 8.2 van aanhangsel 1 van bijlage II, te berekenen. Het vermogen dat wordt opgenomen door de door de motor aangedreven apparatuur moet eventueel worden doorberekend. De dynamometerafstelling voor elke testtoestand wordt berekend met behulp van de volgende formule:

$$s = P(n) * \frac{L}{100} \quad \text{indien beproefd onder netto-omstandigheden}$$

$$s = P(n) * \frac{L}{100} + (P(a) - P(b)) \quad \text{indien niet beproefd onder netto-omstandigheden}$$

waarin:

s = dynamometer-afstelling, in kW

P(n) = netto-motorvermogen als aangegeven in punt 8.2 van aanhangsel 1 van bijlage II, in kW

L = procentuele belasting als aangegeven in punt 2.7.1, in %

P(a) = het door de te monteren hulpapparatuur afgenomen vermogen als aangegeven in punt 6.1 van aanhangsel 1 van bijlage II

P(b) = het door te verwijderen hulpapparatuur afgenomen vermogen als aangegeven in punt 6.2 van aanhangsel 1 van bijlage II.

2. **UITVOERING VAN DE ESC-PROEF**
- Op verzoek van de fabrikant kan een dummytest worden uitgevoerd om de motor en het uitlaatsysteem voor de meetcyclus in de juiste toestand te brengen.
- 2.1. **Gereedmaken van de bemonsteringsfilters**
- Elk filter (paar) moet ten minste een uur voor de test in een (niet-hermetisch) afgesloten petrischaaltje worden geplaatst waarna het geheel in een weegkamer wordt gezet om te stabiliseren. Aan het eind van de stabiliseringsperiode wordt elk filter (paar) gewogen en wordt het tarragewicht genoteerd. Het filter (paar) moet vervolgens in een gesloten petrischaaltje of filterhouder worden bewaard totdat deze nodig is voor de proef. Indien het filter (paar) niet binnen acht uur na uit de weegkamer verwijderd te zijn wordt gebruikt, wordt dit voor gebruik opnieuw gewogen.
- 2.2. **Installatie van de meetapparatuur**
- De instrumenten en de bemonsteringssondes moeten volgens de voorschriften worden aangebracht. Wanneer gebruik wordt gemaakt van een volledige-stroomverduunningssysteem voor de verdunning van het uitlaatgas, moet het einde van de uitlaatpijp op het systeem worden aangesloten.
- 2.3. **Starten van het verdunningssysteem en de motor**
- Het verdunningssysteem en de motor moeten in werking worden gesteld en zodanig warm worden dat alle temperaturen en drukken bij het maximumvermogen gestabiliseerd zijn overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant en goede technische praktijkgewoonten.
- 2.4. **Starten van het deeltjesbemonsteringssysteem**
- Het deeltjesbemonsteringssysteem wordt in werking gesteld; het functioneert via een omloop-systeem. Het achtergrondniveau van de deeltjes in de verdunningslucht kan worden bepaald door de verdunningslucht door de deeltjesfilters te voeren. Indien gefilterde verdunningslucht wordt gebruikt, mag een meting vóór of na de test worden verricht. Indien de verdunningslucht niet gefilterd wordt, kunnen metingen worden verricht aan het begin en aan het eind van de cyclus en de waarden worden gemiddeld.
- 2.5. **Afstelling van de verdunningsverhouding**
- De verdunningslucht moet zodanig worden afgesteld dat de temperatuur van het verdunde uitlaatgas, gemeten onmiddellijk vóór het primaire filter in elke toestand 325 K (52 °C) of minder bedraagt. De totale verdunningsverhouding (q) mag niet minder bedragen dan 4.
- Bij systemen waarbij de CO₂- of NO_x-concentratie wordt gebruikt voor de regeling van de verdunningsverhouding, moet het CO₂- of NO_x-gehalte van de verdunningslucht worden gemeten aan het begin en aan het eind van elke test. De meetresultaten van de CO₂- of NO_x-achtergrondconcentratie vóór en na de test moeten respectievelijk binnen 100 ppm of 5 ppm van elkaar liggen.
- 2.6. **Controle van de analyseapparatuur**
- De analyseapparatuur voor de emissiemetingen wordt op de 0-stand gekalibreerd en wordt ingesteld op het juiste meetbereik.
- 2.7. **Testcyclus**
- 2.7.1. De volgende uit 13 toestanden bestaande cyclus moet worden gevolgd, waarbij de dynamometer is aangesloten op de te beproeven motor:

Toestandnummer	Motortoerental	Motortoerental	Wegingsfactor	Lengte van de toestand
1	stationair	—	0,15	4 minuten
2	A	100	0,08	2 minuten
3	B	50	0,10	2 minuten
4	B	75	0,10	2 minuten
5	A	50	0,05	2 minuten
6	A	75	0,05	2 minuten
7	A	25	0,05	2 minuten
8	B	100	0,09	2 minuten
9	B	25	0,10	2 minuten
10	C	100	0,08	2 minuten
11	C	25	0,05	2 minuten
12	C	75	0,05	2 minuten
13	C	50	0,05	2 minuten

2.7.2. *Testcyclus*

De testcyclus wordt aangevangen. De test wordt uitgevoerd in de volgorde van de in punt 2.7.1 genoemde toestandnummers.

De motor moet gedurende de voorgeschreven tijd in elke toestand lopen, waarbij veranderingen in het motortoerental en belasting binnen de eerste 20 seconden moeten verdwijnen. Het aangegeven toerental moet binnen $\pm 50 \text{ min}^{-1}$ worden gehouden en het aangegeven koppel binnen $\pm 2 \%$ van het maximumkoppel bij het toerental van de test.

Op verzoek van de fabrikant mag de testcyclus een voldoende aantal malen worden herhaald om meer deeltjesmassa op het filter te bemonsteren. De fabrikant dient een uitvoerige beschrijving van de gegevensevaluatie en berekeningsprocedures te verstrekken. De gasvormige emissies behoeven slechts bij de eerste cyclus te worden vastgesteld.

2.7.3. *Responsie van het analyseapparaat*

De output van het analyseapparaat moet worden geregistreerd met een papierbandschrijver of worden vastgelegd met een gelijkwaardig gegevensverzamelsysteem waarbij het uitlaatgas tijdens de gehele proef door de analyseapparatuur stroomt.

2.7.4. *Deeltjesbemonstering*

Er wordt gebruik gemaakt van een paar filters (primair en secundair filter, zie bijlage III, aanhangsel 4) voor de volledige testprocedure. Er moet rekening worden gehouden met de voor de testprocedure aangegeven wegingsfactoren voor een bepaalde toestand door een monster te nemen dat evenredig is met de uitlaatgasmassastroom gedurende elke afzonderlijke toestand van de cyclus. Dit kan worden verwezenlijkt door de bemonsteringsstroom, de bemonsteringstijd of de verdunningsverhouding dienovereenkomstig bij te stellen zodat aan het criterium voor de effectieve wegingsfactoren in punt 5.6 is voldaan.

De bemonsteringstijd per toestand moet ten minste 4 seconden voor elke 0,01 van de wegingsfactor bedragen. De bemonstering moet in elke toestand op een zo laat mogelijk moment plaatsvinden. De deeltjesbemonstering mag niet eerder dan 5 seconden voor het einde van elke toestand worden beëindigd.

2.7.5. *Toestand van de motor*

Het motortoerental en de motorbelasting, de inlaatluchttemperatuur en de onderdruk, de uitlaattemperatuur en de tegendruk, de brandstofstroom en de lucht of uitlaatgasstroom, de vulluchttemperatuur, de brandstoftemperatuur en de vochtigheidsgraad dienen gedurende iedere toestand te worden geregistreerd, waarbij aan de eisen ten aanzien van het toerental en de belasting moet worden voldaan gedurende de periode van deeltjesbemonstering, maar in ieder geval gedurende de laatste minuut van elke toestand.

Alle bijkomende gegevens die nodig zijn voor de berekening dienen te worden geregistreerd (zie punt 4 en 5).

2.7.6. *Controle van NO_x binnen het meetgebied*

De NO_x-controle binnen het meetgebied moet onmiddellijk na beëindiging van toestand 13 plaatsvinden. De motor moet voor een periode van 3 minuten voor de aanvang van de metingen in toestand 13 worden gehouden. Er dienen drie metingen te worden verricht op verschillende plaatsen binnen het door de technische dienst geselecteerde meetgebied⁽¹⁾. De meettijd bedraagt telkens 2 minuten.

De meetprocedure is identiek met die voor de Nox-meting in toestand 13 en dient te worden uitgevoerd overeenkomstig de punten 2.7.3, 2.7.5 en 4.1 van dit aanhangsel en punt 3 van aanhangsel 4 van bijlage III.

De berekening wordt uitgevoerd overeenkomstig punt 4.

2.7.7. *Hercontrole van de analyseapparatuur*

Na de emissietest wordt een nulgas en hetzelfde kalibreergas gebruikt voor een hercontrole. De test wordt aanvaardbaar geacht indien het verschil tussen de resultaten voor en na de proef minder dan 2 % van de kalibreergaswaarde bedraagt.

3. ELR-TESTCYCLUS

3.1. **Installatie van de meetapparatuur**

De opaciteitmeter en indien van toepassing de bemonsteringssondes moeten worden aangebracht achter de uitlaademper of, indien aanwezig, de nabehandelingsinrichting overeenkomstig de algemene installatieprocedures als aangegeven door de fabrikant van de instrumenten. Bovendien moeten de voorschriften van punt 10 van ISO IDS 11614 indien van toepassing in acht worden genomen.

Alvorens controles worden uitgevoerd voor de nul- en volledige-schaalinstelling moet de opaciteitmeter op temperatuur worden gebracht en gestabiliseerd overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant van het instrument. Indien de opaciteitmeter is uitgerust met een luchtspoelsysteem om rookaanslag op de lenzen van de meter te voorkomen, moet dit systeem eveneens worden geactiveerd en afgesteld overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant.

3.2. **Controle van de opaciteitmeter**

De controle van de nulinstelling en de volledige schaal moeten worden verricht in de opaciteit-afleestoestand aangezien de opaciteitschaal twee duidelijk definieerbare kalibreringspunten heeft, namelijk 0 % dichtheid en 100 % dichtheid. De lichtabsorptiecoëfficiënt wordt vervolgens correct berekend op basis van de gemeten dichtheid en de L_A als aangegeven door de fabrikant van de opaciteitmeter, wanneer het instrument terugkeert in de k-afleestoestand voor beproeving.

Wanneer de lichtstraal van de opaciteitmeter niet wordt geblokkeerd, moet de aflezing worden afgesteld op 0,0 % ± 1,0 % opaciteit. Wanneer wordt voorkomen dat het licht op de ontvanger valt, moet de aflezing worden afgesteld op 100 % ± 1,0 % opaciteit.

3.3. **Testcyclus**

3.3.1. *Conditioneren van de motor*

Het warmlopen van de motor en het systeem moet geschieden bij het maximumvermogen om de motorparameters te stabiliseren overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant. De conditioneerfase moet de werkelijke meting beschermen tegen de invloed van afzettingen in het uitlaatsysteem van een voorgaande test.

Wanneer de motor is gestabiliseerd moet de cyclus worden aangevangen binnen 20 ± 2 seconden na de conditioneerfase. Op verzoek van de fabrikant kan een dummytest worden uitgevoerd als extra conditionering voor de meetcyclus.

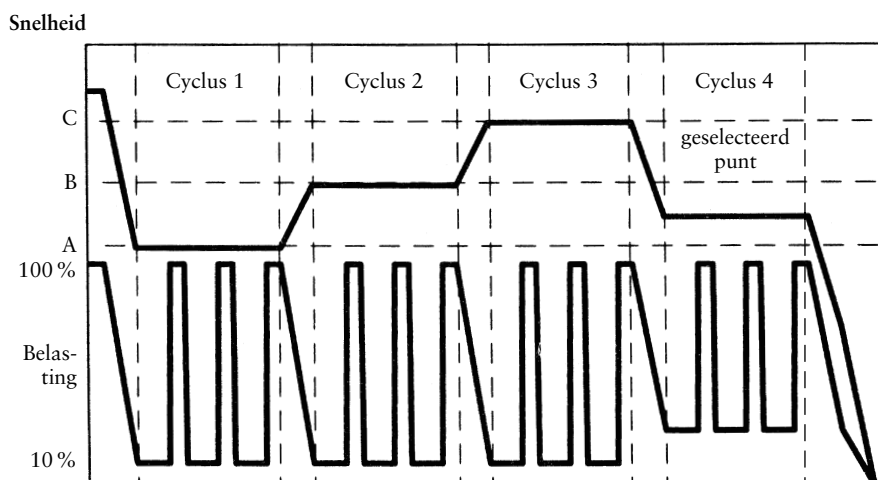
⁽¹⁾ De meetpunten moeten worden gekozen met behulp van goedgekeurde statistische randomiseringsmethoden.

3.3.2. Testverloop

De test bestaat uit drie belastingsfasen bij elk van de drie motortoerentalen A (cyclus 1), B (cyclus 2), en C (cyclus 3) vastgesteld overeenkomstig punt 1.1 van bijlage III, gevolgd door cyclus 4 bij een door de technische dienst gekozen toerental binnen het meetgebied en bij een belasting tussen 10 % en 100 % ⁽¹⁾. De onderstaande volgorde dient te worden aangehouden met de dynamometer op de proefmotor in werking, als afgebeeld in figuur 3.

Figuur 3

Verloop van de ELR-test



- a) De motor wordt ingesteld op toerental A bij een belasting van 10 % gedurende 20 ± 2 seconden. Het aangegeven toerental dient binnen $\pm 20 \text{ min}^{-1}$ te worden gehouden en het aangegeven koppel moet binnen $\pm 2 \%$ van het maximumkoppel bij het toerental tijdens de proef worden gehouden.
- b) Aan het eind van het voorgaande gedeelte moet de gashendel snel naar de geheel open stand worden bewogen en in deze stand worden gehouden gedurende 10 ± 1 seconden. De noodzakelijke dynamometerbelasting moet worden uitgeoefend om het motortoerental binnen $\pm 150 \text{ min}^{-1}$ gedurende de eerste 3 seconden te houden en binnen $\pm 20 \text{ min}^{-1}$ gedurende de rest van het testgedeelte.
- c) De in a) en b) beschreven procedure wordt twee keer herhaald.
- d) Na voltooiing van de derde belastingsfase moet de motor binnen 20 ± 2 seconden worden afgesteld op toerental B bij een belasting van 10 %.
- e) De procedure a) tot en met c) wordt uitgevoerd bij een motor die draait met toerental B.
- f) Na voltooiing van de derde belastingsfase moet de motor binnen 20 ± 2 seconden worden afgesteld op toerental C bij een belasting van 10 %.
- g) De procedure a) tot en met c) wordt uitgevoerd bij een motor die draait met toerental C.
- h) Na voltooiing van de derde belastingsfase moet de motor binnen 20 ± 2 seconden opnieuw worden ingesteld op het gekozen motortoerental en een willekeurige belasting van meer dan 10 %.
- i) De procedure a) tot en met c) dient te worden gevolgd waarbij de motor bij het geselecteerde toerental draait.

3.4. Validering van de cyclus

De relatieve standaarddeviatie van de gemiddelde rookwaarde bij elk beproevingsstoerental (SVA, SVB, SVC, volgens de berekening van punt 6.3.3 met de drie opeenvolgende belastingen bij elk beproevingsstoerental) dient lager te zijn dan 15 % van de gemiddelde waarde of 10 % van de in tabel 1 van bijlage I aangegeven waarde (de grootste waarde is van toepassing). Indien het verschil groter is, moet de procedure worden herhaald tot drie opeenvolgende belastingsfasen aan de valideringscriteria voldoen.

⁽¹⁾ De meetpunten moeten worden gekozen met behulp van goedgekeurde statistische randomiseringsmethoden.

3.5. Hercontrole van de opaciteitsmeter

De nulverloopwaarde van de opaciteitsmeter na de test mag niet meer dan $\pm 5,0\%$ van de in tabel 1 van bijlage III aangegeven waarde bedragen.

4. BEREKENING VAN DE GASVORMIGE EMISSIES

4.1. Evaluatie van de gegevens

Voor de evaluatie van de gasvormige emissies moet de grafiekaflezing van de laatste 30 seconden in elke toestand worden gemiddeld en de gemiddelde concentratie (conc) van HC, CO en NO_x gedurende elke toestand moet worden vastgesteld aan de hand van de gemiddelde grafiekaflezingsen en de bijbehorende kalibratiegegevens. Een andere wijze van registratie kan worden toegepast indien deze gelijkwaardige gegevens oplevert.

Voor de NO_x controle binnen het meetgebied zijn de bovengenoemde voorschriften alleen voor NO_x van toepassing.

De uitlaatgasstroom G_{EXHW} of de verdunde-uitlaatgasstroom G_{TOTW}, indien deze optioneel wordt gebruikt, wordt bepaald overeenkomstig punt 2.3 van aanhangsel 4 van bijlage III.

4.2. Droog-natcorrectie

De gemeten concentratie wordt omgezet in die voor nat gas overeenkomstig de volgende formule indien niet reeds op natte basis is gemeten:

$$\text{conc}(\text{nat}) = K_w * \text{conc}(\text{droog})$$

Voor het ruwe uitlaatgas:

$$K_{w,r} = \left(1 - F_{FH} * \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIRD}}} \right) - K_{w2}$$

en

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIRW}}} \right)}$$

Voor het verdunde uitlaatgas

$$K_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\text{HTCRAT} * \text{CO}_2\%(\text{nat})}{200} \right) - K_{w1}$$

of

$$K_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - K_{w1})}{1 + \frac{\text{HTCRAT} * \text{CO}_2\%(\text{droog})}{200}} \right)$$

Voor de verdunningslucht

$$K_{w,d} = 1 - K_{w1}$$

$$K_{w1} = \frac{1,608 * H_d}{1\,000 + (1,608 * H_d)}$$

$$H_d = \frac{6,220 * R_d * p_d}{p_B - p_d * R_d * 10^{-2}}$$

waarin

H_a, H_d = g water per kg droge lucht

R_d, R_a = relatieve vochtigheid van de verdunnings/inlaatlucht, in %

p_d, p_a = verzadigde dampdruk van de verdunnings/inlaatlucht, in kPa

p_B = totale buitenluchtdruk, in kPa

Voor de inlaatlucht

(indien deze afwijkt van de verdunningslucht)

$$K_{w,a} = 1 - K_{w2}$$

$$K_{w2} = \frac{1,608 * H_a}{1\,000 + (1,608 * H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{p_B - p_a * R_a * 10^{-2}}$$

4.3. Vochtigheds- en temperatuurcorrectie voor NO_x

Aangezien de NO_x-emissies afhangen van de toestand van de omgevingslucht, moet de NO_x-concentratie worden gecorrigeerd naar de omgevingsluchttemperatuur en -vochtigheid met behulp van de factor KH uit de volgende formule:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 + A * (H_a - 10,71) + B * (T_a - 298)}$$

met:

$$A = 0,309 G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0,0266$$

$$B = -0,209 G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0,00954$$

T_a = temperatuur van de lucht, in K

H_a = vochtigheidsgraad van de inlaatlucht, in g water per kg droge lucht

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{(p_B - p_a) * R_a * 10^{-2}}$$

waarbij

R_a = relatieve vochtigheid van de inlaatlucht, in %

p_a = verzadigde dampdruk van de inlaatlucht, in kPa

p_B = totale buitenluchtdruk, in kPa

4.4. Berekening van de emissiemassaastroom

De emissiemassaastroom (g/h) voor elke toestand wordt als volgt berekend, waarbij ervan wordt uitgegaan dat de uitlaatgasdichtheid 1,293 kg/m³ bij 273 K (0 °C) en 101,3 kPa bedraagt:

$$(1) \text{ NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{ NO}_{x \text{ conc}} * K_{H,D} * G_{EXHW}$$

$$(2) \text{ CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{ CO}_{\text{conc}} * G_{EXHW}$$

$$(3) \text{ HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{ HC}_{\text{conc}} * G_{EXHW}$$

waarin NO_{x conc}, CO_{conc}, HC_{conc} ⁽¹⁾ de gemiddelde concentraties (ppm) in het ruwe uitlaatgas zijn, vastgesteld overeenkomstig punt 4.1.

Indien de gasvormige emissies (optioneel) worden bepaald met een volledige-stroomverdundingssysteem, moet de volgende formule worden toegepast:

$$(1) \text{ NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{ NO}_{x \text{ conc}} * K_{H,D} * G_{TOTW}$$

$$(2) \text{ CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{ CO}_{\text{conc}} * G_{TOTW}$$

$$(3) \text{ HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{ HC}_{\text{conc}} * G_{TOTW}$$

waarin NO_{x conc}, CO_{conc}, HC_{conc} ⁽¹⁾ de gemiddelde, naar de achtergrond gecorrigeerde concentraties (ppm) in elke toestand in het verdunde gas zijn, vastgesteld overeenkomstig punt 4.3.1.1 van bijlage III, aanhangsel 2.

4.5. Berekening van de specifieke emissies

De specifieke emissie (g/kWh) moet voor alle afzonderlijke componenten op de volgende wijze worden berekend:

$$\overline{\text{NO}_x} = \frac{\sum \text{NO}_{x, \text{ mass}} * \text{WF}_i}{\sum \text{P}(n)_i * \text{WF}_i}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{\sum \text{CO}_{\text{mass}} * \text{WF}_i}{\sum \text{P}(n)_i * \text{WF}_i}$$

$$\overline{\text{HC}} = \frac{\sum \text{HC}_{\text{mass}} * \text{WF}_i}{\sum \text{P}(n)_i * \text{WF}_i}$$

De wegingsfactoren (WF) die in de bovenstaande berekening moeten worden gebruikt staan vermeld in punt 2.7.1.

⁽¹⁾ Uitgedrukt in C1-equivalent.

4.6. Berekening van de waarden in het meetgebied

Voor de drie overeenkomstig punt 2.7.6 gekozen controlepunten moet de NO_x-emissie worden gemeten en berekend volgens punt 4.6.1 en eveneens bepaald door interpolatie van de toestanden uit de testcyclus die het dichtst bij het respectieve controlepunt ligt volgens punt 4.6.2. De gemeten waarden moeten vervolgens worden vergeleken met de geïnterpoleerde waarde volgens punt 4.6.3.

4.6.1. Berekening van de specifieke emissie

De NO_x-emissie voor elk controlepunt (Z) moet als volgt worden berekend:

$$\text{NO}_{x \text{ mass},Z} = 0,001587 * \text{NO}_{x \text{ conc},Z} * K_{H,D} * G_{\text{EXHW}}$$

$$\text{NO}_{x,Z} = \text{NO}_{x \text{ mass},Z} / P(n)_Z$$

4.6.2. Bepaling van de emissiewaarde uit de testcyclus

De NO_x-emissie voor elk controlepunt moet worden geïnterpoleerd op grond van de vier dichtstbijgelegen toestanden in de testcyclus die het gekozen controlepunt Z omgeven, als afgebeeld in figuur 4. Voor deze toestanden (R, S, T, U) zijn de volgende definities van toepassing:

Toerental (R)	= Toerental (T) = n_{RT}
Toerental (S)	= Toerental (U) = n_{SU}
Percentage van belasting (R)	= Percentage van belasting (S)
Percentage van belasting (T)	= Percentage van belasting (U).

De NO_x-emissie op het geselecteerde controlepunt Z wordt als volgt berekend:

$$E_Z = E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \cdot (M_Z - M_{RS}) / (M_{TU} - M_{RS})$$

en:

$$E_{TU} = E_T + (E_U - E_T) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$E_{RS} = E_R + (E_S - E_R) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$M_{TU} = M_T + (M_U - M_T) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$M_{RS} = M_R + (M_S - M_R) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

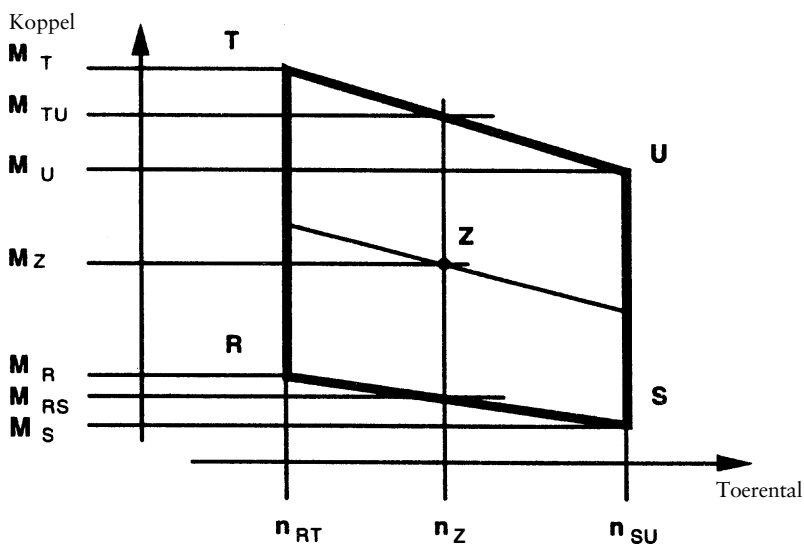
waarin:

E_R, E_S, E_T, E_U = specifieke NO_x-emissie voor de omgevingstoestanden, berekend volgens punt 4.6.1

M_R, M_S, M_T, M_U = motorkoppel in de nabijgelegen toestanden

Figuur 4

Interpolatie van het NO_x-controlepunt



4.6.3. *Vergelijking van de NO_x-emissiewaarden*

De gemeten specifieke NO_x-emissie van het controlepunt Z (NO_{x,z}) wordt op de volgende wijze vergeleken met de geïnterpoleerde waarde (E_Z):

$$NO_{x,diff} = 100 * (NO_{x,z} - E_z) / E_z$$

5. BEREKENING VAN DE DEELTJESEMISSIE

5.1. **Evaluatie van de gegevens**

Voor de evaluatie van de deeltjes moet de totale bemonsteringsmassa (M_{SAM,i}) door de filters in elke toestand worden vastgelegd.

De filters moeten worden teruggebracht naar de weegkamer en gedurende minstens een uur worden geconditioneerd — echter niet meer dan 80 uur — en vervolgens worden gewogen. Het brutogewicht van de filters moet worden geregistreerd en het tarragewicht (zie punt 2.1 van dit aanhangsel) daarvan worden afgetrokken. De deeltjesmassa M_f is de som van de deeltjesmassa die door de primaire en secundaire filters zijn opgevangen.

Indien achtergrondcorrectie wordt toegepast, moeten de verdunningsluchtmassa (M_{DIL}) door de filters en de deeltjesmassa (M_d) worden vastgesteld. Indien minder dan één meting wordt verricht moet het quotiënt M_d/M_{DIL} voor elke meting worden berekend en de waarden worden gemiddeld.

5.2. **Partiële-stroomverdunningsstroom**

De uiteindelijk genoteerde testresultaten van de deeltjesemissie worden als volgt stapsgewijs afgeleid. Aangezien de verdunning op verschillende wijzen tot stand wordt gebracht, worden verschillende berekeningsmethoden voor G_{EDFW} toegepast. Alle berekeningen zijn gebaseerd op de gemiddelde waarde van de afzonderlijke toestanden gedurende de bemonsteringsperiode.

5.2.1. *Isokinetische systemen*

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + (G_{EXHW,i} * r)}{(G_{EXHW,i} * r)}$$

waarin r overeenkomt met de verhouding tussen de dwarsdoorsnede van de isokinetische sonde en die van de uitlaatpijp:

$$r = \frac{A_p}{A_T}$$

5.2.2. *Systemen waarmee CO₂- of NO_x-concentraties worden gemeten*

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{conc_{E,i} - conc_{A,i}}{conc_{D,i} - conc_{A,i}}$$

waarin

conc_E = natte concentratie van het indicatorgas in het uitlaatgas

conc_D = natte concentratie van het indicatorgas in het verdunde uitlaatgas

conc_A = natte concentratie van het indicatorgas in de verdunningslucht

De op droge basis gemeten concentraties moeten worden omgezet in die op natte basis overeenkomstig punt 4.2 van dit aanhangsel.

5.2.3. *CO₂-meetsystemen en de koolstofbalansmethode ⁽¹⁾*

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

waarin

CO_{2D} = CO₂-concentratie in het verdunde uitlaatgas

CO_{2A} = CO₂-concentratie in de verdunningslucht

(concentraties in vol % op natte basis)

⁽¹⁾ De waarde is slechts geldig voor de in bijlage IV aangegeven referentiebrandstoffen.

Deze vergelijking gaat uit van een basisveronderstelling, namelijk de koolstofbalans (aantal koolstofatomen dat naar de motor wordt gevoerd wordt als CO₂ uitgestoten) en wordt als volgt afgeleid:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

en

$$q_i = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} * (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

5.2.4. Systemen met stroommeting

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

5.3. Volledige-stroomverduunningsstelsel

De op te geven testresultaten van de deeltjesemissie worden als volgt stapsgewijs berekend. Alle berekeningen zijn gebaseerd op de gemiddelde waarde in de afzonderlijke toestanden gedurende de bemonstering.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

5.4. Berekening van de deeltjesmassastroom

De deeltjesmassastroom wordt als volgt berekend:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1000}$$

waarin

$$\overline{G_{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} * WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^{i=n} M_{SAM,i}$$

$i = 1, \dots, n,$

bepaald gedurende de testcyclus uit de som van de gemiddelde waarden in de afzonderlijke toestanden gedurende de bemonstering.

De deeltjesmassastroom kan als volgt naar de achtergrond worden gecorrigeerd:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} * \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) * WF_i \right) \right) \right] * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1000}$$

Indien er meer dan een meting is verricht moet (M_d/M_{DIL}) worden vervangen door (M_d/M_{DIL}).

$DF_i = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) * 10^{-4})$ voor de afzonderlijke toestanden

of

$DF_i = 13,4 / \text{concCO}_2$ voor de afzonderlijke toestanden

5.5. Berekening van de specifieke emissie

De specifieke emissie wordt berekend op de volgende wijze:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{mass}}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

5.6. **Effectieve wegingsfactor**

Voor de methode met een filter wordt de effectieve wegingsfactor $W_{E,i}$ voor elke toestand op de volgende wijze berekend:

$$W_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} * \overline{G_{EDFW}}}{M_{SAM} * G_{EDFW,i}}$$

De waarde van de effectieve wegingsfactoren mag slechts $\pm 0,003$ ($\pm 0,005$ voor de stationaire toestand) van de in punt 2.7.1 genoemde wegingsfactoren afwijken.

6. **BEREKENING VAN DE ROOKWAARDEN**6.1. **Bessel-algoritme**

Het Bessel-algoritme wordt gebruikt om de gemiddelde waarde per seconde te berekenen uit de momentane opaciteitsaflezing, omgezet overeenkomstig punt 6.3.1. Het algoritme emuleert een laag doorlatend filter van de tweede orde en het gebruik daarvan vereist iteratieve berekeningen om de coëfficiënt te bepalen. Deze coëfficiënten zijn een functie van de responsietijd van het opaciteitsmetersysteem en de bemonsteringssnelheid. Punt 6.1.1 moet derhalve worden herhaald telkens wanneer de responsietijd van het systeem en/of de bemonsteringssnelheid verandert.

6.1.1. *Berekening van de filterresponsietijd en de Bessel-constanten*

De benodigde Bessel-responsietijd (t_F) is een functie van de fysische en elektrische responsietijden van het opaciteitsmetersysteem, als aangegeven in punt 5.2.4 van aanhangsel 4 van bijlage III, en moet worden berekend met behulp van de volgende vergelijking:

$$t_F = \sqrt{1 - (t_p^2 + t_e^2)}$$

waarin

t_p = fysische responsietijd s

t_e = elektrische responsietijd s

De berekeningen voor de raming van de afsnijfrequentie van het filter (f_c) zijn gebaseerd op een stapvormige input van 0 tot 1 in $< 0,01$ s (zie bijlage VII). De responsietijd is gedefinieerd als de tijd tussen het punt waarop de Bessel-output 10 % (t_{10}) bereikt en wanneer deze 90 % (t_{90}) van deze sprongfunctie bereikt. Deze wordt verkregen door het itereren van f_c tot $t_{90} - t_{10} \approx t_F$. De eerste iteratie voor f_c wordt gegeven door de volgende formule:

$$f_c = \pi / (10 * t_F)$$

De Besselconstanten E en K worden berekend met behulp van de volgende vergelijkingen:

$$E = \frac{1}{1 + \Omega * \sqrt{3 * D + D * \Omega^2}}$$

$$K = 2 * E * (D * \Omega^2 - 1) - 1$$

waarin

$$D = 0,618034,$$

$$\Delta t = 1 / \text{bemonsteringsfrequentie}$$

$$\Omega = 1 / [\tan(\pi * \Delta t * f_c)]$$

6.1.2. *Berekening van het Bessel-algoritme*

Met behulp van de waarden E en K wordt de gemiddelde Bessel-responsie per seconde op een invoerwaarde S_i als volgt berekend:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

waarin

$$S_{i-2} = S_{i-1} = 0$$

$$S_i = 1$$

$$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0$$

De tijden t_{10} en t_{90} worden geïnterpoleerd. Het verschil in tijd tussen t_{90} en t_{10} bepaalt de responsietijd t_F voor die waarde van f_c . Indien deze responsietijd niet dicht genoeg ligt bij de voorgeschreven responsietijd dient de iteratie te worden voortgezet totdat de werkelijke responsietijd binnen 1 % van de voorgeschreven responsie ligt en wel op de volgende wijze:

$$|(t_{90} - t_{10}) - t_F| \leq 0,01 * t_F$$

6.2. Evaluatie van de gegevens

De rookmeetwaarden worden gesampled met een minimumfrequentie van 20 Hz.

6.3. Vaststelling van de opaciteit

6.3.1. Gegevensomzetting

Aangezien metingen met alle opaciteitsmeters gebaseerd zijn op lichtdoorlatendheid, moeten de rookwaarden op de volgende wijze worden omgezet van lichtdoorlatendheid (τ) in de lichtabsorptiecoëfficiënt (k):

$$k = -\frac{1}{L_A} * \ln \left(1 - \frac{N}{100} \right)$$

en

$$N = 100 - \tau$$

waarin

k = lichtabsorptiecoëfficiënt, in m^{-1}

L_A = effectieve optische weglengte, als aangegeven door de fabrikant van het instrument, in m

N = opaciteit, in %

τ = lichtdoorlatendheid, in %

De omzetting dient te worden uitgevoerd voordat alle verdere gegevensverwerkingen plaatsvinden.

6.3.2. Berekening van de Bessel-gemiddelde opaciteit

De eigenlijke afsnijfrequentie f_c is die frequentie die de voorgeschreven filterresponsietijd t_f oplevert. Wanneer deze frequentie eenmaal is vastgesteld door het iteratieve proces van punt 6.1.1 worden de eigenlijke Bessel-algorime-constanten E en K berekend. Het Bessel-algoritme wordt vervolgens toegepast op het momentane rookspoor (k -waarde) op de in punt 6.1.2 beschreven wijze:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Het Bessel-algoritme is recursief van aard. Er zijn dus een aantal begininvoerwaarden van S_{i-1} en S_{i-2} en beginuitvoerwaarden Y_{i-1} en Y_{i-2} nodig om het algoritme te laten aanvangen. Deze mogen worden verondersteld 0 te zijn.

Voor elke belastingsstap van de drie toerentallen A, B en C moet de maximum 1 s-waarde Y_{max} worden gekozen uit afzonderlijke Y_i -waarden van elk rookspoor.

6.3.3. Eindresultaat

De rookwaarden (SV) van iedere cyclus (beproevingstoerental) wordt als volgt berekend:

Voor toerental A:

$$SV_A = (Y_{max1,A} + Y_{max2,A} + Y_{max3,A}) / 3$$

Voor toerental B:

$$SV_B = (Y_{max1,B} + Y_{max2,B} + Y_{max3,B}) / 3$$

Voor toerental C:

$$SV_C = (Y_{max1,C} + Y_{max2,C} + Y_{max3,C}) / 3$$

waarin

Y_{max1} , Y_{max2} , Y_{max3} = Hoogste 1 s Bessel-gemiddelde rookwaarde bij elk van de drie belastingen

De eindwaarde wordt als volgt berekend:

$$SV = (0,43 * SV_A) + (0,56 * SV_B) + (0,01 * SV_C)$$

Aanhangsel 2

ETC-TESTCYCLUS

1. PROCEDURE VOOR BEPALING VAN DE MOTORKARAKTERISTIEK

1.1. **Bepaling van het toerentalgebied**

Alvorens de ETC op de meetcel kan worden uitgevoerd, moet voorafgaand aan de testcyclus de toerentalkoppel-kromme worden bepaald. De minimum- en maximumtoerentallen zijn als volgt:

Minimumtoerental = stationair toerental

Maximumtoerental = $n_{hi} * 1,02$ of toerental waarbij het koppel bij vollast nul wordt (laagste waarde is van toepassing)

1.2. **Bepaling van de motorvermogenkromme**

De motor wordt bij het maximumvermogen opgewarmd om de motorparameters te stabiliseren overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant en de technische praktijkgewoonten. Wanneer de motor stabiel draait, gebeurt de motor-mapping als volgt:

- a) de motor wordt niet belast en draait stationair;
- b) de motor draait met de injectiepomp ingesteld op volledige belasting en met het minimumtoerental;
- c) het motortoerental wordt verhoogd van het minimum- tot het maximumtoerental bij een gemiddeld tempo van $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$. Het motortoerental en het koppel worden ten minste per één punt per seconde vastgelegd.

1.3. **Opstelling van de motorkarakteristiek**

Alle overeenkomstig punt 1.2 gemeten waarden worden verbonden door lineaire interpolatie tussen de punten. De resulterende koppelkromme is de motorkarakteristiek en wordt gebruikt om de genormaliseerde koppelwaarden van de motorcyclus te converteren naar de eigenlijke koppelwaarden van de testcyclus als beschreven onder punt 2.

1.4. **Alternatieve bepaling van de motorkarakteristiek**

Indien een fabrikant meent dat bovenbeschreven techniek voor een bepaalde motor onveilig of niet representatief is, mag een alternatieve techniek worden gebruikt. Deze alternatieve technieken moeten voldoen aan de bedoeling van de gespecificeerde procedure, namelijk de bepaling van het maximaal beschikbare koppel bij alle tijdens de testcyclus bereikte toerentallen. Afwijkingen voor redenen van veiligheid of niet-representativiteit van de in dit deel bedoelde technieken moeten door de Technische dienst worden goedgekeurd en de redenen ervoor moeten worden aangegeven. In geen enkel geval echter mag voor geregelde motoren of turbomotoren de techniek waarbij het motortoerental continu stapsgewijs daalt, worden gebruikt.

1.5. **Herhaalde tests**

Een motor hoeft niet voor elke testcyclus te worden onderworpen aan een karakteristiekbepaling. De karakteristiek van een motor wordt voor een testcyclus echter opnieuw bepaald indien:

- overeenkomstig een op de technische praktijkgewoonten gebaseerd oordeel een onredelijk lange periode is verlopen tussen de laatste keer dat dit plaatsvond, of
- fysieke veranderingen zijn aangebracht of herkalibreringen aan de motor zijn gebeurd die de motorprestaties kunnen hebben beïnvloed.

2. DE REFERENTIETESTCYCLUS

De transiënte-testcyclus wordt beschreven in aanhangsel 3 van deze bijlage. De genormaliseerde waarden voor het koppel en toerental worden als volgt omgezet naar werkelijke waarden, hetgeen resulteert in de referentietestcyclus.

2.1. **Werkelijk toerental**

Het toerental wordt gedenormaliseerd met behulp van de volgende vergelijking:

$$\text{Werkelijk toerental} = \frac{\% \text{ toerental (referentietoerental - stationair toerental)}}{100} + \text{stationair toerental}$$

Het referentietoerental (n_{ref}) komt overeen met de 100 % toerentalwaarden die zijn gespecificeerd in het motordynamometerschema van aanhangsel 3. Het wordt als volgt gedefinieerd (zie figuur 1 van bijlage I):

$$n_{ref} = n_{lo} + 95 \% * (n_{hi} - n_{lo})$$

waarin n_{hi} en n_{lo} zijn gespecificeerd hetzij overeenkomstig bijlage I, punt 2, hetzij overeenkomstig bijlage III, aanhangsel 1, punt 1.1.

2.2. **Werkelijk koppel**

Het koppel wordt genormaliseerd naar het maximumkoppel bij het respectieve toerental. De koppelwaarden van de referentiecycclus worden gedenormaliseerd met behulp van de in punt 1.3 omschreven kromme, en wel als volgt:

$$\text{Werkelijk koppel} = \frac{\% \text{ koppel} * \text{max. koppel}}{100}$$

voor het respectieve werkelijke toerental als bepaald overeenkomstig punt 2.1.

De negatieve koppelwaarden van de controlepunten („m”) krijgen ten behoeve van de vaststelling van de referentiecycclus gedenormaliseerde waarden die op een van de volgende manieren worden berekend:

- negatieve 40 % van het positieve koppel dat beschikbaar is bij het bijbehorend toerentalpunt;
- uitzetten van het negatieve koppel dat vereist is om de motor van het minimum- tot maximumtoerental te brengen;
- bepaling van het negatieve koppel dat vereist is om de motor stationair te doen draaien en van het koppel bij het referentietoerental en lineaire interpolatie tussen beide punten.

2.3. **Voorbeeld van de denormaliseringsprocedure**

Als voorbeeld wordt het volgende testpunt gedenormaliseerd:

$$\% \text{ toerental} = 42,$$

$$\% \text{ koppel} = 82.$$

Gegeven zijn de volgende waarden:

$$\text{referentietoerental} = 2\,200 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{stationair toerental} = 600 \text{ min}^{-1}$$

hetgeen resulteert in

$$\text{werkelijk toerental} = \frac{42 * (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{ min}^{-1}$$

$$\frac{\text{werkelijk koppel}}{100} = 574 \text{ Nm}$$

waarbij het maximumkoppel dat bij $1\,288 \text{ min}^{-1}$ uit de motorkarakteristiek wordt afgelezen, 700 Nm bedraagt.

3. **UITVOERING VAN DE EMISSIEMEETCYCLUS**

Op verzoek van de fabrikant kan een dummytest worden uitgevoerd om de motor en het uitlaatsysteem in de juiste toestand te brengen voor de meetcyclus.

NG- en LPG-motoren laat men warm lopen volgens een emissietestcyclus. De motor draait gedurende een minimum van twee ETC-cycli totdat de CO-emissiewaarde gedurende één ETC-cycclus niet meer bedraagt dan 10 % van de in de voorgaande cycclus gemeten CO-emissiewaarde.

- 3.1. **Gereedmaken van de bemonsteringsfilters (uitsluitend bij dieselmotoren)**
- Elk filter (paar) moet ten minste een uur voor de test in een (niet-hermetisch) afgesloten petrischaaltje worden geplaatst waarna het geheel in een weegkamer wordt gezet om te stabiliseren. Aan het einde van de stabiliseringsperiode wordt elk filter (paar) gewogen en wordt het tarragewicht genoteerd. Het filter (paar) moet vervolgens in een gesloten petrischaaltje of filterhouder worden bewaard totdat deze nodig is voor de proef. Indien het filter (paar) niet binnen acht uur na verwijderd te zijn uit de weegkamer wordt gebruikt, moet dit voor gebruik opnieuw worden gewogen.
- 3.2. **Installatie van de meetapparatuur**
- De instrumenten en de bemonsteringssondes moeten volgens de voorschriften worden aangebracht. Het einde van de uitlaatpijp moet op het volledige-stroomverduunningssysteem worden aangesloten.
- 3.3. **Starten van het verdunningssysteem en de motor**
- Het verdunningssysteem en de motor moeten in werking worden gesteld en warm gedraaid totdat alle temperaturen en drukken gestabiliseerd zijn bij het maximumvermogen overeenkomstig de aanbeveling van de fabrikant en goede technische praktijkgewoonten.
- 3.4. **Starten van het deeltjesbemonsteringssysteem (uitsluitend bij dieselmotoren)**
- Het deeltjesbemonsteringssysteem wordt in werking gesteld; het functioneert via een omloopstelsel. Het achtergrondniveau van de deeltjes in de verdunningslucht kan worden bepaald door de verdunningslucht door het deeltjesfilter te voeren. Indien gefilterde verdunningslucht wordt gebruikt, kan een meting vóór of na de test worden verricht. Indien de verdunningslucht niet gefilterd wordt, kunnen metingen worden verricht aan het begin en aan het eind van de cyclus en de waarden worden gemiddeld.
- 3.5. **Afstelling van het volledige-stroomverduunningssysteem**
- De totale verdunde uitlaatgassen worden zo afgesteld dat watercondensatie in het systeem wordt vermeden en dat de maximumfilteroppervlaktemperatuur 325 K (52 °C) of minder bedraagt (zie bijlage V, punt 2.3.1, DT).
- 3.6. **Controle van de analyseapparatuur**
- De analyseapparatuur voor de emissiemetingen wordt op de 0-stand gekalibreerd en het schaalbereik ingesteld. Eventuele bemonsteringszakken worden leeggemaakt.
- 3.7. **Procedure voor het starten van de motor**
- De gestabiliseerde motor wordt gestart overeenkomstig de startprocedure van de handleiding van de eigenaar, met gebruikmaking van hetzij een standaard startmotor, hetzij de dynamometer. Eventueel mag de test direct gestart worden uitgaande van de motorconditioneerfase zonder de motor af te zetten wanneer hij het stationaire toerental heeft bereikt.
- 3.8. **Testcyclus**
- 3.8.1. *Testcyclus*
- De testcyclus wordt gestart wanneer de motor zijn stationair toerental heeft bereikt. De test verloopt overeenkomstig de in punt 2 van dit aanhangsel beschreven referentiecycclus. De motortoerental- en koppelregelpunten worden ingesteld op 5 Hz of groter (10 Hz is aanbevolen). Het feedback-motortoerental en- koppelsignaal wordt tijdens de testcyclus ten minste eenmaal per seconde geregistreerd en de signalen mogen elektronisch worden gefilterd.
- 3.8.2. *Metingen door het analyseapparaat*
- Bij het starten van de motor of, wanneer de testcyclus direct na de motorconditioneringsfase wordt gestart, van de testcyclus begint de meetapparatuur gelijktijdig met de volgende metingen:
- verzameling of analyse van de verdunningslucht;
 - verzameling of analyse van de verdunde uitlaatgassen;
 - meting van de hoeveelheid verdunde uitlaatgassen (CVS) en van de vereiste temperaturen en drukken;
 - optekenen van de feedbackgegevens van dynamometertoerental en -koppel.

HC en NO_x worden continu gemeten in de verdunningstunnel met een frequentie van 2 Hz. De gemiddelde concentratie wordt bepaald door de analysesignalen te integreren over de gehele testcyclus. De responsietijd van het systeem mag niet groter zijn dan 20 seconden en wordt zo nodig gecoördineerd met de CVS-flowfluctuaties en de bemonsteringstijd/testcyclus-offsets. CO, CO₂, NMHC en CH₄ worden bepaald door integratie of door analyse van de concentraties van de stoffen die tijdens cyclus in de bemonsteringszak zijn verzameld. De concentraties van gasvormige verontreinigingen in de verdunningslucht worden bepaald door integratie of door verzameling in de bemonsteringszak voor het achtergrondniveau. Alle andere waarden worden ten minste één maal per seconde bepaald (1 Hz).

3.8.3. *Deeltjesbemonstering (uitsluitend dieselmotoren)*

Bij de start van de motor of, wanneer de testcyclus direct na de motorconditioneringsfase wordt gestart, van de testcyclus, wordt het deeltjesbemonsteringssysteem van de omloop- naar de deeltjesbemonsteringsstand overgeschakeld.

Wanneer er geen stroomcompensatie gebruikt wordt, worden de bemonsteringspompen zo afgesteld dat de stroomsnelheid door de deeltjesbemonsteringssonde of de verbindingsleiding steeds een waarde van $\pm 5\%$ van de ingestelde stroomsnelheid heeft. Wanneer wel stroomcompensatie (i. e. proportionele regeling van de bemonsteringsstroom) wordt gebruikt, moet worden aangetoond dat de verhouding van de stroom in de hoofdleiding tot de bemonsteringsstroom niet met meer dan $\pm 5\%$ van de ingestelde waarde afwijkt (met uitzondering van de eerste 10 bemonsteringsseconden).

Opmerking: Bij dubbele verdunning is de bemonsteringsstroom het netto verschil tussen de stroom door de bemonsteringsfilters en de secundaire-verdunningsluchtstroom.

De gemiddelde temperatuur en druk bij de inlaat van de gasmeter(s) of de stroominstrumentatie worden opgetekend. Wanneer de ingestelde stroom omwille van het invangen van een te groot aantal deeltjes op het filter niet over de gehele cyclus kan worden gehandhaafd (binnen $\pm 5\%$), is de test ongeldig. De test wordt dan herhaald met gebruikmaking van een lagere stroomsnelheid en/of een filter met grotere diameter.

3.8.4. *Afslaan van de motor*

Indien de motor tijdens de test afslaat, wordt de motor opnieuw geconditioneerd en gestart en wordt de test herhaald. Wanneer een van de testapparaten gedurende de testcyclus slecht werkt, is de test ongeldig.

3.8.5. *Handelingen na de test*

Na de beëindiging van de test, wordt de meting van het volume van de verdunde uitlaatgassen en van de gasstroom in de bemonsteringszakken, alsmede de deeltjesbemonsteringspomp stilgelegd. Wanneer een integrerend analysesysteem wordt gebruikt, wordt de monsterneming voortgezet tot na het verstrijken van de responsietijd van het systeem.

De concentraties in de bemonsteringszakken, voorzover gebruikt, worden zo spoedig mogelijk en in elk geval niet later dan 20 minuten na het beëindigen van de testcyclus geanalyseerd.

Na de emissietest worden een nulgas en hetzelfde ijkgas gebruikt om de analyseapparatuur te controleren. Wanneer het verschil tussen de resultaten vóór en na de test kleiner is dan 2 % van de ijkgaswaarde, wordt de test als geldig beschouwd.

De deeltjesfilters (uitsluitend voor dieselmotoren) worden niet later dan één uur na de beëindiging van de test teruggebracht naar de weegkamer waar zij, alvorens te worden gewogen, ten minste één uur, maar niet langer dan 80 uur worden geconditioneerd in een (niet hermetisch) afgesloten petrischaaltje.

3.9. **Controle van de testcyclus**

3.9.1. *Dataverschuiving*

Om de biaseffecten van het tijdsverschil tussen de feedback- en de referentiecyccluswaarden te minimaliseren, mag de gehele motortoerental- en -koppelfeedbacksignaalreeks in de tijd worden vervroegd of verlaat t. o. v. de referentie-toerental- en -koppelreeks. Wanneer de feedbacksignalen worden verschoven, moeten zowel het toerental als het koppel een zelfde hoeveelheid in dezelfde richting worden verschoven.

3.9.2. *Berekening van de cyclusarbeid*

De werkelijke cyclusarbeid W_{act} (kWh) wordt berekend aan de hand van elk paar gemeten feedback-, motortoerental- en -koppelwaarden. Dat gebeurt na de bovengenoemde verschuiving van de feedbackgegevens, wanneer voor deze optie is gekozen. De werkelijke cyclusarbeid W_{act} wordt gebruikt ter vergelijking met de referenticyclusarbeid W_{ref} en voor de berekening van de remspecifieke emissies (zie punten 4.4 en 5.2). Dezelfde methode wordt gebruikt voor de integratie van het referentie- en het werkelijke motorvermogen. Wanneer waarden moeten worden bepaald tussen naast elkaar liggende referentie- of meetwaarden, wordt lineaire interpolatie gebruikt.

Bij de integratie van de referentie- en werkelijke cyclusarbeid, worden alle negatieve koppelwaarden op nul gezet en meegenomen. Wanneer de integratie verloopt met een frequentie van minder dan 5 Hertz en wanneer, gedurende een bepaald tijdsinterval, de koppelwaarde van teken verandert, dan wordt het negatieve gedeelte berekend en op nul gezet. Het positieve gedeelte wordt opgenomen in de geïntegreerde waarde.

W_{act} moet liggen tussen - 15 % en + 5 % van W_{ref} .

3.9.3. *Validering van de gegevens van de testcyclus*

Voor toerental, koppel en vermogen wordt een lineaire regressie uitgevoerd van de feedback op de referentiewaarden. Dat gebeurt na bovengenoemde verschuiving van de feedbackgegevens, wanneer voor deze optie is gekozen. Er wordt gebruik gemaakt van de kleinste-kwadratenmethode en van de best passende rechte met de vorm:

$$y = mx + b$$

waarin

y = werkelijke feedbackwaarde van toerental (min^{-1}), koppel (Nm) of vermogen (kW)

m = helling van de regressierechte

x = referentiewaarde van toerental (min^{-1}), koppel (Nm) of vermogen (kW)

b = y -afsnijpunt van de regressierechte

Voor elke regressierechte worden de standaardfout op de schatter (SE) van y op x en de determinatiecoëfficiënt (r^2) berekend.

Aanbevolen wordt deze analyse uit te voeren met een frequentie van 1 Hertz. Alle negatieve referentiekoppelwaarden en de bijbehorende feedbackwaarden worden uit de berekening van de cycluskoppel- en -vermogenvalidatiestatistieken weggelaten. Een test is geldig wanneer aan de criteria van tabel 6 is voldaan.

Tabel 6

Regressierechte-toleranties

	Toerental	Koppel	Vermogen
Standaardfout op de schatter (SE) van y op x	maximaal 100 min^{-1}	maximaal 13 % van het maximummotor-koppel op de motorvermogenkarakteristiek	maximaal 8 % van het maximummotorvermogen op de motorvermogenkarakteristiek
Helling van de regressierechte, in m	0,95 tot 1,03	0,83 – 1,03	0,89 – 1,03
determinatiecoëfficiënt, in r^2	minimaal 0,9700	minimaal 0,8800	minimaal 0,9100
Y -afsnijpunt van de regressierechte, b	$\pm 50 \text{ min}^{-1}$	$\pm 20 \text{ Nm}$ of $\pm 2 \%$ van het maximaal koppel (grootste waarde is van toepassing)	$\pm 4 \text{ kW}$ of $\pm 2 \%$ van het maximaal vermogen (grootste waarde is van toepassing)

Onder de in de in tabel 7 vermelde voorwaarden mogen bepaalde punten worden geschrapt.

Tabel 7

Bij de regressie-analyse toegestaan schrappen van punten

Voorwaarde	Schrappen van de punten
Vollast en koppelfeedback < referentiekoppel	Koppel en/of vermogen
Geen belasting, geen stationair punt en koppelfeedback > referentiekoppel	Koppel en/of vermogen

4. BEREKENING VAN DE GASVORMIGE EMISSIES

4.1. Bepaling van de verdunde-uitlaatgasstroom

De volledige verdunde uitlaatgasstroom gedurende de cyclus (kg/test) wordt berekend uit de meetwaarden van de cyclus en de corresponderende kallibratiegegevens van de stroommeter (V_0 voor PDP of K_v voor CFV, als omschreven in bijlage III, aanhangsel 5, punt 2). Wanneer de temperatuur van het verdunde uitlaatgas met gebruikmaking van een warmtewisselaar constant wordt gehouden (± 6 K voor een PDP-CVS, ± 11 K voor een CFV-CVS, zie bijlage V, punt 2.3), wordt de volgende formule gebruikt:

Voor het PDP-CVS-systeem:

$$M_{\text{TOTW}} = 1,293 * V_0 * N_p * (p_B - p_1) * 273 / (101,3 * T)$$

waarin:

M_{TOTW} = massa van het verdunde uitlaatgas op natte basis gedurende de cyclus, in kg

V_0 = volume gas dat per omwenteling onder proefomstandigheden door de pomp wordt verplaatst, m^3/omw .

N_p = totaal aantal omwentelingen van de pomp per test

p_B = atmosferische druk in de meetcel, in kPa

p_1 = onderdruk bij de pompinlaat, in kPa

T = gemiddelde temperatuur van het verdunde uitlaatgas bij de pompinlaat gedurende de cyclus, in K

Voor het CFV-CVS-systeem:

$$M_{\text{TOTW}} = 1,293 * t * K_v * p_A / T^{0,5}$$

waarin:

M_{TOTW} = massa van het verdunde uitlaatgas op natte basis over de gehele cyclus, in kg

t = cyclustijd, in s

K_v = kalibreringscoëfficiënt van de venturibuis met kritische stroming onder standaardomstandigheden,

p_A = absolute druk bij de inlaat van de venturibuis, in kPa

T = absolute temperatuur bij de inlaat van de venturibuis, in K

Wanneer een systeem met stroomcompensatie wordt gebruikt (i.e. zonder warmtewisselaar), worden de momentane massaemissies berekend en geïntegreerd gedurende de cyclus. In een dergelijk geval wordt de momentane massa van het verdunde uitlaatgas als volgt berekend:

Voor het PDP-CVS-systeem:

$$M_{\text{TOTW},i} = 1,293 * V_0 * N_{p,i} * (p_B - p_1) * 273 / (101,3 * T)$$

waarin:

$M_{\text{TOTW},i}$ = momentane massa van het verdunde uitlaatgas op natte basis, in kg

$N_{p,i}$ = totaal aantal omwentelingen van de pomp per tijdsinterval

Voor het CFV-CVS-systeem:

$$M_{\text{TOTW},i} = 1,293 * \Delta t_i * K_v * p_A / T^{0,5}$$

waarin:

$M_{TOTW,i}$ = momentane massa van het verdunde uitlaatgas op natte basis, in kg

Δt_i = tijdsinterval, in s

Wanneer de totale monstermassa van deeltjes (M_{SAM}) en gasvormige verontreinigingen groter is dan 0,5 % van de totale CVS-stroom (M_{TOTW}), wordt de CVS-stroom gecorrigeerd voor M_{SAM} of wordt de monsterdeeltjesstroom terug naar de CVS geleid voor deze het stroommetingsapparaat (PDP of CFV) bereikt.

4.2. Vochtigheidscorrectie voor NO_x

Aangezien de NO_x -emissies afhangen van de toestand van de omgevingslucht moet de NO_x -concentratie worden gecorrigeerd voor de omgevingsluchttemperatuur en -vochtigheid met behulp van de factor K_H uit de volgende formule.

a) bij dieselmotoren:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (H_a - 10,71)}$$

b) bij gasmotoren:

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (H_a - 10,71)}$$

waarin:

H_a = vochtigheidsgraad van de inlaatlucht per kg droge lucht terwjl:

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{p_B - p_a * R_a * 10^{-2}}$$

waarin:

R_a = relatieve vochtigheid van de inlaatlucht, in %

p_a = verzadigde dampdruk van de inlaatlucht, in kPa

p_B = totale buitendruk, in kPa

4.3. Berekening van de emissiemassastroom

4.3.1. Systemen met constante massastroom

Voor systemen met een warmtewisselaar wordt de massa van de verontreinigende stoffen (g/test) bepaald aan de hand van de volgende vergelijkingen:

$$(1) \text{ NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{ NO}_{x \text{ conc}} * K_{H,D} * M_{TOTW} \text{ (dieselmotoren)}$$

$$(2) \text{ NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{ NO}_{x \text{ conc}} * K_{H,G} * M_{TOTW} \text{ (gasmotoren)}$$

$$(3) \text{ CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{ CO}_{\text{conc}} * M_{TOTW}$$

$$(4) \text{ HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{ HC}_{\text{conc}} * M_{TOTW} \text{ (dieselmotoren)}$$

$$(5) \text{ HC}_{\text{mass}} = 0,000502 * \text{ HC}_{\text{conc}} * M_{TOTW} \text{ (LPG-motoren)}$$

$$(6) \text{ NMHC}_{\text{mass}} = 0,000516 * \text{ NMHC}_{\text{conc}} * M_{TOTW} \text{ (NG-motoren)}$$

$$(7) \text{ CH}_4_{\text{mass}} = 0,000552 * \text{ CH}_4_{\text{conc}} * M_{TOTW} \text{ (NG-motoren)}$$

waarin:

$\text{NO}_{x \text{ conc}}$, CO_{conc} , HC_{conc} ⁽¹⁾, $\text{NMHC}_{\text{conc}}$ = gemiddelde voor de achtergrond gecorrigeerde concentraties gedurende de cyclus verkregen via integratie (verplicht voor NO_x en HC) of bemonsteringszakmetingen, in ppm

M_{TOTW} = totale massa van het verdunde uitlaatgas gedurende de cyclus als bepaald overeenkomstig punt 4.1, in kg

$K_{H,D}$ = vochtigheidswegingsfactor voor dieselmotoren, bepaald overeenkomstig punt 4.2

$K_{H,G}$ = vochtigheidswegingsfactor voor dieselmotoren, bepaald overeenkomstig punt 4.2

⁽¹⁾ Uitgedrukt in C1-equivalent.

Op droge basis gemeten concentraties worden omgezet in concentraties op natte basis in overeenstemming met bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.2.

De bepaling van $NMHC_{conc}$ hangt af van de gebruikte methode (zie bijlage III, aanhangsel 4, punt 3.3.4). In beide gevallen wordt de CH_4 -concentratie als volgt bepaald en afgetrokken van de HC-concentratie:

a) GC-methode

$$NMHC_{conc} = HC_{conc} - CH_{4\ conc}$$

b) NMC-methode

$$NMHC_{conc} = \frac{HC(w/oCutter) * (1 - CE_M) - HC(wCutter)}{CE_E - CE_M}$$

waarin:

HC(wCutter) = HC-concentratie als het monstergas door de NMC stroomt

HC(w/oCutter) = HC-concentratie als het monstergas niet door de NMC stroomt

CE_M = doelmatigheid van de methaanconversie, bepaald overeenkomstig aanhangsel 5, punt 1.8.4.1

CE_E = doelmatigheid van de ethaanconversie, bepaald overeenkomstig aanhangsel 5, punt 1.8.4.2

4.3.1.1. Bepaling van de voor de achtergrond gecorrigeerde concentraties

De gemiddelde achtergrondconcentratie van gasvormige verontreinigingen in de verdunningslucht moet van de gemeten concentraties worden afgetrokken om de nettoconcentratie van verontreinigende stoffen te krijgen. De gemiddelde waarden van de achtergrondconcentraties kan worden bepaald via de bemonsteringszakmethode of via continue meting met integratie. De volgende formule is van toepassing:

$$conc = conc_e - conc_d * (1 - (1/DF))$$

waarin:

conc = concentratie van de respectieve verontreinigende stof in het verdunde uitlaatgas, gecorrigeerd voor de hoeveelheid van de respectieve verontreinigende stof in de verdunningslucht, in ppm

$conc_e$ = concentratie van de respectieve verontreinigende stof als gemeten in het verdunde uitlaatgas, in ppm

$conc_d$ = concentratie van de respectieve verontreinigende stof als gemeten in de verdunningslucht, in ppm

DF = verdunningsfactor

De verdunningsfactor wordt als volgt berekend:

a) bij diesel- en LPG-motoren

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2\ conc} + (HC_{\ conc} + CO_{\ conc}) * 10^{-4}}$$

b) bij NG-motoren

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2\ conc} + (NMHC_{\ conc} + CO_{\ conc}) * 10^{-4}}$$

waarin:

$CO_{2, \ conc}$ = concentratie van CO_2 in het verdunde uitlaatgas, in volume %

$HC_{\ conc}$ = concentratie van HC in het verdunde uitlaatgas, in ppm C1

$NMHC_{\ conc}$ = concentratie van NMHC in het verdunde uitlaatgas, in ppm C1

$CO_{\ conc}$ = concentratie van CO in het verdunde uitlaatgas, in ppm

F_S = stoichiometrische factor

Op een droge basis gemeten concentraties worden omgezet in concentraties op natte basis overeenkomstig bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.2.

De stoichiometrische factor wordt als volgt berekend:

$$F_S = 100 * \frac{x}{x + \frac{y}{2} + 3,76 * \left(x + \frac{y}{4}\right)}$$

waarin:

x,y = brandstofsamenstelling C_xH_y.

Indien de brandstofsamenstelling niet bekend is, mogen de volgende stoichiometrische factoren gebruikt worden:

F_S (diesel) = 13,4

F_S (LPG) = 11,6

F_S (NG) = 9,5

4.3.2. Systemen met stroomcompensatie

Bij systemen zonder warmtewisselaar wordt de massa van de verontreinigende stoffen (g/test) bepaald door de momentane gasemissies te berekenen en deze momentane waarden te integreren over de hele cyclus. De achtergrondcorrectie wordt eveneens direct op de momentane concentraties toegepast. De te gebruiken formules zijn:

$$(1) \text{NO}_x \text{ mass} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} * \text{NO}_{x\text{conce},i} * 0,001587 * K_{\text{H,D}} \right) - \left(M_{\text{TOTW}} * \text{NO}_{x\text{concd}} * (1-1/\text{DF}) * 0,001587 * K_{\text{H,D}} \right) \text{ (dieselmotoren)}$$

$$(2) \text{NO}_x \text{ mass} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} * \text{NO}_{x\text{conce},i} * 0,001587 * K_{\text{H,G}} \right) - \left(M_{\text{TOTW}} * \text{NO}_{x\text{concd}} * (1-1/\text{DF}) * 0,001587 * K_{\text{H,G}} \right) \text{ (gasmotoren)}$$

$$(3) \text{CO}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} * \text{CO}_{\text{conce},i} * 0,000966 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} * \text{CO}_{\text{concd}} * (1-1/\text{DF}) * 0,000966 \right)$$

$$(4) \text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} * \text{HC}_{\text{conce},i} * 0,000479 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} * \text{HC}_{\text{concd}} * (1-1/\text{DF}) * 0,000479 \right) \text{ (dieselmotoren)}$$

$$(5) \text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} * \text{HC}_{\text{conce},i} * 0,000502 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} * \text{HC}_{\text{concd}} * (1-1/\text{DF}) * 0,000502 \right) \text{ (LPG-motoren)}$$

$$(6) \text{NMHC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} * \text{NMHC}_{\text{conce},i} * 0,000516 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} * \text{NMHC}_{\text{concd}} * (1-1/\text{DF}) * 0,000516 \right) \text{ (NG-motoren)}$$

$$(7) \text{CH}_4 \text{ mass} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} * \text{CH}_4 \text{ conce},i * 0,000552 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} * \text{CH}_4 \text{ concd} * (1-1/\text{DF}) * 0,000552 \right) \text{ (NG-motoren)}$$

waarin:

conce = concentratie van de respectieve verontreinigende stof, gemeten in het verdunde uitlaatgas, in ppm

concd = concentratie van de respectieve verontreinigende stof, gemeten in de verdunningslucht, in ppm

M_{TOTW,i} = totale massa van het verdunde uitlaatgas (zie punt 4.1), in kg

M_{TOTW} = totale massa van het verdunde uitlaatgas over de hele cyclus (zie punt 4.1), in kg

K_{H,D} = vochtigheidswegingsfactor voor dieselmotoren, bepaald in punt 4.2

K_{H,G} = vochtigheidswegingsfactor voor gasmotoren, bepaald in punt 4.2

DF = verdunningsfactor, bepaald in punt 4.3.1.1

4.4. Berekening van de specifieke emissies

De emissies (g/kWh) worden voor alle afzonderlijke componenten berekend en wel op de volgende wijze:

$$\overline{\text{NO}_x} = \text{NO}_{x\text{mass}}/\text{W}_{\text{act}} \text{ (diesel- en gasmotoren)}$$

$$\overline{\text{CO}} = \text{CO}_{\text{mass}}/\text{W}_{\text{act}} \text{ (diesel- en gasmotoren)}$$

$$\overline{\text{HC}} = \text{HC}_{\text{mass}}/\text{W}_{\text{act}} \text{ (diesel- en LPG-motoren)}$$

$$\overline{\text{NMHC}} = \text{NMHC}_{\text{mass}}/\text{W}_{\text{act}} \text{ (NG-motoren)}$$

$$\overline{\text{CH}_4} = \text{CH}_{4\text{mass}}/\text{W}_{\text{act}} \text{ (NG-motoren)}$$

waarin:

W_{act} = cyclusarbeid als bepaald in punt 3.9.2, in kWh

5. BEREKENING VAN DE DEELTJESEMISSIE (UITSLUITEND VOOR DIESELMOTOREN)

5.1. Berekening van de massastroom

De deeltjesmassa (g/test) wordt als volgt berekend:

$$\text{PT}_{\text{mass}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1000}$$

waarin:

M_f = deeltjesmassa, bemonsterd over de cyclus, in mg

M_{TOTW} = totale massa van het verdunde uitlaatgas over de cyclus, bepaald in punt 4.1, in kg

M_{SAM} = massa van het verdunde uitlaatgas uit de verdunningstunnel voor de deeltjesbemonstering, in kg

en

M_f = $M_{f,p} + M_{f,b}$, wanneer afzonderlijk gewogen, in mg

$M_{f,p}$ = op het primaire filter verzamelde deeltjesmassa, in mg

$M_{f,b}$ = op het secundaire filter verzamelde deeltjesmassa, in mg

Wanneer een dubbel verdunningssysteem wordt gebruikt, wordt de massa van de secundaire verdunningslucht afgetrokken van de totale massa van het dubbel verdunde uitlaatgas, bemonsterd met de deeltjesfilters.

$$M_{\text{SAM}} = M_{\text{TOT}} - M_{\text{SEC}}$$

waarin:

M_{TOT} = massa van het dubbel verdunde uitlaatgas door het deeltjesfilter, in kg

M_{SEC} = massa van de secundaire verdunningslucht, in kg

Wanneer het deeltjesachtergrondniveau van de verdunningslucht is bepaald overeenkomstig punt 3.4 kan de deeltjesmassa voor deze achtergrond worden gecorrigeerd. In dat geval wordt de deeltjesmassa (g/test) als volgt berekend:

$$\text{PT}_{\text{mass}} = \left[\frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} * \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1000}$$

waarin:

M_f , M_{SAM} , M_{TOTW} = zie boven

M_{DIL} = massa van de primaire verdunningslucht, bemonsterd door de deeltjes bemonsteringsinrichting voor het achtergrondniveau, in kg

M_d = massa van de verzamelde achtergronddeeltjes in de primaire verdunningslucht, in mg

DF = verdunningsfactor als bepaald in punt 4.3.1.1

5.2. **Berekening van de specifieke emissie**

De deeltjesemissie (g/kWh) wordt als volgt berekend:

$$\overline{PT} = PT_{\text{mass}}/W_{\text{act}}$$

waarin:

W_{act} = werkelijke cyclusarbeid, bepaald in punt 3.9.2, in kWh

Aanhangsel 3

ETC-MOTOR-DYNAMOMETERSCHEMA

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
1	0	0	63	28,5	20,9	125	65,3	„m”
2	0	0	64	32	73,9	126	64	„m”
3	0	0	65	4	82,3	127	59,7	„m”
4	0	0	66	34,5	80,4	128	52,8	„m”
5	0	0	67	64,1	86	129	45,9	„m”
6	0	0	68	58	0	130	38,7	„m”
7	0	0	69	50,3	83,4	131	32,4	„m”
8	0	0	70	66,4	99,1	132	27	„m”
9	0	0	71	81,4	99,6	133	21,7	„m”
10	0	0	72	88,7	73,4	134	19,1	0,4
11	0	0	73	52,5	0	135	34,7	14
12	0	0	74	46,4	58,5	136	16,4	48,6
13	0	0	75	48,6	90,9	137	0	11,2
14	0	0	76	55,2	99,4	138	1,2	2,1
15	0	0	77	62,3	99	139	30,1	19,3
16	0,1	1,5	78	68,4	91,5	140	30	73,9
17	23,1	21,5	79	74,5	73,7	141	54,4	74,4
18	12,6	28,5	80	38	0	142	77,2	55,6
19	21,8	71	81	41,8	89,6	143	58,1	0
20	19,7	76,8	82	47,1	99,2	144	45	82,1
21	54,6	80,9	83	52,5	99,8	145	68,7	98,1
22	71,3	4,9	84	56,9	80,8	146	85,7	67,2
23	55,9	18,1	85	58,3	11,8	147	60,2	0
24	72	85,4	86	56,2	„m”	148	59,4	98
25	86,7	61,8	87	52	„m”	149	72,7	99,6
26	51,7	0	88	43,3	„m”	150	79,9	45
27	53,4	48,9	89	36,1	„m”	151	44,3	0
28	34,2	87,6	90	27,6	„m”	152	41,5	84,4
29	45,5	92,7	91	21,1	„m”	153	56,2	98,2
30	54,6	99,5	92	8	0	154	65,7	99,1
31	64,5	96,8	93	0	0	155	74,4	84,7
32	71,7	85,4	94	0	0	156	54,4	0
33	79,4	54,8	95	0	0	157	47,9	89,7
34	89,7	99,4	96	0	0	158	54,5	99,5
35	57,4	0	97	0	0	159	62,7	96,8
36	59,7	30,6	98	0	0	160	62,3	0
37	90,1	„m”	99	0	0	161	46,2	54,2
38	82,9	„m”	100	0	0	162	44,3	83,2
39	51,3	„m”	101	0	0	163	48,2	13,3
40	28,5	„m”	102	0	0	164	51	„m”
41	29,3	„m”	103	0	0	165	50	„m”
42	26,7	„m”	104	0	0	166	49,2	„m”
43	20,4	„m”	105	0	0	167	49,3	„m”
44	14,1	0	106	0	0	168	49,9	„m”
45	6,5	0	107	0	0	169	51,6	„m”
46	0	0	108	11,6	14,8	170	49,7	„m”
47	0	0	109	0	0	171	48,5	„m”
48	0	0	110	27,2	74,8	172	50,3	72,5
49	0	0	111	17	76,9	173	51,1	84,5
50	0	0	112	36	78	174	54,6	64,8
51	0	0	113	59,7	86	175	56,6	76,5
52	0	0	114	80,8	17,9	176	58	„m”
53	0	0	115	49,7	0	177	53,6	„m”
54	0	0	116	65,6	86	178	40,8	„m”
55	0	0	117	78,6	72,2	179	32,9	„m”
56	0	0	118	64,9	„m”	180	26,3	„m”
57	0	0	119	44,3	„m”	181	20,9	„m”
58	0	0	120	51,4	83,4	182	10	0
59	0	0	121	58,1	97	183	0	0
60	0	0	122	69,3	99,3	184	0	0
61	0	0	123	72	20,8	185	0	0
62	25,5	11,1	124	72,1	„m”	186	0	0

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
187	0	0	255	54,5	„m”	323	43	24,8
188	0	0	256	51,7	17	324	38,7	0
189	0	0	257	56,2	78,7	325	48,1	31,9
190	0	0	258	59,5	94,7	326	40,3	61
191	0	0	259	65,5	99,1	327	42,4	52,1
192	0	0	260	71,2	99,5	328	46,4	47,7
193	0	0	261	76,6	99,9	329	46,9	30,7
194	0	0	262	79	0	330	46,1	23,1
195	0	0	263	52,9	97,5	331	45,7	23,2
196	0	0	264	53,1	99,7	332	45,5	31,9
197	0	0	265	59	99,1	333	46,4	73,6
198	0	0	266	62,2	99	334	51,3	60,7
199	0	0	267	65	99,1	335	51,3	51,1
200	0	0	268	69	83,1	336	53,2	46,8
201	0	0	269	69,9	28,4	337	53,9	50
202	0	0	270	70,6	12,5	338	53,4	52,1
203	0	0	271	68,9	8,4	339	53,8	45,7
204	0	0	272	69,8	9,1	340	50,6	22,1
205	0	0	273	69,6	7	341	47,8	26
206	0	0	274	65,7	„m”	342	41,6	17,8
207	0	0	275	67,1	„m”	343	38,7	29,8
208	0	0	276	66,7	„m”	344	35,9	71,6
209	0	0	277	65,6	„m”	345	34,6	47,3
210	0	0	278	64,5	„m”	346	34,8	80,3
211	0	0	279	62,9	„m”	347	35,9	87,2
212	0	0	280	59,3	„m”	348	38,8	90,8
213	0	0	281	54,1	„m”	349	41,5	94,7
214	0	0	282	51,3	„m”	350	47,1	99,2
215	0	0	283	47,9	„m”	351	53,1	99,7
216	0	0	284	43,6	„m”	352	46,4	0
217	0	0	285	39,4	„m”	353	42,5	0,7
218	0	0	286	34,7	„m”	354	43,6	58,6
219	0	0	287	29,8	„m”	355	47,1	87,5
220	0	0	288	20,9	73,4	356	54,1	99,5
221	0	0	289	36,9	„m”	357	62,9	99
222	0	0	290	35,5	„m”	358	72,6	99,6
223	0	0	291	20,9	„m”	359	82,4	99,5
224	0	0	292	49,7	11,9	360	88	99,4
225	21,2	62,7	293	42,5	„m”	361	46,4	0
226	30,8	75,1	294	32	„m”	362	53,4	95,2
227	5,9	82,7	295	23,6	„m”	363	58,4	99,2
228	34,6	80,3	296	19,1	0	364	61,5	99
229	59,9	87	297	15,7	73,5	365	64,8	99
230	84,3	86,2	298	25,1	76,8	366	68,1	99,2
231	68,7	„m”	299	34,5	81,4	367	73,4	99,7
232	43,6	„m”	300	44,1	87,4	368	73,3	29,8
233	41,5	85,4	301	52,8	98,6	369	73,5	14,6
234	49,9	94,3	302	63,6	99	370	68,3	0
235	60,8	99	303	73,6	99,7	371	45,4	49,9
236	70,2	99,4	304	62,2	„m”	372	47,2	75,7
237	81,1	92,4	305	29,2	„m”	373	44,5	9
238	49,2	0	306	46,4	22	374	47,8	10,3
239	56	86,2	307	47,3	13,8	375	46,8	15,9
240	56,2	99,3	308	47,2	12,5	376	46,9	12,7
241	61,7	99	309	47,9	11,5	377	46,8	8,9
242	69,2	99,3	310	47,8	35,5	378	46,1	6,2
243	74,1	99,8	311	49,2	83,3	379	46,1	„m”
244	72,4	8,4	312	52,7	96,4	380	45,5	„m”
245	71,3	0	313	57,4	99,2	381	44,7	„m”
246	71,2	9,1	314	61,8	99	382	43,8	„m”
247	67,1	„m”	315	66,4	60,9	383	41	„m”
248	65,5	„m”	316	65,8	„m”	384	41,1	6,4
249	64,4	„m”	317	59	„m”	385	38	6,3
250	62,9	25,6	318	50,7	„m”	386	35,9	0,3
251	62,2	35,6	319	41,8	„m”	387	33,5	0
252	62,9	24,4	320	34,7	„m”	388	53,1	48,9
253	58,8	„m”	321	28,7	„m”	389	48,3	„m”
254	56,9	„m”	322	25,2	„m”	390	49,9	„m”

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %
391	48	„m”	459	51	100	527	60,7	„m”
392	45,3	„m”	460	53,2	99,7	528	54,5	„m”
393	41,6	3,1	461	53,1	99,7	529	51,3	„m”
394	44,3	79	462	55,9	53,1	530	45,5	„m”
395	44,3	89,5	463	53,9	13,9	531	40,8	„m”
396	43,4	98,8	464	52,5	„m”	532	38,9	„m”
397	44,3	98,9	465	51,7	„m”	533	36,6	„m”
398	43	98,8	466	51,5	52,2	534	36,1	72,7
399	42,2	98,8	467	52,8	80	535	44,8	78,9
400	42,7	98,8	468	54,9	95	536	51,6	91,1
401	45	99	469	57,3	99,2	537	59,1	99,1
402	43,6	98,9	470	60,7	99,1	538	66	99,1
403	42,2	98,8	471	62,4	„m”	539	75,1	99,9
404	44,8	99	472	60,1	„m”	540	81	8
405	43,4	98,8	473	53,2	„m”	541	39,1	0
406	45	99	474	44	„m”	542	53,8	89,7
407	42,2	54,3	475	35,2	„m”	543	59,7	99,1
408	61,2	31,9	476	30,5	„m”	544	64,8	99
409	56,3	72,3	477	26,5	„m”	545	70,6	96,1
410	59,7	99,1	478	22,5	„m”	546	72,6	19,6
411	62,3	99	479	20,4	„m”	547	72	6,3
412	67,9	99,2	480	19,1	„m”	548	68,9	0,1
413	69,5	99,3	481	19,1	„m”	549	67,7	„m”
414	73,1	99,7	482	13,4	„m”	550	66,8	„m”
415	77,7	99,8	483	6,7	„m”	551	64,3	16,9
416	79,7	99,7	484	3,2	„m”	552	64,9	7
417	82,5	99,5	485	14,3	63,8	553	63,6	12,5
418	85,3	99,4	486	34,1	0	554	63	7,7
419	86,6	99,4	487	23,9	75,7	555	64,4	38,2
420	89,4	99,4	488	31,7	79,2	556	63	11,8
421	62,2	0	489	32,1	19,4	557	63,6	0
422	52,7	96,4	490	35,9	5,8	558	63,3	5
423	50,2	99,8	491	36,6	0,8	559	60,1	9,1
424	49,3	99,6	492	38,7	„m”	560	61	8,4
425	52,2	99,8	493	38,4	„m”	561	59,7	0,9
426	51,3	100	494	39,4	„m”	562	58,7	„m”
427	51,3	100	495	39,7	„m”	563	56	„m”
428	51,1	100	496	40,5	„m”	564	53,9	„m”
429	51,1	100	497	40,8	„m”	565	52,1	„m”
430	51,8	99,9	498	39,7	„m”	566	49,9	„m”
431	51,3	100	499	39,2	„m”	567	46,4	„m”
432	51,1	100	500	38,7	„m”	568	43,6	„m”
433	51,3	100	501	32,7	„m”	569	40,8	„m”
434	52,3	99,8	502	30,1	„m”	570	37,5	„m”
435	52,9	99,7	503	21,9	„m”	571	27,8	„m”
436	53,8	99,6	504	12,8	0	572	17,1	0,6
437	51,7	99,9	505	0	0	573	12,2	0,9
438	53,5	99,6	506	0	0	574	11,5	1,1
439	52	99,8	507	0	0	575	8,7	0,5
440	51,7	99,9	508	0	0	576	8	0,9
441	53,2	99,7	509	0	0	577	5,3	0,2
442	54,2	99,5	510	0	0	578	4	0
443	55,2	99,4	511	0	0	579	3,9	0
444	53,8	99,6	512	0	0	580	0	0
445	53,1	99,7	513	0	0	581	0	0
446	55	99,4	514	30,5	25,6	582	0	0
447	57	99,2	515	19,7	56,9	583	0	0
448	61,5	99	516	16,3	45,1	584	0	0
449	59,4	5,7	517	27,2	4,6	585	0	0
450	59	0	518	21,7	1,3	586	0	0
451	57,3	59,8	519	29,7	28,6	587	8,7	22,8
452	64,1	99	520	36,6	73,7	588	16,2	49,4
453	70,9	90,5	521	61,3	59,5	589	23,6	56
454	58	0	522	40,8	0	590	21,1	56,1
455	41,5	59,8	523	36,6	27,8	591	23,6	56
456	44,1	92,6	524	39,4	80,4	592	46,2	68,8
457	46,8	99,2	525	51,3	88,9	593	68,4	61,2
458	47,2	99,3	526	58,5	11,1	594	58,7	„m”

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
595	31,6	„m”	663	54,9	59,8	731	56,8	„m”
596	19,9	8,8	664	54	39,3	732	57,1	„m”
597	32,9	70,2	665	53,8	„m”	733	52	„m”
598	43	79	666	52	„m”	734	44,4	„m”
599	57,4	98,9	667	50,4	„m”	735	40,2	„m”
600	72,1	73,8	668	50,6	0	736	39,2	16,5
601	53	0	669	49,3	41,7	737	38,9	73,2
602	48,1	86	670	50	73,2	738	39,9	89,8
603	56,2	99	671	50,4	99,7	739	42,3	98,6
604	65,4	98,9	672	51,9	99,5	740	43,7	98,8
605	72,9	99,7	673	53,6	99,3	741	45,5	99,1
606	67,5	„m”	674	54,6	99,1	742	45,6	99,2
607	39	„m”	675	56	99	743	48,1	99,7
608	41,9	38,1	676	55,8	99	744	49	100
609	44,1	80,4	677	58,4	98,9	745	49,8	99,9
610	46,8	99,4	678	59,9	98,8	746	49,8	99,9
611	48,7	99,9	679	60,9	98,8	747	51,9	99,5
612	50,5	99,7	680	63	98,8	748	52,3	99,4
613	52,5	90,3	681	64,3	98,9	749	53,3	99,3
614	51	1,8	682	64,8	64	750	52,9	99,3
615	50	„m”	683	65,9	46,5	751	54,3	99,2
616	49,1	„m”	684	66,2	28,7	752	55,5	99,1
617	47	„m”	685	65,2	1,8	753	56,7	99
618	43,1	„m”	686	65	6,8	754	61,7	98,8
619	39,2	„m”	687	63,6	53,6	755	64,3	47,4
620	40,6	0,5	688	62,4	82,5	756	64,7	1,8
621	41,8	53,4	689	61,8	98,8	757	66,2	„m”
622	44,4	65,1	690	59,8	98,8	758	49,1	„m”
623	48,1	67,8	691	59,2	98,8	759	52,1	46
624	53,8	99,2	692	59,7	98,8	760	52,6	61
625	58,6	98,9	693	61,2	98,8	761	52,9	0
626	63,6	98,8	694	62,2	49,4	762	52,3	20,4
627	68,5	99,2	695	62,8	37,2	763	54,2	56,7
628	72,2	89,4	696	63,5	46,3	764	55,4	59,8
629	77,1	0	697	64,7	72,3	765	56,1	49,2
630	57,8	79,1	698	64,7	72,3	766	56,8	33,7
631	60,3	98,8	699	65,4	77,4	767	57,2	96
632	61,9	98,8	700	66,1	69,3	768	58,6	98,9
633	63,8	98,8	701	64,3	„m”	769	59,5	98,8
634	64,7	98,9	702	64,3	„m”	770	61,2	98,8
635	65,4	46,5	703	63	„m”	771	62,1	98,8
636	65,7	44,5	704	62,2	„m”	772	62,7	98,8
637	65,6	3,5	705	61,6	„m”	773	62,8	98,8
638	49,1	0	706	62,4	„m”	774	64	98,9
639	50,4	73,1	707	62,2	„m”	775	63,2	46,3
640	50,5	„m”	708	61	„m”	776	62,4	„m”
641	51	„m”	709	58,7	„m”	777	60,3	„m”
642	49,4	„m”	710	55,5	„m”	778	58,7	„m”
643	49,2	„m”	711	51,7	„m”	779	57,2	„m”
644	48,6	„m”	712	49,2	„m”	780	56,1	„m”
645	47,5	„m”	713	48,8	40,4	781	56	9,3
646	46,5	„m”	714	47,9	„m”	782	55,2	26,3
647	46	11,3	715	46,2	„m”	783	54,8	42,8
648	45,6	42,8	716	45,6	9,8	784	55,7	47,1
649	47,1	83	717	45,6	34,5	785	56,6	52,4
650	46,2	99,3	718	45,5	37,1	786	58	50,3
651	47,9	99,7	719	43,8	„m”	787	58,6	20,6
652	49,5	99,9	720	41,9	„m”	788	58,7	„m”
653	50,6	99,7	721	41,3	„m”	789	59,3	„m”
654	51	99,6	722	41,4	„m”	790	58,6	„m”
655	53	99,3	723	41,2	„m”	791	60,5	9,7
656	54,9	99,1	724	41,8	„m”	792	59,2	9,6
657	55,7	99	725	41,8	„m”	793	59,9	9,6
658	56	99	726	43,2	17,4	794	59,6	9,6
659	56,1	9,3	727	45	29	795	59,9	6,2
660	55,6	„m”	728	44,2	„m”	796	59,9	9,6
661	55,4	„m”	729	43,9	„m”	797	60,5	13,1
662	54,9	51,3	730	38	10,7	798	60,3	20,7

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
799	59,9	31	867	52,3	99,4	935	52,8	60,1
800	60,5	42	868	53	99,3	936	53,7	69,7
801	61,5	52,5	869	54,2	99,2	937	54	70,7
802	60,9	51,4	870	55,5	99,1	938	55,1	71,7
803	61,2	57,7	871	56,7	99	939	55,2	46
804	62,8	98,8	872	57,3	98,9	940	54,7	12,6
805	63,4	96,1	873	58	98,9	941	52,5	0
806	64,6	45,4	874	60,5	31,1	942	51,8	24,7
807	64,1	5	875	60,2	„m”	943	51,4	43,9
808	63	3,2	876	60,3	„m”	944	50,9	71,1
809	62,7	14,9	877	60,5	6,3	945	51,2	76,8
810	63,5	35,8	878	61,4	19,3	946	50,3	87,5
811	64,1	73,3	879	60,3	1,2	947	50,2	99,8
812	64,3	37,4	880	60,5	2,9	948	50,9	100
813	64,1	21	881	61,2	34,1	949	49,9	99,7
814	63,7	21	882	61,6	13,2	950	50,9	100
815	62,9	18	883	61,5	16,4	951	49,8	99,7
816	62,4	32,7	884	61,2	16,4	952	50,4	99,8
817	61,7	46,2	885	61,3	„m”	953	50,4	99,8
818	59,8	45,1	886	63,1	„m”	954	49,7	99,7
819	57,4	43,9	887	63,2	4,8	955	51	100
820	54,8	42,8	888	62,3	22,3	956	50,3	99,8
821	54,3	65,2	889	62	38,5	957	50,2	99,8
822	52,9	62,1	890	61,6	29,6	958	49,9	99,7
823	52,4	30,6	891	61,6	26,6	959	50,9	100
824	50,4	„m”	892	61,8	28,1	960	50	99,7
825	48,6	„m”	893	62	29,6	961	50,2	99,8
826	47,9	„m”	894	62	16,3	962	50,2	99,8
827	46,8	„m”	895	61,1	„m”	963	49,9	99,7
828	46,9	9,4	896	61,2	„m”	964	50,4	99,8
829	49,5	41,7	897	60,7	19,2	965	50,2	99,8
830	50,5	37,8	898	60,7	32,5	966	50,3	99,8
831	52,3	20,4	899	60,9	17,8	967	49,9	99,7
832	54,1	30,7	900	60,1	19,2	968	51,1	100
833	56,3	41,8	901	59,3	38,2	969	50,6	99,9
834	58,7	26,5	902	59,9	45	970	49,9	99,7
835	57,3	„m”	903	59,4	32,4	971	49,6	99,6
836	59	„m”	904	59,2	23,5	972	49,4	99,6
837	59,8	„m”	905	59,5	40,8	973	49	99,5
838	60,3	„m”	906	58,3	„m”	974	49,8	99,7
839	61,2	„m”	907	58,2	„m”	975	50,9	100
840	61,8	„m”	908	57,6	„m”	976	50,4	99,8
841	62,5	„m”	909	57,1	„m”	977	49,8	99,7
842	62,4	„m”	910	57	0,6	978	49,1	99,5
843	61,5	„m”	911	57	26,3	979	50,4	99,8
844	63,7	„m”	912	56,5	29,2	980	49,8	99,7
845	61,9	„m”	913	56,3	20,5	981	49,3	99,5
846	61,6	29,7	914	56,1	„m”	982	49,1	99,5
847	60,3	„m”	915	55,2	„m”	983	49,9	99,7
848	59,2	„m”	916	54,7	17,5	984	49,1	99,5
849	57,3	„m”	917	55,2	29,2	985	50,4	99,8
850	52,3	„m”	918	55,2	29,2	986	50,9	100
851	49,3	„m”	919	55,9	16	987	51,4	99,9
852	47,3	„m”	920	55,9	26,3	988	51,5	99,9
853	46,3	38,8	921	56,1	36,5	989	52,2	99,7
854	46,8	35,1	922	55,8	19	990	52,8	74,1
855	46,6	„m”	923	55,9	9,2	991	53,3	46
856	44,3	„m”	924	55,8	21,9	992	53,6	36,4
857	43,1	„m”	925	56,4	42,8	993	53,4	33,5
858	42,4	2,1	926	56,4	38	994	53,9	58,9
859	41,8	2,4	927	56,4	11	995	55,2	73,8
860	43,8	68,8	928	56,4	35,1	996	55,8	52,4
861	44,6	89,2	929	54	7,3	997	55,7	9,2
862	46	99,2	930	53,4	5,4	998	55,8	2,2
863	46,9	99,4	931	52,3	27,6	999	56,4	33,6
864	47,9	99,7	932	52,1	32	1000	55,4	„m”
865	50,2	99,8	933	52,3	33,4	1001	55,2	„m”
866	51,2	99,6	934	52,2	34,9	1002	55,8	26,3

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %
1003	55,8	23,3	1071	42,5	„m”	1139	45,5	24,8
1004	56,4	50,2	1072	41	„m”	1140	44,8	73,8
1005	57,6	68,3	1073	39,9	„m”	1141	46,6	99
1006	58,8	90,2	1074	39,9	38,2	1142	46,3	98,9
1007	59,9	98,9	1075	40,1	48,1	1143	48,5	99,4
1008	62,3	98,8	1076	39,9	48	1144	49,9	99,7
1009	63,1	74,4	1077	39,4	59,3	1145	49,1	99,5
1010	63,7	49,4	1078	43,8	19,8	1146	49,1	99,5
1011	63,3	9,8	1079	52,9	0	1147	51	100
1012	48	0	1080	52,8	88,9	1148	51,5	99,9
1013	47,9	73,5	1081	53,4	99,5	1149	50,9	100
1014	49,9	99,7	1082	54,7	99,3	1150	51,6	99,9
1015	49,9	48,8	1083	56,3	99,1	1151	52,1	99,7
1016	49,6	2,3	1084	57,5	99	1152	50,9	100
1017	49,9	„m”	1085	59	98,9	1153	52,2	99,7
1018	49,3	„m”	1086	59,8	98,9	1154	51,5	98,3
1019	49,7	47,5	1087	60,1	98,9	1155	51,5	47,2
1020	49,1	„m”	1088	61,8	48,3	1156	50,8	78,4
1021	49,4	„m”	1089	61,8	55,6	1157	50,3	83
1022	48,3	„m”	1090	61,7	59,8	1158	50,3	31,7
1023	49,4	„m”	1091	62	55,6	1159	49,3	31,3
1024	48,5	„m”	1092	62,3	29,6	1160	48,8	21,5
1025	48,7	„m”	1093	62	19,3	1161	47,8	59,4
1026	48,7	„m”	1094	61,3	7,9	1162	48,1	77,1
1027	49,1	„m”	1095	61,1	19,2	1163	48,4	87,6
1028	49	„m”	1096	61,2	43	1164	49,6	87,5
1029	49,8	„m”	1097	61,1	59,7	1165	51	81,4
1030	48,7	„m”	1098	61,1	98,8	1166	51,6	66,7
1031	48,5	„m”	1099	61,3	98,8	1167	53,3	63,2
1032	49,3	31,3	1100	61,3	26,6	1168	55,2	62
1033	49,7	45,3	1101	60,4	„m”	1169	55,7	43,9
1034	48,3	44,5	1102	58,8	„m”	1170	56,4	30,7
1035	49,8	61	1103	57,7	„m”	1171	56,8	23,4
1036	49,4	64,3	1104	56	„m”	1172	57	„m”
1037	49,8	64,4	1105	54,7	„m”	1173	57,6	„m”
1038	50,5	65,6	1106	53,3	„m”	1174	56,9	„m”
1039	50,3	64,5	1107	52,6	23,2	1175	56,4	4
1040	51,2	82,9	1108	53,4	84,2	1176	57	23,4
1041	50,5	86	1109	53,9	99,4	1177	56,4	41,7
1042	50,6	89	1110	54,9	99,3	1178	57	49,2
1043	50,4	81,4	1111	55,8	99,2	1179	57,7	56,6
1044	49,9	49,9	1112	57,1	99	1180	58,6	56,6
1045	49,1	20,1	1113	56,5	99,1	1181	58,9	64
1046	47,9	24	1114	58,9	98,9	1182	59,4	68,2
1047	48,1	36,2	1115	58,7	98,9	1183	58,8	71,4
1048	47,5	34,5	1116	59,8	98,9	1184	60,1	71,3
1049	46,9	30,3	1117	61	98,8	1185	60,6	79,1
1050	47,7	53,5	1118	60,7	19,2	1186	60,7	83,3
1051	46,9	61,6	1119	59,4	„m”	1187	60,7	77,1
1052	46,5	73,6	1120	57,9	„m”	1188	60	73,5
1053	48	84,6	1121	57,6	„m”	1189	60,2	55,5
1054	47,2	87,7	1122	56,3	„m”	1190	59,7	54,4
1055	48,7	80	1123	55	„m”	1191	59,8	73,3
1056	48,7	50,4	1124	53,7	„m”	1192	59,8	77,9
1057	47,8	38,6	1125	52,1	„m”	1193	59,8	73,9
1058	48,8	63,1	1126	51,1	„m”	1194	60	76,5
1059	47,4	5	1127	49,7	25,8	1195	59,5	82,3
1060	47,3	47,4	1128	49,1	46,1	1196	59,9	82,8
1061	47,3	49,8	1129	48,7	46,9	1197	59,8	65,8
1062	46,9	23,9	1130	48,2	46,7	1198	59	48,6
1063	46,7	44,6	1131	48	70	1199	58,9	62,2
1064	46,8	65,2	1132	48	70	1200	59,1	70,4
1065	46,9	60,4	1133	47,2	67,6	1201	58,9	62,1
1066	46,7	61,5	1134	47,3	67,6	1202	58,4	67,4
1067	45,5	„m”	1135	46,6	74,7	1203	58,7	58,9
1068	45,5	„m”	1136	47,4	13	1204	58,3	57,7
1069	44,2	„m”	1137	46,3	„m”	1205	57,5	57,8
1070	43	„m”	1138	45,4	„m”	1206	57,2	57,6

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %
1207	57,1	42,6	1275	60,6	8,2	1343	61,3	19,2
1208	57	70,1	1276	60,6	5,5	1344	61	9,3
1209	56,4	59,6	1277	61	14,3	1345	60,8	44,2
1210	56,7	39	1278	61	12	1346	60,9	55,3
1211	55,9	68,1	1279	61,3	34,2	1347	61,2	56
1212	56,3	79,1	1280	61,2	17,1	1348	60,9	60,1
1213	56,7	89,7	1281	61,5	15,7	1349	60,7	59,1
1214	56	89,4	1282	61	9,5	1350	60,9	56,8
1215	56	93,1	1283	61,1	9,2	1351	60,7	58,1
1216	56,4	93,1	1284	60,5	4,3	1352	59,6	78,4
1217	56,7	94,4	1285	60,2	7,8	1353	59,6	84,6
1218	56,9	94,8	1286	60,2	5,9	1354	59,4	66,6
1219	57	94,1	1287	60,2	5,3	1355	59,3	75,5
1220	57,7	94,3	1288	59,9	4,6	1356	58,9	49,6
1221	57,5	93,7	1289	59,4	21,5	1357	59,1	75,8
1222	58,4	93,2	1290	59,6	15,8	1358	59	77,6
1223	58,7	93,2	1291	59,3	10,1	1359	59	67,8
1224	58,2	93,7	1292	58,9	9,4	1360	59	56,7
1225	58,5	93,1	1293	58,8	9	1361	58,8	54,2
1226	58,8	86,2	1294	58,9	35,4	1362	58,9	59,6
1227	59	72,9	1295	58,9	30,7	1363	58,9	60,8
1228	58,2	59,9	1296	58,9	25,9	1364	59,3	56,1
1229	57,6	8,5	1297	58,7	22,9	1365	58,9	48,5
1230	57,1	47,6	1298	58,7	24,4	1366	59,3	42,9
1231	57,2	74,4	1299	59,3	61	1367	59,4	41,4
1232	57	79,1	1300	60,1	56	1368	59,6	38,9
1233	56,7	67,2	1301	60,5	50,6	1369	59,4	32,9
1234	56,8	69,1	1302	59,5	16,2	1370	59,3	30,6
1235	56,9	71,3	1303	59,7	50	1371	59,4	30
1236	57	77,3	1304	59,7	31,4	1372	59,4	25,3
1237	57,4	78,2	1305	60,1	43,1	1373	58,8	18,6
1238	57,3	70,6	1306	60,8	38,4	1374	59,1	18
1239	57,7	64	1307	60,9	40,2	1375	58,5	10,6
1240	57,5	55,6	1308	61,3	49,7	1376	58,8	10,5
1241	58,6	49,6	1309	61,8	45,9	1377	58,5	8,2
1242	58,2	41,1	1310	62	45,9	1378	58,7	13,7
1243	58,8	40,6	1311	62,2	45,8	1379	59,1	7,8
1244	58,3	21,1	1312	62,6	46,8	1380	59,1	6
1245	58,7	24,9	1313	62,7	44,3	1381	59,1	6
1246	59,1	24,8	1314	62,9	44,4	1382	59,4	13,1
1247	58,6	„m”	1315	63,1	43,7	1383	59,7	22,3
1248	58,8	„m”	1316	63,5	46,1	1384	60,7	10,5
1249	58,8	„m”	1317	63,6	40,7	1385	59,8	9,8
1250	58,7	„m”	1318	64,3	49,5	1386	60,2	8,8
1251	59,1	„m”	1319	63,7	27	1387	59,9	8,7
1252	59,1	„m”	1320	63,8	15	1388	61	9,1
1253	59,4	„m”	1321	63,6	18,7	1389	60,6	28,2
1254	60,6	2,6	1322	63,4	8,4	1390	60,6	22
1255	59,6	„m”	1323	63,2	8,7	1391	59,6	23,2
1256	60,1	„m”	1324	63,3	21,6	1392	59,6	19
1257	60,6	„m”	1325	62,9	19,7	1393	60,6	38,4
1258	59,6	4,1	1326	63	22,1	1394	59,8	41,6
1259	60,7	7,1	1327	63,1	20,3	1395	60	47,3
1260	60,5	„m”	1328	61,8	19,1	1396	60,5	55,4
1261	59,7	„m”	1329	61,6	17,1	1397	60,9	58,7
1262	59,6	„m”	1330	61	0	1398	61,3	37,9
1263	59,8	„m”	1331	61,2	22	1399	61,2	38,3
1264	59,6	4,9	1332	60,8	40,3	1400	61,4	58,7
1265	60,1	5,9	1333	61,1	34,3	1401	61,3	51,3
1266	59,9	6,1	1334	60,7	16,1	1402	61,4	71,1
1267	59,7	„m”	1335	60,6	16,6	1403	61,1	51
1268	59,6	„m”	1336	60,5	18,5	1404	61,5	56,6
1269	59,7	22	1337	60,6	29,8	1405	61	60,6
1270	59,8	10,3	1338	60,9	19,5	1406	61,1	75,4
1271	59,9	10	1339	60,9	22,3	1407	61,4	69,4
1272	60,6	6,2	1340	61,4	35,8	1408	61,6	69,9
1273	60,5	7,3	1341	61,3	42,9	1409	61,7	59,6
1274	60,2	14,8	1342	61,5	31	1410	61,8	54,8

Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %
1411	61,6	53,6	1479	60,7	26,7	1547	58,8	6,4
1412	61,3	53,5	1480	60,1	4,7	1548	58,7	5
1413	61,3	52,9	1481	59,9	0	1549	57,5	„m”
1414	61,2	54,1	1482	60,4	36,2	1550	57,4	„m”
1415	61,3	53,2	1483	60,7	32,5	1551	57,1	1,1
1416	61,2	52,2	1484	59,9	3,1	1552	57,1	0
1417	61,2	52,3	1485	59,7	„m”	1553	57	4,5
1418	61	48	1486	59,5	„m”	1554	57,1	3,7
1419	60,9	41,5	1487	59,2	„m”	1555	57,3	3,3
1420	61	32,2	1488	58,8	0,6	1556	57,3	16,8
1421	60,7	22	1489	58,7	„m”	1557	58,2	29,3
1422	60,7	23,3	1490	58,7	„m”	1558	58,7	12,5
1423	60,8	38,8	1491	57,9	„m”	1559	58,3	12,2
1424	61	40,7	1492	58,2	„m”	1560	58,6	12,7
1425	61	30,6	1493	57,6	„m”	1561	59	13,6
1426	61,3	62,6	1494	58,3	9,5	1562	59,8	21,9
1427	61,7	55,9	1495	57,2	6	1563	59,3	20,9
1428	62,3	43,4	1496	57,4	27,3	1564	59,7	19,2
1429	62,3	37,4	1497	58,3	59,9	1565	60,1	15,9
1430	62,3	35,7	1498	58,3	7,3	1566	60,7	16,7
1431	62,8	34,4	1499	58,8	21,7	1567	60,7	18,1
1432	62,8	31,5	1500	58,8	38,9	1568	60,7	40,6
1433	62,9	31,7	1501	59,4	26,2	1569	60,7	59,7
1434	62,9	29,9	1502	59,1	25,5	1570	61,1	66,8
1435	62,8	29,4	1503	59,1	26	1571	61,1	58,8
1436	62,7	28,7	1504	59	39,1	1572	60,8	64,7
1437	61,5	14,7	1505	59,5	52,3	1573	60,1	63,6
1438	61,9	17,2	1506	59,4	31	1574	60,7	83,2
1439	61,5	6,1	1507	59,4	27	1575	60,4	82,2
1440	61	9,9	1508	59,4	29,8	1576	60	80,5
1441	60,9	4,8	1509	59,4	23,1	1577	59,9	78,7
1442	60,6	11,1	1510	58,9	16	1578	60,8	67,9
1443	60,3	6,9	1511	59	31,5	1579	60,4	57,7
1444	60,8	7	1512	58,8	25,9	1580	60,2	60,6
1445	60,2	9,2	1513	58,9	40,2	1581	59,6	72,7
1446	60,5	21,7	1514	58,8	28,4	1582	59,9	73,6
1447	60,2	22,4	1515	58,9	38,9	1583	59,8	74,1
1448	60,7	31,6	1516	59,1	35,3	1584	59,6	84,6
1449	60,9	28,9	1517	58,8	30,3	1585	59,4	76,1
1450	59,6	21,7	1518	59	19	1586	60,1	76,9
1451	60,2	18	1519	58,7	3	1587	59,5	84,6
1452	59,5	16,7	1520	57,9	0	1588	59,8	77,5
1453	59,8	15,7	1521	58	2,4	1589	60,6	67,9
1454	59,6	15,7	1522	57,1	„m”	1590	59,3	47,3
1455	59,3	15,7	1523	56,7	„m”	1591	59,3	43,1
1456	59	7,5	1524	56,7	5,3	1592	59,4	38,3
1457	58,8	7,1	1525	56,6	2,1	1593	58,7	38,2
1458	58,7	16,5	1526	56,8	„m”	1594	58,8	39,2
1459	59,2	50,7	1527	56,3	„m”	1595	59,1	67,9
1460	59,7	60,2	1528	56,3	„m”	1596	59,7	60,5
1461	60,4	44	1529	56	„m”	1597	59,5	32,9
1462	60,2	35,3	1530	56,7	„m”	1598	59,6	20
1463	60,4	17,1	1531	56,6	3,8	1599	59,6	34,4
1464	59,9	13,5	1532	56,9	„m”	1600	59,4	23,9
1465	59,9	12,8	1533	56,9	„m”	1601	59,6	15,7
1466	59,6	14,8	1534	57,4	„m”	1602	59,9	41
1467	59,4	15,9	1535	57,4	„m”	1603	60,5	26,3
1468	59,4	22	1536	58,3	13,9	1604	59,6	14
1469	60,4	38,4	1537	58,5	„m”	1605	59,7	21,2
1470	59,5	38,8	1538	59,1	„m”	1606	60,9	19,6
1471	59,3	31,9	1539	59,4	„m”	1607	60,1	34,3
1472	60,9	40,8	1540	59,6	„m”	1608	59,9	27
1473	60,7	39	1541	59,5	„m”	1609	60,8	25,6
1474	60,9	30,1	1542	59,6	0,5	1610	60,6	26,3
1475	61	29,3	1543	59,3	9,2	1611	60,9	26,1
1476	60,6	28,4	1544	59,4	11,2	1612	61,1	38
1477	60,9	36,3	1545	59,1	26,8	1613	61,2	31,6
1478	60,8	30,5	1546	59	11,7	1614	61,4	30,6

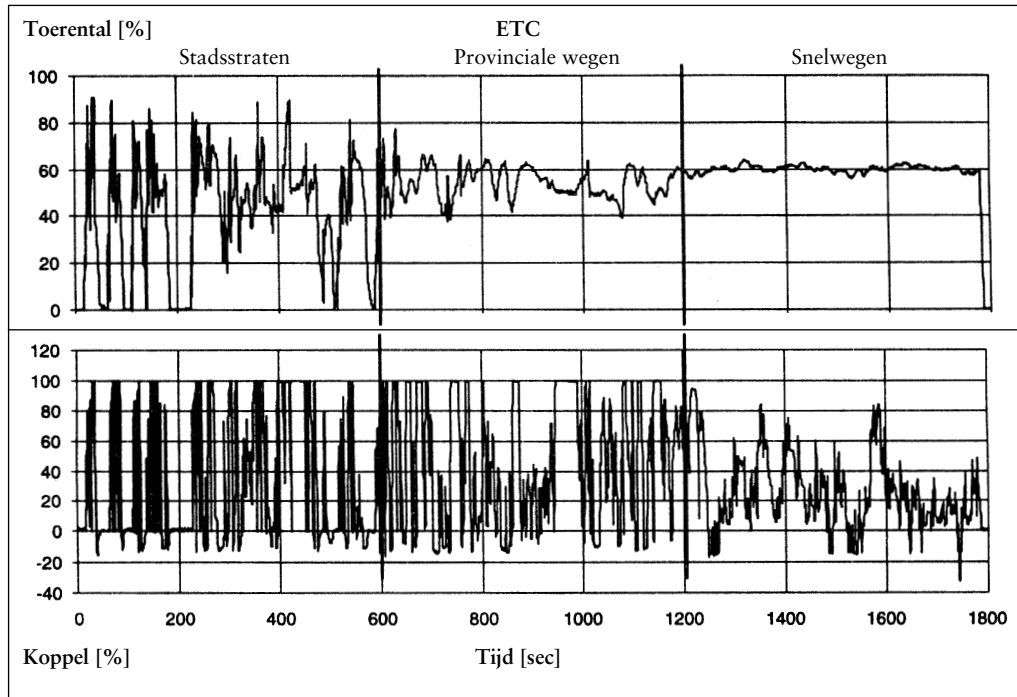
Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppelp %
1615	61,7	29,6	1677	60,6	6,7	1739	60,9	„m”
1616	61,5	28,8	1678	60,6	12,8	1740	60,8	4,8
1617	61,7	27,8	1679	60,7	11,9	1741	59,9	„m”
1618	62,2	20,3	1680	60,6	12,4	1742	59,8	„m”
1619	61,4	19,6	1681	60,1	12,4	1743	59,1	„m”
1620	61,8	19,7	1682	60,5	12	1744	58,8	„m”
1621	61,8	18,7	1683	60,4	11,8	1745	58,8	„m”
1622	61,6	17,7	1684	59,9	12,4	1746	58,2	„m”
1623	61,7	8,7	1685	59,6	12,4	1747	58,5	14,3
1624	61,7	1,4	1686	59,6	9,1	1748	57,5	4,4
1625	61,7	5,9	1687	59,9	0	1749	57,9	0
1626	61,2	8,1	1688	59,9	20,4	1750	57,8	20,9
1627	61,9	45,8	1689	59,8	4,4	1751	58,3	9,2
1628	61,4	31,5	1690	59,4	3,1	1752	57,8	8,2
1629	61,7	22,3	1691	59,5	26,3	1753	57,5	15,3
1630	62,4	21,7	1692	59,6	20,1	1754	58,4	38
1631	62,8	21,9	1693	59,4	35	1755	58,1	15,4
1632	62,2	22,2	1694	60,9	22,1	1756	58,8	11,8
1633	62,5	31	1695	60,5	12,2	1757	58,3	8,1
1634	62,3	31,3	1696	60,1	11	1758	58,3	5,5
1635	62,6	31,7	1697	60,1	8,2	1759	59	4,1
1636	62,3	22,8	1698	60,5	6,7	1760	58,2	4,9
1637	62,7	12,6	1699	60	5,1	1761	57,9	10,1
1638	62,2	15,2	1700	60	5,1	1762	58,5	7,5
1639	61,9	32,6	1701	60	9	1763	57,4	7
1640	62,5	23,1	1702	60,1	5,7	1764	58,2	6,7
1641	61,7	19,4	1703	59,9	8,5	1765	58,2	6,6
1642	61,7	10,8	1704	59,4	6	1766	57,3	17,3
1643	61,6	10,2	1705	59,5	5,5	1767	58	11,4
1644	61,4	„m”	1706	59,5	14,2	1768	57,5	47,4
1645	60,8	„m”	1707	59,5	6,2	1769	57,4	28,8
1646	60,7	„m”	1708	59,4	10,3	1770	58,8	24,3
1647	61	12,4	1709	59,6	13,8	1771	57,7	25,5
1648	60,4	5,3	1710	59,5	13,9	1772	58,4	35,5
1649	61	13,1	1711	60,1	18,9	1773	58,4	29,3
1650	60,7	29,6	1712	59,4	13,1	1774	59	33,8
1651	60,5	28,9	1713	59,8	5,4	1775	59	18,7
1652	60,8	27,1	1714	59,9	2,9	1776	58,8	9,8
1653	61,2	27,3	1715	60,1	7,1	1777	58,8	23,9
1654	60,9	20,6	1716	59,6	12	1778	59,1	48,2
1655	61,1	13,9	1717	59,6	4,9	1779	59,4	37,2
1656	60,7	13,4	1718	59,4	22,7	1780	59,6	29,1
1657	61,3	26,1	1719	59,6	22	1781	50	25
1658	60,9	23,7	1720	60,1	17,4	1782	40	20
1659	61,4	32,1	1721	60,2	16,6	1783	30	15
1660	61,7	33,5	1722	59,4	28,6	1784	20	10
1661	61,8	34,1	1723	60,3	22,4	1785	10	5
1662	61,7	17	1724	59,9	20	1786	0	0
1663	61,7	2,5	1725	60,2	18,6	1787	0	0
1664	61,5	5,9	1726	60,3	11,9	1788	0	0
1665	61,3	14,9	1727	60,4	11,6	1789	0	0
1666	61,5	17,2	1728	60,6	10,6	1790	0	0
1667	61,1	„m”	1729	60,8	16	1791	0	0
1668	61,4	„m”	1730	60,9	17	1792	0	0
1669	61,4	8,8	1731	60,9	16,1	1793	0	0
1670	61,3	8,8	1732	60,7	11,4	1794	0	0
1671	61	18	1733	60,9	11,3	1795	0	0
1672	61,5	13	1734	61,1	11,2	1796	0	0
1673	61	3,7	1735	61,1	25,6	1797	0	0
1674	60,9	3,1	1736	61	14,6	1798	0	0
1675	60,9	4,7	1737	61	10,4	1799	0	0
1676	60,6	4,1	1738	60,6	„m”	1800	0	0

„m” = motoring

Een grafische voorstelling van het ETC-dynamometerschema is afgebeeld in figuur 5.

Figuur 5

ETC-dynamometerschema



Aanhangsel 4

METINGEN EN BEMONSTERINGSPROCEDURES

1. INLEIDING

De door de te testen motor geproduceerde gasvormige bestanddelen, deeltjes en rook worden gemeten met de in bijlage V beschreven methoden. In de verschillende delen van bijlage V worden de aanbevolen analysesystemen voor de gasvormige emissies (deel 1), de aanbevolen deeltjesverduunnings- en -bemonsteringssystemen (deel 2), en de aanbevolen opaciteitsmeters voor de opaciteitmetingen (deel 3) beschreven.

Bij de ESC worden de gasvormige bestanddelen bepaald in het ruwe uitlaatgas. Eventueel mogen zij worden bepaald in het verdunde uitlaatgas, wanneer een volledige-stroomverduunningsstelsel wordt gebruikt voor de deeltjesbepaling. De deeltjes worden bepaald met hetzij een partiële- hetzij een volledige-stroomverduunningsstelsel.

Bij de ETC wordt uitsluitend een volledige-stroomverduunningsstelsel gebruikt voor de bepaling van de gasvormige en de deeltjesemissies en dit wordt beschouwd als het referentiestelsel. Partiële-stroomverduunningsystemen kunnen echter worden goedgekeurd door de Technische dienst op voorwaarde dat hun gelijkwaardigheid overeenkomstig punt 6.2 van bijlage I is aangetoond en dat een gedetailleerde technische beschrijving van de gegevensvaluatie en de berekeningsprocedures aan deze dienst wordt afgegeven.

2. DYNAMOMETER EN MEETCEL-APPARATUUR

Voor de emissietests van motoren op motordynamometers wordt de volgende apparatuur gebruikt.

2.1. Motordynamometer

Voor de uitvoering van de in de aanhangsels 1 en 2 van deze bijlage beschreven testcycli wordt een motordynamometer met toereikende kenmerken gebruikt. Het toerentalmeetsysteem moet een nauwkeurigheid van $\pm 2\%$ van de aflezing hebben. Het koppelmetsysteem moet een nauwkeurigheid van $\pm 3\%$ van de aflezing hebben in het gebied $> 20\%$ van de volledige schaal en een nauwkeurigheid van $\pm 0,6\%$ van de volledige schaal in het gebied $\leq 20\%$ van de volledige schaal.

2.2. Andere instrumenten

De meetinstrumenten voor brandstofverbruik, luchtverbruik, temperatuur van koel- en smeermiddelen, uitlaatgasdruk en inlaatspruitstukonderdruk, uitlaatgastemperatuur, luchtinlaattemperatuur, luchtdruk, vochtigheid en brandstoftemperatuur moeten zo nodig worden gebruikt. Deze instrumenten moeten voldoen aan de eisen van tabel 8:

Tabel 8

Nauwkeurigheid van de meetinstrumenten

Meetinstrument	Nauwkeurigheid
Brandstofverbruik	$\pm 2\%$ van de maximumwaarde v. d. motor
Luchtverbruik	$\pm 2\%$ van de maximumwaarde v.d. motor
Temperatuur ≤ 600 K (327 °C)	± 2 K absoluut
Temperatuur > 600 K (327 °C)	$\pm 1\%$ van de aflezing
Luchtdruk	$\pm 0,1$ kPa absoluut
Uitlaatgasdruk	$\pm 0,2$ kPa absoluut
Inlaatonderdruk	$\pm 0,05$ kPa absoluut
Overige drukken	$\pm 0,1$ kPa absoluut
Relatieve vochtigheid	$\pm 3\%$ absoluut
Absolute vochtigheid	$\pm 5\%$ van de aflezing

2.3. Uitlaatgasstroom

Om de emissies in de ruwe uitlaatgassen te kunnen berekenen, is het noodzakelijk de uitlaatgasstroom te kennen (zie punt 4.4 van aanhangsel 1). Voor de bepaling van de uitlaatstroom kan een van de volgende methoden worden gebruikt:

- a) directe meting van de uitlaatstroom door een stroomkop of een gelijkwaardig meetstelsel;
- b) meting van de lucht- en brandstofstroom met behulp van geschikte meetsystemen en berekening van de uitlaatstroom aan de hand van de volgende vergelijking:

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}} \text{ (voor de natte uitlaatmassa)}$$

De nauwkeurigheid van de uitlaatstroombepaling moet $\pm 2,5\%$ van de aflezing of beter zijn.

2.4. Verdunde uitlaatgasstroom

Om de emissies in de verdunde uitlaatgassen met gebruikmaking van een volledige-stroomverduunningssysteem (verplicht voor de ETC) te kunnen berekenen, is het noodzakelijk om de verdunde uitlaatgasstroom te kennen (zie punt 4.3 van aanhangsel 2). De totale massastroom van het verdunde uitlaatgas (G_{TOTW}) of de totale massa van het verdunde uitlaatgas over de gehele cyclus (M_{TOTW}) wordt gemeten met een PDP of CFV (zie bijlage V, punt 2.3.1). De nauwkeurigheid moet $\pm 2\%$ van de aflezing of beter bedragen en wordt bepaald overeenkomstig de voorschriften van bijlage III, aanhangsel 5, punt 2.4.

3. BEPALING VAN DE GASVORMIGE BESTANDDELEN

3.1. Algemene specificaties voor de analyseapparatuur

De analyseapparatuur moet een zodanig meetbereik hebben dat de vereiste nauwkeurigheid van de meting van de uitlaatgasbestanddelen (zie punt 3.1.1) wordt gewaarborgd. Aanbevolen wordt dat de analyseapparatuur op zodanige wijze te gebruiken dat de gemeten concentratie binnen 15 % en 100 % van de volledige schaal valt.

Indien gebruik wordt gemaakt van afleessystemen (computers, gegevensloggers) met een voldoende grote nauwkeurigheid en resolutie voor meetwaarden kleiner dan 15 % van de volledige schaal, zijn meetwaarden beneden 15 % van de volledige schaal eveneens aanvaardbaar. In dat geval zijn aanvullende kalibreringen van ten minste vier nominaal gelijkmatig gespreide punten (niet nul) nodig om de nauwkeurigheid van de kalibreringskromme overeenkomstig bijlage III, aanhangsel 5, punt 1.5.5.2, te waarborgen.

De elektromagnetische compatibiliteit (EMC) van de apparatuur moet voldoende zijn om extra fouten tot een minimum te beperken.

3.1.1. Meetfout

De totale meetfout, met inbegrip van de kruisgevoeligheid voor andere gassen (zie bijlage III, aanhangsel 5, punt 1.9), mag niet groter zijn dan $\pm 5\%$ van de aflezing of $\pm 3,5\%$ van de volledige schaal (de kleinste waarde is van toepassing). Voor concentraties kleiner dan 100 ppm mag de meetfout niet groter zijn dan ± 4 ppm.

3.1.2. Herhaalbaarheid

De herhaalbaarheid die gedefinieerd is als 2,5 maal de standaardafwijking van tien herhaalde responsies op een bepaald kalibrerings- of ijkgas mag niet meer bedragen dan $\pm 1\%$ van de uiterste concentratie op de schaal voor elk gebied boven 155 ppm (of ppm C) of $\pm 2\%$ van elk gebied beneden 155 ppm (of ppm C).

3.1.3. Ruis

Het maximale afleesverschil over een willekeurige periode van tien seconden bij gebruik van een ijkgas voor de nulinstelling en een ijkgas voor een bepaald meetbereik mag voor elk meetbereik niet groter zijn dan 2 % van de volledige schaal.

3.1.4. Nulpuntsverloop

Het nulpuntsverloop gedurende een periode van een uur mag niet meer dan 2 % van de volledige schaal in het laagste meetbereik bedragen. De nulresponsie is gedefinieerd als de gemiddelde responsie, inclusief de ruis, op een ijkgas voor de nulinstelling gedurende een periode van 30 seconden.

- 3.1.5. **Meetbereikverloop**
- Het meetbereikverloop gedurende een periode van een uur mag niet meer dan 2 % van de hoogste meetwaarde van het laagste meetbereik bedragen. Meetbereik is gedefinieerd als het verschil tussen de meetbereikresponsie en de nulresponsie. De meetbereikresponsie wordt gedefinieerd als de gemiddelde responsie, inclusief ruis, op een ijkgas voor het meetbereik gedurende een periode van 30 seconden.
- 3.2. **Gasdroging**
- Het effect van het optionele gasdroogapparaat op de meting van de gasconcentratie moet minimaal zijn. Chemische drogers zijn niet aanvaardbaar voor het verwijderen van water uit het monster.
- 3.3. **Analyseapparatuur**
- In de punten 3.3.1 tot en met 3.3.4 worden de toe te passen meetbeginselen beschreven. Een uitvoerige beschrijving van de meetsystemen is opgenomen in bijlage V. De te meten gassen moeten worden geanalyseerd met de volgende instrumenten. Bij niet-lineaire analyseapparatuur mogen lineariseringschakelingen worden toegepast.
- 3.3.1. **Analyse van koolmonoxide (CO)**
- Voor de analyse van koolmonoxide moet een niet-dispergerende analyser met absorptie in het infraroodgebied (NDIR) worden gebruikt.
- 3.3.2. **Analyse van kooldioxide (CO₂)**
- Voor de analyse van kooldioxide moet een niet-dispergerende analyser met absorptie in het infraroodgebied (NDIR) worden gebruikt.
- 3.3.3. **Analyse van koolwaterstoffen (HC)**
- Voor de analyse van koolwaterstoffen bij diesel- en LPG-motoren moet een verwarmde-
vlamionisator-detector (HFID) worden gebruikt met verwarmde detector, kleppen, leidingen, enz. om de temperatuur van het gas op $463\text{K} \pm 10\text{K}$ ($190 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$) te houden. Bij NG-motoren mag voor de analyse van koolwaterstoffen een niet-verwarmde vlamionisator-detector (HFID) worden gebruikt, naar gelang van de gehanteerde methode (zie bijlage V, punt 1.3).
- 3.3.4. **Analyse van andere koolwaterstoffen dan methaan (NMHC), (uitsluitend NG-motoren)**
- De andere koolwaterstoffen dan methaan worden bepaald via een van de volgende methoden:
- 3.3.4.1. **Gaschromatografie-methode (GC)**
- De andere koolwaterstoffen dan methaan worden bepaald door het methaan dat met een 423 K ($150 \text{ }^\circ\text{C}$) geconditioneerde gaschromatograaf (GC) is geanalyseerd, af te trekken van de overeenkomstig punt 3.3.3 gemeten koolwaterstoffen.
- 3.3.4.2. **Cutter-methode (NMC)**
- De andere koolwaterstoffen dan methaan worden bepaald met een verwarmde NMC, opgesteld in lijn met een FID, overeenkomstig punt 3.3.3, door het methaan van de totale koolwaterstoffen af te trekken.
- 3.3.5. **Analyse van stikstofoxiden (NO_x)**
- Voor de analyse van stikstofoxiden wordt gebruik gemaakt van een chemiluminescentiedetector (CLD) of verwarmde chemiluminescentiedetector (HCLD) met een NO₂/NO-omzetter, indien op droge basis wordt gemeten. Indien op natte basis wordt gemeten, moet een HCLD worden gebruikt met een omzetter die op een temperatuur van 328 K ($55 \text{ }^\circ\text{C}$) of meer wordt gehouden, mits aan de controle van de waterdampverzadigingsdruk is voldaan (zie bijlage III, aanhangsel 5, punt 1.9.2.2).
- 3.4. **Bemonstering voor gasvormige emissies**
- 3.4.1. **Ruw uitlaatgas (uitsluitend ESC)**
- De sondes voor bemonstering van gasvormige emissies moeten voor zover mogelijk ten minste 0,5 m, of driemaal de diameter van de uitlaatpijp (de grootste waarde is van toepassing), vanaf het einde van het uitlaatsysteem en voldoende dicht bij de motor worden geplaatst zodat de uitlaatgastemperatuur bij de sonde minstens 343 K ($70 \text{ }^\circ\text{C}$) bedraagt.

Bij een motor met meerdere cilinders en een vertakt uitlaatspruitstuk moet de inlaat van de sonde ver genoeg in de uitlaat worden geplaatst zodat het monster representatief is voor de gemiddelde uitlaatgasemissie uit alle cilinders. Bij motoren met meerdere cilinders die afzonderlijke spruitstukken hebben, zoals bij een V-motor, is het toegestaan voor elke groep afzonderlijk een monster te nemen en de gemiddelde uitlaatgasemissie te berekenen. Andere methoden waarvan de correlatie met de bovengenoemde methode is aangetoond, mogen worden toegepast. Bij de berekening van de uitlaatgasemissies moet worden uitgegaan van de totale uitlaatgasmassastroom van de motor.

Indien de samenstelling van het uitlaatgas wordt beïnvloed door een nabehandelingsinstallatie, moet het uitlaatgasmonster voorbij die inrichting worden genomen.

3.4.2. *Verdumd uitlaatgas (verplicht voor ETC, optioneel voor ESC)*

De uitlaatpijp tussen de motor en het volledige-stroomverdundingssysteem moet overeenstemmen met de eisen van bijlage V, punt 2.3.1, EP.

De bemonsteringssonde(s) voor de gasvormige emissies wordt/worden in de verdunningstunnel geplaatst op een punt waar de verdunningslucht en het uitlaatgas goed vermengd zijn en dicht bij de deeltjesbemonsteringssonde.

Voor de ETC-test kan de monsterneming op twee manieren verlopen:

- de verontreinigende stoffen worden bemonsterd in een bemonsteringszak over de gehele cyclus en gemeten na de voltooiing van de test;
- de verontreinigende stoffen worden continu bemonsterd en geïntegreerd over de cyclus (deze methode is verplicht voor HC en NO_x).

4. BEPALING VAN DE DEELTJES

Voor de bepaling van de deeltjes is een verdunningssysteem nodig. Verdunning kan worden bewerkstelligd door een partiële-stroomverdundingssysteem (uitsluitend ESC) of een volledige-stroomverdundingssysteem (verplicht voor ETC). De doorstromingscapaciteit van het verdunningssysteem moet groot genoeg zijn om condensatie van water in de verdunnings- en de bemonsteringssystemen volledig uit te sluiten door de temperatuur van het verdunde gas vlak voor de filterhouders op of onder 325 K (52 °C) te houden. De verdunningslucht moet, indien de luchtvochtigheid hoog is, vóór instroming in het verdunningssysteem worden gedroogd. De temperatuur van de verdunningslucht moet $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$) bedragen. Indien de temperatuur van de omgevingslucht minder dan 293 K (20 °C) bedraagt, wordt aanbevolen de verdunningslucht van tevoren te verhitten tot een temperatuur boven 303 K (30 °C). De temperatuur van de verdunningslucht mag echter niet meer dan 325 K (52 °C) bedragen alvorens de uitlaatgassen in de verdunningstunnel worden gevoerd.

Het partiële-stroomverdundingssysteem moet zodanig zijn ontworpen dat de uitlaatgasstroom in twee delen wordt gesplitst, waarbij de kleinste stroom met lucht wordt verdund en vervolgens wordt gebruikt voor de meting van de deeltjes. Het is van essentieel belang dat de verdunningsverhouding zeer nauwkeurig wordt bepaald. Er kan gebruik worden gemaakt van verschillende scheidingsmethoden, waarbij het type scheiding in belangrijke mate bepaalt welke bemonsteringsapparatuur moet worden gebruikt en welke procedures moeten worden gevolgd (zie bijlage V, punt 2.2). De deeltjesbemonsteringssonde moet vlak bij de gassonde worden geplaatst en de installatie moet in overeenstemming zijn met de bepalingen van punt 3.4.1.

Om de massa van de deeltjes vast te stellen zijn een deeltjesbemonsteringssysteem, deeltjesbemonsteringsfilters, een microgrambalans en een weegkamer met constante temperatuur en vochtigheid nodig.

Bij de deeltjesbemonstering wordt de methode met één filter gevolgd, waarbij gebruik wordt gemaakt van één paar filters (zie punt 4.1.3) voor de gehele testcyclus. Bij de ESC-test moet veel aandacht worden besteed aan de bemonsteringsduur en -stromen gedurende de bemonsteringsfase van de test.

4.1. Deeltjesbemonsteringsfilters

4.1.1. *Filterspecificaties*

Er moet gebruik worden gemaakt van met fluorkoolstof gecoate glasvezelfilters of membraanfilters op fluorkoolstofbasis. Alle filtertypen moeten een $0,3 \mu\text{m-DOP}$ -(dioctylftalaat)-opvangrendement van minstens 95 % hebben bij een gasaanstroomsnelheid tussen 35 en 80 cm/s.

4.1.2. *Filtergrootte*

De deeltjesfilters moeten een minimumdiameter van 47 mm (37 mm werkzame diameter) hebben. Grotere filterdiameters zijn toegestaan (zie punt 4.1.5).

4.1.3. *Primaire en secundaire filters*

Het verdunde uitlaatgas moet worden bemonsterd met een stel filters die tijdens de testcyclus in serie zijn geplaatst (een primair en een secundair filter). Het secundaire filter mag zich niet meer dan 100 mm na het primaire filter bevinden en mag niet daarmee in contact zijn. De filters mogen afzonderlijk of als stel worden gewogen waarbij de beroete zijden tegen elkaar worden geplaatst.

4.1.4. *Aanstroomsnelheid door het filter*

De aanstroomsnelheid door het filter moet 35 tot 80 cm/s bedragen. De drukval mag tussen begin en eind van de test met meer dan 25 kPa toenemen.

4.1.5. *Filterbelasting*

De aanbevolen minimumfilterbelasting bedraagt 0,5 mg/1 075 mm² beroet oppervlak voor de methode met één filter. Bij de gebruikelijke filterafmetingen zijn de waarden als aangegeven in tabel 9.

Tabel 9

Aanbevolen filterbelastingen

Filterdiameter (mm)	Aanbevolen werkzame diameter (mm)	Aanbevolen minimumbelasting (mg)
47	37	0,5
70	60	1,3
90	80	2,3
110	100	3,6

4.2. **Specificaties voor de weegkamer en de analytische balans**4.2.1. *Weegkameromstandigheden*

De kamer (of ruimte) waarin de deeltjesfilters worden geconditioneerd en gewogen, moet op een temperatuur van 295 K \pm 3 K (22 °C \pm 3 °C) worden gehouden gedurende het conditioneren en wegen van de filters. De vochtigheidsgraad moet worden gehouden op een dauwpunt van 282,5 K \pm 3 K (9,5 °C \pm 3 °C) en een relatieve vochtigheid van 45 % \pm 8 %.

4.2.2. *Wegen van het referentiefilter*

De atmosfeer in de kamer (of ruimte) moet vrij zijn van vuildeeltjes (zoals stof) die zich op het deeltjesfilter kunnen afzetten gedurende de stabiliseringsperiode. Afwijking van de weegkamerspecificaties van punt 4.2.1 zijn toegestaan indien de duur van de afwijking niet meer dan 30 minuten bedraagt. De weegkamer moet aan de voorgeschreven specificaties voldoen alvorens het personeel zich in de weegkamer begeeft. Er moeten minstens twee ongebruikte referentiefilters of referentiefilterparen worden gewogen binnen vier uur vóór of bij voorkeur op hetzelfde tijdstip als de weging van het bemonsteringsfilter(paar). De referentiefilters moeten van dezelfde grootte en hetzelfde materiaal zijn als de bemonsteringsfilters.

Indien het gemiddelde gewicht van de referentiefilters (het referentiefilterpaar) afwijkingen vertoont van meer dan \pm 5 % (\pm 7,5 % voor het filterpaar) van de aanbevolen minimumfilterbelasting (zie punt 4.2.1) tussen het wegen van de bemonsteringsfilters, moeten alle bemonsteringsfilters terzijde worden gelegd en moet de emissietest worden herhaald.

Indien niet aan de in punt 4.2.1 genoemde stabiliteitscriteria voor de weegkamer wordt voldaan, maar de weging van het referentiefilter(paar) aan de bovenstaande criteria voldoet, heeft de fabrikant van het voertuig de mogelijkheid de massa's van de bemonsteringsfilters te aanvaarden of de test ongeldig te verklaren, waarna het conditioneringssysteem van de weegkamer wordt bijgesteld en de test wordt overgedaan.

4.2.3. *Analytische balans*

De voor het wegen van alle filters gebruikte analytische balans moet een nauwkeurigheid hebben (standaarddeviatie) van 20 µg en een resolutie van 10 µg (1 cijfer = 10 µg). Voor filters met een kleinere diameter dan 70 mm moeten de nauwkeurigheid en de resolutie respectievelijk 2 µg en 1 µg bedragen.

4.2.4. *Elimineren van statische-elektriciteitseffecten*

Om de gevolgen van statische elektriciteit te elimineren, moeten de filters voor het wegen worden geneutraliseerd met bijvoorbeeld polonium of een ander, even effectief middel.

4.3. **Overige specificaties voor de deeltjesmeting**

Alle delen van het verdunningssysteem en het bemonsteringssysteem vanaf de uitlaatpijp tot en met de filterhouder die in contact zijn met het ruwe en het verdunde uitlaatgas, moeten zodanig zijn ontworpen dat afzetting of wijziging van de deeltjes tot een minimum wordt beperkt. Alle deeltjes moeten gemaakt zijn van elektrisch geleidende materialen die niet reageren met de uitlaatgascomponenten en moeten elektrisch worden geaard om elektrostatische effecten te voorkomen.

5. **BEPALING VAN DE ROOKWAARDE**

In dit deel worden de specificaties gegeven voor de vereiste en optionele testapparatuur die bij de ELR-test moet worden gebruikt. De rook wordt gemeten met een opaciteitmeter die zowel een opaciteits- als een lichtabsorptiecoëfficiëntstand heeft. De opaciteitsstand wordt uitsluitend voor kalibreringsdoeleinden en voor het controleren van de goede werking van de opaciteitmeter gebruikt. De rookwaarden van de testcyclus worden gemeten in de lichtabsorptiecoëfficiëntstand.

5.1. **Algemene eisen**

De ELR-test vereist het gebruik van een opaciteitmeet- en gegevensverwerkingssysteem dat drie functionele elementen omvat. Deze elementen mogen geïntegreerd zijn in een apparaat of mogen een systeem van met elkaar verbonden componenten zijn. De drie functionele elementen zijn:

- Een opaciteitmeter die aan de specificaties van bijlage V, punt 3, voldoet.
- Een gegevensverwerkingssysteem dat de in bijlage III, aanhangsel 1, punt 6, omschreven functies kan uitvoeren.
- Een printer en/of elektronisch opslagmedium waarmee de overeenkomstig bijlage III, aanhangsel 1, punt 6.3, vereiste rookwaarden kunnen worden vastgelegd en afgedrukt.

5.2. **Specifieke eisen**

5.2.1. *Lineariteit*

De lineariteit moet binnen $\pm 2\%$ van de opaciteit zijn.

5.2.2. *Nulpuntsverloop*

Het nulpuntsverloop gedurende een periode van een uur mag niet groter zijn dan $\pm 1\%$ van de opaciteit.

5.2.3. *Opaciteitsmeterschaal en -bereik*

Wanneer de opaciteit wordt afgelezen, moet het bereik 0-100 % opaciteit zijn en de afleesnauwkeurigheid 0,1 % opaciteit. Wanneer de lichtabsorptiecoëfficiënt wordt afgelezen, moet het bereik 0-30 m⁻¹ lichtabsorptiecoëfficiënt zijn en de afleesnauwkeurigheid 0,01 m⁻¹ lichtabsorptiecoëfficiënt.

5.2.4. *Responsietijd van het instrument*

De fysieke responsietijd van de opaciteitmeter mag niet groter zijn dan 0,2 s. De fysieke responsietijd is het verschil tussen de tijdstippen dat de output van ontvanger met snelle responsie 10 %, respectievelijk 90 % van de volledige schaal bereikt wanneer de opaciteit van het gemeten gas in minder dan 0,1 s wordt gewijzigd.

De elektrische responsietijd van de opaciteitmeter mag niet groter zijn dan 0,05 s. De elektrische responsietijd is het verschil tussen de tijdstippen dat de output van de opaciteitmeter 10 %, respectievelijk 90 % van de volledige schaal bereikt wanneer de lichtbron onderbroken of volledig gedoofd wordt in minder dan 0,01 s.

5.2.5. *Neutrale-opaciteitsfilters*

Wanneer een neutrale-opaciteitsfilter wordt gebruikt bij de kalibrering van een opaciteitsmeter, lineariteitsmetingen of meetbereikinstelling, moet de waarde ervan bekend zijn tot binnen 1,0 % van de opaciteit. De nominale waarde van het filter moet ten minste eenmaal per jaar gecontroleerd worden aan de hand van een referentie die op een nationale of internationale norm is gebaseerd.

Neutrale-opaciteitsfilters zijn precisieinstrumenten en kunnen bij gebruik gemakkelijk worden beschadigd. Zij moeten zo weinig mogelijk en steeds met grote zorg worden gehanteerd om te vermijden dat het filter bekrast of vervuild wordt.

Aanhangsel 5

KALIBRERINGSPROCEDURE

1. KALIBRERING VAN DE ANALYTISCHE INSTRUMENTEN

1.1. Inleiding

Elk analyseapparaat moet zo vaak als nodig worden gekalibreerd om aan de nauwkeurigheidseisen van deze voorschriften te voldoen. De toe te passen kalibreringsmethode wordt in dit punt beschreven voor de analyseapparatuur zoals bedoeld in bijlage III, aanhangsel 4, punt 3, en bijlage V, punt 1.

1.2. Kalibreringsgassen

De bewaartijd voor alle kalibreringsgassen moet worden gerespecteerd.

De door de fabrikant aangegeven einddatum van de houdbaarheidsduur van de kalibreringsgassen moet worden genoteerd.

1.2.1. *Zuivere gassen*

De vereiste zuiverheidsgraad van de gassen is gedefinieerd door de in het onderstaande vermelde grenswaarden voor de verontreiniging. De volgende gassen moeten voor gebruik beschikbaar zijn:

Gezuiverde stikstof

(Verontreiniging \leq 1 ppm C1, \leq 1 ppm CO, \leq 400 ppm CO₂, \leq 0,1 ppm NO)

Gezuiverde zuurstof

(Zuiverheidsgraad $>$ 99,5 % volume O₂)

Waterstof-heliummengsel

40 \pm 2 % waterstof, rest helium)

(Verontreiniging \leq 1 ppm C1, \leq 400 ppm CO₂)

Gezuiverde synthetische lucht

(Verontreiniging \leq 1 ppm C1, \leq 1 ppm CO, \leq 400 ppm CO₂, \leq 0,1 ppm NO)

(Zuurstofgehalte tussen 18-21 volume %)

Gezuiverde propaan of CO voor de CVS-verificatie

1.2.2. *Kalibrerings- en ijkgas*

Er dienen gasmengsels met de volgende chemische samenstelling beschikbaar te zijn:

C₃H₈ en gezuiverde synthetische lucht (zie punt 1.2.1);

CO en gezuiverde stikstof;

NO_x en gezuiverde stikstof (het gehalte aan NO₂ in dit kalibreringsgas mag niet meer dan 5 % van het NO-gehalte bedragen);

CO₂ en gezuiverde stikstof;

CH₄ en gezuiverde synthetische lucht;

C₂H₆ en gezuiverde synthetische lucht.

Opmerking: Andere gascombinaties zijn toegestaan mits de gassen niet met elkaar reageren.

De werkelijke concentratie van een kalibrerings- en een ijkgas moet binnen \pm 2 % van de nominale waarde liggen. Alle concentraties van het kalibreringsgas zijn gebaseerd op het volume (volumepercent of volume ppm).

De voor kalibrering en het meetbereik gebruikte gassen mogen ook worden verkregen met behulp van een meng- en doseertoestel voor gassen, waarbij verdund wordt met zuivere N₂ of met zuivere synthetische lucht. De nauwkeurigheid van de menginrichting moet zodanig zijn dat de concentratie van de verdunde kalibreringsgassen met een tolerantie van 2 % kan worden bepaald.

1.3. **Bediening van de analyse- en bemonsteringsapparatuur**

De bediening van de analyseapparatuur moet geschieden volgens de gebruiks- en bedieningsaanwijzingen van de fabrikant van het instrument. De minimumvoorschriften van de punten 1.4 tot en met 1.9 moeten daarbij in aanmerking worden genomen.

1.4. Lektest

Er moet een lektest voor het systeem worden uitgevoerd. De sonde moet worden losgekoppeld van het uitlaatsysteem en het uiteinde worden voorzien van een stop. De analyseerpomp moet worden ingeschakeld. Na een stabiliseringsperiode moeten alle stroommeters nul aanwijzen. Zo niet, dan moeten de bemonsteringsleidingen worden gecontroleerd en de gebreken worden hersteld.

De maximaal toelaatbare lekstroom aan de vacuümzijde mag 0,5 % van de stroom bij normaal gebruik bedragen voor het gedeelte van het systeem dat wordt gecontroleerd. De stroom door de analyseapparatuur en de stroom in de omloopleiding mogen worden gebruikt om de stroomwaarde bij normaal gebruik te ramen.

Bij een andere methode wordt de concentratie stapsgewijs aan het begin van de bemonsteringslijn veranderd door het overschakelen van het ijkgas voor de nulinstelling op het ijkgas voor het meetbereik. Indien na een toereikende tijdsperiode de aflezing een lagere concentratie aangeeft dan de toegevoerde concentratie, wijst dit op kalibrerings- of lekproblemen.

1.5. Kalibreringsprocedure**1.5.1. *Samengebouwd instrument***

Het samengebouwde instrument moet worden gekalibreerd en de kalibreringskromme moet worden gecontroleerd met behulp van standaardgassen. De gasstromen moeten dezelfde zijn als bij de bemonstering van het uitlaatgas.

1.5.2. *Opwarmtijd*

De opwarmtijd moet overeenkomen met de aanbevelingen van de fabrikant. Indien dit niet is aangegeven, wordt voor het opwarmen van de analyseapparatuur een minimumperiode van twee uur aanbevolen.

1.5.3. *NDIR- en HFID-analyser*

De NDIR-analyser moet zo nodig worden afgesteld en de vlam van de HFID-analyser moet optimaal worden afgeregeld (punt 1.8.1).

1.5.4. *Kalibrering*

Elk normaal gebruikt werkgebied moet worden gekalibreerd.

Met gebruikmaking van zuivere synthetische lucht (of stikstof) moeten de CO-, CO₂-, NO_x- en HC-analysers op nul worden afgesteld.

De desbetreffende kalibreringsgassen moeten in het analyseapparaat worden gevoerd, de waarden worden vastgelegd en de kalibreringskromme overeenkomstig punt 1.5.5 worden uitgezet.

De nulinstelling moet zo nodig opnieuw worden gecontroleerd en de kalibreringsprocedure worden herhaald.

1.5.5. *Vaststelling van de kalibreringskromme***1.5.5.1. *Algemene aanwijzingen***

De kalibreringskromme voor de analyser wordt uitgezet met minstens vijf kalibreringspunten (afgezien van nul) die zo gelijkmatig mogelijk zijn verdeeld. De hoogste nominale concentratie moet groter zijn dan of gelijk zijn aan 90 % van het volledige schaalbereik.

De kalibreringskromme wordt berekend met de methode van de kleinste kwadraten. Indien de resulterende polynomiale graad groter is dan drie, moet het aantal kalibreringspunten (inclusief nul) minstens gelijk zijn aan deze polynomiale graad plus twee.

De kalibreringskromme mag niet meer dan ± 2 % afwijken van de nominale waarde van elk kalibreringspunt en niet meer dan ± 1 % van het volledige schaalbereik bij nul.

Met de kalibreringskromme en de kalibreringspunten is het mogelijk te controleren of de kalibrering juist is uitgevoerd. De verschillende karakteristieke parameters van de analyseapparatuur moeten worden aangegeven, zoals:

- het meetbereik,
- de gevoeligheid,
- de datum van de uitvoering van de kalibrering.

1.5.5.2. Kalibrering beneden 15 % van het volledige schaalbereik

De kalibreringskromme van het analyseapparaat wordt bepaald met behulp van ten minste vier kalibreringspunten (afgezien van nul) die nominaal gelijk zijn verdeeld beneden 15 % van het volledige schaalbereik.

De kalibreringskromme wordt berekend met behulp van de methode van de kleinste kwadraten.

De kalibreringskromme mag niet meer dan $\pm 4\%$ afwijken van de nominale waarde van elk kalibreringspunt en niet meer dan $\pm 1\%$ van het volledige schaalbereik bij nul.

1.5.5.3. Alternatieve methoden

Als kan worden aangetoond dat een alternatieve techniek (b. v. computer, elektronisch gestuurde meetbereikschakelaar, enz.) een equivalente nauwkeurigheid oplevert, mogen deze alternatieve methoden worden toegepast.

1.6. Controle van de kalibrering

Elk normaal gebruikt werkgebied moet vóór elke analyse worden gecontroleerd volgens de volgende procedure.

De kalibrering wordt gecontroleerd met een ijkgas voor de nulinstelling en een ijkgas voor het meetbereik waarvan de nominale waarde meer dan 80 % van de volle schaal van het meetbereik bedraagt.

Indien de gevonden waarden voor de twee controlepunten niet meer verschillen dan $\pm 4\%$ van het volledige schaalbereik van de opgegeven referentiewaarde, mogen de instelparameters worden gewijzigd. Is dit niet het geval, dan moet een nieuwe kalibreringskromme worden vastgesteld overeenkomstig punt 1.5.5.

1.7. Doelmatigheidstest van de NO_x-omzetter

De doelmatigheid van de omzetter die wordt toegepast voor de omzetting van NO₂ in NO, wordt overeenkomstig de punten 1.7.1 tot en met 1.7.8 (figuur 6) getest.

1.7.1. Testschema

Aan de hand van het in figuur 6 afgebeelde testschema (zie tevens bijlage III, aanhangsel 4, punt 3.3.5) en de onderstaande procedure kan de doelmatigheid van de omzetter worden getest met behulp van een ozonisator.

1.7.2. Kalibrering

De CLD en de HCLD moeten worden gekalibreerd in het meest gebruikte werkgebied overeenkomstig de specificaties van de fabrikant en met gebruikmaking van een ijkgas voor de nulinstelling en een ijkgas voor het meetbereik (waarvan het NO-gehalte ongeveer 80 % van het werkgebied moet bedragen en de NO₂-concentratie van het gasmengsel minder dan 5 % van de NO-concentratie bedraagt). De NO_x-analyser moet in de NO-stand staan, zodat het ijkgas niet door de omzetter stroomt. De aangegeven concentratie moet worden genoteerd.

1.7.3. Berekening

De doelmatigheid van de NO_x-omzetter wordt als volgt berekend:

$$\text{Doelmatigheid (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) * 100$$

waarin:

a = de NO_x-concentratie overeenkomstig punt 1.7.6.

b = de NO_x-concentratie overeenkomstig punt 1.7.7.

c = de NO-concentratie overeenkomstig punt 1.7.4.

d = de NO-concentratie overeenkomstig punt 1.7.5.

1.7.4. Toevoegen van zuurstof

Via een T-stuk wordt voortdurend zuurstof of referentielucht aan de gasstroom toegevoegd totdat de aangegeven concentratie 20 % minder bedraagt dan de aangegeven kalibreringsconcentratie van punt 1.7.2. (*De analyser staat in de NO-stand*). De aangegeven concentratie „c” wordt genoteerd. De ozonisator is gedurende het proces gedeactiveerd.

1.7.5. *Activering van de ozonisorator*

De ozonisorator wordt nu geactiveerd zodat genoeg ozon wordt geproduceerd om de NO-concentratie met ongeveer 20 % (minimaal 10 %) ten opzichte van de kalibreringsconcentratie van punt 1.7.2 te verminderen. De aangegeven concentratie „d” wordt genoteerd. (*De analyser staat in de NO-stand*).

1.7.6. *NO_x-stand*

De NO-analyser wordt nu in de NO_x-stand gezet zodat het gasmengsel (bestaande uit NO, NO₂, O₂ en N₂) door de omzetter stroomt. De aangegeven concentratie „a” wordt genoteerd. (*De analyser staat in de NO_x-stand*).

1.7.7. *Deactivering van de ozonisorator*

De ozonisorator wordt nu gedeactiveerd. Het in punt 1.7.6 beschreven gasmengsel stroomt nu door de omzetter in de detector. De aangegeven concentratie „b” moet worden genoteerd. (*De analyser staat in de NO_x-stand*).

1.7.8. *NO-stand*

De analyser wordt nu in de NO-stand gezet waarbij de ozonisorator wordt uitgeschakeld en de zuurstof- of synthetische-luchtstroom wordt afgesloten. De NO_x-aflezing van de analyser mag niet meer dan ± 5 % van de volgens punt 1.7.2 gemeten waarde afwijken. (*De analyser staat in de NO-stand*).

1.7.9. *Testfrequentie*

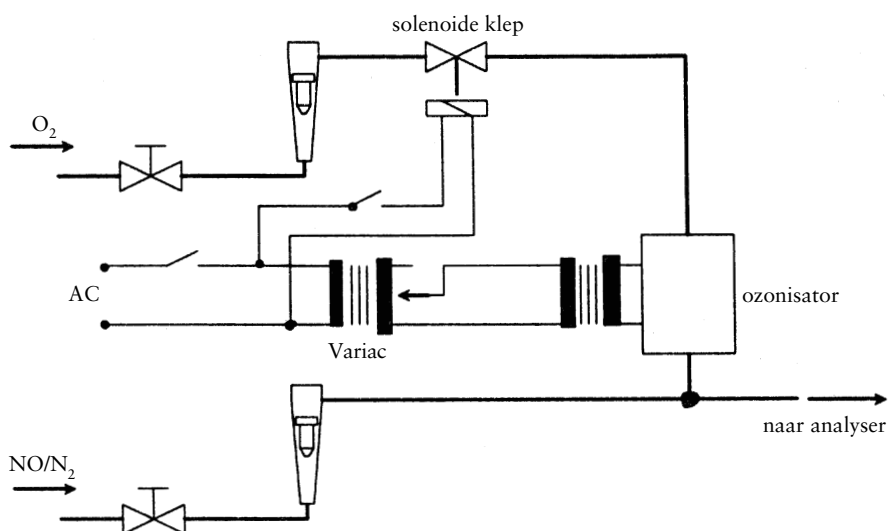
De doelmatigheid van de omzetter moet voor elke kalibrering van de NO_x-analyser worden getest.

1.7.10. *Eisen ten aanzien van de doelmatigheid*

De doelmatigheid van de omzetter mag niet minder dan 90 % bedragen, maar een hoger nuttig effect van 95 % wordt sterk aanbevolen.

Opmerking: Indien de ozonisorator, met de analyser ingesteld voor het meest gebruikelijke meetbereik, geen vermindering van 80 tot 20 % kan bewerkstelligen overeenkomstig punt 1.7.5, moet het hoogste meetbereik waarbij deze vermindering wel mogelijk is, worden gebruikt.

Figuur 6

Schema voor de controle van de doelmatigheid van de NO₂-omzetter1.8. *Instelling van de FID*1.8.1. *Optimalisering van de detectorresponsie*

De HFID moet overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant worden afgesteld. Er moet gebruik worden gemaakt van een propaan-luchtmengsel als ijkgas voor de optimalisering van de responsie voor het meest gebruikte werkgebied.

Er wordt een ijkgas met een C-concentratie van 350 ± 75 ppm in het analyseapparaat gevoerd, waarbij de brandstof- en luchtstroom overeenkomstig de aanwijzingen van de fabrikant van het instrument worden afgesteld. De responsie bij een bepaalde brandstofstroom wordt bepaald uit het verschil tussen de meetbereikgasresponsie en de nulgasresponsie. De brandstofstroom moet stapsgewijs worden bijgesteld onder en boven de specificatie van de fabrikant. De meetbereikgasresponsie en de nulgasresponsie bij beide brandstofstromen moeten worden genoteerd. Het verschil tussen de meetbereikgasresponsie en de nulgasresponsie moet worden uitgezet en de brandstofstroom moet worden bijgesteld naar de rijke kant van de kromme.

1.8.2. *De responsiefactoren voor koolwaterstof*

De analyser moet worden gekalibreerd met een propaan-luchtmengsel en gezuiverde synthetische lucht overeenkomstig punt 1.5.

De responsiefactoren moeten worden bepaald wanneer de analyser in gebruik wordt genomen en na groot onderhoud. De responsiefactor (R_f) voor een bepaalde koolwaterstof is de verhouding tussen de FID C1-aflezing en de gasconcentratie in de cilinder uitgedrukt in ppm C1.

De concentratie van het testgas moet op een zodanig niveau zijn dat de responsie ongeveer 80 % van de volle schaal is. De concentratie moet bekend zijn met een nauwkeurigheid van ± 2 % ten opzichte van een gravimetrische standaard uitgedrukt in volume. Bovendien moet de gascilinder gedurende 24 uur op een temperatuur van $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) worden geconditioneerd:

De te gebruiken testgassen en de aanbevolen relatieve responsiefactorgebieden zijn als volgt:
methaan en gezuiverd synthetisch gas: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
propyleen en gezuiverde synthetische lucht: $0,90 \leq R_f \leq 1,1$
tolueen en gezuiverde synthetische lucht: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Deze waarden hebben betrekking op de responsiefactor (R_f) van 1,00 voor propaan en zuivere synthetische lucht.

1.8.3. *Controle van de storing door zuurstof*

De storing door zuurstof moet gecontroleerd worden wanneer een analyser in gebruik wordt genomen en na groot onderhoud.

De responsiefactor is gedefinieerd en wordt bepaald overeenkomstig punt 1.8.2. Het te gebruiken testgas en de aanbevolen relatieve responsiefactorgebieden zijn als volgt:

propaan en stikstof: $0,95 \leq R_f \leq 1,05$

Deze waarde heeft betrekking op de responsiefactor (R_f) van 1,00 voor propaan en zuivere synthetische lucht.

De zuurstofconcentratie in de FID-branderlucht mag maximaal ± 1 mol % afwijken van de zuurstofconcentratie van de branderlucht die bij de laatste zuurstofstoringscontrole werd gebruikt. Indien het verschil groter is, moet de zuurstofstoring worden gecontroleerd en de analyser zo nodig worden bijgesteld.

1.8.4. *Doelmatigheid van de niet-methaan cutter (NMC — uitsluitend voor NG-motoren)*

De NMC wordt gebruikt voor de verwijdering van andere koolwaterstoffen dan methaan in het gasmonster, namelijk door de oxidering van alle koolwaterstoffen met uitzondering van methaan. Idealiter bedraagt de methaanconversie 0 % en loopt de conversie van de andere koolwaterstoffen, vertegenwoordigd door ethaan, op tot 100 %. Voor de nauwkeurige meting van de NMHC worden beide rendementen bepaald en gebruikt voor de meting van de NMHC-emissiemassastroom (zie bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3).

1.8.4.1. *Doelmatigheid van de methaanconversie*

Het methaan-kalibreringsgas wordt door de FID geleid, al dan niet zonder bypassing van de NMC, en in beide gevallen wordt de concentratie gemeten. De doelmatigheid wordt dan als volgt bepaald:

$$CE_M = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

waarin:

conc_w = HC-concentratie met CH_4 stromend door de NMC

$\text{conc}_{w/o}$ = HC-concentratie met CH_4 niet stromend door de NMC

1.8.4.2. Doelmatigheid van de ethaanconversie

Het ethaan-kalibreringsgas wordt door de FID geleid, al dan niet zonder bypassing van de NMC, en in beide gevallen wordt de concentratie gemeten. De doelmatigheid wordt dan als volgt bepaald:

$$CE_E = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

waarin

conc_w = HC-concentratie met C_2H_6 stromend door de NMC

$\text{conc}_{w/o}$ = HC-concentratie met C_2H_6 niet stromend door de NMC

1.9. Storende effecten bij CO -, CO_2 -, en NO_x -analysers

Andere gassen in het uitlaatgas dan het te analyseren gas kunnen de aflezing op verscheidene wijzen beïnvloeden. Positieve storing treedt op bij NDIR-instrumenten wanneer het storende gas hetzelfde effect heeft als het te meten gas, maar in mindere mate. Negatieve storing treedt op in NDIR-instrumenten doordat het storende gas de absorptieband van het te meten gas verbreedt en in CLD-instrumenten doordat het storingsgas de straling onderdrukt. De in de punten 1.9.1 en 1.9.2 genoemde storingscontroles moeten worden uitgevoerd vóór het eerste gebruik van de analyser en na groot onderhoud.

1.9.1. Storingscontrole van de CO -analyser

Water en CO_2 kunnen de prestaties van de CO -analyser verstoren. Derhalve wordt een CO_2 -ijkgas met een concentratie van 80 tot 100 % van de volle schaal in het maximumwerkgebied dat bij de beproeving wordt gebruikt, door water op kamertemperatuur geleid en de responsie van de analyser wordt genoteerd. De analyserresponsie mag niet meer dan 1 % van het volledige schaalbereik bedragen voor gebieden die groter dan of gelijk aan 300 ppm zijn en niet meer dan 3 ppm voor gebieden beneden 300 ppm.

1.9.2. Dempingscontrole van de NO_x -analyser

De betrokken twee gassen voor CLD- (en HCLD-)analysers zijn CO en waterdamp. Dempingsresponsies van deze gassen zijn evenredig met de concentratie. Er zijn derhalve testtechnieken nodig om de demping bij de verwachte hoogste concentraties tijdens de test te bepalen.

1.9.2.1. Dempingscontrole voor CO_2

Een CO_2 -ijkgas met een concentratie van 80 tot 100 % van de volle schaal van het maximumwerkgebied moet door de NDIR-analyser worden gevoerd en de CO_2 -waarde moet worden vastgesteld als A. Vervolgens wordt het gas verdund met 50 % NO -ijkgas en door de NDIR en de (H)CLD gevoerd waarbij de CO_2 - en NO -waarden worden genoteerd als B en C. De CO_2 -toevoer wordt afgesloten en slechts het NO -ijkgas loopt door de (H)CLD. De NO -waarde wordt als D genoteerd.

De demping, die niet groter dan 3 % van het volledige schaalbereik mag zijn, wordt als volgt berekend:

$$\% \text{ demping} = \left[1 - \left(\frac{C * A}{(D * A) - (D * B)} \right) \right] * 100$$

waarin:

A = de onverdunde CO_2 -concentratie gemeten met NDIR, in %

B = de verdunde CO_2 -concentratie gemeten met NDIR, in %

C = de verdunde NO -concentratie gemeten met (H)CLD, in ppm

D = de onverdunde NO -concentratie gemeten met (H)CLD, in ppm

Alternatieve methoden voor het verdunnen en bepalen van de CO_2 - en NO -ijkgaswaarden zoals „dynamic mixing/blending” kunnen worden gebruikt.

1.9.2.2. Controle van de waterdampverzadigingsdruk

Deze controle is uitsluitend van toepassing op de meting van natte-gasconcentraties. Voor de berekening van de waterdampverzadigingsdruk moet het NO -ijkgas met waterdamp worden verdund en moet de waterdampconcentratie van het mengsel stapsgewijs worden gebracht op de waarde die tijdens de test wordt verwacht.

Een NO-ijkgas met een concentratie van 80 tot 100 % van de volle schaal in het normale werkgebied moet door de (H)CLD worden gevoerd en de NO-waarde moet als D worden genoteerd. Het NO-gas moet bij kamertemperatuur door het water borrelen en door de (H)CLD worden gevoerd waarbij de NO-waarde als C wordt genoteerd. De absolute werkdruk van het analyseapparaat en de watertemperatuur moeten worden bepaald en worden genoteerd als respectievelijk E en F. De verzadigde dampdruk van het mengsel bij de watertemperatuur van de bubbler (F) moet worden vastgesteld en als G worden genoteerd. De waterdampconcentratie van het mengsel (H, in %) moet op de volgende wijze worden berekend:

$$H = 100 * (G/E)$$

De verwachte verdunde NO-ijkgasconcentratie (in waterdamp) moet als volgt worden berekend:

$$DE = D * (1 - H/100)$$

en als De worden opgetekend.

Voor dieseluitletgas moet de maximumwaterdampconcentratie in het uitlaatgas (Hm, in %) welke tijdens de test wordt verwacht, worden geraamd. Hierbij wordt verondersteld dat de atoomverhouding H/C in de brandstof 1,8 tot 1 bedraagt op basis van de verdunde CO₂-ijkgasconcentratie (A, gemeten overeenkomstig punt 1.9.2.1) en wel als volgt:

$$Hm = 0,9 * A$$

De waterdampverzadigingsdruk moet op de volgende wijze worden berekend:

$$\% \text{ H}_2\text{O verzadigd} = 100 * ((De - C)/De) * (Hm/H)$$

waarin:

De = de verwachte verdunde NO-concentratie, in ppm

C = de verdunde NO-concentratie, in ppm

Hm = de maximumwaterdampconcentratie, in %

H = de werkelijke waterdampconcentratie, in %

Opmerking: Het is van belang dat de NO₂-concentratie in het NO-ijkgas voor het meetbereik bij deze controle minimaal is, aangezien er bij de berekening van de demping geen rekening is gehouden met de absorptie van NO₂ in water.

1.10. Kalibreringsfrequentie

De analyseapparatuur moet ten minste om de drie maanden overeenkomstig punt 1.5 worden gekalibreerd of wanneer het systeem wordt gerepareerd of een verandering wordt aangebracht die van invloed is op de kalibrering.

2. KALIBRERING VAN HET CVS-SYSTEEM

2.1. Algemeen

Bij de kalibrering van het CVS wordt gebruik gemaakt van een nauwkeurige debietmeter en een instelbare restrictie. De stroom in het systeem wordt bij verschillende drukken gemeten, alsmede de afstellingsparameters van het systeem, waarna de relatie hiervan met de gasstromen wordt bepaald.

Er mogen verschillende typen debietmeters worden gebruikt, bijvoorbeeld een gekalibreerde venturibus, een laminaire stromingsmeter of een gekalibreerde turbulente stromingsmeter.

2.2. Kalibrering van de verdringerpomp (PDP)

Alle parameters die betrekking hebben op de pomp, worden gelijktijdig met de parameters die verband houden met de debietmeter, die in serie is geschakeld met de pomp, gemeten. Vervolgens kan de kromme van het berekende debiet (uitgedrukt in m³/min. bij de inlaat van de pomp, bij absolute druk en temperatuur) worden uitgezet, tegen een correlatiefunctie die overeenkomt met een gegeven combinatie van voor de pomp geldende parameters. Vervolgens wordt de lineaire vergelijking die de verhouding tussen het pompdebiet en de correlatiefunctie uitdrukt, bepaald. Indien de pomp van het CVS meer dan één pompsnelheid heeft, moet voor iedere gebruikte snelheid een kalibrering worden verricht.

2.2.1. *Gegevensanalyse*

De luchtstroom (Q_s) bij elke restrictiestand (ten minste zes standen) wordt berekend in m^3/min . aan de hand van de meetwaarden van de debietmeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. De luchtstroming wordt vervolgens omgezet in pompdebiet V_0 , weergegeven in m^3 per omwenteling bij absolute temperatuur en druk bij de inlaat van de pomp:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} * \frac{T}{273} * \frac{101,3}{p_A}$$

waarin:

Q_s = luchtstroming bij standaardomstandigheden (101,3 kPa, 273 K), in m^3/s

T = temperatuur bij de inlaat van de pomp, in K

p_A = absolute druk bij de inlaat van de pomp ($p_B - p_1$), in kPa

n = toerental van de pomp, in s^{-1} .

Ter compensatie van de wisselwerking van de rotatiesnelheid van de pomp, de drukvariaties hierbij en de pompslip, wordt de correlatiefunctie (X_0) tussen het toerental van de pomp (n), het drukverschil tussen inlaat en uitlaat van de pomp en de absolute druk bij de uitlaat van de pomp berekend met behulp van de volgende formule:

$$X_0 = \frac{1}{n} * \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}}$$

waarin:

Δp_p = drukverschil tussen inlaat en uitlaat van de pomp, in kPa

p_p = absolute druk bij de uitlaat van de pomp, in kPa

Ter verkrijging van de kalibreringvergelijkingen met de onderstaande formule wordt een lineaire aanpassing met de kleinste kwadraten uitgevoerd:

$$V_0 = D_0 - m * (X_0)$$

D_0 en m zijn de constanten voor de helling en ordinaat die de regressielijnen beschrijven.

Indien het CVS verschillende bedrijfssnelheden heeft, moet voor iedere snelheid een kalibrering worden verricht. De voor deze snelheden verkregen kalibreringkrommen moeten zo goed als evenwijdig zijn en de ordinaatwaarden bij de oorsprong D_0 moeten toenemen indien het debietbereik van de pomp afneemt. Indien de kalibrering goed is uitgevoerd, moeten de met behulp van de vergelijking berekende waarden binnen $\pm 0,5\%$ van de gemeten waarden van V_0 liggen. De waarden van m variëren van pomp tot pomp. De instroming van deeltjes zal ertoe leiden dat de pompslip na enige tijd zal verminderen, hetgeen tot lagere waarden voor m leidt. De kalibrering moet daarom worden uitgevoerd bij het in bedrijf stellen van de pomp, na iedere belangrijke onderhoudsbeurt en wanneer bij een algemene controle van het systeem (zie punt 2.4) een wijziging van de slip wordt vastgesteld.

2.3. **Kalibrering van de venturibuis met kritische stroming (CFV)**

De kalibrering van de CFV is gebaseerd op de debietvergelijking voor een venturibuis met kritische stroming. De gasstroom is een functie van de inlaatdruk en -temperatuur, zoals hieronder is aangegeven:

$$Q_s = \frac{K_v * p_A}{\sqrt{T}}$$

waarin:

K_v = kalibreringscoëfficiënt

p_A = absolute druk bij de inlaat van de venturibuis, in kPa

T = absolute temperatuur bij de inlaat van de venturibuis, in K

2.3.1. *Gegevensanalyse*

De luchtstroom (Q_s) op elke restrictiestand (ten minste acht standen) wordt berekend in standaard m^3/min . aan de hand van de meetwaarden van de debietmeter volgens de door de fabrikant voorgeschreven methode. De waarden van de kalibreringcoëfficiënt voor elk meetpunt worden berekend met behulp van onderstaande formule:

$$K_v = \frac{Q_s * \sqrt{T}}{p_A}$$

waarin:

Q_s = het debiet bij standaardomstandigheden (101,3 kPa, 273 K), in m³/s

T = de temperatuur bij de inlaat van de venturibuis, in K

p_A = absolute druk bij de inlaat van de venturibuis, in kPa

Een kromme van K_v wordt uitgezet als functie van de druk bij de inlaat van de venturibuis. Bij een kritische stroming (gesmoord) heeft K_v een betrekkelijk constante waarde. Wanneer de druk afneemt (dat wil zeggen wanneer de onderdruk toeneemt), komt de venturibuis vrij en neemt K_v af, hetgeen aangeeft dat de CFV buiten het toelaatbare gebied werkt.

Voor een minimumaantal van acht metingen in het kritische gebied worden de gemiddelde K_v en de standaarddeviatie berekend. De standaarddeviatie mag niet meer dan $\pm 0,3$ % van de gemiddelde K_v bedragen.

2.4. Algemene controle van het systeem

De totale nauwkeurigheid van de CVS-bemonsterings- en analyseapparatuur wordt bepaald door een bekende massa verontreinigd gas in het systeem te brengen terwijl dit werkt zoals bij een normale proef. Vervolgens wordt de analyse uitgevoerd en wordt de massa verontreinigend gas berekend aan de hand van de formules van bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3, behalve voor propaan waarvoor een factor van 0,000472 wordt gebruikt in plaats van 0,000479 voor HC. Een van de twee volgende technieken wordt daarbij gebruikt.

2.4.1. *Meting met behulp van een opening met kritische stroming*

In het CVS-systeem wordt via een opening met gekalibreerde kritische stroming een bekende hoeveelheid zuiver gas (koolmonoxide of propaan) gebracht. Indien de inlaatdruk voldoende hoog is, is de door de opening geregelde stroom onafhankelijk van de uitlaatdruk van de opening (kritische stromingsomstandigheden). Men laat het CVS-systeem gedurende vijf tot tien minuten werken zoals bij een meetproef met uitlaatgassen. Een gasmonster wordt vervolgens met de normale apparatuur (bemonsteringszak of integratiemethode) geanalyseerd en de massa van het gas wordt berekend. De aldus bepaalde massa mag niet meer dan 3 % van de bekende massa van het gas afwijken.

2.4.2. *Meting met hulp van een gravimetrische methode*

Men bepaalt de massa van een kleine met koolmonoxide of propaan gevulde fles met een nauwkeurigheid van $\pm 0,01$ gram. Gedurende vijf tot tien minuten laat men het CVS-systeem werken zoals bij een normale meetproef voor uitlaatgassen, terwijl in het systeem CO of propaan wordt gespoten. De in de apparatuur gebrachte hoeveelheid zuiver gas wordt bepaald door het massaverschil van de fles te meten. Een gasmonster wordt vervolgens met de normale apparatuur (bemonsteringszak of integratiemethode) geanalyseerd en de massa van het gas wordt berekend. De aldus bepaalde massa mag niet meer dan 3 % van de bekende massa van het gas afwijken.

3. KALIBRERING VAN HET DEELTJESMEETSYSTEEM

3.1. Inleiding

Elk onderdeel moet zo vaak als nodig worden gekalibreerd om aan de nauwkeurigheidsvorschriften van deze richtlijn te voldoen. De toe te passen methode wordt in dit punt beschreven voor de in bijlage III, aanhangsel 4, punt 4 en bijlage V, punt 2 bedoelde onderdelen.

3.2. Stroommeting

De kalibrering van de gasstroommeters of van de stroommeetinstrumenten moet gebaseerd zijn op een nationale en/of internationale norm. De maximumfout in de meetwaarde mag maximaal ± 2 % van de aflezing bedragen.

Indien de gasstroom wordt bepaald door een differentiaalstroommeting, moet de maximumfout in het verschil zodanig zijn dat de nauwkeurigheid van G_{EDF} binnen ± 4 % ligt (zie ook bijlage V, punt 2.2.1, uitlaatgasanalyser EGA). Deze kan afzonderlijk worden berekend door het bepalen van de RMS van de fouten van elk instrument.

- 3.3. **Controle van de partiële-stroomtoestanden**
Het bereik van de uitlaatgassnelheid en de drukschommelingen moeten worden gecontroleerd en worden afgesteld overeenkomstig de voorschriften van bijlage V, punt 2.2.1, EP, indien van toepassing.
- 3.4. **Kalibreringsfrequentie**
De stroommeetapparatuur moet minstens om de drie maanden worden gekalibreerd of wanneer een wijziging aan het systeem wordt aangebracht die op de kalibrering van invloed is.
4. **KALIBRERING VAN DE OPACITEITMEETAPPARATUUR**
- 4.1. **Inleiding**
De opaciteitsmeter moet zo vaak als nodig worden gekalibreerd om aan de nauwkeurigheidsvoorschriften van deze richtlijn te voldoen. De toe te passen methode wordt in dit punt beschreven voor de in bijlage III, aanhangsel 4, punt 5 en bijlage V, punt 3 bedoelde onderdelen.
- 4.2. **Kalibreringsprocedure**
- 4.2.1. *Opwarmtijd*
De opaciteitsmeter wordt opgewarmd en gestabiliseerd overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant. Indien de opaciteitsmeter met een luchtspoelsysteem is uitgerust om het beroeten van de optische elementen van het instrument te voorkomen, moet dit systeem eveneens worden geactiveerd en afgesteld overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant.
- 4.2.2. *Controle van de lineariteit*
De lineariteit van de opaciteitsmeter wordt gecontroleerd in de opaciteitsstand overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant. Drie neutrale-opaciteitsfilters met een bekende transmissiecoëfficiënt, die voldoen aan de voorschriften van bijlage III, aanhangsel 4, punt 5.2.5, worden in de opaciteitsmeter geplaatst en de waarde wordt opgetekend. De grijfsfilters hebben een nominale opaciteit van ongeveer 10 %, 20 % en 40 %.
De lineariteit mag niet meer dan ± 2 % opaciteit afwijken van de nominale waarde van het neutrale-opaciteitsfilter. Niet-lineariteit die deze waarde overschrijdt, moet worden gecorrigeerd alvorens met de test wordt gestart.
- 4.3. **Kalibreringsfrequentie**
De opaciteitsmeter moet ten minste om de drie maanden overeenkomstig punt 4.2.2 worden gekalibreerd of wanneer een wijziging aan het systeem wordt aangebracht die op de kalibrering van invloed is.

BIJLAGE IV

TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DE VOOR DE GOEDKEURINGSTEST VOORGESCHREVEN REFERENTIEBRANDSTOF EN CONTROLE VAN DE OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE

1. DIESELBRANDSTOF (1)

Parameter	Eenheid	Grenswaarden (2)		Testmethode (3)
		Minimaal	Maximaal	
Cetaangetal (4)		52	54	ISO 5165
Dichtheid bij 15 °C	kg/m ³	833	837	ISO 3675
Distillatie (5):				
— 50 %-punt	°C	245		ISO 3405
— 95 %-punt	°C	345	350	ISO 3405
— kookpunt	°C	—	370	ISO 3405
Vlampunt	°C	55	—	ASTM D 93
CFPP	°C	—	- 5	EN 116
Viscositeit bij 40 °C	mm ² /s	2,5	3,5	ASTM D 445
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	% m/m	3,0	6,0	pr IP 391
Zwavelgehalte	% m/m	—	0,03	ISO 8754
Kopercorrosie		—	1	ASTM D 130
Conradsonkoolstof Residu (10 % DR)	% m/m	—	0,2	ASTM D 189
Asgehalte	% m/m	—	0,01	ASTM D 482
Watergehalte	% m/m	—	0,05	ASTM D 95/D 1744
Neutraliseringsgetal (sterk zuur)	KOH/g	—	0,20	
Oxidatiebestendigheid (6)	mg/100 ml	—	2,5	ASTM D 2274

(1) Indien het vereist is het thermisch rendement van de motor of het voertuig te berekenen, kan de calorische waarde van de brandstof worden berekend uit:

Specifieke energie (calorische waarde) (netto) in MJ/kg = $(8,792d^2 + 3,170d) (1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x$

waarin:

d = dichtheid bij 15 °C

x = watergehalte in gewichtprocenten (%)

y = asgehalte in gewichtprocenten (%)

s = zwavelgehalte in gewichtprocenten (%)

(2) De in de specificatie genoemde waarden zijn „werkelijke waarden”. Bij de vaststelling van de grenswaarden zijn de eisen van ISO 4259, *Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test*, toegepast en bij de vaststelling van een minimumwaarde is rekening gehouden met een minimumverschil van 2 R boven nul; bij de vaststelling van een maximum- en minimumwaarde is het verschil 4 R (R = reproduceerbaarheid). Ondanks deze maatregel, die om statistische redenen noodzakelijk is, moet de fabrikant van de brandstof een nulwaarde proberen aan te geven indien de aangegeven maximumwaarde gelijk is aan 2 R en een gemiddelde waarde indien maximum- en minimumgrenswaarden worden vermeld. Mocht het nodig zijn om opheldering te geven over de vraag of een brandstof aan de voorschriften van de specificaties voldoet, dan moet ISO 4259 worden toegepast.

(3) Voor alle bovenstaande eigenschappen zullen equivalente ISO-methoden worden toegepast zodra ze zijn uitgewerkt.

(4) Het cetaangebied komt niet overeen met de eis van een minimumgebied van 4 R. Wanneer er echter een geschil ontstaat tussen de brandstofleverancier en de brandstofgebruiker, kunnen de voorwaarden van ISO 4259 worden toegepast om dergelijke geschillen op te lossen, mits de metingen een voldoende aantal malen worden herhaald om de nodige nauwkeurigheid te bereiken in plaats van enkelvoudige metingen.

(5) De aangegeven cijfers zijn de totale verdampte hoeveelheden (teruggewonnen percentage + verloren percentage).

(6) Ook al wordt de oxidatiebestendigheid gecontroleerd, wordt de opslagtijd waarschijnlijk beperkt. Bij de leverancier moet advies worden ingewonnen over de opslagomstandigheden en -duur.

2. AARDGAS (NG)

Op de Europese markt worden brandstoffen aangeboden die in twee gebieden vallen, als gedefinieerd in EN-norm 437:

- het H-gebied, waarvoor de uiterste referentiebrandstoffen G₂₀ en G₂₃ zijn;
- het L-gebied, waarvoor de uiterste referentiebrandstoffen G₂₃₋ en G₂₅ zijn.

De kenmerken van de G₂₀, G₂₃ en G₂₅-referentiebrandstoffen zijn hieronder samengevat:

Referentiebrandstoffen G₂₀

Karakteristiek	Eenheden	Bases	Grenswaarden		Testmethoden
			Minimaal	Maximaal	
<i>Samenstelling</i>					
Methaan		100	99	100	ISO 6974
Balans [Inerts + C ₂ /C ₂ +]	% mole	—	—	1	
N ₂					
Zwavelgehalte	mg/m ³ (*)	—	—	50	ISO 6326-5

(*) Waarde te bepalen onder standaardomstandigheden 293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa.

Referentiebrandstoffen G₂₃

Karakteristiek	Eenheden	Bases	Grenswaarden		Testmethoden
			Minimaal	Maximaal	
<i>Samenstelling</i>					
Methaan		92,5	91,5	93,5	ISO 6974
Balans [Inerts + C ₂ /C ₂ +]	% mole	—	—	1	
N ₂		7,5	6,5	8,5	
Zwavelgehalte	mg/m ³ (*)	—	—	50	ISO 6326-5

(*) Waarde te bepalen onder standaardomstandigheden 293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa.

Referentiebrandstoffen G₂₅

Karakteristiek	Eenheden	Bases	Grenswaarden		Testmethoden
			Minimaal	Maximaal	
<i>Samenstelling</i>					
Methaan		86	84	88	ISO 6974
Balans [Inerts + C ₂ /C ₂ +]	% mole	—	—	1	
N ₂		14	12	16	
Zwavelgehalte	mg/m ³ (*)	—	—	50	ISO 6326-5

(*) Waarde te bepalen onder standaardomstandigheden 293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa.

3. VLOEIBAAR PETROLEUMGAS (LPG)

Parameter	Eenheid	Grenswaarden brandstof A		Grenswaarden brandstof B		Testmethode
		Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	
Motor-octaangetal		93,5		93,5		EN 589 Bijlage B
Samenstelling						
C3-gehalte	% vol.	48	52	83	87	
C4-gehalte	% vol.	48	52	13	17	ISO 7941
Olefinen	% vol.	0	12	9	15	
Verdampingsresten	mg/kg		50		50	NFM 41-015
Totaal zwavelgehalte	ppm gewicht ⁽¹⁾		50		50	EN 24260
Waterstofsulfide	—		geen		geen	ISO 8819
Koperstripcorrosie	graad		klasse 1		klasse 1	ISO 6251 ⁽²⁾
Water bij 0 °C			vrij		vrij	visuele inspectie

⁽¹⁾ Waarde te bepalen onder standaardomstandigheden 293,2 K (20 °C) en 101,3 kPa.

⁽²⁾ Indien het monster corrosieremmers bevat, of andere scheikundige bestanddelen die de corrosiviteit van het monster op de koperstrip verminderen, kan met deze methode de aanwezigheid van corrosieve stoffen niet nauwkeurig worden bepaald. Daarom is de toevoeging van dergelijke bestanddelen, uitsluitend met het doel deze test te beïnvloeden, verboden.

BIJLAGE V

ANALYSE- EN BEMONSTERINGSSYSTEMEN

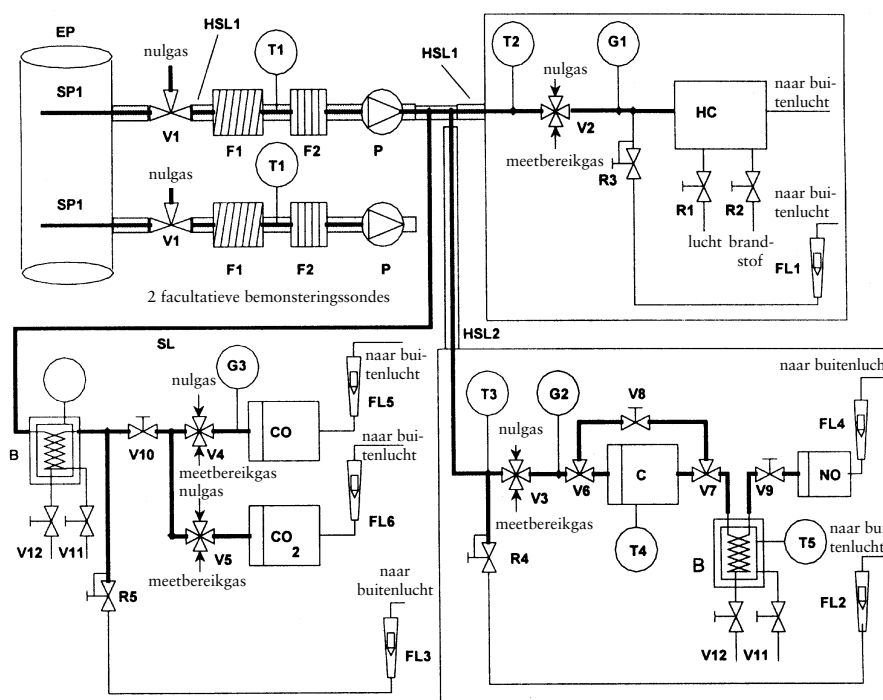
1. BEPALING VAN DE GASVORMIGE EMISSIES

1.1. Inleiding

In punt 1.2 en de figuren 7 en 8 staan uitvoerige beschrijvingen van de aanbevolen bemonsterings- en analysesystemen. Aangezien verschillende configuraties gelijkwaardige resultaten kunnen opleveren, hoeven de figuren 7 en 8 niet exact te worden gevolgd. Aanvullende onderdelen, zoals instrumenten, kleppen, elektromagneten, pompen en schakelaars mogen worden gebruikt om extra gegevens te verschaffen en de functies van deelsystemen te coördineren. Andere onderdelen, voorzover niet noodzakelijk om de nauwkeurigheid van bepaalde systemen te waarborgen, mogen worden weggelaten indien dit technisch verantwoord is.

Figuur 7

Stroomdiagram van een systeem voor de analyse van CO, CO₂, NO_x en HC in het ruwe uitlaatgas
Enkel ESC



1.2. Beschrijving van het analysesysteem

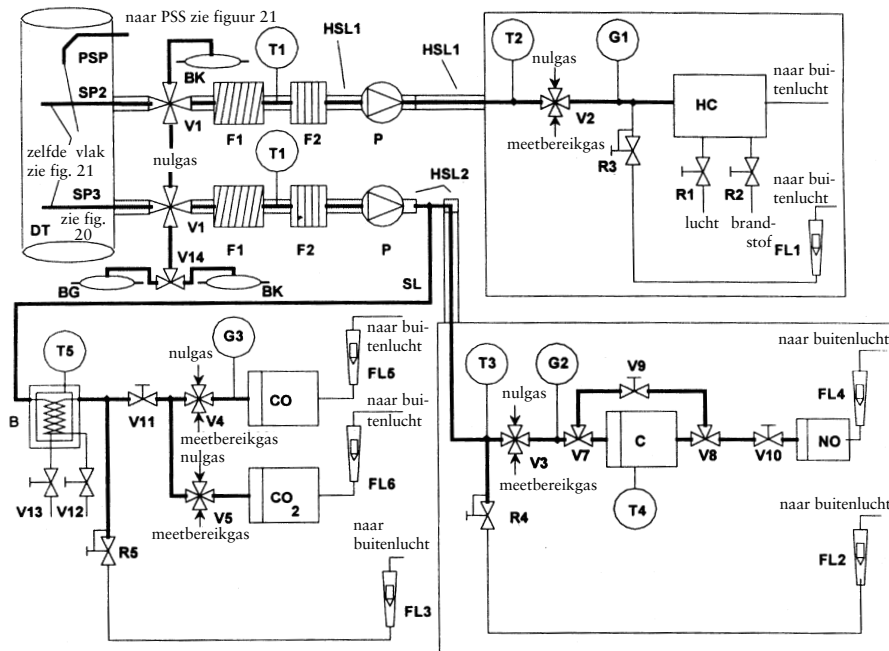
Er wordt een analysesysteem voor de vaststelling van de gasvormige emissies in het ruwe (figuur 7, enkel ESC) of verdunde (figuur 8, ETC en ESC) uitlaatgas beschreven, dat gebaseerd is op het gebruik van een:

- HFID-analyser voor de meting van koolwaterstoffen;
- NDIR-analysers voor de meting van koolmonoxide en kooldioxide;
- HCLD- of equivalente analyser voor de meting van stikstofoxiden.

Het monster van alle componenten mag worden genomen met één bemonsteringssonde of met twee bemonsteringssondes die dicht bij elkaar zijn geplaatst en inwendig zijn gesplitst voor de verschillende analyseapparaten. Er moet op worden toegezien dat er nergens in het analysesysteem condensatie van uitlaatgasbestanddelen (inclusief water en zwavelzuur) optreedt.

Figuur 8

Stroomdiagram van een systeem voor de analyse van CO, CO₂, NO_x en HC in het verdunde uitlaatgas
ESC, facultatief voor ESC



1.2.1. Onderdelen van de figuren 7 en 8

EP Uitlaatpijp

SP1 Sonde voor de uitlaatgasbemonstering (alleen figuur 7)

Er wordt een roestvast stalen rechte sonde met een gesloten uiteinde, voorzien van een aantal gaatjes, aanbevolen. De binnendiameter mag niet groter zijn dan de binnendiameter van de bemonsteringsleiding. De wanddikte van de sonde mag niet meer bedragen dan 1 mm. De sonde moet zijn voorzien van minimaal drie gaatjes in drie verschillende radiale vlakken die een zodanige afmeting hebben dat de bemonsteringsstromen ongeveer gelijk zijn. De sonde moet op een diepte van minstens 80 % van de uitlaatpijpdiameter worden geplaatst. Er mag gebruikte worden gemaakt van één of twee bemonsteringssondes.

SP2 Sonde voor de bemonstering van HC in het verdunde uitlaatgas (alleen figuur 8)

De sonde moet:

- worden gedefinieerd als de eerste 254 mm tot 762 mm van de verwarmde bemonsteringsleiding HSL 1;
- een minimumbinnendiameter van 5 mm hebben;
- worden aangebracht in de verdunningstunnel DT (zie punt 2.3, figuur 20) op een plaats waar de verdunningslucht en het uitlaatgas goed vermengd zijn (d.w.z. circa 10 tunneldiameters voorbij het punt waar het uitlaatgas de verdunningstunnel binnentreedt);
- zich op voldoende afstand bevinden (radiaal) van andere sondes en de tunnelwand zodat de sonde niet wordt beïnvloed door een zog of wervelingen;
- verwarmd worden om de gasstroomtemperatuur te verhogen tot $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) bij de uitgang van de sonde.

SP3 Bemonsteringssonde voor CO, CO₂ en NO_x in het verdunde uitlaatgas (alleen figuur 8)

De sonde moet:

- in hetzelfde vlak liggen als SP2;
- zich op voldoende afstand (radiaal) van andere sondes en de tunnelwand bevinden zodat de sonde niet wordt beïnvloed door een zog of wervelingen;
- verwarmd worden tot een minimumtemperatuur van 328 K (55 °C) om condensatie van waterdamp te voorkomen.

HSL1 Verwarmde bemonsteringsleiding

De bemonsteringsleiding voert de gasmonsters van één sonde naar een of meer verdeelstukken en de HC-analyser.

De bemonsteringsleiding moet:

- een minimumbinnendiameter van 5 mm en een maximumbinnendiameter van 13,5 mm hebben;
- van roestvast staal of PTFE zijn gemaakt;
- een wandtemperatuur hebben van $453 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$), gemeten op elk afzonderlijk verwarmd deel, indien de temperatuur van het uitlaatgas bij de bemonsteringssonde kleiner of gelijk is aan 463 K (190 °C);
- een wandtemperatuur hebben van meer dan 463 K (180 °C), indien de temperatuur van het uitlaatgas boven 463 K (190 °C) ligt;
- een gastemperatuur van $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$) bewerkstelligen, onmiddellijk vóór het verwarmde filter F2 en de HFID.

HSL2 Verwarmde bemonsteringsleiding voor NO_x

De bemonsteringsleiding moet:

- een wandtemperatuur van 328 K tot 473 K (55 °C tot 200 °C) hebben tot aan omzetter C wanneer een koelbad B wordt toegepast en tot aan het analyseapparaat wanneer koelbad B niet wordt gebruikt;
- van roestvast staal of PTFE gemaakt zijn.

SL Bemonsteringsleiding voor CO en CO₂

De leiding moet van PTFE of roestvast staal gemaakt zijn en mag verwarmd worden of onverwarmd zijn.

BK Achtergrondzak (facultatief; alleen figuur 8)

Voor de meting van achtergrondconcentraties.

BG Bemonsteringszak (facultatief; alleen figuur 8 — CO en CO₂)

Voor de meting van de monsterconcentraties.

F1 Verwarmd voorfilter (facultatief)

De temperatuur moet dezelfde zijn als die voor HSL1.

F2 Verwarmd filter

Het filter moet alle vaste deeltjes vóór het analyseapparaat uit het gasmonster verwijderen. De temperatuur moet dezelfde zijn als die voor HSL1. Het filter moet indien nodig worden vervangen.

P Verwarmde bemonsteringspomp

De pomp moet worden verwarmd tot de temperatuur van HSL1.

HC

Verwarmde vlamionisatiedetector (HFID) voor de bepaling van de koolwaterstoffenconcentratie. De temperatuur moet tussen 453 K en 473 K (180 °C en 200 °C) worden gehouden.

CO, CO₂

NDIR-analysers voor de bepaling van de koolmonoxide- en kooldioxideconcentratie (facultatief voor de bepaling van de verdunningsverhouding bij de meting van de deeltjesconcentratie).

NO

CLD- of HCLD-analyser voor de bepaling van de stikstofoxidenconcentratie. Indien een HCLD wordt toegepast, moet deze op een temperatuur van 328 K tot 473 K (55 °C tot 200 °C) worden gehouden.

C Omzetter

Een omzetter wordt gebruikt voor de katalytische reductie van NO₂ tot NO vóór de analyse in de CLD of HCLD.

B Koelbad (facultatief)

Om te koelen en waterdamp uit het uitlaatgasmonster te laten condenseren. Het bad moet op een temperatuur tussen 273 K en 277 K (0 °C en 4 °C) worden gehouden met behulp van ijs of een koelsysteem. De inrichting is facultatief indien de analyse niet door waterdamp wordt beïnvloed, zoals bepaald in bijlage III, aanhangsel 5, punten 1.9.1 en 1.9.2. Indien het water door condensatie wordt verwijderd, dient de temperatuur of het dauwpunt van het bemonsteringsgas hetzij in de watervanger of stroomafwaarts te worden gemeten. De temperatuur of het dauwpunt van het bemonsteringsgas mag niet hoger zijn dan 280 K (7 °C). Chemische droging is niet toegestaan voor de verwijdering van het water uit de monsters.

T1, T2, T3 Temperatuursensoren

Met deze sensoren wordt de temperatuur van de gasstroom bewaakt.

T4 Temperatuursensor

Om de temperatuur van de NO₂ – NO-omzetter te bewaken.

T5 Temperatuursensor

Om de temperatuur van het koelbad te bewaken.

G1, G2, G3 Drukmeters

Om de druk in de bemonsteringsleiding te meten.

R1, R2 Drukregelaars

Om de lucht-, respectievelijk brandstofdruk voor de HFID te regelen.

R3, R4, R5 Drukregelaars

Om de druk in de bemonsteringsleidingen en de stroom naar de analyseapparatuur te regelen.

FL1, FL2, FL3 Stroommeters

Om de stroom in de omloopleiding te meten.

FL4 tot en met FL6 Stroommeters (facultatief)

Om de stroom door de analyseapparatuur te meten.

V1 tot en met V5 Selectiekleppen

Geschikte kleppen om naar keuze het bemonsteringsgas, meetbereikgas of lucht naar het analyseapparaat te leiden.

V6, V7 Elektromagnetische kleppen

Om de NO₂-NO-omzetter te overbruggen.

V8 Naaldklep

Om de stroom door de NO₂-NO-omzetter en de omloopleiding uit te balanceren.

V9, V10 Naaldkleppen

Om de stroom naar de analysers te regelen.

V11, V12 Open-dichtklep (facultatief)

Om het condensaat uit het bad B af te tappen.

1.3. NMHC-analyse (alleen motoren op aardgas)**1.3.1. Gaschromatografische methode (GC, figuur 9)**

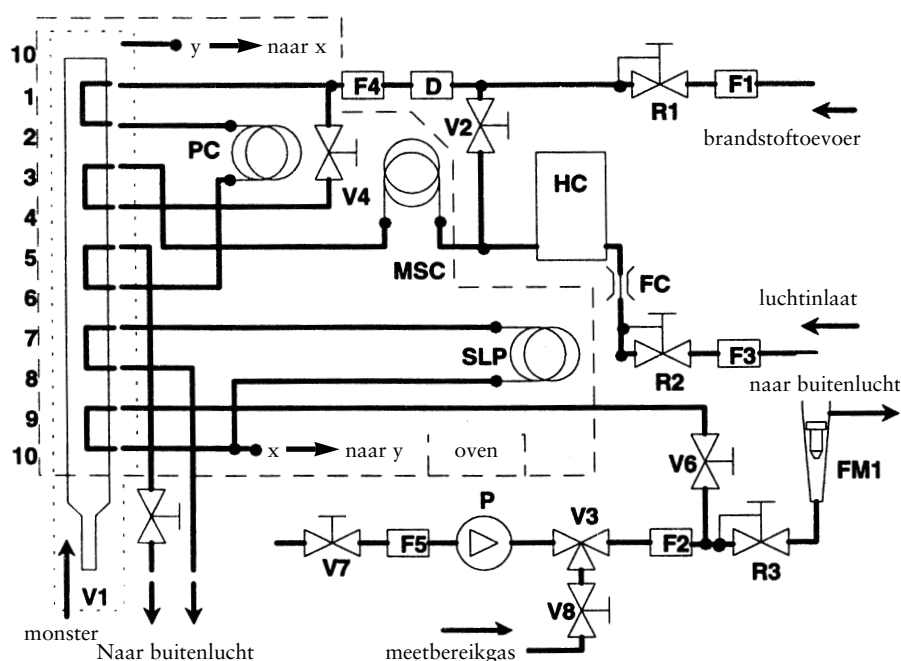
Bij gebruik van een GC-methode wordt een klein gemeten volume van het monster in een analysekolom geïnjecteerd waarin dit door een inert transportgas wordt getransporteerd. De kolom scheidt de diverse componenten naar gelang van het kookpunt ervan, zodat deze op verschillende tijdstippen uit de kolom worden uitgewassen. Vervolgens passeren zij een detector die een elektrisch signaal opwekt dat afhangt van de concentratie. Omdat deze methode geen continue analysemethode is, kan deze alleen worden gebruikt samen met de bemonsteringszakmethode die in bijlage III, aanhangsel 4, punt 3.4.2, is beschreven.

Voor de NMHC-analyse wordt een geautomatiseerde GC-techniek met een FID gebruikt. De uitlaatgassen worden bemonsterd en de monsters gaan in een bemonsteringszak, waaruit een klein gedeelte wordt genomen dat in de GC-kolom wordt geïnjecteerd. Het monster wordt door de Porapak-kolom in twee delen gescheiden (CH_4 /lucht/ CO en NMHC/ CO_2 / H_2O). Een moleculaire zeef scheidt vervolgens CH_4 van de lucht en de CO voordat deze naar de FID wordt doorgeleid, waar de concentratie wordt gemeten. Een volledige cyclus vanaf de injectie van een monster tot de injectie van het volgende monster kan in 30 seconden plaatsvinden. Om de NMHC te bepalen, dient de CH_4 -concentratie van de totale HC-concentratie te worden afgetrokken (zie bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3.1).

Figuur 9 toont een typische GC-opstelling voor de routinematige bepaling van CH_4 . Andere GC-methoden mogen worden gebruikt indien zij technisch verantwoord zijn.

Figuur 9

Stroomdiagram voor methaananalyse (GC-methode)



Onderdelen van figuur 9

PC Porapak-kolom

Porapak N, 180/300 μm (50/80 mesh), lengte 610 mm en inwendige diameter 2,16 mm, dient vóór het eerste gebruik ten minste twaalf uur in het transportgas te worden geplaast bij 423 K (150 °C).

MSC Kolom met de moleculaire zeef

Type 13X, 250/350 μm (45/60 mesh), lengte 1220 mm en inwendige diameter 2,16 mm, dient vóór het eerste gebruik ten minste twaalf uur in het transportgas te worden geplaast bij 423 K (150 °C).

OV Oven

Om de kolommen en de kleppen op een voor de goede werking van de analyser vereiste stabiele temperatuur te houden, en de kolommen bij 423 K (150 °C) te acclimatiseren.

SLP Bemonsteringslus

Een buis van roestvast staal van voldoende lengte met een volume van circa 1 cm^3 .

P Pomp

Om het monster naar de gaschromatograaf te leiden.

D Droger

Een droger met een moleculaire zeef wordt gebruikt om water en andere eventuele verontreinigingen uit het transportgas te verwijderen.

HC

Vlamionisatiedetector (FID) om de methaanconcentratie te bepalen.

V1 Monsterinjectieklep

Om het monster uit de bemonsteringszak via de SL van figuur 8 te injecteren. De klep moet een klein dood volume hebben, gasdicht zijn en tot 423 K (150 °C) te verhitten zijn.

V3 Selectieklep

Om te kiezen tussen meetbereikgas, bemonsteringsgas of geen gas.

V2, V4, V5, V6, V7, V8 Naaldklep

Om de stromen in het systeem in te stellen.

R1, R2, R3 Drukregelaars

Om de stroom van de brandstof (= transportgas), het monster, respectievelijk de lucht te regelen.

FC Stroomcapillair

Om de luchtstroom naar de FID te regelen.

G1, G2, G3 Drukmeters

Om de stroom van de brandstof (= transportgas), het monster, respectievelijk de lucht te regelen.

F1, F2, F3, F4, F5 Filters

Filters van gesinterd metaal om te voorkomen dat slijpsel de pomp of het instrument binnendringt.

FL1

Om de stroom in de omloopleiding te meten.

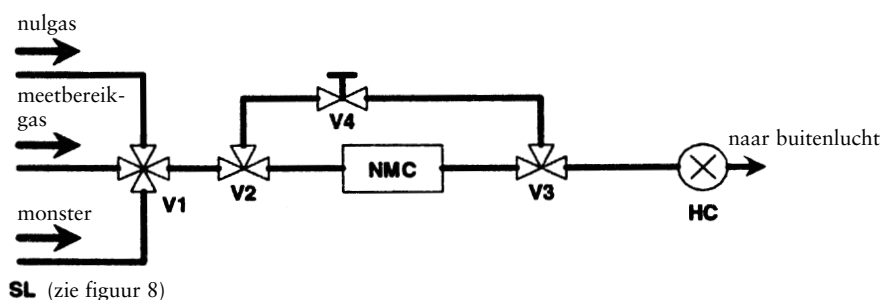
1.3.2 Niet-methaan cuttermethode (NMC, figuur 10)

De NMC oxideert alle koolwaterstoffen behalve CH₄ tot CO₂ en H₂O, zodat alleen nog CH₄ door de FID wordt gedetecteerd nadat het monster door de NMC is geleid. Bij gebruik van een bemonsteringszak wordt bij de SL een omloopleiding geïnstalleerd (zie punt 1.2, figuur 8), waarmee het mogelijk is de stroom door of om de NMC heen te leiden overeenkomstig de bovenste helft van figuur 10. Voor de NMHC-meting moeten beide waarden (HC en CH₄) van de FID worden afgelezen en geregistreerd. Bij gebruik van de integratiemethode dient een NMC, gecombineerd met een tweede FID, parallel aan de gewone FID in de HSL1 te worden aangebracht (zie punt 1.2, figuur 8) overeenkomstig de onderste helft van figuur 10. Voor de NMHC-meting dienen de waarden van de twee FID's (HC en CH₄) te worden afgelezen en geregistreerd.

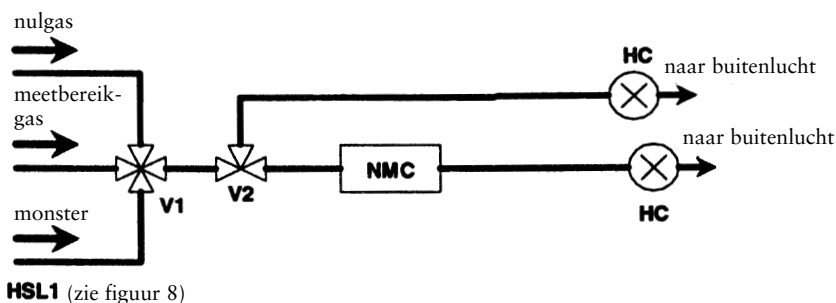
De NMC dient vóór de test bij een temperatuur van tenminste 600 K (327 °C) te worden gekarakteriseerd voor wat betreft het katalytische effect op CH₄ en C₂H₆, waarbij de H₂O-waarden representatief zijn voor uitlaatgascondities. Het dauwpunt en het O₂-niveau van de bemonsterde uitlaatgasstroom moeten bekend zijn. De relatieve responsie van de FID op CH₄ moet geregistreerd worden (zie bijlage III, aanhangsel 5, punt 1.8.2).

Figuur 10

Stroomdiagram voor de analyse van methaan met de niet-methaan cuttermethode (NMC)



Bemonsteringszakmethode



Integratiemethode

Onderdelen van figuur 10

NMC Niet-methaan cutter

Om alle koolwaterstoffen behalve methaan te oxideren.

HC

Verwarme vlamionisatiedetector (HFID) om de HC- en CH₄-concentratie te meten. De temperatuur dient op 453 K tot 473 K (180 °C tot 200 °C) te worden gehouden.

V1 Selectieklep

Om te kiezen tussen monster, nulgas en meetbereikgas. V1 correspondeert met V2 in figuur 8.

V2, V3 Elektromagnetische klep

Om de NMC te overbruggen.

V4 Naaldklep

Om de stroom over de NMC en de omloopleiding te verdelen.

R1 Drukregelaar

Om de druk in de bemonsteringsleiding en de stroom naar de HFID te regelen. R1 correspondeert met R3 in figuur 8.

FL1 Stroommeter

Om de stroom in de omloopleiding te meten. FL1 is identiek met FL1 in figuur 8.

2. UITLAATGASVERDUNNING EN BEPALING VAN DE DEELTJESCONCENTRATIE

2.1. Inleiding

De punten 2.2, 2.3 en 2.4 en de figuren 11 tot en met 22 geven uitvoerige beschrijvingen van de aanbevolen verdunnings- en bemonsteringssystemen. Aangezien verschillende configuraties gelijkwaardige resultaten kunnen opleveren, hoeven deze figuren niet exact te worden gevolgd. Aanvullende onderdelen zoals instrumenten, kleppen, elektromagneten, pompen en schakelaars mogen worden gebruikt om extra gegevens te verschaffen en de functies van deelsystemen te coördineren. Andere onderdelen, voorzover niet noodzakelijk om de nauwkeurigheid van bepaalde systemen te waarborgen, mogen worden weggelaten indien dit technisch verantwoord is.

2.2. Partiële-stroomverdunningsstelsel

In de figuren 11 tot en met 19 is een verdunningsstelsel beschreven dat gebaseerd is op de verdunning van een gedeelte van de uitlaatgassen. Het splitsen van de uitlaatgasstroom en de daaropvolgende verdunning kunnen geschieden door verschillende soorten verdunningsstelsels. Bij de daaropvolgende verzameling van deeltjes kan al het verdunde uitlaatgas of een gedeelte van het verdunde uitlaatgas door het deeltjesbemonsteringssysteem worden gevoerd (punt 2.4, figuur 21). De eerste methode wordt de *totale bemonsteringsmethode* genoemd, de tweede de *deeltjesbemonsteringsmethode*.

De berekening van de verdunningsverhouding hangt af van het toegepaste systeem. De volgende systemen worden aanbevolen:

Isokinetische systemen (figuren 11 en 12)

Met deze systemen wordt de stroom in de verbindingbuis voor wat betreft de gassnelheid en/of -druk afgestemd op de totale uitlaatgasstroom, waarvoor derhalve een vrije en gelijkmatige gasstroom bij de bemonsteringssonde nodig is. Dit wordt gewoonlijk tot stand gebracht door gebruikmaking van een resonator en een rechte toevoerleiding vóór het bemonsteringspunt. De splitsingsverhouding wordt dan berekend uit gemakkelijk meetbare waarden zoals de buisdiameters. Er dient rekening mee te worden gehouden dat een isokinetische toestand alleen wordt gebruikt voor het afstemmen van de stroomomstandigheden en niet voor het afstemmen van de grootteverdeling. Dit laatste is gewoonlijk niet nodig aangezien de deeltjes voldoende klein zijn om de stromen in het fluïdum te volgen.

Systemen met stroomregeling en concentratiemeting (figuren 13 tot en met 17)

Bij deze systemen wordt een monster genomen uit de totale gasstroom door het regelen van de verdunningsluchtstroom en de totale verdunde uitlaatgasstroom. De verdunningsverhouding wordt bepaald door de concentraties van indicatorgassen, zoals CO₂ of NO_x, die van nature in het uitlaatgas voorkomen. De concentraties in het verdunde uitlaatgas en in de verdunningslucht worden gemeten, terwijl de concentratie in het ruwe uitlaatgas hetzij rechtstreeks kan worden gemeten hetzij kan worden bepaald uit de brandstofstroom en de koolstofbalansvergelijking indien de brandstofsamenstelling bekend is. De systemen kunnen worden geregeld aan de hand van de berekende verdunningsverhouding (figuren 13 en 14) of op basis van de stroom in de verbindingbuis (figuren 12, 13 en 14).

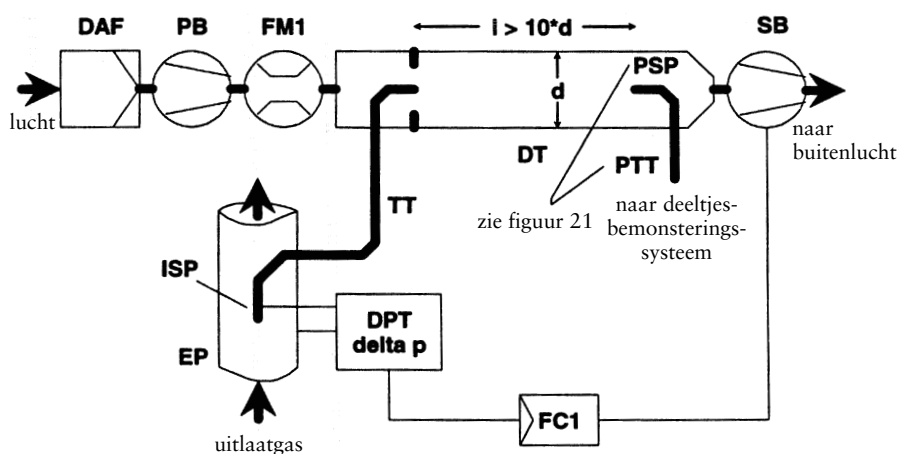
Systemen met stroomregeling en -meting (figuren 18 en 19)

Bij deze systemen wordt een monster uit de totale uitlaatgasstroom genomen door de verdunningsluchtstroom en de totale verdunde uitlaatgasstroom in te stellen. De verdunningsverhouding wordt bepaald door het verschil tussen de twee stromen. Nauwkeurige kalibrering van de stroommeters ten opzichte van elkaar is hiervoor nodig, aangezien de relatieve grootte van de twee stromen tot significante fouten kan leiden bij hogere verdunningsverhoudingen (van 15 en meer). De stroomregeling geschiedt eenvoudig door de verdunde uitlaatgasstroom constant te houden en de verdunningslucht zo nodig te variëren.

Teneinde de voordelen van het partiële-stroomverdunningsstelsel te benutten moet ervoor worden gezorgd dat de potentiële problemen van het verlies van deeltjes in de verbindingleiding wordt voorkomen, zodat een representatief monster wordt genomen uit het uitlaatgas en de splitsingsverhouding wordt bepaald. Bij de beschreven systemen is rekening gehouden met deze kritische gebieden.

Figuur 11

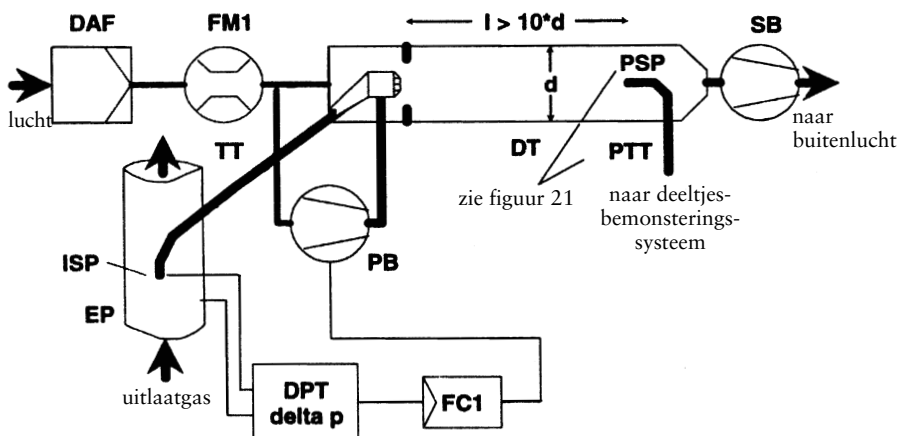
Partiële-stroomverduunningsysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering (regeling van SB)



Het ruwe uitlaatgas wordt met de isokinetische bemonsteringssonde ISP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT. Het drukverschil van het uitlaatgas tussen de uitlaatpijp en de inlaat van de sonde wordt gemeten met de druktransducer DPT. Het signaal wordt doorgegeven aan de stroomregelaar FC1 die de aanzuigventilator SB regelt, zodat het drukverschil bij de punt van de sonde op nul wordt gehouden. Onder deze omstandigheden zijn de uitlaatgassnelheden in EP en ISP gelijk en is de stroom door ISP en TT een constant deel (fractie) van de uitlaatgasstroom. De splitsingsverhouding wordt bepaald door de dwarsdoorsnedes van EP en ISP. De verdunningsluchtstroom wordt gemeten met de stroommeter FM1. De verdunningsverhouding wordt berekend uit de verdunningsluchtstroom en de splitsingsverhouding.

Figuur 12

Partiële-stroomverduunningsysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering (regeling van PB)

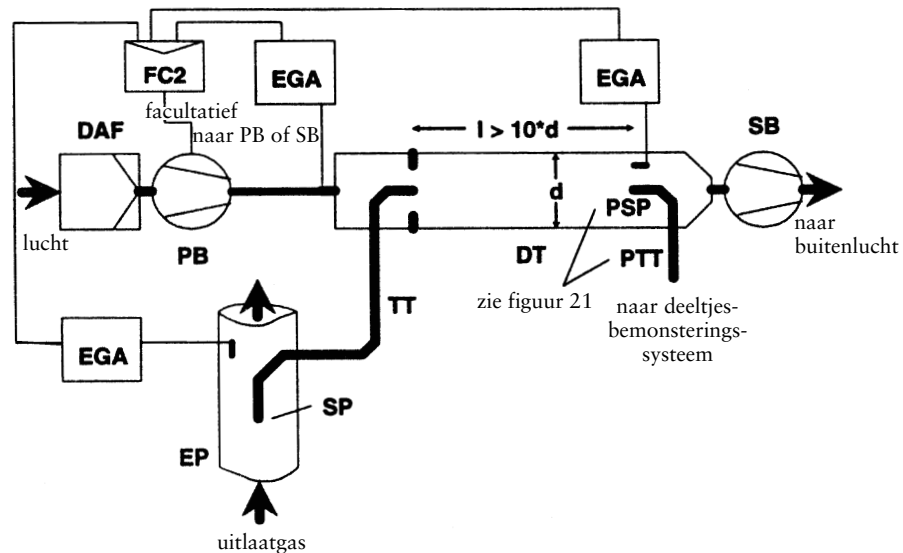


Het ruwe uitlaatgas wordt met de isokinetische bemonsteringssonde ISP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT. Het drukverschil van het uitlaatgas tussen de uitlaatpijp en de inlaat van de sonde wordt gemeten met de druktransducer DPT. Het signaal wordt doorgegeven aan de stroomregelaar FC1 die de aanzuiger PB regelt, zodat het drukverschil bij de punt van de sonde op nul wordt gehouden. Dit wordt gerealiseerd door een klein deel van de verdunningslucht te nemen waarvan de stroom reeds gemeten is met de stroommeter FM1 en dit naar TT te voeren via een gekalibreerde gasdoorlaat. Onder deze omstandigheden zijn de uitlaatgassnelheden in EP en ISP gelijk en is de stroom door ISP en TT een constant deel (fractie) van de uitlaatgasstroom. De splitsingsverhouding wordt bepaald door de dwarsdoorsnedes van EP en ISP. De

verdunningslucht wordt in DT gezogen met behulp van de aanzuigventilator SB en de stroom wordt gemeten met FM1 bij de inlaat van DT. De verdunningsverhouding wordt berekend uit de verdunningsluchtstroom en de splitsingsverhouding.

Figuur 13

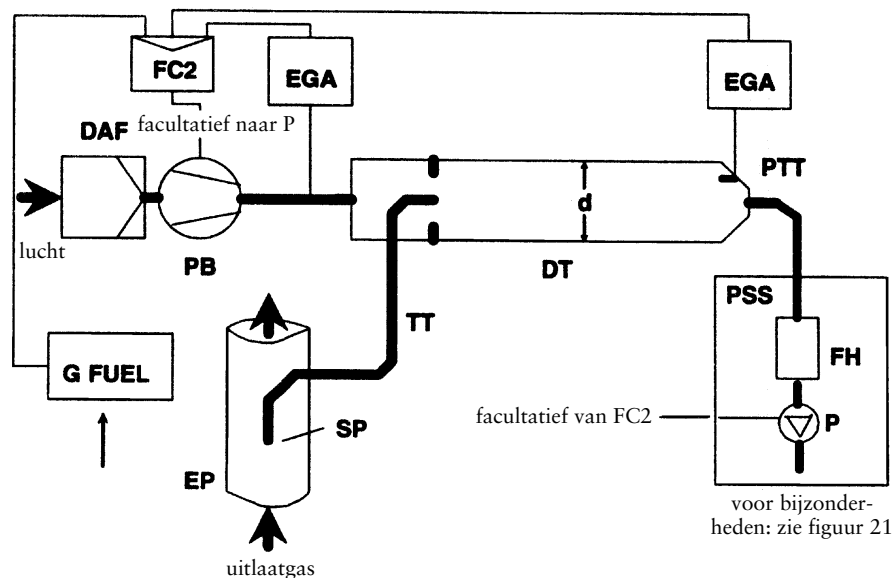
Partiële-stroomverdunningsstelsel met meting van CO₂- of NO_x-concentratie en deelbemonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP vanuit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT. De concentratie van een indicatorgas (CO₂ of NO_x) wordt gemeten in het ruwe en het verdunde uitlaatgas evenals in de verdunningslucht met de uitlaatgasanalyser(s) EGA. Deze signalen worden doorgegeven aan de stroomregelaar FC2 die hetzij de aanjager PB of de aanzuigventilator SB regelt, zodat de uitlaatgassplitsing en de verdunningsverhouding in DT op de gewenste waarde worden gehouden. De verdunningsverhouding wordt berekend uit de indicatorgasconcentraties in het ruwe uitlaatgas, het verdunde uitlaatgas en de verdunningslucht.

Figuur 14

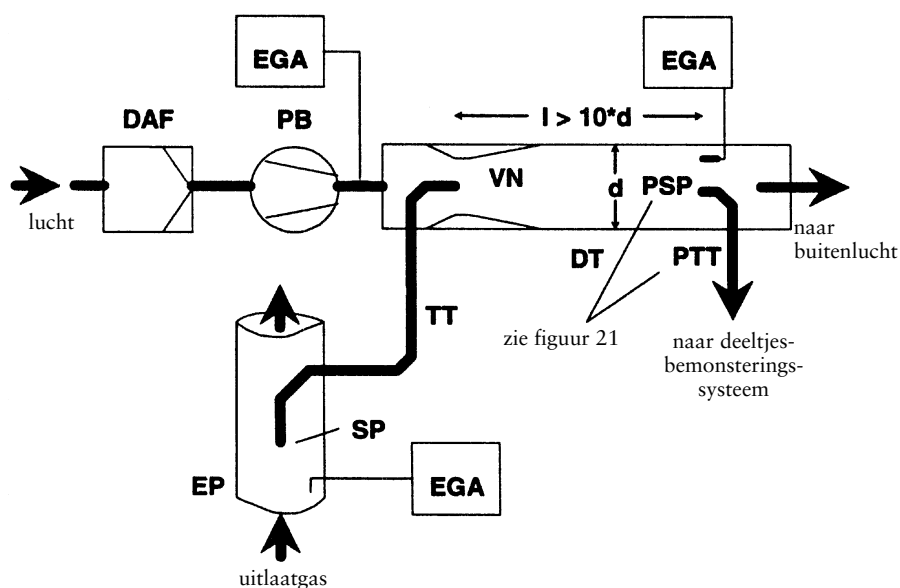
Partiële-stroomverdunningsstelsel met meting van de CO₂-concentratie, koolstofbalans en totale bemonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP overgebracht uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT via de verbindingsleiding TT. De CO₂-concentratie wordt gemeten in het verdunde uitlaatgas en in de verdunningslucht met de uitlaatgasanalyser(s) EGA. De signalen van de CO₂-meting en de brandstofstroommeting G_{FUEL} worden doorgegeven aan hetzij de stroomregelaar FC2, hetzij de stroomregelaar FC3 van het deeltjesbemonsteringssysteem (zie figuur 21). FC2 regelt de aanjager PB terwijl FC3 het deeltjesbemonsteringssysteem regelt (zie figuur 21), waardoor de stromen in en uit het systeem zodanig worden ingesteld dat de uitlaatgassplitsing en de verdunningsverhouding in DT op de gewenste waarde worden gehouden. De verdunningsverhouding wordt berekend uit de CO₂-concentratie en de G_{FUEL} uitgaande van de koolstofbalansveronderstelling.

Figuur 15

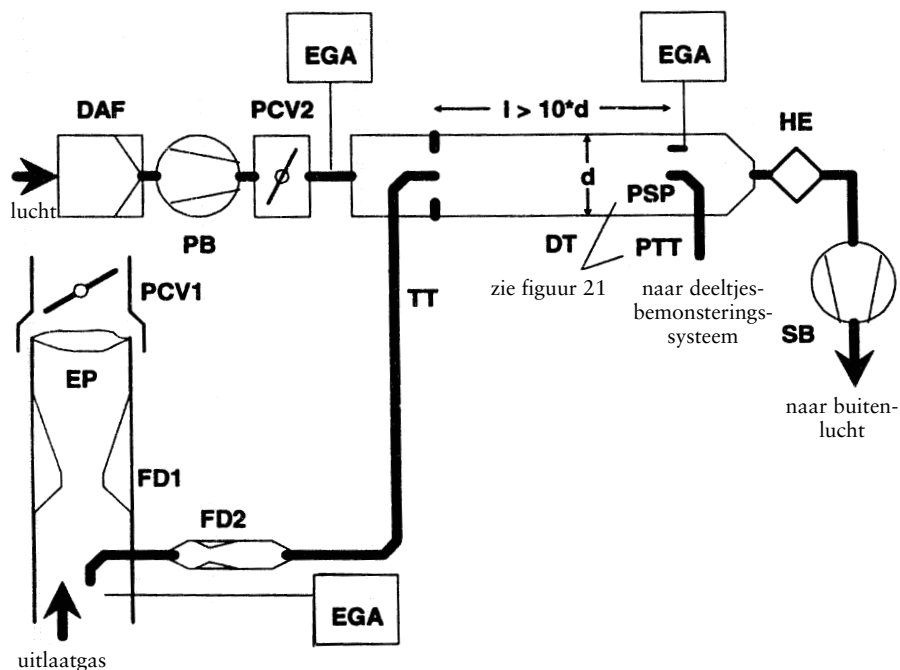
Partiële-stroomverdunningsstelsel met één venturi, meting van de concentratie en deelmonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT als gevolg van de onderdruk die door de venturi VN in DT ontstaat. De gasstroom door TT hangt af van de impulsuitwisseling in het venturigebed en wordt daardoor beïnvloed door de absolute temperatuur van het gas bij de uitgang van TT. Dientengevolge is de uitlaatgassplitsing voor een bepaalde tunnelstroom niet constant en de verdunningsverhouding bij lage belasting enigszins lager dan bij een hoge belasting. De indicatorgasconcentraties (CO₂ of NO_x) worden gemeten in het ruwe uitlaatgas, het verdunde uitlaatgas en de verdunningslucht met de uitlaatgasanalyser(s) EGA en de verdunningsverhouding wordt berekend uit de gemeten waarden.

Figuur 16

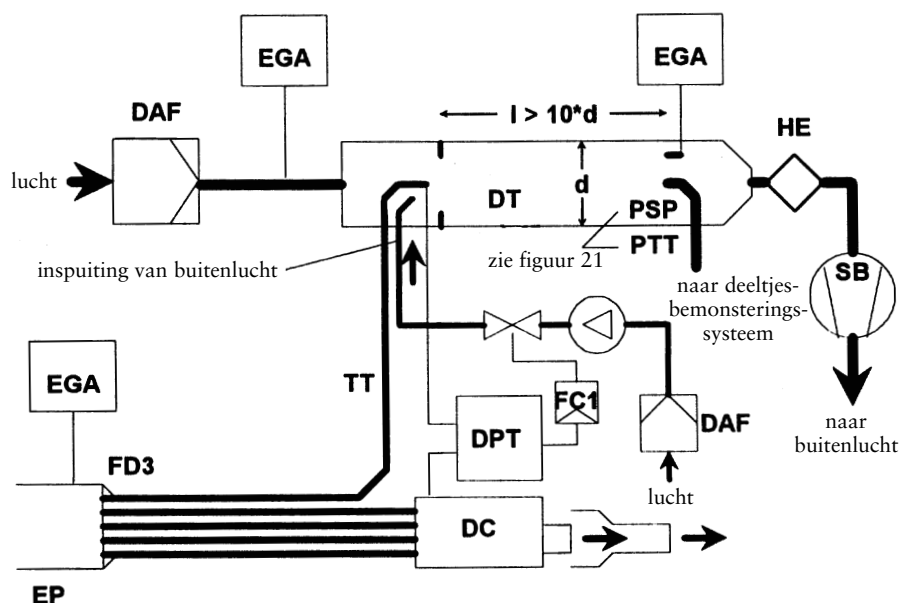
Partiële-stroomverduunningssysteem met twee venturi's of twee openingen, meting van de concentratie en deelmonestering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT geleid via de verbindingsleiding TT met behulp van een stroomverdeler die voorzien is van twee restricties of venturi's. De eerste (FD1) bevindt zich in EP en de tweede (FD2) in TT. Bovendien zijn twee drukregelkleppen (PCV1 en PCV2) nodig om een constante uitlaatgassplitsing te bewerkstelligen door de tegendruk in EP en de druk in DT te regelen. PCV1 is na SP in EP geplaatst, PCV2 tussen de aanjager PB en DT. De indicatorgasconcentraties (CO₂ en NO_x) worden gemeten in het ruwe uitlaatgas, het verdunde uitlaatgas en de verdunningslucht met de uitlaatgasanalyser(s) EGA. Deze zijn nodig om de uitlaatgassplitsing te controleren en kunnen worden gebruikt om PCV1 en PCV2 bij te stellen voor een nauwkeurige regeling van de splitsing. De verdunningsverhouding wordt berekend uit de indicatorgasconcentraties.

Figuur 17

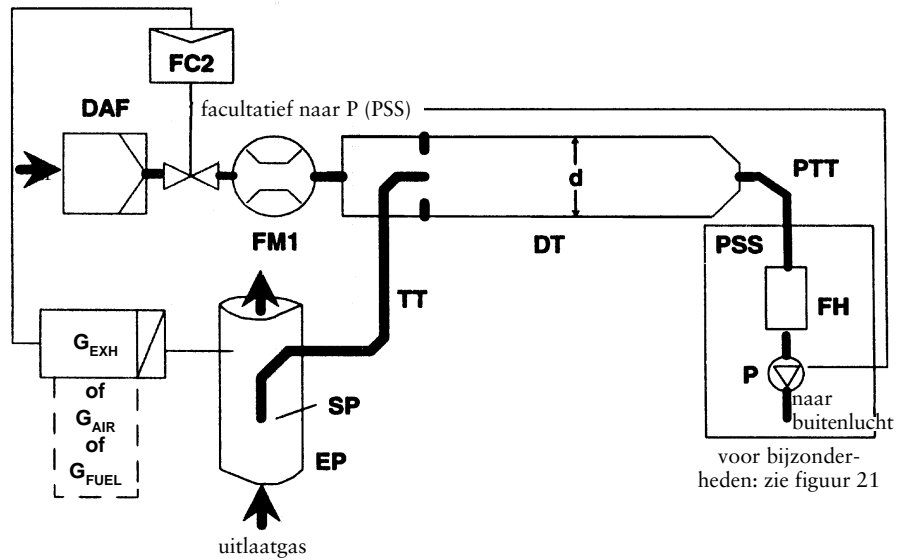
Partiële-stroomverduunningssysteem met scheiding door verscheidene buisjes, meting van de concentratie en deeltjesbemonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT en de stroomverdeler FD3 die bestaat uit een aantal buisjes met dezelfde afmetingen (zelfde diameter, lengte en bochtradius) en in EP is geplaatst. Het uitlaatgas uit één van deze buisjes wordt naar DT geleid en het uitlaatgas door de overige buizen gaat door de rustkamer DC. Op deze wijze wordt de uitlaatgassplitsing bepaald door het totale aantal buisjes. Voor een constante regeling van de splitsing moet het drukverschil tussen DC en de uitlaat van TT nul zijn, hetgeen wordt gemeten met de druktransducer DPT. Een drukverschil van nul wordt bereikt door bij het uiteinde van TT buitenlucht in DT te spuiten. De indicatorgasconcentraties (CO_2 of NO_x) worden gemeten in het ruwe uitlaatgas, het verdunde uitlaatgas en de verdunningslucht met de uitlaatgasanalyser(s) EGA. Deze grootheden zijn nodig om de uitlaatgassplitsing te controleren en kunnen worden gebruikt om de ingespoten luchtstroom te regelen, zodat de scheiding nauwkeurig plaatsvindt. De verdunningsverhouding wordt berekend uit de indicatorgasverhoudingen.

Figuur 18

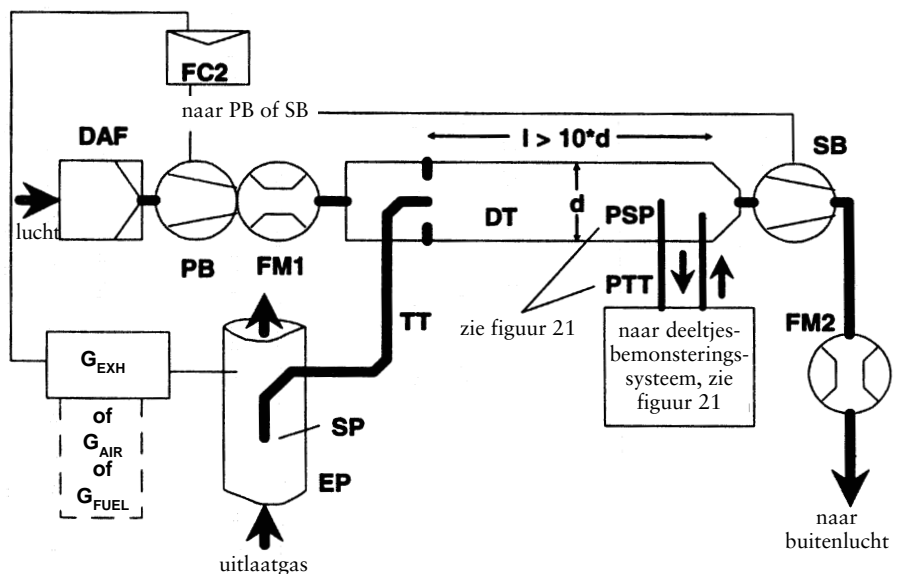
Partiële-stroomverduunningsysteem met stroomregeling en totale bemonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT. De totale stroom door de tunnel wordt geregeld door de stroomregelaar FC3 en de bemonsteringspomp P van het deeltjesbemonsteringssysteem (zie figuur 18). De verdunningsluchtstroom wordt geregeld door de stroomregelaar FC2, die door G_{EXHW} , G_{AIRW} , of G_{FUEL} kan worden gestuurd om de gewenste uitlaatgassplitsing te verkrijgen. De bemonsteringsstroom in DT is het verschil van de totale stroom en de verdunningsluchtstroom. De verdunningsluchtstroom wordt gemeten met de stroommeter FM3, terwijl de totale stroom met de stroommeter FM3 van het deeltjesbemonsteringssysteem wordt gemeten (zie figuur 21). De verdunningsverhouding wordt berekend uit deze twee stroomwaarden.

Figuur 19

Partiële-stroomverduunningsysteem met stroomregeling en deeltbemonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT. De uitlaatgassplitsing en de stroom in DT wordt geregeld door de stroomregelaar FC2 die de stroom (of snelheid) van de aanjager PB en de aanzuigventilator SB dienovereenkomstig bijstelt. Dit is mogelijk aangezien het door het bemonsteringssysteem genomen monster wordt teruggevoerd in DT. De signalen van G_{EXHW} , G_{AIRW} , of G_{FUEL} kunnen worden gebruikt om FC2 uit te sturen. De verdunningsluchtstroom wordt gemeten met de stroommeter FM1, terwijl de totale stroom met de stroommeter FM2 wordt bepaald. De verdunningsverhouding wordt berekend uit deze twee stroomwaarden.

2.2.1 *Onderdelen van de figuren 11 tot en met 19*

EP Uitlaatpijp

De uitlaatpijp mag worden geïsoleerd. Om de thermische traagheid van de uitlaatpijp te verminderen wordt een dikte/diameterverhouding van 0,015 of minder aanbevolen. Het gebruik van flexibele delen moet worden beperkt tot een lengte/diameterverhouding van 12 of minder. Bochten moeten tot een minimum worden beperkt om afzetting door traagheid tegen te gaan. Indien het systeem een proefbankdemper omvat, mag de demper ook worden geïsoleerd.

Bij een isokinetisch systeem mogen er in de uitlaatpijp geen ellebogen, bochten of plotselinge diameterovergangen voorkomen over een lengte van ten minste zes buisdiameters vóór en drie buisdiameters voorbij de punt van de sonde. De gassnelheid in het bemonsteringsgebied moet hoger zijn dan 10 m/s behalve bij stationair draaien. Drukschommelingen van het uitlaatgas mogen niet meer dan gemiddeld ± 500 Pa bedragen. Maatregelen ter vermindering van drukschommelingen buiten met een uitlaatsysteem van het type voor onder een chassis (met inbegrip van demper en nabehandelingseinrichting) mogen de motorprestaties niet wijzigen noch de afzetting van deeltjes veroorzaken.

Bij systemen zonder isokinetische sondes wordt aanbevolen een rechte pijp van ten minst zes pijpdiameters vóór en drie pijpdiameters voorbij de punt van de sonde te gebruiken.

SP Bemonsteringssonde (figuren 10, 14, 15, 16, 18 en 19)

De inwendige diameter bedraagt minimaal 4 mm. De minimum-diameterverhouding tussen uitlaatpijp en sonde bedraagt vier. De sonde bestaat uit een open buis met de opening tegen de stroom in gericht in de hartlijn van de uitlaatpijp of een sonde met verscheidene gaatjes overeenkomstig SP1 in punt 1.2.1, figuur 5.

ISP Isokinetische bemonsteringssonde (figuren 11 en 12)

De isokinetische bemonsteringssonde moet tegen de stroom in gericht zijn en zich in de hartlijn van de uitlaatpijp bevinden, in het deel van EP waar aan de stroomvoorwaarden wordt voldaan en moet zodanig zijn ontworpen dat een evenredig deel van het ruwe uitlaatgas wordt bemonsterd. De binnendiameter bedraagt minimaal 12 mm. Er is een regelsysteem nodig voor de isokinetische uitlaatgassplitsing waarbij het drukverschil tussen EP en SP op nul wordt gehouden. Onder deze omstandigheden zijn de uitlaatgassnelheden in EP en ISP gelijk en is de massastroom door ISP een constant deel van de uitlaatgasstroom. De ISP moet worden aangesloten op een drukverschiltransducer. Het drukverschil tussen EP en ISP wordt op nul gehouden door de snelheid of het debiet van de aanjager te regelen.

FD1, FD2 Stroomverdeler (figuur 16)

Er worden in de uitlaatpijp EP en in de verbindingsleiding TT venturi's of restricties aangebracht om een proportioneel monster van het ruwe uitlaatgas te kunnen nemen. Er is een regelsysteem met twee drukregelkleppen PCV1 en PCV2 noodzakelijk voor een proportionele splitsing door middel van de regeling van de druk in EP en in DT.

FD3 Stroomverdeler (figuur 17)

Er wordt in de uitlaatpijp EP een stel buisjes (een eenheid bestaande uit verscheidende buisjes) gemonteerd om een proportioneel monster van het ruwe uitlaatgas te kunnen nemen. Een van de buisjes voert het uitlaatgas in de verdunningstunnel DT, terwijl de andere buisjes het uitlaatgas naar de rustkamer DC leiden. De buisjes moeten dezelfde afmetingen hebben (zelfde diameter, lengte, bochtradius), zodat de splitsing van het uitlaatgas afhangt van het totaal aantal buisjes. Voor een proportionele scheiding is een regelsysteem nodig waarbij het drukverschil tussen het uiteinde van de uit meerdere buisjes bestaande eenheid in de DC en de

uitgang van de TT op nul wordt gehouden. Onder deze omstandigheden zijn de uitlaatgas-snelheden in EP en in FD3 evenredig en is de stroom door de TT een constant deel van de uitlaatgasstroom. De twee punten moeten worden verbonden met behulp van een drukverschiltransducer DPT. Het drukverschil nul wordt gerealiseerd met behulp van de stroomregelaar FC1.

EGA Uitlaatgasanalyser (figuren 13, 14, 15, 16 en 17)

Er kan gebruik worden gemaakt van CO₂- of NO_x-analysers (alleen CO₂ bij de koolstofbalansmethode). De analysers worden op dezelfde wijze gekalibreerd als de analysers voor de meting van de gasvormige emissies. Er kan gebruik gemaakt worden van verscheidene analysers voor de bepaling van de concentratieverschillen. De nauwkeurigheid van de meetsystemen moet zodanig zijn dat $G_{EDFW,i}$ met een tolerantie van $\pm 4\%$ kan worden bepaald.

TT Verbindingsleiding (figuren 11 tot en met 19)

De verbindingsleiding moet:

- zo kort mogelijk zijn (maximaal 5 meter lang);
- een diameter hebben die groter dan of gelijk is aan de sonde (maximaal 25 mm);
- in de hartlijn van de verdunningstunnel uitkomen en met de stroom mee gericht zijn.

Indien de lengte van de buis kleiner dan of gelijk is aan 1 meter, moet deze geïsoleerd worden met materiaal met een maximale thermische geleidbaarheid van 0,05 W/(m²K) met een radiale dikte van de isolatie die overeenkomt met de diameter van de sonde. Indien de buis langer is dan 1 meter, moet deze geïsoleerd zijn en worden verwarmd tot een minimumwandtemperatuur van 523 K (250 °C).

DPT Drukverschiltransducer (figuren 11, 12 en 17)

De drukverschiltransducer moet een bereik van ± 500 Pa of minder hebben.

FC1 Stroomregelaar (figuren 11, 12 en 17)

Voor *isokinetische systemen* (figuren 11 en 12) is een stroomregelaar nodig om het drukverschil tussen EP en ISP op nul te houden. De afstelling kan geschieden door:

- a) de snelheid of het debiet van de aanzuigventilator SB te regelen en de snelheid van de aanjager PB in elke toestand constant te houden (figuur 11), of:
- b) de aanzuigventilator SB zodanig af te stellen dat een constante massastroom van verdund uitlaatgas wordt gerealiseerd en de bemonsterde uitlaatgasstroom aan het eind van de verbindingsbuis TT (figuur 12) te beheersen door regeling van het debiet van de aanjager PB.

In geval van een systeem waarbij de druk wordt geregeld, mag de nettofout in de regelkring niet meer dan ± 3 PA bedragen. De drukschommelingen in de verdunningstunnel mogen gemiddeld niet meer bedragen dan ± 250 Pa.

Bij een *systeem met meerdere buisjes* (figuur 17) is een stroomregelaar nodig voor de proportionele scheiding van het uitlaatgas, waarbij het drukverschil tussen de uitgang van de uit meerdere buisjes bestaande eenheid en de uitgang van TT op nul wordt gehouden. De regeling kan geschieden door middel van de regeling van de injectieluchtstroom in DT aan het einde van de verbindingsleiding TT.

PCV1, PCV2 Drukregelklep (figuur 16)

Er zijn twee drukregelkleppen nodig voor de *twee venturi's/twee restricties* voor een proportionele stroomscheiding waarbij de tegendruk van EP en de druk in DT wordt geregeld. De kleppen moeten voorbij SP in EP en tussen PB en DT worden geplaatst.

DC Rustkamer (figuur 17)

Er dient een rustkamer te worden aangebracht aan het uiteinde van de buiseseenheid om de drukschommelingen in de uitlaatpijp EP tot een minimum te beperken.

VN Venturi (figuur 15)

Er wordt in de verdunningstunnel DT een venturi geplaatst om een onderdruk in de omgeving van de uitgang van de verbindingsleiding TT teweeg te brengen. De gasstroom door TT wordt bepaald door de impulsuitwisseling in het venturigebed en is in principe evenredig met het debiet van de aanjager PB met als gevolg een constante verdunningsverhouding. Aangezien de

impulsuitwisseling afhankelijk is van de temperatuur bij de uitgang van TT en het drukverschil tussen EP en DT, ligt de werkelijke verdunningsverhouding enigszins lager bij lage belasting dan bij hoge belasting.

FC2 Stroomregelaar (figuren 13, 14, 18 en 19; facultatief)

Er mag een stroomregelaar worden toegepast om de stroom van de aanjager PB en/of de aanzuigventilator SB te regelen. Deze mag aangesloten worden op het uitlaatgasstroom- of brandstofstroomsignaal en/of op het CO₂- of NO_x-verschilsignaal. Wanneer lucht onder druk wordt toegevoerd (figuur 18), regelt FC2 de luchtstroom rechtstreeks.

FM1 Stroommeter (figuren 11, 12, 18 en 19)

Een gasstroom- of debietmeter die de luchtstroom meet. Het gebruik van FM1 is facultatief indien PB is gekalibreerd om de stroom te meten.

FM2 Stroommeter (figuur 19)

Een gasstroom- of debietmeter die de verdunde uitlaatgasstroom meet. Het gebruik van FM2 is facultatief indien de aanzuigventilator SB gekalibreerd is om de stroom te meten.

PB Aanjager (figuren 11, 12, 13, 14, 15, 16 en 19)

Om de stroom van de verdunningslucht te regelen, mag PB worden aangesloten op de stroommeters FC1 of FC2. PB is overbodig wanneer gebruik wordt gemaakt van een vlinderklep. PB kan worden gebruikt om de verdunningsluchtstroom te meten indien dit instrument gekalibreerd is.

SB Aanzuigventilator (figuren 11, 12, 13, 16, 17 en 19)

Alleen voor deeltjesbemonsteringssystemen. SB kan worden gebruikt om de verdunde uitlaatgasstroom te meten indien deze gekalibreerd is.

DAF VerdunningsluchtfILTER (figuren 11 tot en met 19)

Aanbevolen wordt de verdunningslucht te filteren en met koolstof te wassen om achtergrondkoolwaterstoffen te verwijderen. Op verzoek van de fabrikant van de motor mag de verdunningslucht op deskundige wijze worden bemonsterd om de achtergronddeeltjesniveaus te bepalen, die vervolgens van de gemeten waarden in het verdunde uitlaatgas kunnen worden afgetrokken.

DT Verdunningstunnel (figuren 11 tot en met 19)

De verdunningstunnel:

- moet lang genoeg zijn om volledige menging van het uitlaatgas en de verdunningslucht door turbulentie tot stand te brengen;
- moet van roestvast staal gemaakt zijn met:
 - een dikte/diameterverhouding van 0,025 of minder voor verdunningstunnels die een grotere binnendiameter dan 75 mm hebben;
 - een nominale wanddikte van minimaal 1,5 mm voor verdunningstunnels die een binnendiameter hebben kleiner dan of gelijk aan 75 mm;
- moet bij deeltjesbemonsteringssystemen een diameter van minimaal 75 mm hebben;
- heeft bij totale bemonsteringssystemen een aanbevolen diameter van minstens 25 mm;
- mag worden verwarmd tot een maximumwandtemperatuur van 325 K (52 °C) door directe verwarming of door voorverwarming van de verdunningslucht, mits de luchttemperatuur niet meer dan 325 K (52 °C) bedraagt voordat het uitlaatgas in de verdunningstunnel wordt gevoerd;
- mag worden geïsoleerd.

Het uitlaatgas moet grondig met de verdunningslucht worden vermengd. Bij deeltjesbemonsteringssystemen moet de mengkwaliteit na ingebruikname worden gecontroleerd aan de hand van een CO₂-profiel van de tunnel bij draaiende motor (ten minste vier, zich op gelijke afstand bevindende meetpunten). Indien nodig mag een mengrestrictie worden toegepast.

Opmerking: Indien de omgevingstemperatuur rond de verdunningstunnel (DT) beneden 293 K (20 °C) ligt, moeten er voorzorgsmaatregelen genomen worden om te voorkomen dat deeltjes verloren gaan door afzetting op de koele wanden van de verdunningstunnel. Derhalve wordt aanbevolen de tunnel te verwarmen en/of te isoleren volgens de bovenstaande specificaties.

Bij hoge motorbelastingen mag de tunnel op niet-agressieve wijze worden gekoeld zoals met een circulatieventilator, zolang de temperatuur van het koelmedium niet lager is dan 293 K (20 °C).

HE Warmtewisselaar (figuren 16 en 17)

De warmtewisselaar moet voldoende capaciteit hebben om gedurende de test de temperatuur bij de inlaat van aanzuigventilator SB binnen ± 11 K van de gemiddelde bedrijfstemperatuur te houden.

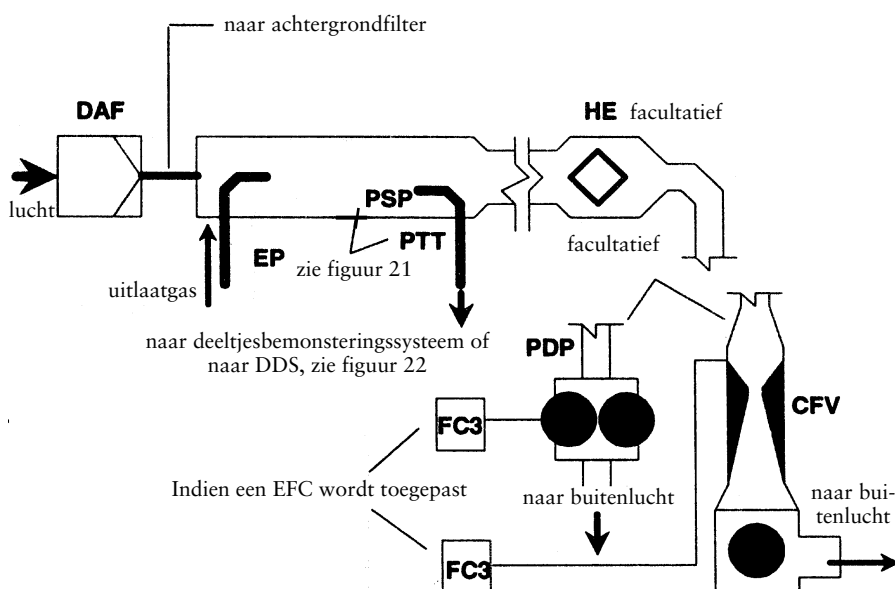
2.3. Volledige-stroomverdunningsysteem

In figuur 20 wordt een verdunningsstelsel beschreven waarbij het totale uitlaatgas wordt verdund en wordt uitgegaan van constante-volumebemonstering (CVS). Het totale volume van het mengsel uitlaatgas en verdunningslucht moet worden gemeten. Er mag gebruik worden gemaakt van hetzij een PDP- hetzij een CFV-systeem.

Voor de daaropvolgende verzameling van deeltjes wordt een monster van het verdunde uitlaatgas door het deeltjesbemonsteringssysteem (punt 2.4, figuren 21 en 22) gevoerd. Indien dit rechtstreeks geschiedt, is er sprake van *enkelvoudige verdunning*. Indien het monster nogmaals wordt verdund in een secundaire verdunningstunnel, is er sprake van *dubbele verdunning*. Dit kan van nut zijn indien niet aan de eisen ten aanzien van de temperatuur van het filteroppervlak kan worden voldaan met een enkelvoudige verdunning. Hoewel het dubbele-verdunningsstelsel gedeeltelijk uit een verdunningsstelsel bestaat, wordt dit systeem beschreven als een variant van een deeltjesbemonsteringssysteem in punt 2.4, figuur 22, aangezien de meeste onderdelen overeenkomen met een typisch deeltjesbemonsteringssysteem.

Figuur 20

Volledige-stroomverdunningsstelsel



De totale hoeveelheid ruw uitlaatgas wordt in de verdunningstunnel DT vermengd met verdunningslucht. De verdunde uitlaatgasstroom wordt gemeten met de verdringerpomp PDP of met de kritische stroomventuri CFV. Er kan gebruik worden gemaakt van een warmtewisselaar HE of elektronische stroomcompensatie EFC voor proportionele deeltjesbemonstering of voor de vaststelling van de stroom. Aangezien bepaling van de massa van de deeltjes is gebaseerd op de totale verdunde uitlaatgasstroom, hoeft de verdunningsverhouding niet te worden berekend.

2.3.1. *Onderdelen van figuur 20***EP Uitlaatpijp**

De lengte van de uitlaatpijp vanaf de uitgang van het uitlaatspruitstuk van de motor, de uitgang van de turbocompressor of de nabehandelingseinrichting tot de verdunningstunnel mag niet meer dan 10 m bedragen. Indien deze pijp meer dan 4 m lang is, moet het gedeelte dat langer is dan 4 m worden geïsoleerd, behalve een eventuele in het systeem opgenomen opaciteitsmeter. De radiale dikte van het isolatiemateriaal moet ten minste 25 mm bedragen. De thermische geleidbaarheid van het isolatiemateriaal moet een waarde hebben van maximaal $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ gemeten bij een temperatuur van 673 K (400 °C). Om de thermische traagheid van de uitlaatpijp te verminderen wordt een dikte/diameterverhouding van 0,015 of minder aanbevolen. Het gebruik van flexibele delen moet worden beperkt tot een lengte/diameterverhouding van maximaal 12.

PDP Verdringerpomp

De PDP bepaalt de totale verdunde uitlaatgasstroom uit het aantal pompomwentelingen en de plunjerplaatsing. De tegendruk van het uitlaatsysteem mag niet kunstmatig worden verlaagd door de PDP of het inlaatsysteem voor de verdunningslucht. De statische tegendruk van het uitlaatgas, gemeten met de PDP in werking, moet binnen $\pm 1,5 \text{ kPa}$ van de statische druk liggen, gemeten zonder aansluiting op de PDP bij gelijk toerental en gelijke belasting. De gasmengseltemperatuur onmiddellijk voor de PDP moet gedurende de test binnen $\pm 6 \text{ K}$ van de gemiddelde bedrijfstemperatuur liggen wanneer er geen stroomcompensatie wordt toegepast. Er mag slechts stroomcompensatie worden toegepast indien de temperatuur bij de inlaat van de PDP niet meer dan 323 K (50 °C) bedraagt.

CFV Kritische stroomventuri

De CFV meet de totale verdunde uitlaatgasstroom door de stroming voortdurend te knijpen (kritische stroom). De statische tegendruk van het uitlaatgas gemeten terwijl het CFV-systeem in werking is, mag slechts $\pm 1,5 \text{ kPa}$ afwijken van de statische druk die zonder de CFV wordt gemeten bij eenzelfde toerental en belasting. De temperatuur van het gasmengsel vlak na de CFV moet gedurende de test binnen $\pm 11 \text{ K}$ van de gemiddelde bedrijfstemperatuur liggen, wanneer geen stroomcompensatie wordt toegepast.

HE Warmtewisselaar (facultatief bij gebruik van een EFC)

De warmtewisselaar moet voldoende capaciteit hebben om de temperatuur binnen de bovengenoemde grenswaarden te houden.

EFC Elektronische stroomcompensatie (facultatief bij gebruik van een HE)

Indien de temperatuur bij de inlaat van de PDP of de CFV niet binnen de bovenstaande grenzen wordt gehouden, moet een stroomcompensatiesysteem worden toegepast voor de permanente meting van de stroom en regeling van de proportionele bemonstering in het deeltjessysteem. Hiertoe worden de continu gemeten stroomsignalen gebruikt om de bemonsteringsstroom door het deeltjesfilter van het deeltjesbemonsteringssysteem te corrigeren (zie punt 2.4, figuren 21 en 22).

DT Verdunningstunnel

De verdunningstunnel:

- moet een diameter hebben die klein genoeg is om turbulente stroom tweeweg te brengen (getal van Reynolds groter dan 4 000) en van voldoende lengte om volledige menging van het uitlaatgas met de verdunningslucht tweeweg te brengen. Er mag een mengrestrictie worden toegepast;
- moet een diameter van ten minste 460 mm hebben bij een systeem met enkelvoudige verdunning;
- moet een diameter van ten minste 210 mm hebben bij een systeem met dubbele verdunning;
- mag worden geïsoleerd.

Het uitlaatgas van de motor moet met de stroom mee gericht zijn op het punt waar het de verdunningstunnel betreedt, en grondig gemengd worden.

Bij *enkelvoudige verdunning* wordt een monster uit de verdunningstunnel overgebracht naar het deeltjesbemonsteringssysteem (punt 2.4, figuur 21). De stroomcapaciteit van de PDP of CFV moet voldoende zijn om het verdunde uitlaatgas op een temperatuur te houden die vlak voor het primaire deeltjesfilter kleiner dan of gelijk is aan 325 K (52 °C).

Wanneer *dubbele verdunning* wordt toegepast, moet een monster uit de verdunningstunnel worden overgebracht naar de secundaire verdunningstunnel, waar het verder wordt verdund en vervolgens door de bemonsteringsfilters wordt geleid (punt 2.4, figuur 22). De stroomcapaciteit van de PDP of CFV moet voldoende groot zijn om de verdunde uitlaatgasstroom in de DT op een temperatuur in het bemonsteringsgebied te houden die lager dan of gelijk is aan 464 K (191 °C). Het secundaire verdunningssysteem moet voldoende secundaire verdunningslucht toevoeren om de tweemaal verdunde uitlaatgasstroom op een temperatuur te houden die vlak voor het primaire deeltjesfilter lager dan of gelijk is aan 325 K (52 °C).

DAF Verdunningsluchtfiler

Aanbevolen wordt de verdunningslucht te filteren en met koolstof te wassen om achtergrondkoolwaterstoffen te verwijderen. Op verzoek van de fabrikant mag de verdunningslucht op deskundige wijze worden bemonsterd om de achtergronddeeltjesniveaus te bepalen, die vervolgens kunnen worden afgetrokken van de gemeten waarden in het verdunde uitlaatgas.

PSP Deeltjesbemonsteringssonde

De sonde is het eerste stuk van de PTT en

- moet tegen de stroom in worden gemonteerd op een punt waar de verdunningslucht en het uitlaatgas goed vermengd zijn, d.w.z. in de hartlijn van de verdunningstunnel DT van de verdunningssystemen, ongeveer 10 tunneldiameters voorbij het punt waar het uitlaatgas de verdunningstunnel betreedt;
- moet een minimumbinnendiameter van 12 mm hebben;
- mag verwarmd worden tot een maximumwandtemperatuur van 325 K (52 °C) door directe verwarming of door voorverwarming van de verdunningslucht, mits de luchttemperatuur niet hoger is dan 325 K (52 °C) voordat het uitlaatgas in de verdunningstunnel wordt geleid;
- mag worden geïsoleerd.

2.4.

Deeltjesbemonsteringssysteem

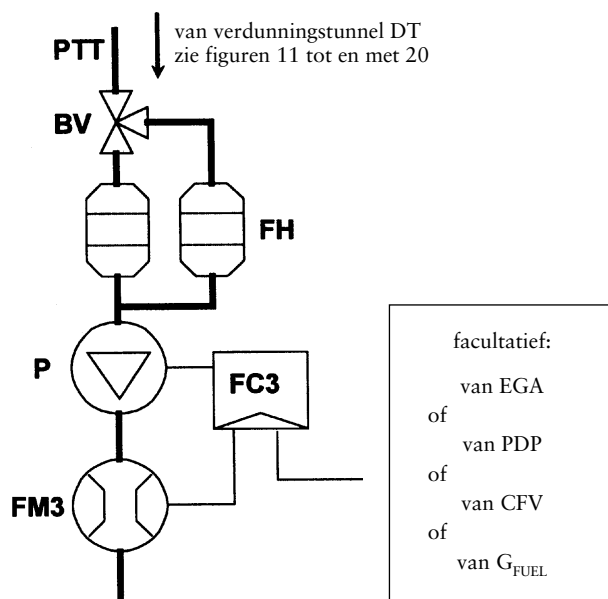
Het deeltjesbemonsteringssysteem moet de deeltjes met het deeltjesfilter opvangen. Bij *totale bemonstering met partiële-stroomverdunning*, waarbij het gehele verdunde uitlaatgasmonster door de filters wordt gevoerd, vormt het verdunnings- (punt 2.2, figuren 14 en 18) en het bemonsteringssysteem gewoonlijk één geheel. Bij *deeltjesbemonstering met partiële-stroomverdunning of volledige-stroomverdunning*, waarbij slechts een deel van het verdunde uitlaatgas door de filter wordt gevoerd, zijn het verdunningsstelsel (punt 2.2, figuren 11, 12, 13, 15, 16, 17 en 19; punt 2.3, figuur 20) en het bemonsteringssysteem gewoonlijk gescheiden.

In deze richtlijn wordt het dubbele-verdunningsstelsel DDS (figuur 22) van een volledige-stroomverdunningsstelsel beschouwd als een specifieke variant van het in figuur 21 afgebeelde typische deeltjesbemonsteringssysteem. Het dubbele verdunningsstelsel omvat alle belangrijke onderdelen van het deeltjesbemonsteringssysteem, zoals filterhouders en bemonsteringspomp, en daarnaast een aantal verdunningskenmerken, zoals de verdunningsluchttoevoer en een secundaire verdunningstunnel.

Om eventuele effecten op de controlelussen te voorkomen, wordt aanbevolen de bemonsteringspomp gedurende de gehele test te laten werken. Bij de methode met één filter dient een omloopstelsel te worden toegepast om het monster op de gewenste tijden door de bemonsteringsfilters te voeren. Nadelige effecten op de controlelussen door het omschakelen moeten tot een minimum worden beperkt.

Figuur 21

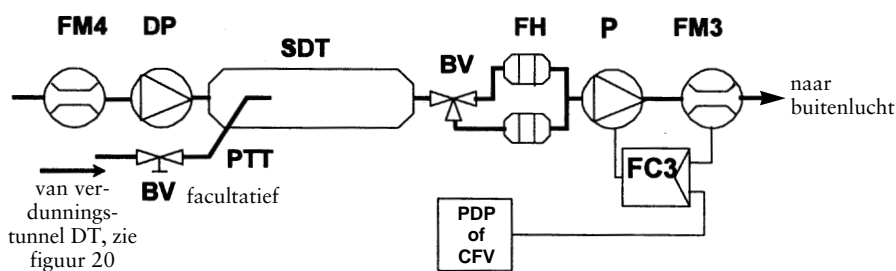
Deeltjesbemonsteringssysteem



Er wordt met behulp van de bemonsteringspomp P een monster van het verdunde uitlaatgas uit de tunnel DT van een partiële- of volledige-stroomverdunningsstelsel genomen via de deeltjesbemonsteringssonde PSP en de deeltjesverbindingsleiding PTT. Het monster wordt door de filterhouder(s) FH geleid die de deeltjesbemonsteringsfilters bevat(ten). De bemonsteringsstroom wordt geregeld door de stroomregelaar FC3. Indien elektronische stroomcompensatie EFC (zie figuur 20) wordt toegepast, moet de verdunde uitlaatgasstroom worden gebruikt als stuursignaal voor FC3.

Figuur 22

Dubbele-verdunningsstelsel (alleen volledige-stroomstelsel)



Er wordt een monster van het verdunde uitlaatgas overgebracht vanuit de verdunningsstunnel DT van een volledige-stroomverdunningsstelsel door de bemonsteringssonde PSP en de deeltjesverbindingsleiding PTT naar de secundaire verdunningsstunnel SDT, waar het nogmaals wordt verdund. Het monster wordt vervolgens door de filterhouder(s) FH geleid waarin zich de deeltjesbemonsteringsfilters bevinden. De verdunningsluchtstroom is gewoonlijk constant, terwijl de bemonsteringsstroom wordt geregeld door de stroomregelaar FC3. Indien elektronische stroomcompensatie EFC (zie figuur 20) wordt toegepast, moet de totale verdunde uitlaatgasstroom worden gebruikt als stuursignaal voor FC3.

2.4.1. *Onderdelen van de figuren 21 en 22*

PTT Deeltjesverbindingbuis (figuren 21 en 22)

De deeltjesverbindingbuis moet zo kort mogelijk zijn en mag in ieder geval niet langer dan 1 020 mm zijn. Voor zover van toepassing (d.w.z. bij stroomverduunningssystemen met deeltbemonstering en bij volledige-stroomverduunningssystemen) is de lengte van de bemonsteringssonde (SP, ISP, PSP; zie punten 2.2 en 2.3) hierbij inbegrepen.

De afmetingen gelden voor:

- het *stroomverduunningssysteem met deeltbemonstering* en het *volledige-stroomsysteem met enkele verduunning* vanaf de sondepunt (SP, ISP, respectievelijk PSP) tot aan de filterhouder;
- het *partiële-stroomverduunningssysteem met totale bemonstering* vanaf het eind van de verduunningstunnel tot aan de filterhouden;
- het *volledige-stroomsysteem met dubbele verduunning* vanaf de sondepunt (PSP) tot aan de secundaire verduunningstunnel.

De verbindingbuis:

- mag verwarmd worden tot een maximumwandtemperatuur van 325 K (52 °C) door directe verwarming of voorverwarming van de verduunningslucht, mits de luchttemperatuur niet meer bedraagt dan 325 K (52 °C) voordat het uitlaatgas in de verduunningstunnel wordt geleid;
- mag worden geïsoleerd.

SDT Secundaire verbindingstunnel (figuur 22)

De secundaire verduunningstunnel moet een minimumdiameter van 75 mm hebben en moet lang genoeg zijn om een retentietijd van ten minste 0,25 seconde voor het tweemaal verduunde monster te realiseren. De primaire filterhouder FH moet zich op een afstand van maximaal 300 mm vanaf het uiteinde van de SDT bevinden.

De secundaire verduunningstunnel:

- mag verwarmd worden tot een maximumwandtemperatuur van 325 K (52 °C) door directe verwarming of voorverwarming van de verduunningslucht, mits de luchttemperatuur niet hoger is dan 325 K (52 °C) voordat het uitlaatgas in de verduunningstunnel wordt geleid;
- mag worden geïsoleerd.

FH Filterhouder(s) (figuren 21 en 22)

Voor primaire en secundaire filters mag gebruik worden gemaakt van één filterhuis of afzonderlijke filterhuizen. Er moet aan de voorschriften van bijlage III, aanhangsel 4, punt 4.1.3, worden voldaan.

De filterhouder(s):

- mag (mogen) worden verwarmd tot een maximumwandtemperatuur van 325 K (52 °C) door directe verwarming of voorverwarming van de verduunningslucht, mits de luchttemperatuur niet hoger is dan 325 K (52 °C) voordat het uitlaatgas in de verduunningstunnel wordt geleid;
- mag (mogen) worden geïsoleerd.

P Bemonsteringspomp (figuren 21 en 22)

De deeltjesbemonsteringspomp moet zich op voldoende afstand van de tunnel bevinden zodat de inlaatgastemperatuur constant wordt gehouden (± 3 K), indien geen stroomcorrectie door FC3 wordt toegepast.

DP Verduunningsluchtpomp (figuur 22)

De verduunningsluchtpomp moet zich op een zodanige plaats bevinden dat de secundaire verduunningslucht op een temperatuur van 298 K (25 °C) ± 5 K wordt toegevoerd, indien de verduunningslucht niet wordt voorverwarmd.

FC3 Stroomregelaar (figuren 21 en 22)

Er dient gebruik te worden gemaakt van een stroomregelaar om de deeltjesbemonsteringsstroom te regelen in verband met temperatuur- en tegendrukschommelingen op het bemonsteringstraject, indien geen andere middelen beschikbaar zijn. De stroomregelaar is verplicht indien elektronische stroomcompensatie EFC (zie figuur 20) wordt toegepast.

FM3 Stroommeter (figuren 21 en 22)

De gasstroom- of debietmeter moet zich op voldoende afstand van de bemonsteringspomp bevinden, zodat de inlaatgastemperatuur constant blijft (± 3 K) indien geen gebruik wordt gemaakt van stroomcorrectie door FC3.

FM4 Stroommeter (figuur 22)

De gasstroom- of debietmeter moet zich op een zodanige plaats bevinden dat de inlaatgastemperatuur op 298 K (25 °C) ± 5 K wordt gehouden.

BV Kogelklep (facultatief)

De kogelklep moet een diameter van minimaal de binnendiameter van de deeltjesverbindingleiding PTT en een schakeltijd van minder dan 0,5 s hebben.

Opmerking: Indien de omgevingstemperatuur in de buurt van PSP, PTT, SDT en FH onder 239 K (20 °C) ligt, moeten maatregelen worden genomen om te voorkomen dat deeltjesverliezen optreden op de koude wand van deze onderdelen. Derhalve wordt aanbevolen deze delen te verwarmen en/of te isoleren overeenkomstig de specificaties van de respectieve beschrijvingen. Eveneens wordt aanbevolen de filteroppervlaktemperatuur gedurende de bemonstering niet tot onder 293 K (20 °C) te laten dalen.

Bij hoge motorbelastingen mogen de bovenstaande delen op niet-agressieve wijze worden gekoeld, zoals met behulp van een circulatieventilator, zolang de temperatuur van het koelmedium niet tot onder 293 K (20 °C) daalt.

3. ROOKWAARDEBEPALING**3.1. Inleiding**

De punten 3.2 en 3.3 en de figuren 23 en 24 bevatten een uitvoerige beschrijving van de aanbevolen opaciteitmeters. Aangezien verschillende configuraties gelijkwaardige resultaten kunnen opleveren, hoeven de figuren 23 en 24 niet exact te worden gevolgd. Aanvullende onderdelen, zoals instrumenten, kleppen, elektromagneten, pompen en schakelaars mogen worden gebruikt om extra gegevens te verschaffen en de functies van deelsystemen te coördineren. Andere onderdelen, voorzover niet noodzakelijk om de nauwkeurigheid van bepaalde systemen te waarborgen, mogen worden weggelaten indien dit technisch verantwoord is.

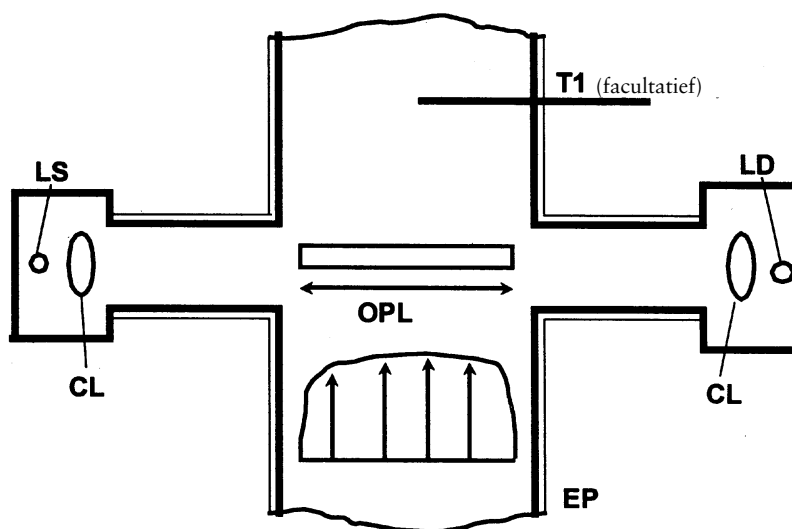
De meting is gebaseerd op het principe dat licht over een bepaalde afstand door de te meten rook wordt geleid en dat het gedeelte van het invallende licht dat de ontvanger bereikt, een maat is voor de lichtabsorptie-eigenschappen van het medium. De opaciteitsmeting is afhankelijk van het ontwerp van de apparatuur en kan plaatsvinden in de uitlaatpijp (geïntegreerde volledige-stroomopaciteitmeter), aan het uiteinde van de uitlaatpijp (achtergeschakelde volledige-stroomopaciteitmeter) of door een monster van de uitlaatgassen aan de uitlaatpijp te nemen (partiële-stroomopaciteitmeter). Voor de bepaling van de lichtabsorptiecoëfficiënt uit het opaciteitssignaal, dient de optische weglengte van het instrument door de fabrikant van het instrument te worden vermeld.

3.2. Volledige-stroomopaciteitmeter

Er kunnen twee algemene types volledige-stroomopaciteitmeters worden gebruikt (figuur 23). Bij de geïntegreerde opaciteitmeter wordt de opaciteit van de volledige uitlaatgasstroom in de uitlaatpijp gemeten. Bij dit type opaciteitmeter is de effectieve optische weglengte een functie van het ontwerp van de opaciteitmeter. Bij de achtergeschakelde opaciteitmeter wordt de opaciteit van de volledige uitlaatgasstroom gemeten op de plaats waar deze de uitlaatpijp verlaat. Bij dit type opaciteitmeter is de effectieve optische weglengte een functie van het ontwerp van de uitlaatpijp en de afstand tussen het uiteinde van de uitlaatpijp en de opaciteitmeter.

Figuur 23

Volledige-stroomopaciteitmeter

3.2.1. *Onderdelen van figuur 23***EP** Uitlaatpijp

Bij een geïntegreerde opaciteitsmeter mag de diameter van de uitlaatpijp binnen een afstand van driemaal deze diameter vóór en achter het meetgebied niet worden gewijzigd. Indien de diameter van het meetgebied groter is dan die van de uitlaatpijp, verdient het aanbeveling vóór het meetgebied een taps toelopende pijp te gebruiken.

Bij een achtergeschakelde opaciteitsmeter dient de laatste 0,6 m van de uitlaatpijp een cirkelvormige doorsnede te hebben en vrij te zijn van ellebogen en bochten. Het uiteinde van de uitlaatpijp dient haaks te zijn afgezaagd. De opaciteitsmeter wordt in het midden van de rookpluim gemonteerd binnen 25 ± 5 mm van het uiteinde van de uitlaatpijp.

OPL Optische weglengte

De lengte van het door de rook verduisterde optische traject tussen de lichtbron van de opaciteitsmeter en de ontvanger, zo nodig gecorrigeerd vanwege non-uniformiteit ten gevolge van dichtheidsgradiënten en randeffecten. De optische weglengte dient door de fabrikant van het instrument te worden vermeld, waarbij hij rekening houdt met de maatregelen die zijn genomen om aanslag te voorkomen (bij voorbeeld spoellucht). Indien de optische weglengte niet bekend is, dient deze te worden bepaald overeenkomstig ISO IDS 11614, punt 11.6.5. Voor de juiste bepaling van de optische weglengte moet het uitlaatgas een snelheid van ten minste 20 m/s hebben.

LS Lichtbron

De lichtbron is een gloeilamp met een kleurtemperatuur tussen 2800 en 3250 K of een groene lichtemitterende diode (LED) met een spectrale piek tussen 550 en 570 nm. De lichtbron dient tegen aanslag te worden beschermd op een wijze die de optische weglengte niet méér beïnvloedt dan toegestaan op grond van de specificaties van de fabrikant.

LD Lichtdetector

De lichtdetector is een fotocel of fotodiode (zo nodig voorzien van een filter). Indien de lichtbron een gloeilamp is, dient de spectrale gevoeligheid van de ontvanger te lijken op de lichtgevoeligheidskromme van het menselijk oog met een responsie die een maximum bereikt in het gebied tussen 550 en 570 nm en tot minder dan 4 % van dat maximum daalt onder 430 nm en boven 680 nm. De lichtdetector dient tegen aanslag te worden beschermd op een wijze die de optische weglengte niet méér beïnvloedt dan toegestaan op grond van de specificaties van de fabrikant.

CL Collimatorlens

Het opgevangen licht dient te worden gecollimeerd tot een bundel met een diameter van ten hoogste 30 mm. De lichtstralen van de lichtbundel dienen met een tolerantie van 3° parallel te lopen met de optische as.

T1 Temperatuursensor (facultatief)

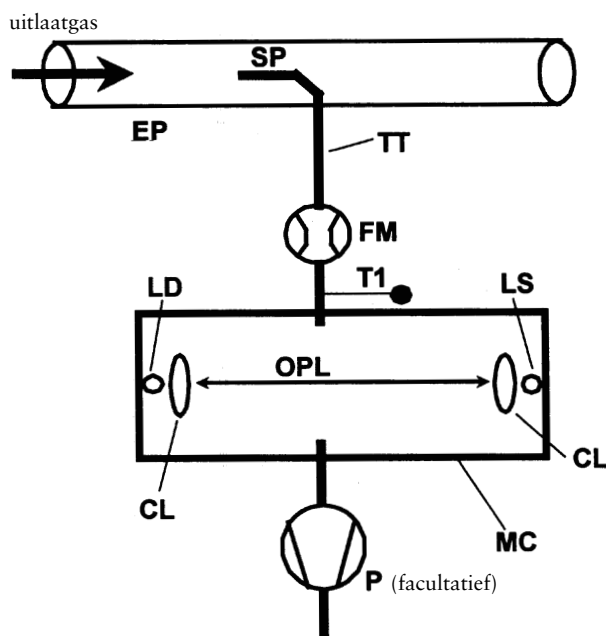
De temperatuur van het uitlaatgas mag tijdens de test worden gemeten.

3.3. Partiële-stroomopaciteitmeter

Bij de partiële-stroomopaciteitmeter (figuur 24) wordt in de uitlaatpijp een representatief monster van het uitlaatgas genomen. Via een verbindingsbuis wordt dit naar de meetkamer geleid. Bij dit type opaciteitmeter is de effectieve optische weglengte afhankelijk van het ontwerp van de opaciteitmeter. De in het volgende punt bedoelde responsietijden hebben betrekking op de minimumwaarde van de stroom door de opaciteitmeter, als gespecificeerd door de fabrikant van het instrument.

Figuur 24

Partiële-stroomopaciteitmeter

**3.3.1. Onderdelen van figuur 24****EP Uitlaatpijp**

De uitlaatpijp dient recht te zijn over een lengte van ten minste 6 pijpdiameters vóór en 3 pijpdiameters voorbij de punt van de meetsonde.

SP Bemonsteringssonde

De bemonsteringssonde dient een open buis te zijn met de opening tegen de stroom in gericht die op of vlakbij de hartlijn van de uitlaatpijp is geplaatst. De afstand tot de wand van de uitlaatpijp dient ten minste 5 mm te bedragen. De diameter van de sonde dient groot genoeg te zijn om een representatieve bemonstering mogelijk te maken en voor een voldoende hoge stroom door de opaciteitmeter te zorgen.

TT Verbindingsbuis

De verbindingbuis moet:

- zo kort mogelijk zijn en voor een temperatuur van het uitlaatgas van 373 ± 30 K (100 ± 30 °C) aan de ingang van de meetkamer zorgen;
- een wandtemperatuur hebben die ver genoeg boven het dauwpunt van het uitlaatgas ligt om condensatie te voorkomen;
- over de gehele lengte dezelfde diameter hebben als de bemonsteringssonde;

- een responsietijd van minder dan 0,05 s hebben bij de minimale stroom door het instrument, als bepaald volgens bijlage III, aanhangsel 4, punt 5.2.4;
- een merkbaar effect op de rookwaarde hebben.

FM Stroommeter

Stroommeter om de juiste waarde van de stroom in de meetkamer te bepalen. De minimum- en maximumwaarde van de stroom dienen door de fabrikant van het instrument te worden gespecificeerd. Zij moeten een zodanige waarde hebben dat aan de eisen ten aanzien van de responsietijd en de optische weglengte wordt voldaan. De stroommeter mag zich in de nabijheid van de bemonsteringspomp bevinden, voor zover die aanwezig is.

MC Meetkamer

De meetkamer dient een niet-reflecterende binnenwand of gelijkwaardige optische eigenschappen te bezitten. De invloed van strooilicht op de detector ten gevolge van interne reflecties of verstrooiing dient tot een minimum te worden beperkt.

De druk van het gas in de meetkamer mag niet meer dan 0,75 kPa van de luchtdruk afwijken. Waar dit in verband met het ontwerp niet mogelijk is, dient de aanwijzing van de opaciteitsmeter te worden gecorrigeerd voor de luchtdruk.

De wandtemperatuur van de meetkamer dient tussen 343 K (70 °C) en 373 K (100 °C) \pm 5 K te liggen, maar in ieder geval ver genoeg boven het dauwpunt van het uitlaatgas om condensatie te voorkomen. De meetkamer dient te worden uitgerust met geschikte instrumenten voor de meting van de temperatuur.

OPL Optische weglengte

De lengte van het door de rook verduisterde optische traject tussen de lichtbron van de opaciteitsmeter en de ontvanger, zo nodig gecorrigeerd vanwege non-uniformiteit ten gevolge van dichtheidsgradiënten en randeffecten. De optische weglengte dient door de fabrikant van het instrument te worden vermeld, waarbij hij rekening houdt met de maatregelen die zijn genomen om aanslag te voorkomen (bij voorbeeld spoellucht). Indien de optische weglengte niet bekend is, dient deze te worden bepaald overeenkomstig ISO IDS 11614, punt 11.6.5.

LS Lichtbron

De lichtbron is een gloeilamp met een kleurtemperatuur tussen 2800 en 3250 K of een groene lichtemitterende diode (LED) met een spectrale piek tussen 550 en 570 nm. De lichtbron dient tegen aanslag te worden beschermd op een wijze die de optische weglengte niet méér beïnvloedt dan toegestaan op grond van de specificaties van de fabrikant.

LD Lichtdetector

De lichtdetector is een fotocel of fotodiode (zo nodig voorzien van een filter). Indien de lichtbron een gloeilamp is, dient de spectrale gevoeligheid van de ontvanger te lijken op de lichtgevoeligheidskromme van het menselijk oog met een responsie die een maximum bereikt in het gebied tussen 550 en 570 nm en tot minder dan 4 % van dat maximum daalt onder 430 nm en boven 680 nm. De lichtdetector dient tegen aanslag te worden beschermd op een wijze die de optische weglengte niet méér beïnvloedt dan toegestaan op grond van de specificaties van de fabrikant.

CL Collimatorlens

Het opgevangen licht dient te worden gecollimeerd tot een bundel met een diameter van ten hoogste 30 mm. De lichtstralen van de lichtbundel dienen met een tolerantie van 3° parallel te lopen met de optische as.

T1 Temperatuursensor

Om de temperatuur van het uitlaatgas aan de ingang van de meetkamer tijdens de test te meten.

P Bemonsteringspomp (facultatief)

Achter de meetkamer mag een bemonsteringspomp worden gebruikt om het bemonsteringsgas door de meetkamer te zuigen.

BIJLAGE VI

EG-TYPEGOEDKEURINGSFORMULIER

Mededeling betreffende:

- goedkeuring ⁽¹⁾
- uitbreiding van de goedkeuring ⁽¹⁾ van een type voertuig/technische eenheid (motortype/motorfamilie)/onderdeel ⁽¹⁾ met betrekking tot Richtlijn 88/77/EEG, als laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn .../.../EG.

EG-typegoedkeuringsnummer: Uitbreidingsnummer:

DEEL I

0. **Algemeen**
- 0.1. Merk voertuig/technische eenheid/onderdeel ⁽¹⁾:
- 0.2. Aanduiding van het voertuigtype/technische eenheid (motortype/motorfamilie)/onderdeel ⁽¹⁾ van de fabrikant:
- 0.3. Typecode van de fabrikant op het voertuigtype/technische eenheid (motortype/motorfamilie)/onderdeel ⁽¹⁾:
- 0.4. Voertuigcategorie:
- 0.5. Categorie motor: diesel/aardgas/LPG ⁽¹⁾
- 0.6. Naam en adres van de fabrikant:
- 0.7. Naam en adres van de bevoegde vertegenwoordiger van de fabrikant (indien van toepassing):

DEEL II

1. Korte beschrijving (indien van toepassing): zie bijlage I
2. Technische dienst die verantwoordelijk is voor de uitvoering van de tests:
3. Datum keuringsrapport:
4. Nummer keuringsrapport:
5. Reden(en) voor uitbreiding van de typegoedkeuring (indien van toepassing):
6. Eventuele opmerkingen: zie bijlage I
7. Plaats:
8. Datum:
9. Handtekening:
10. Bijgevoegd is een lijst van documenten die zijn opgenomen in het typegoedkeuringsdossier dat gedeponeerd is bij de administratieve dienst die de typegoedkeuring heeft verleend en dat op verzoek kan worden verkregen.

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

Aanhangsel

bij EG-typegoedkeuringsformulier nr. ... betreffende de typegoedkeuring van een voertuig/technische eenheid/onderdeel ⁽¹⁾ in de zin van Richtlijn 98/.../EG

1. **Korte beschrijving**
- 1.1. Te verstrekken bijzonderheden met betrekking tot de typegoedkeuring van een voertuig met geïnstalleerde motor:
- 1.1.1. Merk motor (naam bedrijf):
- 1.1.2. Type en handelsbenaming (ook van eventuele varianten):
- 1.1.3. Merkteken van de fabrikant op de motor:
- 1.1.4. Voertuigcategorie (indien van toepassing):
- 1.1.5. Categorie motor: diesel/aardgas/LPG ⁽¹⁾
- 1.1.6. Naam en adres van de fabrikant:
- 1.1.7. Naam en adres van de bevoegde vertegenwoordiger van de fabrikant (indien van toepassing):
- 1.2. Indien voor de in punt 1.1 bedoelde motor een typegoedkeuring is verleend als technische eenheid:
 - 1.2.1. Typegoedkeuringsnummer van de motor/motorfamilie ⁽¹⁾
- 1.3. Te verstrekken bijzonderheden met betrekking tot de typegoedkeuring van een motor/motorfamilie ⁽¹⁾ als technische eenheid (voorwaarden in acht te nemen bij de installatie van de motor op een voertuig)
- 1.3.1. Toelaatbare maximuminlaatluchtdruk: kPa
- 1.3.2. Toelaatbare maximumtegenluchtdruk: kPa
- 1.3.3. Volume uitlaatsysteem: cm³
- 1.3.4. Vermogen opgenomen voor de inrichtingen die nodig zijn voor de werking van de motor:
 - 1.3.4.1. Vrijloop: kW; Laag toerental: kW; Hoog toerental: kW
Toerental A: kW; Toerental B: kW; Toerental C: kW;
Referentietoerental: kW
- 1.3.5. Eventuele gebruiksbeperkingen:
- 1.4. Emissieniveaus van de motor/oudermotor ⁽¹⁾
 - 1.4.1. ESC-test (indien van toepassing):
CO: g/kWh
HC: g/kWh
NO_x: g/kWh
PT: g/kWh
 - 1.4.2. ELR-test (indien van toepassing):
Rookwaarde m⁻¹
 - 1.4.3. ETC-test (indien van toepassing):
CO: g/kWh
HC: g/kWh ⁽¹⁾
NMHC: g/kWh ⁽¹⁾
CH₄: g/kWh ⁽¹⁾
NO_x: g/kWh
PT: g/kWh ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

BIJLAGE VII

VOORBEELD VAN DE BEREKENINGSMETHODE

1. ESC-TEST

1.1. Gasvormige emissies

De meetgegevens voor de berekening van de resultaten voor de afzonderlijke toestanden staan hieronder. In dit voorbeeld worden CO en NO_x op droge basis en HC op natte basis gemeten. De HC-concentratie wordt uitgedrukt in propaanequivalent (C3) en moet met 3 worden vermenigvuldigd om het C1-equivalent te verkrijgen. De berekeningswijze is identiek voor de andere toestanden.

P (kW)	T _a (K)	H _a (g/kg)	G _{EXH} (kg)	G _{AIRW} (kg)	G _{FUEL} (kg)	HC (ppm)	CO (ppm)	NO ₂ (ppm)
82,9	294,8	7,81	563,38	545,29	18,09	6,3	41,2	495

Berekening van de droognat-correctiefactor $K_{W,r}$ (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.2):

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{18,09}{545,29}\right)} = 1,9058 \quad \text{en} \quad K_{W2} = \frac{1,608 * 7,81}{1000 + (1,608 * 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{W,r} = \left(1 - 1,9058 * \frac{18,09}{541,06}\right) - 0,0124 = 0,9239$$

Berekening van de natte concentraties:

$$\text{CO} = 41,2 * 0,9239 = 38,1 \text{ ppm}$$

$$\text{NO}_x = 495 * 0,9239 = 457 \text{ ppm}$$

Berekening van de NO_x-vochtigheidscorrectiefactor $K_{H,D}$ (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.3):

$$A = 0,309 * 18,09/541,06 - 0,0266 = -0,0163$$

$$B = -0,209 * 18,09/541,06 + 0,00954 = 0,0026$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0163 * (7,81 - 10,71) + 0,0026 * (294,8 - 298)} = 0,9625$$

Berekening van de emissiemassastroom (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.4):

$$\text{NO}_x = 0,001587 * 457 * 0,9625 * 563,38 = 393,27 \text{ g/h}$$

$$\text{CO} = 0,000966 * 38,1 * 563,38 = 20,735 \text{ g/h}$$

$$\text{HC} = 0,000479 * 6,3 * 3 * 563,38 = 5,100 \text{ g/h}$$

Berekening van de specifieke emissies (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.5):

Het volgende voorbeeld heeft betrekking op CO; voor de andere componenten is de berekeningswijze identiek.

De emissiemassastromen voor de afzonderlijke toestanden worden vermenigvuldigd met de respectieve wegingsfactoren, als vermeld in bijlage III, aanhangsel 1, punt 2.7.1, en vervolgens bij elkaar opgeteld. Dit resulteert in de gemiddelde emissiemassastroom over de cyclus:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= (6,7 * 0,15) + (24,6 * 0,08) + (20,5 * 0,10) + (20,7 * 0,10) + (20,6 * 0,05) \\ &+ (15,0 * 0,05) + (19,7 * 0,05) + (74,5 * 0,09) + (31,5 * 0,10) + (81,9 * 0,08) \\ &+ (34,8 * 0,05) + (30,8 * 0,05) + (27,3 * 0,05) \\ &= 30,91 \text{ g/h} \end{aligned}$$

De motorvermogens voor de afzonderlijke toestanden worden vermenigvuldigd met de respectieve wegingsfactoren, als vermeld in bijlage III, aanhangsel 1, punt 2.7.1, en vervolgens bij elkaar opgeteld. Dit resulteert in het gemiddelde vermogen over de cyclus:

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) \\ &+ (70,1 * 0,05) + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) \\ &+ (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{30,91}{60,006} = 0,515 \text{ g/kWh}$$

Berekening van de specifieke NO_x-emissie voor een willekeurig punt (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.6.1):

Veronderstel dat voor het willekeurige punt de volgende waarden zijn bepaald:

$$\begin{aligned} n_Z &= 1\,600 \text{ min}^{-1} \\ M_Z &= 495 \text{ Nm} \\ \text{NO}_{x \text{ mass. } Z} &= 487,9 \text{ g/h (berekend met de voorgaande formules)} \\ P(n)_Z &= 83 \text{ kW} \\ \text{NO}_{x,Z} &= 487,9/83 = 5,878 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

Bepaling van de emissiewaarde uit de testcyclus (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.6.2):

Veronderstel dat de waarden voor de vier omgevingstoestanden voor de ESC-cyclus als volgt luiden:

n _{RT}	n _{SU}	E _R	E _S	E _T	E _U	M _R	M _S	M _T	M _U
1 368	1 785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$$\begin{aligned} E_{TU} &= 5,889 + (4,973 - 5,889) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,377 \text{ g/kWh} \\ E_{RS} &= 5,943 + (5,565 - 5,943) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,732 \text{ g/kWh} \\ M_{TU} &= 681 + (601 - 681) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 641,3 \text{ Nm} \\ M_{RS} &= 515 + (460 - 515) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 484,3 \text{ Nm} \\ E_Z &= 5,732 + (5,377 - 5,732) * (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

Vergelijking van de NO_x-emissiewaarde (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.6.3):

$$\text{NO}_{x \text{ diff}} = 100 * (5,878 - 5,708) / 5,708 = 2,98 \%$$

1.2. Deeltjesemissies

De deeltjesmeting is gebaseerd op het principe van bemonstering van de deeltjesmassa over de volledige cyclus, terwijl de deeltjesmassa van de monsters en deeltjesstroom (M_{SAM} en G_{EDF}) in de afzonderlijke toestanden worden bepaald. De berekening van G_{EDF} is afhankelijk van het gebruikte systeem. In de volgende voorbeelden wordt zowel een systeem met CO₂-meting en een koolstofbalansmethode als een systeem met stroommeting gebruikt. Bij gebruik van een volledige-verdunningssysteem wordt G_{EDF} rechtstreeks door de CVS-apparatuur gemeten.

Berekening van G_{EDF} (bijlage III, aanhangsel 1, punten 5.2.3 en 5.2.4):

Veronderstel de onderstaande meetgegevens voor toestand 4. De berekeningsmethode is identiek voor de overige toestanden.

G _{EXH} (kg/h)	G _{FUEL} (kg/h)	G _{DILW} (kg/h)	G _{TOTW} (kg/h)	CO _{2D} (%)	CO _{2A} (%)
334,02	10,76	5,4435	6,0	0,657	0,040

a) koolstofbalansmethode

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 * 10,76}{0,657 - 0,040} = 3\ 601,2 \text{ kg/h}$$

b) stroommetingsmethode

$$q = \frac{6,0}{(6,0 - 5,4435)} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 * 10,78 = 3\ 600,7 \text{ kg/h}$$

Berekening van de massastroom (bijlage III, aanhangsel 1, punt 5.4):

De massastromen G_{EDFW} voor de afzonderlijke toestanden worden vermenigvuldigd met de respectieve wegingsfactoren, als vermeld in bijlage III, aanhangsel 1, punt 2.7.1, en bij elkaar opgeteld. Dit resulteert in de gemiddelde G_{EDF} over de cyclus. De totale deeltjesmassa van de monsters M_{SAM} wordt berekend door de deeltjesmassa's voor de afzonderlijke cycli bij elkaar op te tellen.

$$\begin{aligned} \overline{G_{EDFW}} &= (3\ 567 * 0,15) + (3\ 592 * 0,08) + (3\ 611 * 0,10) + (3\ 600 * 0,10) \\ &+ (3\ 618 * 0,05) + (3\ 600 * 0,05) + (3\ 640 * 0,05) + (3\ 614 * 0,09) \\ &+ (3\ 620 * 0,10) + (3\ 601 * 0,08) + (3\ 639 * 0,05) + (3\ 582 * 0,05) \\ &+ (3\ 635 * 0,05) \\ &= 3\ 604,6 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{SAM} &= 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + \\ &0,121 + 0,076 + 0,076 + 0,075 \\ &= 1,515 \text{ kg} \end{aligned}$$

Veronderstel dat de massa van de deeltjes op de filters 2,5 mg bedraagt, dan is

$$PT_{\text{mass}} = \frac{2,5}{1,515} * \frac{3\ 604,6}{1\ 000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Achtergrondcorrectie (facultatief)

Veronderstel dat er een achtergrondmeting heeft plaatsgevonden met de volgende resultaten. De verdunningsfactor DF wordt op dezelfde wijze berekend als in punt 3.1 van deze bijlage en wordt hier niet getoond.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Som van de DF} &= [(1-1/119,15) * 0,15] + [(1-1/8,89) * 0,08] + [(1-1/14,75) * 0,10] \\ &+ [(1-1/10,10) * 0,10] + [(1-1/18,02) * 0,05] + [(1-1/12,33) * 0,05] \\ &+ [(1-1/32,18) * 0,05] + [(1-1/6,94) * 0,09] + [(1-1/25,19) * 0,10] \\ &+ [(1-1/6,12) * 0,08] + [(1-1/20,87) * 0,05] + [(1-1/8,77) * 0,05] \\ &+ [(1-1/12,59) * 0,05] \\ &= 0,923 \end{aligned}$$

$$PT_{\text{mass}} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1}{1,5} * 0,923 \right) * \frac{3\ 604,6}{1\ 000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Berekening van de specifieke emissie (bijlage III, aanhangsel 1, punt 5.5):

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) \\ &+ (70,1 * 0,05) + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) \\ &+ (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh, met achtergrondcorrectie:}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,726}{60,006} = 0,095 \text{ g/kWh}$$

Berekening van de effectieve wegingsfactor (bijlage III, aanhangsel 1, punt 5.6):

Als de waarden voor toestand 4 op bovenstaande wijze zijn berekend dan:

$$WF_{E,i} = \frac{0,152 * 3\ 604,6}{1,515 * 3\ 600,7} = 0,1004$$

Deze waarde is in overeenstemming met de voorgeschreven waarde van $0,10 \pm 0,003$.

2. ELR-TEST

Aangezien het gebruik van een Bessel-filter voor de berekening van het gemiddelde in de Europese wetgeving inzake uitlaatgassen geheel nieuw is, wordt hieronder een uitleg van het Bessel-filter gegeven, alsmede een voorbeeld van het opstellen van een Bessel-algoritme en een voorbeeld van de berekening van de uiteindelijke rookwaarde. De constanten van het Bessel-algoritme zijn uitsluitend afhankelijk van het ontwerp van de opaciteitmeter en de bemonsteringsfrequentie van het data-acquisitiesysteem. Het verdient aanbeveling dat de fabrikant van de opaciteitmeter de uiteindelijke Bessel-filterconstanten voor verschillende bemonsteringsfrequenties opgeeft en dat de klant deze constanten gebruikt voor het opstellen van het Bessel-algoritme en voor het berekenen van de rookwaarden.

2.1. Algemene opmerkingen over het Bessel-filter

Ten gevolge van hoogfrequente vervorming vertoont het ruwe signaal van de opaciteitmeter (opaciteitssignaal) gewoonlijk een grillig karakter. Om deze hoogfrequente vervorming te elimineren is bij de ELR-test een Bessel-filter nodig. Het Bessel-filter zelf is een recursief, tweede-orde laagdoorlaatfilter dat een zo kort mogelijke stijgtijd van het signaal mogelijk maakt zonder overshoot.

Stel dat rook in real time door de uitlaatpijp passeert. Elke opaciteitmeter levert met een zekere vertraging een verschillend opaciteitssignaal. De vertraging en de grootte van het gemeten opaciteitssignaal zijn voornamelijk afhankelijk van de geometrie van de meetkamer van de opaciteitmeter, de bemonsteringleidingen voor de uitlaatgassen inbegrepen, en van de tijd die de elektronica van de opaciteitmeter nodig heeft om het signaal te verwerken. De voor deze twee effecten karakteristieke waarden worden de fysische en de elektrische responsietijd genoemd. Zij vormen een apart filter voor elk type opaciteitmeter.

Een Bessel-filter wordt gebruikt om te zorgen voor een uniform totaal filter dat karakteristiek is voor het gehele opaciteitmetersysteem, bestaande uit:

- de fysische responsietijd van de opaciteitmeter (t_p)
- de elektrische responsietijd van de opaciteitmeter (t_e)
- de filterresponsietijd van het gebruikte Bessel-filter (t_f)

De resulterende totale responsietijd t_{Aver} van het systeem wordt gegeven door:

$$t_{Aver} = \sqrt{t_f^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

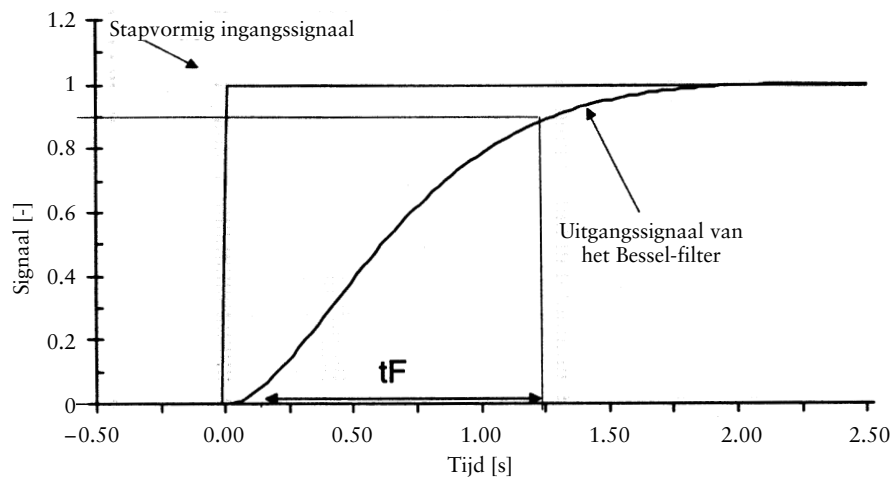
en moet voor alle soorten opaciteitmeters gelijk zijn om dezelfde rookwaarde op te leveren. Daarom moet een zodanig Bessel-filter worden ontworpen dat de filterresponsietijd (t_f) samen met de fysische (t_p) en de elektrische responsietijd (t_e) van de afzonderlijke opaciteitmeter de gewenste totale responsietijd (t_{Aver}) oplevert. Aangezien t_p en t_e voor elke opaciteitmeter vastliggen en t_{Aver} voor deze richtlijn vastgesteld is op 1,0 s, kan t_f als volgt worden berekend:

$$t_f = \sqrt{t_{Aver}^2 - t_p^2 - t_e^2}$$

Per definitie is de filterresponsietijd t_f de stijgtijd van het uitgangssignaal van het filter tussen 10 % en 90 % van de waarde van het stapvormige ingangssignaal. Daarom moet de afsnijfrequentie van het Bessel-filter iteratief worden bepaald, zodat de responsietijd van het Bessel-filter binnen de voorgeschreven grenzen voor de stijgtijd ligt.

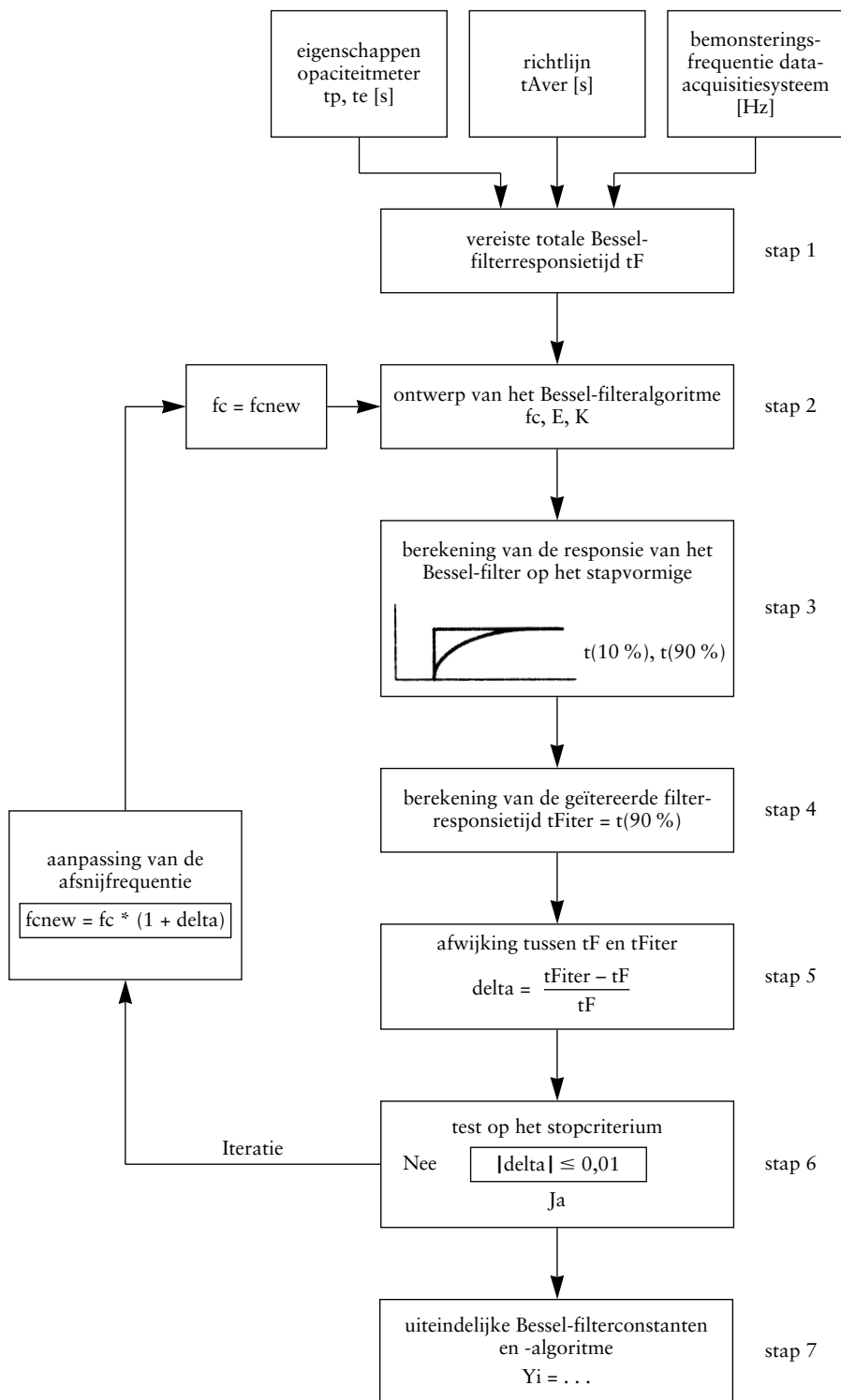
Figuur A

Signaalverloop van het stapvormig ingangssignaal en het gefilterde uitgangssignaal



Figuur A toont het verloop van het stapvormige ingangssignaal en het uitgangssignaal van het Bessel-filter en de responsietijd (t_F) van het Bessel-filter.

Het ontwerp van het uiteindelijke Bessel-filter is een meerstappenprocedure waarvoor verschillende iteratieslagen nodig zijn. Het schema van het iteratieproces staat hieronder.



2.2. Berekening van het Bessel-algoritme

In dit voorbeeld wordt in verschillende stappen een Bessel-algoritme ontwikkeld op basis van bovenstaande iteratieprocedure, die gebaseerd is op bijlage III, aanhangsel 1, punt 6.1.

Voor de opaciteitmeter en het data-acquisitiesysteem wordt uitgegaan van de volgende karakteristieken:

- fysische responsietijd t_p 0,15 s
- elektrische responsietijd t_e 0,05 s
- totale responsietijd t_{Aver} 1,00 s (gedefinieerd in deze richtlijn)
- bemonsteringsfrequentie 150 Hz

Stap 1 Vereiste responsietijd t_F van het Bessel-filter:

$$t_F = \sqrt{1^2 - (0,15^2 + 0,05^2)} = 0,987421 \text{ s}$$

Stap 2 Schatting van de afsnijfrequentie en berekening van de Bessel-constanten E en K voor de eerste iteratieslag:

$$f_c = 3,1415 / (10 * 0,987421) = 0,318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1/150 = 0,006667 \text{ s}$$

$$\Omega = 1 / [\tan(3,1415 * 0,006667 * 0,318152)] = 150,076644$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,076644 * \sqrt{3} * 0,618034 + 0,618034 * 150,076644^2} = 7,07948 \text{ E-5}$$

$$K = 2 * 7,07948 \text{ E-5} * (0,618034 * 150,076644^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

Dit levert het volgende Bessel-algoritme op:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7,07948 \text{ E-5} * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,970783 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

waarin S_i de waarde van het stapvormige ingangssignaal is („0” of „1”) en Y_i de gefilterde waarde van het uitgangssignaal is.

Stap 3 Toepassing van het Bessel-filter op het stap signaal:

De filterresponsietijd t_F van het Bessel-filter is gedefinieerd als de stijgtijd van het gefilterde uitgangssignaal tussen 10 % en 90 % van de waarde van het stapvormige ingangssignaal. Om het tijdstip te bepalen waarop het uitgangssignaal 10 % (t_{10}), respectievelijk 90 % (t_{90}) van de waarde van het uitgangssignaal bereikt, moet een Bessel-filter worden toegepast op het stapvormige ingangssignaal met gebruikmaking van de bovenstaande waarden voor f_c , E en K.

De index, de tijd en de waarde van het stapvormige ingangssignaal en de resulterende waarde van het gefilterde uitgangssignaal voor de eerste en de tweede iteratieslag staan in tabel B. De punten die grenzen aan t_{10} en t_{90} zijn vet gedrukt.

Na de eerste iteratieslag ligt in tabel B de 10 %-waarde tussen index 30 en 31 en de 90 %-waarde tussen index 191 en 192. Voor de berekening van $t_{F,iter}$ worden de t_{10} - en t_{90} -waarden op de volgende wijze bepaald door lineaire interpolatie tussen de aangrenzende meetpunten:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t * (0,1 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower})$$

$$t_{90} = t_{lower} + \Delta t * (0,9 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower})$$

waarin out_{upper} , respectievelijk out_{lower} de aangrenzende punten van het Bessel-gefilterde uitgangssignaal zijn en t_{lower} de tijd is van het voorgaande tijdstip, zoals aangegeven in tabel B.

$$t_{10} = 0,200000 + 0,006667 * (0,1 - 0,099208) / (0,104794 - 0,099208) = 0,200945 \text{ s}$$

$$t_{90} = 1,273333 + 0,006667 * (0,9 - 0,899147) / (0,901168 - 0,899147) = 1,276147 \text{ s}$$

Stap 4 Filterresponsietijd voor de eerste iteratieslag:

$$t_{F,iter} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202 \text{ s}$$

Stap 5 Afwijking tussen de gewenste en de berekende filterresponsietijd voor de eerste iteratieslag:

$$\Delta = (1,075202 - 0,987421) / 0,987421 = 0,081641$$

Stap 6 Test op het stopcriterium:

De eis is dat $|\Delta| \leq 0,01$. Aangezien $0,081641 > 0,01$ is niet aan het stopcriterium voldaan en is een tweede iteratieslag nodig. Voor deze iteratieslag wordt uit f_c en Δ een nieuwe afsnijfrequentie berekend:

$$f_{c,new} = 0,318152 * (1 + 0,081641) = 0,344126 \text{ Hz}$$

Deze nieuwe afsnijfrequentie wordt in de tweede iteratieslag gebruikt, waarbij weer bij stap 2 wordt begonnen. De iteratie gaat door totdat aan het stopcriterium is voldaan. De resulterende waarden voor de eerste en de tweede iteratieslag staan in het overzicht van tabel A.

Tabel A

Waarden voor de eerste en de tweede iteratie

Parameter	Iteratieslag 1	Iteratieslag 2
f_c (Hz)	0,318152	0,344126
E (-)	7,07948 E-5	8,272777 E-5
K (-)	0,970783	0,968410
t_{10} (s)	0,200945	0,185523
t_{90} (s)	1,276147	1,179562
$t_{F,iter}$ (s)	1,075202	0,994039
Δ (-)	0,081641	0,006657
$f_{c,new}$ (Hz)	0,344126	0,346417

Stap 7 Uiteindelijke Bessel-algoritme:

Zodra aan het stopcriterium is voldaan, worden de uiteindelijke Bessel-filterconstanten en het uiteindelijke Bessel-algoritme bepaald overeenkomstig stap 2. In dit voorbeeld wordt na de tweede iteratieslag aan het stopcriterium voldaan ($\Delta = 0,006657 \leq 0,01$). Het uiteindelijke algoritme wordt dan gebruikt om de gemiddelde rookwaarden te bepalen (zie onderstaand punt 2.3).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777 \text{ E-5} * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,968410 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

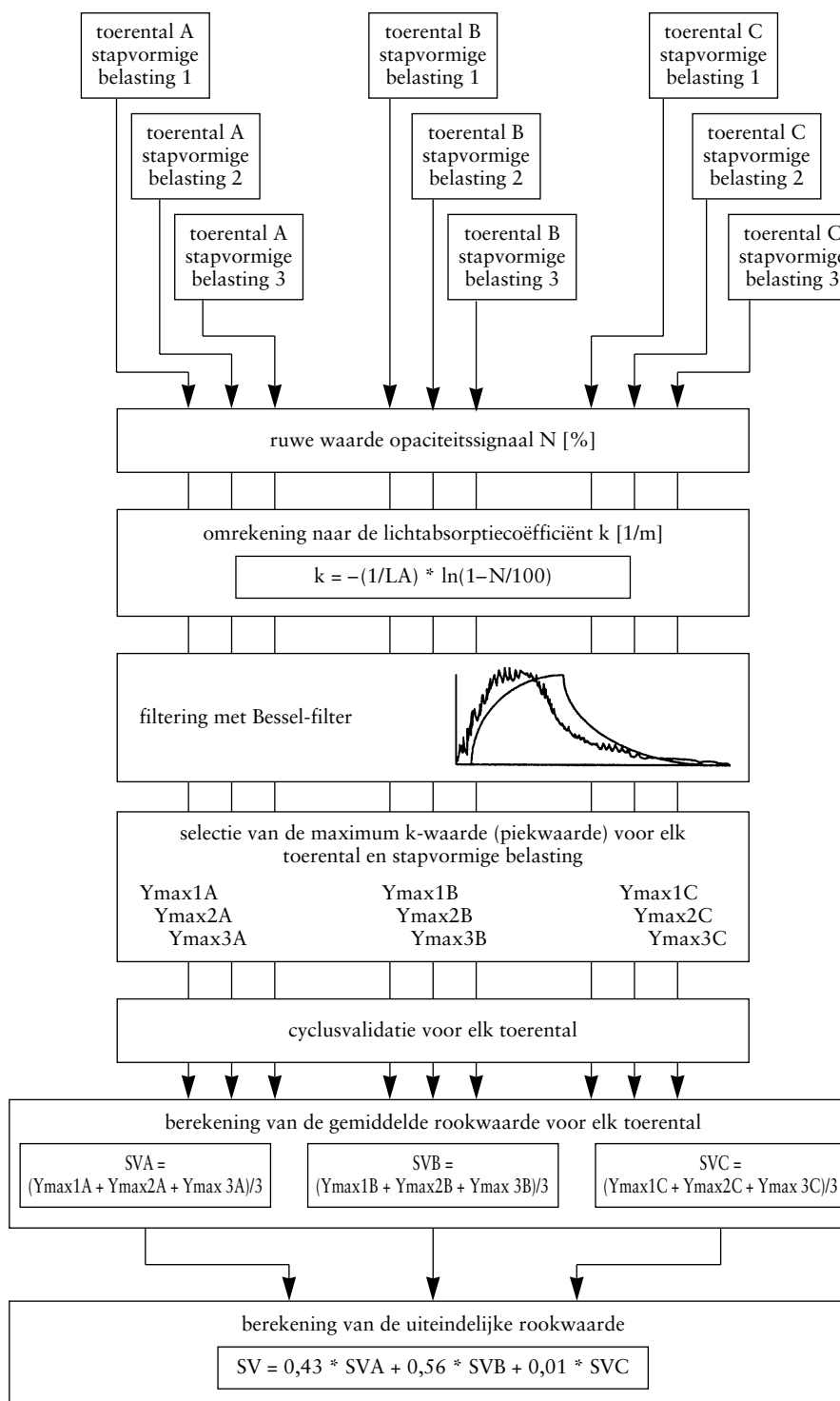
Tabel B

Waarden van het stapvormig ingangssignaal en het uitgangssignaal van het Bessel-filter voor de eerste en de tweede iteratieslag

Index i [-]	Tijd [s]	Stapvormig ingangssignaal S_i [-]	Gefilterd uitgangssignaal Y_i [-]	
			Iteratieslag 1	Iteratieslag 2
- 2	- 0,013333	0	0,000000	0,000000
- 1	- 0,006667	0	0,000000	0,000000
0	0,000000	1	0,000071	0,000083
1	0,006667	1	0,000352	0,000411
2	0,013333	1	0,000908	0,001060
3	0,020000	1	0,001731	0,002019
4	0,026667	1	0,002813	0,003278
5	0,033333	1	0,004145	0,004828
24	0,160000	1	0,067877	0,077876
25	0,166667	1	0,072816	0,083476
26	0,173333	1	0,077874	0,089205
27	0,180000	1	0,083047	0,095056
28	0,186667	1	0,088331	0,101024
29	0,193333	1	0,093719	0,107102
30	0,200000	1	0,099208	0,113286
31	0,206667	1	0,104794	0,119570
32	0,213333	1	0,110471	0,125949
33	0,220000	1	0,116236	0,132418
34	0,226667	1	0,122085	0,138972
35	0,233333	1	0,128013	0,145605
36	0,240000	1	0,134016	0,152314
37	0,246667	1	0,140091	0,159094
175	1,166667	1	0,862416	0,895701
176	1,173333	1	0,864968	0,897941
177	1,180000	1	0,867484	0,900145
178	1,186667	1	0,869964	0,902312
179	1,193333	1	0,872410	0,904445
180	1,200000	1	0,874821	0,906542
181	1,206667	1	0,877197	0,908605
182	1,213333	1	0,879540	0,910633
183	1,220000	1	0,881849	0,912628
184	1,226667	1	0,884125	0,914589
185	1,233333	1	0,886367	0,916517
186	1,240000	1	0,888577	0,918412
187	1,246667	1	0,890755	0,920276
188	1,253333	1	0,892900	0,922107
189	1,260000	1	0,895014	0,923907
190	1,266667	1	0,897096	0,925676
191	1,273333	1	0,899147	0,927414
192	1,280000	1	0,901168	0,929121
193	1,286667	1	0,903158	0,930799
194	1,293333	1	0,905117	0,932448
195	1,300000	1	0,907047	0,934067

2.3. Berekening van de rookwaarden

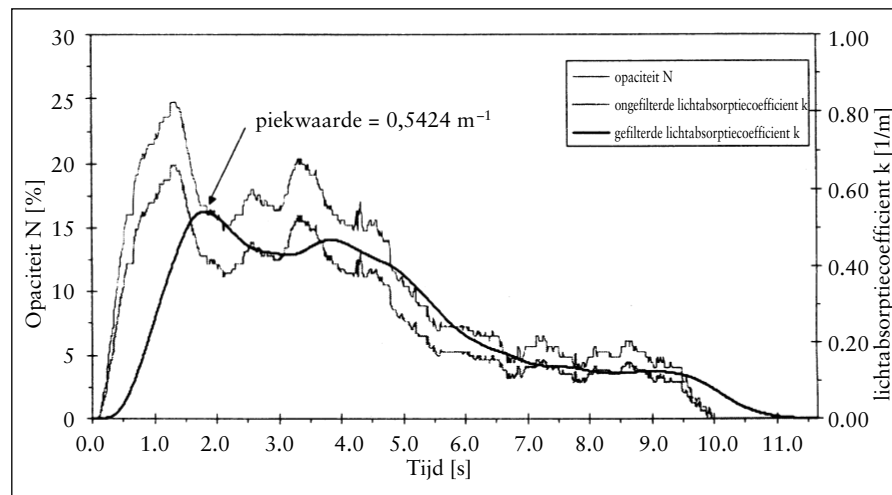
Onderstaand schema toont de algemene gang van zaken voor de bepaling van de uiteindelijke rookwaarde.



In figuur B is het verloop van het gemeten ruwe opaciteitssignaal, alsmede van de ongefilterde en de gefilterde lichtabsorptiecoëfficiënt (k-waarde) van de eerste stapvormige belasting bij een ELR-test getoond. Ook is de maximumwaarde $Y_{\max 1,A}$ (piek) van het k-sigitaal aangegeven. Tabel C bevat de overeenkomstige numerieke waarden van de index i , de tijd (bemonsteringsfrequentie 150 Hz), het ruwe opaciteitssignaal, de ongefilterde k-waarde en de gefilterde k-waarde. De filtering is verricht met de constanten van het in punt 2.2 van deze bijlage bepaalde Bessel-algoritme. Vanwege de grote hoeveelheid gegevens zijn alleen het signaalverloop rond het begin en de piek van het signaal in de tabel opgenomen.

Figuur B

Verloop van de gemeten opaciteit N , de ongefilterde lichtabsorptiecoëfficiënt k en de gefilterde lichtabsorptiecoëfficiënt k



De piekwaarde ($i = 272$) wordt berekend uitgaande van de volgende gegevens voor tabel C. Alle overige k-waarden worden op dezelfde wijze berekend. Bij het begin van het algoritme worden S_{-1} , S_{-2} , Y_{-1} en Y_{-2} op nul gesteld.

L_A (m)	0,430
Index i	272
N (%)	16,783
S_{271} (m^{-1})	0,427392
S_{270} (m^{-1})	0,427532
Y_{271} (m^{-1})	0,542383
Y_{270} (m^{-1})	0,542337

Berekening van de k-waarde (bijlage III, aanhangsel 1, punt 6.3.1):

$$k = -\frac{1}{0,430} * \ln \left(1 - \frac{16,783}{100} \right) = 0,427252 \text{ m}^{-1}$$

Deze waarde correspondeert met S_{272} in de volgende vergelijking.

Berekening van de Bessel-gemiddelde rookwaarde (bijlage III, aanhangsel 1, punt 6.3.2):

In de volgende vergelijking worden de Bessel-constanten uit het voorgaande punt 2.2 gebruikt. De momentane ongefilterde k-waarde, die hierboven is berekend, correspondeert met S_{272} (S_i). S_{271} (S_{i-1}) en S_{270} (S_{i-2}) zijn de twee voorgaande ongefilterde k-waarden, Y_{271} (Y_{i-1}) en Y_{270} (Y_{i-2}) zijn de twee voorgaande gefilterde k-waarden.

$$\begin{aligned}
 Y_{272} &= 0,542383 + 8,272777 \text{ E-5} * (0,427252 + 2 * 0,427392 + 0,427532 - 4 * 0,542337) \\
 &\quad + 0,968410 * (0,542383 - 0,542337) \\
 &= 0,542389 \text{ m}^{-1}
 \end{aligned}$$

Deze waarde correspondeert met $Y_{\max 1,A}$ in de volgende vergelijking.

Berekening van de uiteindelijke rookwaarde (bijlage III, aanhangsel 1, punt 6.3.3):

Voor elk toerental wordt het maximum van de gefilterde k-waarde genomen als uitgangspunt voor de verdere berekening. Laten wij uitgaan van de volgende waarden:

Toerental	$Y_{\max} \text{ (m}^{-1}\text{)}$		
	Cyclus 1	Cyclus 2	Cyclus 3
A	0,5424	0,5435	0,5587
B	0,5596	0,5400	0,5389
C	0,4912	0,5207	0,5177

$$SV_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587)/3 = 0,5482 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389)/3 = 0,5462 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177)/3 = 0,5099 \text{ m}^{-1}$$

$$SV = (0,43 * 0,5482) + (0,56 * 0,5462) + (0,01 * 0,5099) = 0,5467 \text{ m}^{-1}$$

Cyclusvalidering (bijlage III, aanhangsel 1, punt 3.4)

Voor de berekening van de SV moet de cyclus worden gevalideerd door de relatieve standaarddeviatie van de rookwaarde van de drie cycli voor elk toerental te berekenen.

Toerental	Gemiddelde SV (m ⁻¹)	Absolute standaarddeviatie (m ⁻¹)	Relatieve standaarddeviatie (%)
A	0,5482	0,0091	1,7
B	0,5462	0,0116	2,1
C	0,5099	0,0162	3,2

In dit voorbeeld wordt voldaan aan het valideringscriterium van 15 % voor elk toerental.

Tabel C

Opaciteit N, ongefilterde en gefilterde k-waarde aan het begin van de stapvormige belasting

Index i [-]	Tijd [s]	Opaciteit N [%]	Ongefilterde k-waarde [m ⁻¹]	Gefilterde k-waarde [m ⁻¹]
- 2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
- 1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1	0,006667	0,020000	0,000465	0,000000
2	0,013333	0,020000	0,000465	0,000000
3	0,020000	0,020000	0,000465	0,000000
4	0,026667	0,020000	0,000465	0,000001
5	0,033333	0,020000	0,000465	0,000002
6	0,040000	0,020000	0,000465	0,000002
7	0,046667	0,020000	0,000465	0,000003
8	0,053333	0,020000	0,000465	0,000004
9	0,060000	0,020000	0,000465	0,000005
10	0,066667	0,020000	0,000465	0,000006
11	0,073333	0,020000	0,000465	0,000008
12	0,080000	0,020000	0,000465	0,000009
13	0,086667	0,020000	0,000465	0,000011
14	0,093333	0,020000	0,000465	0,000012
15	0,100000	0,192000	0,004469	0,000014
16	0,106667	0,212000	0,004935	0,000018
17	0,113333	0,212000	0,004935	0,000022
18	0,120000	0,212000	0,004935	0,000028
19	0,126667	0,343000	0,007990	0,000036
20	0,133333	0,566000	0,013200	0,000047
21	0,140000	0,889000	0,020767	0,000061
22	0,146667	0,929000	0,021706	0,000082
23	0,153333	0,929000	0,021706	0,000109
24	0,160000	1,263000	0,029559	0,000143
25	0,166667	1,455000	0,034086	0,000185
26	0,173333	1,697000	0,039804	0,000237
27	0,180000	2,030000	0,047695	0,000301
28	0,186667	2,081000	0,048906	0,000378
29	0,193333	2,081000	0,048906	0,000469
30	0,200000	2,424000	0,057067	0,000573
31	0,206667	2,475000	0,058282	0,000693
32	0,213333	2,475000	0,058282	0,000827
33	0,220000	2,808000	0,066237	0,000977
34	0,226667	3,010000	0,071075	0,001144
35	0,233333	3,253000	0,076909	0,001328
36	0,240000	3,606000	0,085410	0,001533
37	0,246667	3,960000	0,093966	0,001758
38	0,253333	4,455000	0,105983	0,002007
39	0,260000	4,818000	0,114836	0,002283
40	0,266667	5,020000	0,119776	0,002587

Opaciteit N, ongefilterde en gefilterde k-waarde rond $Y_{\max,A}$ (= piekwaarde, vetgedrukt)

Index i [-]	Tijd [s]	Opaciteit N [%]	Ongefilterde k-waarde [m ⁻¹]	Gefilterde k-waarde [m ⁻¹]
259	1,726667	17,182000	0,438429	0,538856
260	1,733333	16,949000	0,431896	0,539423
261	1,740000	16,788000	0,427392	0,539936
262	1,746667	16,798000	0,427671	0,540396
263	1,753333	16,788000	0,427392	0,540805
264	1,760000	16,798000	0,427671	0,541163
265	1,766667	16,798000	0,427671	0,541473
266	1,773333	16,788000	0,427392	0,541735
267	1,780000	16,788000	0,427392	0,541951
268	1,786667	16,798000	0,427671	0,542123
269	1,793333	16,798000	0,427671	0,542251
270	1,800000	16,793000	0,427532	0,542337
271	1,806667	16,788000	0,427392	0,542383
272	1,813333	16,783000	0,427252	0,542389
273	1,820000	16,780000	0,427168	0,542357
274	1,826667	16,798000	0,427671	0,542288
275	1,833333	16,778000	0,427112	0,542183
276	1,840000	16,808000	0,427951	0,542043
277	1,846667	16,768000	0,426833	0,541870
278	1,853333	16,010000	0,405750	0,541662
279	1,860000	16,010000	0,405750	0,541418
280	1,866667	16,000000	0,405473	0,541136
281	1,873333	16,010000	0,405750	0,540819
282	1,880000	16,000000	0,405473	0,540466
283	1,886667	16,010000	0,405750	0,540080
284	1,893333	16,394000	0,416406	0,539663
285	1,900000	16,394000	0,416406	0,539216
286	1,906667	16,404000	0,416685	0,538744
287	1,913333	16,394000	0,416406	0,538245
288	1,920000	16,394000	0,416406	0,537722
289	1,926667	16,384000	0,416128	0,537175
290	1,933333	16,010000	0,405750	0,536604
291	1,940000	16,010000	0,405750	0,536009
292	1,946667	16,000000	0,405473	0,535389
293	1,953333	16,010000	0,405750	0,534745
294	1,960000	16,212000	0,411349	0,534079
295	1,966667	16,394000	0,416406	0,533394
296	1,973333	16,394000	0,416406	0,532691
297	1,980000	16,192000	0,410794	0,531971
298	1,986667	16,000000	0,405473	0,531233
299	1,993333	16,000000	0,405473	0,530477
300	2,000000	16,000000	0,405473	0,529704

3. ETC-TEST

3.1. Gasvormige emissies (dieselmotor)

Laten we uitgaan van de volgende testresultaten voor een PDP-CVS-systeem:

V_0 (m ³ /rev)	0,1776
N_p (rev)	23073
p_B (kPa)	98,0
p_1 (kPa)	2,3
T (K)	322,5
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{x\text{conce}}$ (ppm)	53,7
$NO_{x\text{concd}}$ (ppm)	0,4
CO_{conce} (ppm)	38,9
CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conce} (ppm)	9,00
HC_{concd} (ppm)	3,02
$CO_{2,\text{conce}}$ (%)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

Berekening van de verdunde uitlaatgasstroom (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.1):

$$M_{\text{TOTW}} = 1,293 * 0,1776 * 23073 * (98,0 - 2,3) * 273 / (101,3 * 322,5) \\ = 4237,2 \text{ kg}$$

Berekening van de NO_x -correctiefactor (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.2):

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (12,8 - 10,71)} = 1,039$$

Berekening van de concentraties met achtergrondcorrectie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3.1.1):

Stel dat de dieselbrandstof de samenstelling $C_{12}H_{18}$ heeft.

$$F_S = 100 * \frac{1}{1 + (1,8 / 2) + (3,76 * (1 + (1,8 / 4)))} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) * 10^{-4}} = 18,69$$

$$NO_{x\text{conc}} = 53,7 - 0,4 * (1 - (1/18,69)) = 53,3 \text{ ppm}$$

$$CO_{\text{conc}} = 38,9 - 1,0 * (1 - (1/18,69)) = 37,9 \text{ ppm}$$

$$HC_{\text{conc}} = 9,00 - 3,02 * (1 - (1/18,69)) = 6,14 \text{ ppm}$$

Berekening van de emissiemassastroom (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3.1):

$$NO_{x\text{mass}} = 0,001587 * 53,3 * 1,039 * 4237,2 = 372,391 \text{ g}$$

$$CO_{\text{mass}} = 0,000966 * 37,9 * 4237,2 = 155,129 \text{ g}$$

$$HC_{\text{mass}} = 0,000479 * 6,14 * 4237,2 = 12,462 \text{ g}$$

Berekening van de specifieke emissies (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.4):

$$\overline{NO_x} = 372,391 / 62,72 = 5,94 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 155,129 / 62,72 = 2,47 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{HC} = 12,462 / 62,72 = 0,199 \text{ g/kWh}$$

3.2. Deeltjesemissies (dieselmotor)

Laten we uitgaan van de volgende testresultaten voor een PDP-CVS-systeem met dubbele verdunning:

M_{TOTW} (kg)	4237,2
$M_{f,p}$ (mg)	3,030
$M_{f,b}$ (mg)	0,044
M_{TOT} (kg)	2,159
M_{SEC} (kg)	0,909
M_d (mg)	0,341
M_{DIL} (kg)	1,245
DF	18,69
W_{act} (kWh)	62,72

Berekening van de massa-emissie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 5.1):

$$M_f = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$PT_{mass} = \frac{3,074}{1,250} * \frac{4237,2}{1000} = 10,42 \text{ g}$$

Berekening van de massa-emissie met achtergrondcorrectie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 5.1):

$$PT_{mass} = \left[\frac{3,074}{1,250} - \left(\frac{0,341}{1,245} * \left(1 - \frac{1}{18,69} \right) \right) \right] * \frac{4237,2}{1000} = 9,32 \text{ g}$$

Berekening van de specifieke emissie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 5.2):

$$\overline{PT} = 10,42 / 62,72 = 0,166 \text{ g/kWh}$$

$$PT = 9,32 / 62,72 = 0,149 \text{ g/kWh, met achtergrondcorrectie}$$

3.3. Gasvormige emissies (CNG-motor)

Laten we uitgaan van de volgende testresultaten voor een PDP-CVS-systeem met dubbele verdunning:

M_{TOTW} (kg)	4237,2
H_a (g/kg)	12,8
NO_x conce (ppm)	17,2
NO_x concd (ppm)	0,4
CO conce (ppm)	44,3
CO concd (ppm)	1,0
HC conce (ppm)	27,0
HC concd (ppm)	3,02
CH_4 conce (ppm)	18,0
CH_4 concd (ppm)	1,7
CO_2 , conce (%)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

Berekening van de NO_x -correctiefactor (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.2):

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (12,8 - 10,71)} = 1,074$$

Berekening van de NMHC-concentratie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3.1):

a) GC-methode

$$\text{NMHC}_{\text{conce}} = 27,0 - 18,0 = 9,0 \text{ ppm}$$

b) NMC-methode

Bij een rendement van 0,04 voor methaan en 0,98 voor ethaan (zie bijlage III, aanhangsel 5, punt 1.8.4) is:

$$\text{NMHC}_{\text{conce}} = \frac{27,0 * (1 - 0,04) - 18,0}{0,98 - 0,04} = 8,4 \text{ ppm}$$

Berekening van de concentraties met achtergrondcorrectie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3.1.1):

Met G₂₀ als referentiebrandstof (100 % methaan) met samenstelling C₁H₄ is:

$$F_S = 100 * \frac{1}{1 + (4/2) + (3,76 * (1 + (1 + 4/4)))} = 9,5$$

$$DF = \frac{9,5}{0,723 + (27,0 + 44,3) * 10^{-4}} = 13,01$$

Voor NMHC is de achtergrondconcentratie gelijk aan het verschil tussen HC_{concd} en CH₄concd

$$\text{NO}_x \text{ conc} = 17,2 - 0,4 * (1 - (1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{\text{conc}} = 44,3 - 1,0 * (1 - (1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm}$$

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = 8,4 - 1,32 * (1 - (1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm}$$

$$\text{CH}_4 \text{ conc} = 18,0 - 1,7 * (1 - (1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm}$$

Berekening van de emissiemassastromen (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3.1):

$$\text{NO}_x \text{ mass} = 0,001587 * 16,8 * 1,074 * 4 237,2 = 121,330 \text{ g}$$

$$\text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * 43,4 * 4 237,2 = 177,642 \text{ g}$$

$$\text{NMHC}_{\text{mass}} = 0,000502 * 7,2 * 4 237,2 = 15,315 \text{ g}$$

$$\text{CH}_4 \text{ mass} = 0,000554 * 16,4 * 4 237,2 = 38,498 \text{ g}$$

Berekening van de specifieke emissies (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.4):

$$\overline{\text{NO}_x} = 121,330/62,72 = 1,93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CO}} = 177,642/62,72 = 2,83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{NMHC}} = 15,315/62,72 = 0,244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CH}_4} = 38,498/62,72 = 0,614 \text{ g/kWh}$$

4. λ-VERSCHUIVINGSFACTOR (S_λ)

4.1. Berekening van de λ-verschuivingsfactor (S_λ)⁽¹⁾

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ inert gas}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2 *}{100}}$$

waarin:

S_λ = λ-verschuivingsfactor

% inert gas = vol % van de inerte gassen in de brandstof (N₂, CO₂, He, enz.)

O₂* = vol % van de oorspronkelijke zuurstof in de brandstof

n en m = hebben betrekking op de gemiddelde C_nH_m die de koolwaterstoffen in de brandstof vertegenwoordigen:

⁽¹⁾ Stoichiometrische lucht-brandstofverhouding van brandstoffen voor automobielen — SAE J1829, juni 1987, John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, hoofdstuk 3.4 „Combustion stoichiometry” (blz. 68–72).

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100} \right] + 3 \times \left[\frac{\text{C}_3\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_4\%}{100} \right] + 5 \times \left[\frac{\text{C}_5\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}}$$

waarin:

CH_4 = vol % methaan in de brandstof

C_2 = vol % van alle C_2 -koolwaterstoffen (b.v.: C_2H_6 , C_2H_4 , enz.) in de brandstof

C_3 = vol % van alle C_3 -koolwaterstoffen (b.v.: C_3H_8 , C_3H_6 , enz.) in de brandstof

C_4 = vol % van alle C_4 -koolwaterstoffen (b.v.: C_4H_{10} , C_4H_8 , enz.) in de brandstof

C_5 = vol % van alle C_5 -koolwaterstoffen (b.v.: C_5H_{12} , C_5H_{10} , enz.) in de brandstof

Verdunningsmiddel = vol % van de verdunningsgassen in de brandstof (O_2^* , N_2 , CO_2 , He, enz.)

4.2. Voorbeelden van de berekening van de λ -verschuivingsfactor S_λ :

Voorbeeld 1: G_{25} : $\text{CH}_4 = 86 \%$, $\text{N}_2 = 14 \%$ (vol)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ inert gas}}{100} \right) \left(n + \frac{m}{4} \right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100} \right) \times \left(n + \frac{4}{4} \right)} = 1,16$$

Voorbeeld 2: G_{xy} : $\text{CH}_4 = 87 \%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 13 \%$ (vol)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_i = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ inert gas}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Voorbeeld 3: USA: CH₄ = 89 %, C₂H₆ = 4,5 %, C₃H₈ = 2,3 %, C₆H₁₄ = 0,2 %, O₂ = 0,6 %, N₂ = 4 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{(0,64 + 4)}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} =$$

$$= \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_i = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ inert gas}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$