

Uitgave
in de Nederlandse taal

Wetgeving

Inhoud

I *Besluiten waarvan de publicatie voorwaarde is voor de toepassing*

- ★ **Richtlijn 1999/96/EG van het Europees Parlement en de Raad van 13 december 1999 inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der lidstaten met betrekking tot maatregelen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes door voertuigmotoren met compressieontsteking en de emissie van verontreinigende gassen door op aardgas of vloeibaar petroleumgas lopende voertuigmotoren met elektrische ontsteking en tot wijziging van Richtlijn 88/77/EEG van de Raad** 1

Prijs: 29,50 EUR

NL

Besluiten waarvan de titels mager zijn gedrukt, zijn besluiten van dagelijks beheer die in het kader van het landbouwbeleid zijn genomen en die in het algemeen een beperkte geldigheidsduur hebben.

Besluiten waarvan de titels vet zijn gedrukt en die worden voorafgegaan door een sterretje, zijn alle andere besluiten.

I

(Besluiten waarvan de publicatie voorwaarde is voor de toepassing)

RICHTLIJN 1999/96/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD

van 13 december 1999

inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der lidstaten met betrekking tot maatregelen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes door voertuigmotoren met compressieontsteking en de emissie van verontreinigende gassen door op aardgas of vloeibaar petroleumgas lopende voertuigmotoren met elektrische ontsteking en tot wijziging van Richtlijn 88/77/EEG van de Raad

HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD VAN DE EUROPESE UNIE,

Gelet op het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, inzonderheid op artikel 95,

Gezien de voorstellen van de Commissie ⁽¹⁾,

Gezien het advies van het Economisch en Sociaal Comité ⁽²⁾,

Volgens de procedure van artikel 251 van het Verdrag ⁽³⁾,

- (1) Overwegende dat in het kader van de interne markt maatregelen dienen te worden vastgesteld;
- (2) Overwegende dat het eerste actieprogramma van de Europese Gemeenschap inzake het milieu ⁽⁴⁾, waaraan de Raad op 22 november 1973 zijn goedkeuring heeft gehecht, ertoe maande rekening te houden met de laatste vorderingen op wetenschappelijk gebied in de strijd tegen de luchtverontreiniging door uitlaatgassen van motorvoertuigen en de reeds vastgestelde richtlijnen in die zin aan te passen; dat overeenkomstig het vijfde actieprogramma, waarvan de algemene benadering door de Raad bij zijn resolutie van 1 februari 1993 ⁽⁵⁾ is goedgekeurd, extra inspanningen moeten worden geleverd met het oog op een aanzienlijke verlaging van het huidige niveau van verontreiniging door uitlaatgassen van motorvoertuigen;

- (3) Overwegende dat erkend wordt dat de ontwikkeling van het vervoer in de Gemeenschap een aanzienlijke belasting voor het milieu met zich heeft gebracht; dat een aantal officiële prognoses over de stijging van het verkeersaanbod lager zijn gebleken dan de reële cijfers; dat derhalve strenge emissienormen voor alle motorvoertuigen moeten worden opgelegd;

- (4) Overwegende dat Richtlijn 88/77/EEG ⁽⁶⁾ de grenswaarden voor de emissie van koolmonoxide, onverbrande koolwaterstoffen en stikstofoxiden door dieselmotoren van motorvoertuigen vastlegde op basis van een testprocedure voor Europese rijomstandigheden voor de betrokken voertuigen; dat deze richtlijn voor het eerst werd gewijzigd bij Richtlijn 91/542/EEG ⁽⁷⁾ 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 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 kreeg om dergelijke technologieën te perfectioneren; dat Richtlijn 96/1/EG ⁽⁸⁾ 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 redelijk is om op technische gronden een onderscheid te maken op basis van deeltjesemissies voor kleine dieselmotoren met hoge toerentallen met een cilinderinhoud van minder dan 0,75 dm³ en een nominaal toerental van meer dan 3 000 min⁻¹, maar dat dit onderscheid in 2005 moet worden losgelaten;

⁽¹⁾ PB C 173 van 8.6.1998, blz. 1, en PB C 43 van 17.2.1999, blz. 25.

⁽²⁾ PB C 407 van 28.12.1998, blz. 27.

⁽³⁾ Advies van het Europees Parlement van 21 oktober 1998 (PB C 341 van 9.11.1998, blz. 74), gemeenschappelijk standpunt van de Raad van 22 april 1999 (PB C 296 van 15.10.1999, blz. 1) en besluit van het Europees Parlement van 16 november 1999 (nog niet verschenen in het Publicatieblad).

⁽⁴⁾ PB C 112 van 20.12.1973, blz. 1.

⁽⁵⁾ PB C 138 van 17.5.1993, blz. 1.

(5) Overwegende dat krachtens artikel 5, lid 3, van Richtlijn 91/542/EEG de Commissie gehouden was vóór eind

⁽⁶⁾ PB L 36 van 9.2.1988, blz. 33.

⁽⁷⁾ PB L 295 van 25.10.1991, blz. 1.

⁽⁸⁾ PB L 40 van 17.2.1996, blz. 1.

- 1996 aan de Raad verslag uit te brengen over de gemaakte vorderingen ten aanzien van de herziening van de grenswaarden voor verontreinigende emissies, zo nodig gepaard gaande met een herziening van de test-procedure; dat dergelijke herziene grenswaarden niet vóór 1 oktober 1999 van kracht worden voor nieuwe typegoedkeuringen;
- (6) Overwegende dat de Commissie een Europees programma inzake de luchtkwaliteit, emissies van het wegvervoer, brandstoffen en motortechnologieën (het auto-olie-programma) heeft uitgevoerd, met het oog op de naleving van de bepalingen van artikel 4 van Richtlijn 94/12/EG⁽¹⁾; dat een kosten-batenstudie in het kader van het auto-olie-programma aangetoond heeft dat een verdere verbetering van de dieselmotortechnologie voor zware bedrijfsvoertuigen 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;
- (7) 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 nauwkeurigere beoordeling van de emissieprestaties van in het verkeer zijnde voertuigen;
- (8) Overwegende dat Richtlijn 88/77/EEG een van de bijzondere richtlijnen van de EG-typegoedkeuringsprocedure 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⁽²⁾; dat de beoogde doelstelling, namelijk de vermindering van verontreinigende emissies door motorvoertuigen, niet op afdoende wijze door de lidstaten afzonderlijk kan worden verwezenlijkt en derhalve beter kan worden bereikt door de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten met betrekking tot tegen luchtverontreiniging door motorvoertuigen te tref-fen maatregelen;
- (9) Overwegende dat de verlaging van emissienormen die van toepassing zijn vanaf het jaar 2000, namelijk vermindering van 30% van de uitstoot van koolmonoxide, totale koolwaterstoffen, stikstofoxiden en deeltjes, in het auto-olie-programma is aangewezen als de belangrijkste maatregel om op middellange termijn een bevredigende luchtkwaliteit te bereiken; 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⁽³⁾, zal bijdragen aan de terugdringing van de deeltjesuitstoot; dat extra verlagingen van de emissienormen die van toepassing zijn vanaf 2005, namelijk een vermindering van 30% van de uitstoot van koolmonoxide, totale koolwaterstoffen en stikstofoxiden en van 80% van de uitstoot van deeltjes, in hoge mate zullen bijdragen tot betere luchtkwaliteit op middellange termijn; dat deze verminderingen rekening houden met het effect op emissies van nieuwe testcycli die de rijpatronen van in het verkeer zijnde voertuigen beter weergeven; dat de extra stikstofoxidenorm die vanaf 2008 van toepassing zal zijn, een extra verlaging met 43% van de emissienorm voor deze verontreinigende stof oplevert; dat uiterlijk eind 2002 de Commissie de beschikbare technologie zal beoordelen teneinde de verplichte stikstofdioxidenorm voor 2008 te bevestigen in een verslag aan het Europees Parlement en de Raad dat indien nodig vergezeld zal gaan van passende voorstellen;
- (10) Overwegende dat emissiegrenswaarden worden ingevoerd voor voertuigen die worden omschreven als „milieuvriendelijker gemaakt voertuig” (EEV);
- (11) Overwegende dat diagnostische boordsystemen (OBD) nog niet volledig zijn ontwikkeld voor zware vrachtwagens en vanaf 2005 moeten worden ingevoerd om de snelle detectie van storingen in voor de emissie kritische onderdelen en systemen op voertuigen en zodoende een significante verbetering van de bewaking van de aanvankelijke emissieprestaties op in het verkeer zijnde voertuigen mogelijk te maken door verbeterde controle en onderhoud; dat er vanaf 2005 specifieke eisen moeten worden ingevoerd voor de duurzaamheid van nieuwe zware motoren en de conformiteitsproef voor in het verkeer zijnde zware vrachtwagens;
- (12) Overwegende dat nieuwe testcycli in verband met de typegoedkeuring voor gasvormige en deeltjesemissies en opaciteit ingevoerd worden die zorgen voor een representatievere evaluatie van de emissieprestaties van dieselmotoren onder proefomstandigheden die sterker lijken op de omstandigheden die zich voordoen bij in het verkeer zijnde voertuigen; dat een nieuwe gecombineerde (tweefasen) testprocedure wordt ingevoerd voor conventionele dieselmotoren en die dieselmotoren die zijn uitgerust met katalysatoren; dat een nieuwe gecombineerde (tweefasen) testprocedure wordt ingevoerd voor motoren die op gas lopen en daarnaast voor dieselmotoren die zijn uitgerust met geavanceerde emissiebeheersystemen; dat alle dieselmotoren vanaf 2005 zullen worden onderworpen aan beide van toepassing zijnde testcycli; dat de Commissie nauwlettend zal volgen welke vorderingen er worden gemaakt in de onderhandelingen over een wereldwijd geharmoniseerde testprocedure;
- (13) Overwegende dat het de lidstaten dient te worden toegestaan om door middel van fiscale stimuleringsmaatregelen het op de markt brengen van voertuigen die voldoen aan de communautaire voorschriften te versnellen, waarbij dergelijke stimuleringsmaatregelen in overeenstemming moeten zijn met de bepalingen van het Verdrag en moeten voldoen aan bepaalde voorwaarden ter voorkoming van verstoringen van de interne markt; dat deze richtlijn geen afbreuk doet aan het recht van de lidstaten om emissies van verontreinigende en andere stoffen op te nemen in de berekeningsgrondslag voor de motorrijtuigenbelasting;

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

(2) PB L 42 van 23.2.1970, blz. 1. Richtlijn laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 98/91/EG van het Europees Parlement en de Raad (PB L 11 van 16.1.1999, blz. 25).

(3) PB L 190 van 20.8.1972, blz. 1. Richtlijn laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/20/EG (PB L 125 van 16.5.1997, blz. 21).

- (14) 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;
- (15) Overwegende dat de Commissie uiterlijk 31 december 2000 verslag uitbrengt over de ontwikkeling van emissiebestrijdingsapparatuur voor zware vrachtwagens met dieselmotor en over het verband met de brandstofkwaliteit, de noodzaak om de nauwkeurigheid en de reproduceerbaarheid van deeltjesmeting, evenals de steekproefprocedures te verbeteren en over de ontwikkeling van een wereldwijd geharmoniseerde testcyclus;
- (16) Overwegende dat Richtlijn 88/77/EEG dienovereenkomstig moet worden gewijzigd,

HEBBERN DE VOLGENDE RICHTLIJN VASTGESTELD:

Artikel 1

Richtlijn 88/77/EEG wordt als volgt gewijzigd:

1. de titel wordt vervangen door:

„Richtlijn 88/77/EEG van de Raad van 3 december 1987 inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten met betrekking tot maatregelen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes door voertuigmotoren met compressieontsteking en de emissie van verontreinigende gassen door op aardgas of vloeibaar petroleumgas lopende voertuigmotoren met elektrische ontsteking”;

2. artikel 1 wordt vervangen door:

„Artikel 1

In deze richtlijn wordt verstaan onder:

- „voertuig”: een voertuig als omschreven in deel A van bijlage II van Richtlijn 70/156/EEG, aangedreven door een motor met compressieontsteking of een gasmotor, met uitzondering van voertuigen van categorie M₁ met een technisch toelaatbare maximummassa van ten hoogste 3,5 ton;
- „motor met compressieontsteking of gasmotor”: de aandrijvingsbron van een voertuig waarvoor typegoedkeuring als technische eenheid, als omschreven in artikel 2 van Richtlijn 70/156/EEG, kan worden verleend;
- „EEV”: milieuvriendelijker gemaakt voertuig, te weten een voertuig, aangedreven met een motor die voldoet aan de emissiegrenswaarden in rij C van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I”;

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

Artikel 2

1. Met ingang van 1 juli 2000 mogen de lidstaten niet:

- weigeren voor een type motorvoertuig, aangedreven door een motor met compressieontsteking of een gasmotor, de EG-typegoedkeuring te verlenen, het in artikel 10, lid 1, laatste streepje, van Richtlijn 70/156/EEG bedoelde document af te geven of de nationale typegoedkeuring te verlenen,
- de registratie, de verkoop, het in het verkeer brengen of het gebruik van dergelijke nieuwe voertuigen verbieden,
- weigeren de EG-typegoedkeuring voor een type motor met compressieontsteking of gasmotor te verlenen,
- de verkoop of het gebruik van nieuwe motoren met compressieontsteking of gasmotoren verbieden,

om redenen die verband houden met de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes en de opaciteit van de rook van een motor, indien aan de desbetreffende eisen van de bijlagen van Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, is voldaan, met name indien de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes alsmede de opaciteit van de rook van de motor voldoen aan de grenswaarden in rij A of rij B.1 of B.2, dan wel de grenswaarden in rij C van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn.

2. Met ingang van 1 oktober 2000:

- mogen de lidstaten de EG-typegoedkeuring niet meer verlenen noch het in artikel 10, lid 1, laatste streepje, van Richtlijn 70/156/EEG bedoelde document afgeven, en
- weigeren de lidstaten de nationale goedkeuring,

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

3. Met ingang van 1 oktober 2001 en met uitzondering van voertuigen en motoren die bestemd zijn voor uitvoer naar derde landen en van ruilmotoren voor in het verkeer zijnde voertuigen:

- 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
- verbieden de lidstaten de registratie, de verkoop, het in het verkeer brengen en het gebruik van nieuwe, door een motor met compressieontsteking of gasmotor aangedreven voertuigen en de verkoop en het gebruik van nieuwe motoren met compressieontsteking en gasmotoren,

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

4. Met ingang van 1 oktober 2005:

- mogen de lidstaten de EG-typegoedkeuring niet meer verlenen noch het in artikel 10, lid 1, laatste streepje, van Richtlijn 70/156/EEG bedoelde document afgeven, en
- weigeren de lidstaten de nationale goedkeuring,

voor een type motor met compressieontsteking of gasmotor of een type door een motor met compressieontsteking of een gasmotor aangedreven voertuig, indien de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes en de opaciteit van de rook van de motor niet voldoen aan de grenswaarden in rij B.1 van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn.

5. Met ingang van 1 oktober 2006 en met uitzondering van voertuigen en motoren die bestemd zijn voor uitvoer naar derde landen en van ruilmotoren voor in het verkeer zijnde voertuigen:

- 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
- verbieden de lidstaten de registratie, de verkoop, het in het verkeer brengen en het gebruik van nieuwe, door een motor met compressieontsteking of een gasmotor aangedreven voertuigen en de verkoop en het gebruik van nieuwe motoren met compressieontsteking en gasmotoren,

indien de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes en de opaciteit van de rook van de motor niet voldoen aan de grenswaarden in rij B.1 van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn.

6. Met ingang van 1 oktober 2008:

- mogen de lidstaten de EG-typegoedkeuring niet meer verlenen noch het in artikel 10, lid 1, laatste streepje, van Richtlijn 70/156/EEG bedoelde document afgeven, en
- weigeren de lidstaten de nationale goedkeuring,

voor een type motor met compressieontsteking of gasmotor of een type door een motor met compressieontsteking of een gasmotor aangedreven voertuig, indien de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes en de opaciteit van de rook van de motor niet voldoen aan de grenswaarden in rij B.2 van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn.

7. Met ingang van 1 oktober 2009 en met uitzondering van voertuigen en motoren die bestemd zijn voor uitvoer naar derde landen en van ruilmotoren voor in het verkeer zijnde voertuigen

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

indien de emissies van verontreinigende gassen en deeltjes en de opaciteit van de rook van de motor niet voldoen aan de grenswaarden in rij B.2 van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn.

8. In overeenstemming met lid 1 wordt een motor die voldoet aan de toepasselijke voorschriften van de bijlagen bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, en aan de grenswaarden in rij C van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, geacht te voldoen aan de voorschriften van de leden 2 tot en met 7.

Artikel 3

1. 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:

- a) zij zijn van toepassing op alle nieuwe voertuigen die op de markt van een lidstaat worden gebracht, welke eerder voldoen aan de grenswaarden in rij A van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, en vervolgens met ingang van 1 oktober 2000 aan de grenswaarden in rij B.1 of B.2 van die tabellen;

zij eindigen op de datum waarop de emissiegrenswaarden van artikel 2, lid 3, voor nieuwe voertuigen van kracht worden, dan wel op de data waarop de emissiegrenswaarden in rij B.1 of B.2 van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, van kracht worden;

- b) zij zijn van toepassing op alle nieuwe voertuigen die op de markt van een lidstaat worden gebracht, welke voldoen aan de emissiegrenswaarden in rij C van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn.

2. De stimuleringsmaatregelen belopen voor ieder type voertuig een bedrag dat lager ligt dan de extra kosten van de technische voorzieningen voor het voldoen aan de grenswaarden in rij A of rij B.1 of B.2, dan wel de grenswaarden in rij C van de tabellen in punt 6.2.1 van bijlage I bij Richtlijn 88/77/EEG, als gewijzigd bij deze richtlijn, en de montage daarvan op het voertuig.

3. De Commissie wordt tijdig op de hoogte gesteld van plannen tot fiscale stimuleringsmaatregelen als bedoeld in dit artikel, zodat zij daarover opmerkingen kan maken.

Artikel 4

Voertuigen worden met ingang van 1 oktober 2005, wat nieuwe typen betreft, en met ingang van 1 oktober 2006, wat alle typen betreft, uitgerust met een boorddiagnosesysteem (OBD-systeem) of een boordsysteem voor meting (OBM-systeem) ter controle van de uitlaatemissies tijdens het gebruik.

De Commissie doet daartoe voorstellen aan het Europees Parlement en de Raad. De voorgestelde bepalingen omvatten:

- een onbeperkte genormaliseerde toegang tot het OBD-systeem voor inspectie, diagnose, onderhoud en reparatie;
- de normalisatie van de foutcodes;
- de compatibiliteit van reserveonderdelen om reparatie, vervanging van onderdelen en onderhoud bij voertuigen met een OBD-systeem te vergemakkelijken.

Artikel 5

Met ingang van 1 oktober 2005, wat nieuwe typen betreft, en met ingang van 1 oktober 2006, wat alle typen betreft, wordt voor typegoedkeuring van voertuigen en motoren tevens een goede werking van de emissiecontrolevoorzieningen tijdens de normale levensduur van een voertuig of motor geëist.

De Commissie stelt een onderzoek in naar verschillen in de normale levensduur van diverse categorieën zware bedrijfsvoertuigen en overweegt of een voorstel moet worden ingediend betreffende passende duurzaamheidsvoorschriften per categorie.

Artikel 6

Met ingang van 1 oktober 2005, wat nieuwe typen betreft, en met ingang van 1 oktober 2006, wat alle typen betreft, wordt voor typegoedkeuring van voertuigen tevens een goede werking van de emissiebeheersingsvoorzieningen tijdens de normale levensduur van het voertuig onder normale bedrijfsomstandigheden geëist (conformiteit van goed onderhouden en op de juiste wijze gebruikte voertuigen die in het verkeer zijn).

Dit wordt door de Commissie bevestigd en aangevuld overeenkomstig artikel 7.

Artikel 7

De Commissie dient uiterlijk twaalf maanden na de inwerking-treding van deze richtlijn, maar in ieder geval uiterlijk 31 december 2000, bij het Europees Parlement en de Raad een voorstel in tot bevestiging of aanvulling van deze richtlijn.

In het voorstel wordt het volgende in aanmerking genomen:

- het toetsingsproces, vermeld in artikel 3 van Richtlijn 98/69/EG van het Europees Parlement en de Raad⁽¹⁾ en artikel 9 van Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad⁽²⁾;
- de ontwikkeling van emissiebeheersingstechnieken voor motoren met compressie-ontsteking en gasmotoren, met inbegrip van de nabehandelingstechniek, waarbij er rekening mee wordt gehouden dat dergelijke technieken samenhangen met de brandstofkwaliteit;
- de noodzaak van verbetering van de nauwkeurigheid en herhaalbaarheid van de huidige meet- en monsternemingsmethoden voor zeer geringe hoeveelheden deeltjes uit motoren;

⁽¹⁾ PB L 350 van 28.12.1998, blz. 1.

⁽²⁾ PB L 350 van 28.12.1998, blz. 58.

— de ontwikkeling van een wereldwijd geharmoniseerde testcyclus voor typegoedkeuringsproeven;

en het volgende vervat:

- voorschriften betreffende de invoering van een OBD-systeem voor zware bedrijfsvoertuigen met ingang van 1 oktober 2005 overeenkomstig artikel 4 en, mutatis mutandis, de bepalingen van Richtlijn 98/69/EG betreffende de beperking van de uitlaatemissies van personenauto's en lichte bedrijfsvoertuigen;
- bepalingen betreffende de duurzaamheid van emissiebeheersingsvoorzieningen die op 1 oktober 2005 in werking treden, overeenkomstig artikel 5;
- bepalingen om de conformiteit van in het verkeer zijnde voertuigen te verzekeren in de typegoedkeuringsprocedure voor zware bedrijfsvoertuigen die op 1 oktober 2005 in werking treden, overeenkomstig artikel 6, waarbij op een kosten-batenbasis rekening wordt gehouden met de specifieke kenmerken van de proeven met de motoren van die voertuigen en met de specifieke informatie die OBD-systemen verschaffen;
- geschikte grenswaarden voor momenteel niet aan voorschriften onderworpen verontreinigende stoffen in verband met de introductie van nieuwe, alternatieve brandstoffen op grote schaal.

De Commissie legt uiterlijk 31 december 2001 een rapport voor over de vorderingen bij de onderhandelingen over een wereldwijd geharmoniseerde testcyclus.

De Commissie legt het Europees Parlement en de Raad uiterlijk 30 juni 2002 een rapport voor over de voorschriften voor de werking van een OBM-systeem. Op basis van dat rapport dient de Commissie een voorstel in voor maatregelen die uiterlijk 1 januari 2005 in werking treden, met inbegrip van de technische specificaties en de bijbehorende bijlagen, om te voorzien in de typegoedkeuring van OBM-systemen die ten minste een zelfde controleniveau bieden als OBD-systemen en daarmee compatibel zijn.

De Commissie beoordeelt uiterlijk 31 december 2002 de beschikbare technieken met het oog op een bevestiging van de bindende NO_x-grenswaarde voor 2008 in een rapport aan het Europees Parlement en de Raad, dat zonodig vergezeld gaat van passende voorstellen.

Artikel 8

1. De lidstaten doen de nodige wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen in werking treden om voor 1 juli 2000 aan deze richtlijn te voldoen. Zij stellen de Commissie daarvan onverwijld in kennis.

Wanneer de lidstaten deze bepalingen aannemen, wordt in die 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 9

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

Artikel 10

Deze richtlijn is gericht tot de lidstaten.

Gedaan te Brussel, 13 december 1999.

Voor het Europees Parlement

De Voorzitter

N. FONTAINE

Voor de Raad

De Voorzitter

S. HASSI

BIJLAGE

INHOUD

	<i>Bladzijde</i>
BIJLAGE I TOEPASSINGSGEBIED, DEFINITIES EN AFKORTINGEN, AANVRAAG VAN EG-TYPEGOEDKEURING, SPECIFICATIES EN TESTS EN OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE	10
1. Toepassingsgebied	10
2. Definities en afkortingen	10
3. Aanvraag om EG-goedkeuring	16
4. EG-goedkeuring	17
5. Merktekens op de motor	19
6. Specificaties en proeven	21
7. Montage in het voertuig	23
8. Motorfamilie	23
9. Overeenstemming van de productie	25
Aanhangsel 1 Procedure voor controle van de overeenstemming van de productie wanneer de standaarddeviatie aanvaardbaar is.....	28
Aanhangsel 2 Procedure voor controle van de overeenstemming van de productie wanneer de standaarddeviatie niet aanvaardbaar of niet beschikbaar is	30
Aanhangsel 3 Procedure voor controle van de overeenstemming van de productie op verzoek van de fabrikant	32
BIJLAGE II INLICHTINGENFORMULIER.....	34
Aanhangsel 1 Essentiële eigenschappen van de (basis)motor en gegevens over de uitvoering van de proef.....	35
1. Beschrijving van de motor	35
2. Voorzieningen tegen luchtverontreiniging	36
3. Brandstoftoevoer	37
4. Klepafstelling	40
5. Ontstekingsstelsel (alleen motoren met elektrische ontsteking)	40
6. Met de motor aangedreven hulpapparatuur	40
7. Aanvullende gegevens over testvoorwaarden	41
8. Motorprestaties	42
Aanhangsel 2 Essentiële eigenschappen van de motorfamilie.....	44
1. Gemeenschappelijke parameters	44
2. Gegevens van de motorfamilie	44
Aanhangsel 3 Essentiële eigenschappen van het motortype binnen de familie.....	46
1. Beschrijving van de motor	46
2. Voorzieningen tegen luchtverontreiniging	47
3. Brandstoftoevoer	48
4. Klepafstelling	51
5. Ontstekingsstelsel (alleen motoren met elektrische ontsteking)	51
Aanhangsel 4 Eigenschappen van de met de motor samenhangende voertuigonderdelen	52

	<i>Bladzijde</i>
BIJLAGE III TESTPROCEDURE.....	53
1. Inleiding	53
2. Testvoorwaarden	54
Aanhangsel 1 ESC- en ELR-testcyclussen	56
1. Motor- en dynamometerafstelling	56
2. Uitvoering van de ESC-proef	57
3. ELR-testcyclus	59
4. Berekening van de gasvormige emissies	61
5. Berekening van de deeltjesemissie	64
6. Berekening van de rookwaarden	66
Aanhangsel 2 ETC-testcyclus.....	68
1. Procedure voor bepaling van de motorkarakteristiek	68
2. De referentietestcyclus	68
3. Uitvoering van de emissiemeetcyclus	69
4. Berekening van de gasvormige emissies	73
5. Berekening van de deeltjesemissie (uitsluitend voor dieselmotoren)	77
Aanhangsel 3 ETC-motor-dynamometerschema.....	79
Aanhangsel 4 Metingen en bemonsteringsprocedures.....	89
1. Inleiding	89
2. Dynamometer en meetcel-apparatuur	89
3. Bepaling van de gasvormige bestanddelen	90
4. Bepaling van de deeltjes	92
5. Bepaling van de rookwaarde	94
Aanhangsel 5 Kalibratieprocedure	96
1. Kalibratie van de analytische instrumenten	96
2. Kalibratie van het CVS-systeem	102
3. Kalibratie van het deeltjesmeetsysteem	104
4. Kalibratie van de opaciteitsmeetapparatuur	105
BIJLAGE IV TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DE REFERENTIEBRANDSTOF DIE VOORGESCHREVEN IS VOOR DE KEURING EN DE CONTROLE VAN DE OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE.....	106
1. Dieselbrandstof	106
2. Aardgas	107
3. Vloeibaar petroleumgas (LPG)	108
BIJLAGE V ANALYSE- EN BEMONSTERINGSSYSTEMEN	109
1. Bepaling van de gasvormige emissies	109
2. Uitlaatgasverdunding en bepaling van de deeltjesconcentratie	116
3. Rookwaardebepaling	131
BIJLAGE VI EG-TYPEGOEDKEURINGSFORMULIER.....	135
BIJLAGE VII VOORBEELD VAN DE BEREKENINGSMETHODE	137

FIGUURINDEX

	<i>Bladzijde</i>
<i>Figuur 1</i>	Specifieke definities van testcycli 12
<i>Figuur 2</i>	Schematische voorstelling van beproeving van de overeenstemming van de productie 27
<i>Figuur 3</i>	Verloop van de ELR-test 60
<i>Figuur 4</i>	Interpolatie van het NO _x -controlepunt 63
<i>Figuur 5</i>	ETC-dynamometerschema 88
<i>Figuur 6</i>	Schema voor de controle van de doelmatigheid van de NO ₂ -omzetter 99
<i>Figuur 7</i>	Stroomdiagram van een systeem voor de analyse van CO, CO ₂ , NO _x en HC in het ruwe uitlaatgas 109
<i>Figuur 8</i>	Stroomdiagram van een systeem voor de analyse van CO, CO ₂ , NO _x en HC in het verdunde uitlaatgas 110
<i>Figuur 9</i>	Stroomdiagram voor methaananalyse (GC-methode) 113
<i>Figuur 10</i>	Stroomdiagram voor de analyse van methaan met de niet-methaancuttermethode (NMC) 115
<i>Figuur 11</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering (regeling van SB) 117
<i>Figuur 12</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering (regeling van PB) 117
<i>Figuur 13</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met meting van CO ₂ - of NO _x -concentratie en deelbemonstering 118
<i>Figuur 14</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met meting van de CO ₂ -concentratie, koolstofbalans en totale bemonstering 118
<i>Figuur 15</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met één venturi, meting van de concentratie en deelbemonstering 119
<i>Figuur 16</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met twee venturi's of twee openingen, meting van de concentratie en deelbemonstering 120
<i>Figuur 17</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met scheiding door verscheidene buisjes, meting van de concentratie en deelbemonstering 121
<i>Figuur 18</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met stroomregeling en totale bemonstering 122
<i>Figuur 19</i>	Partiële-stroomverduunningssysteem met stroomregeling en deelbemonstering 122
<i>Figuur 20</i>	Volledig stroomverduunningssysteem 126
<i>Figuur 21</i>	Deeltjesbemonsteringssysteem 129
<i>Figuur 22</i>	Dubbele-verduunningssysteem (alleen volledige-stroomsysteem) 129
<i>Figuur 23</i>	Volledige-stroomopaciteitsmeter 132
<i>Figuur 24</i>	Partiële-stroomopaciteitsmeter 133

TABELINDEX

<i>Tabel 1</i>	Grenswaarden — ESC- en ELR-test 22
<i>Tabel 2</i>	Grenswaarden — ETC-test 22
<i>Tabel 3</i>	Drempelwaarden voor een positief en een negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aangesel 1 29
<i>Tabel 4</i>	Drempelwaarden voor een positief en negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aangesel 2 31
<i>Tabel 5</i>	Drempelwaarden voor een positief en negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aangesel 3 33
<i>Tabel 6</i>	Regressierechte-toleranties 72
<i>Tabel 7</i>	Bij de regressie-analyse toegestaan schrappen van punten 73
<i>Tabel 8</i>	Nauwkeurigheid van de meetinstrumenten 89
<i>Tabel 9</i>	Aanbevolen filterbelastingen 93

BIJLAGE I

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

1. TOEPASSINGSGBIED

Deze richtlijn is van toepassing op verontreinigende gassen en deeltjes van alle motorvoertuigen met motoren met compressieontstekingen en op verontreinigende gassen van alle motorvoertuigen met motoren met elektrische ontsteking die op aardgas of LPG lopen, alsmede op motoren met compressieontsteking en elektrische ontsteking als omschreven in artikel 1, met uitzondering van de voertuigen van categorie N₁, N₂ en M₂ waarvoor typegoedkeuring is verleend krachtens Richtlijn 70/220/EEG van de Raad⁽¹⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 98/77/EG van de Commissie⁽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 verontreinigende gassen en deeltjes;
- 2.3. „dieselmotor” een motor die werkt volgens het principe van compressieontsteking;

„gasmotor” een motor die loopt op aardgas of vloeibaar petroleumgas (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 die op grond van het ontwerp, als gedefinieerd in bijlage II, aanhangsel 2 van deze richtlijn, vergelijkbare uitlaatemissie-eigenschappen hebben; alle leden van de familie moeten voldoen aan de van toepassing zijnde emissiegrenswaarden;
- 2.6. „basismotor” 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 aardgas (NMCH)), methaan (uitgaande van een verhouding van CH₄ voor aardgas) en stikstofoxiden, waarbij laatstgenoemde kunnen worden uitgedrukt in stikstofdioxide(NO₂)-equivalent;

„verontreinigende deeltjes” materiaal dat verzameld wordt op een gespecificeerd filtermedium 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 286 van 23.10.1998, blz. 1.

- 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 die is beschreven in Richtlijn 80/1269/EEG van de Commissie ⁽¹⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG ⁽²⁾;
- 2.10. „*opgegeven maximumvermogen*” (P_{\max}) het maximumvermogen in kW (nettovermogen) (EG) als opgegeven door de fabrikant in de aanvraag om typegoedkeuring;
- 2.11. „*procentuele belasting*” het deel van het beschikbare maximumkoppel 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. „*normaal toerentalgebied*” het motortoerentalgebied dat het meest frequent voorkomt tijdens de werking 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. „*motortoerentalen A, B en C*” de beproevingsstoerentalen binnen het normale motortoerentalgebied 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 motortoerentalen 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 aan de lichtverzwakking;
- 2.22. „*aardgasgroep*” een van de gasgroepen H en L als gedefinieerd in Euro-norm EN 437 van november 1993;
- 2.23. „*zelfaanpassend vermogen*” een motoronderdeel waarmee de lucht/brandstofverhouding constant kan worden gehouden;
- 2.24. „*herkalibratie*” een fijnafstelling van een aardgasmotor 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 volume-eenheid en de tweedemachtswortel van de relatieve dichtheid onder dezelfde referentieomstandigheden

$$W = H_{\text{gas}} \times \sqrt{\rho_{\text{air}} / \rho_{\text{gas}}}$$

⁽¹⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽²⁾ PB L 125 van 16.5.1997, blz. 31.

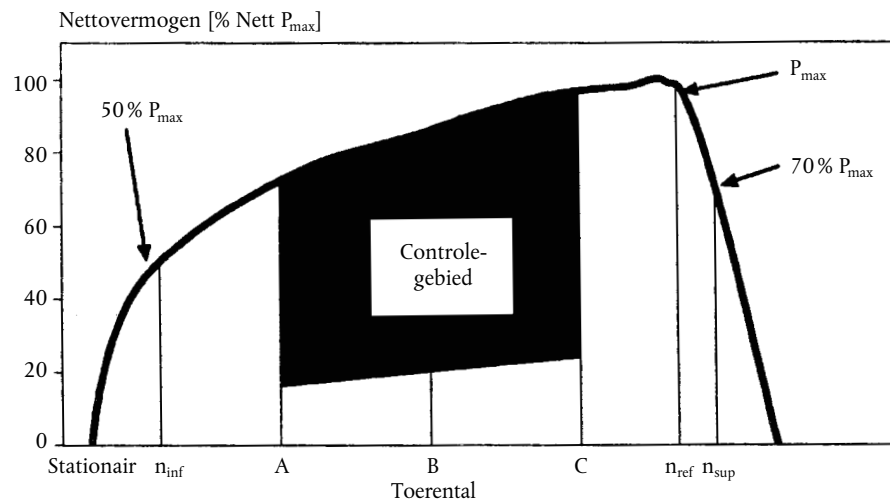
- 2.26. „ λ -verschuivingsfactor (S_λ)“ een uitdrukking die de vereiste flexibiliteit van het motorregelsysteem beschrijft voor wat betreft een verandering van de verhouding λ (overmaat lucht) indien de motor op een gas met een andere samenstelling dan puur methaan loopt (zie bijlage VII voor de berekening van S_λ);
- 2.27. „EEV“ milieuvriendelijker gemaakt voertuig, te weten een type voertuig, aangedreven met een motor die voldoet aan de emissiegrenswaarden in rij C van de tabellen in punt 6.2.1 van deze bijlage;
- 2.28. „manipulatievoorziening“ een element van het motor- of voertuigontwerp dat de snelheid van het voertuig, het toerental, de ingeschakelde versnelling, de temperatuur, de inlaatdruk of een andere parameter meet of met een sensor bepaalt om de werking van een onderdeel van het emissiebeheersingssysteem te activeren, te moduleren, te vertragen of uit te schakelen op zodanig wijze dat de doelmatigheid van het emissiebeheersingssysteem verminderd wordt onder omstandigheden die bij een normaal voertuiggebruik optreden.

Een dergelijke voorziening wordt niet beschouwd als een manipulatievoorziening indien:

- de voorziening nodig is om de motor te beschermen tegen af en toe optredende werkingsomstandigheden die zouden kunnen leiden tot defecten of storingen en daartoe geen andere middelen bestaan die de doelmatigheid van het emissiebeheersingssysteem niet verminderen;
- de voorziening slechts werkt wanneer dat nodig is tijdens het starten en/of warmlopen en daartoe geen andere middelen bestaan die de doelmatigheid van het emissiebeheersingssysteem niet verminderen.

Figuur 1

Specifieke definities van testcycli



2.29. Symbolen en afkortingen

2.29.1. Symbolen voor testparameters

Symbool	Eenheid	Term
A_p	m^2	Oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de isokinetische bemonsterings-sonde
A_T	m^2	Oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de uitlaatpijp
CE_E	—	Ethaanrendement
CE_M	—	Methaanrendement
Cl	—	Koolstof-1-equivalent koolwaterstof

Symbol	Eenheid	Term
conc	ppm/vol %	Index die de concentratie aangeeft
D_0	m^3/s	Intercept van de PDP-kalibratiefunctie
DF	—	Verdunningsfactor
D	—	Bessel-functieconstante
E	—	Bessel-functieconstante
E_Z	g/kWh	Geïnterpoleerde NO_x -emissie op het controlepunt
f_a	—	Atmosferische factor van het laboratorium
f_c	s^{-1}	Grensfrequentie 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	Equivalent verdunde uitlaatgasmassastroom op natte basis
G_{EXHW}	kg/h	Uitlaatgasmassastroom op natte basis
G_{FUEL}	kg/h	Brandstofmassastroom
G_{TOTW}	kg/h	Verdunde uitlaatgasmassastroom 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 toestand van de testfasen 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-kalibratiefunctie
$K_{W,a}$	—	Droog/natcorrectiefactor voor de inlaatlucht

Symbool	Eenheid	Term
$K_{W,d}$	—	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 het toerental tijdens de proef
L_a	m	Effectieve optische weglengte
m		Helling van de PDP-kalibratiefunctie
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_{SAM}	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
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}	Referentie-motortoerental voor de ETC-test
p_a	kPa	Verzadigde dampdruk van de motorinlaatlucht
p_A	kPa	Absolute druk
p_B	kPa	Totale luchtdruk

Symbol	Eenheid	Term
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 geabsorbeerd vermogen
$P(b)$	kW	Door de voor de test te verwijderen hulpapparatuur geabsorbeerd 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 de Bessel-functie
t_p	s	Fysische responsietijd
Δt	s	Tijdsinterval tussen opeenvolgende rookgegevens (1 = bemonsteringsgraad)
Δt_i	s	Tijdsinterval voor momentane CFV-stroom
τ	%	Rooktransmissie
V_0	m ³ /omw	PDP-volumestroom onder werkelijke omstandigheden
W	—	Wobbe-index
W_{act}	kWh	Werkelijke cyclusarbeid van de ETC

Symbool	Eenheid	Term
W_{ref}	kWh	Referentiecycclusarbeid van de ETC
WF	—	Wegingsfactor
WF_E	—	Effectieve wegingsfactor
X_0	m ³ /oms	Kalibratiefunctie van de PDP-volumestroom
Y_i	m ⁻¹	Gemiddelde Bessel-rookwaarde over 1 seconde

2.29.2. Symbolen voor chemische bestanddelen

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

2.29.3. Afkortingen

CFV	Venturibuis met kritische stroming
CLD	Chemiluminescentiedetector
ELR	Europese belastingresponsiecyclus
ESC	Europese statische-toestandcyclus
ETC	Europese transiënte cyclus
FID	Vlamionisatiedetector
GC	Gaschromatograaf
HCLD	Verwarmde chemiluminescentiedetector
HFID	Verwarmde vlamionisatiedetector
LPG	Vloeibaar petroleumgas
NDIR	Niet-dispersieve infrarood-analysator
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 om 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 zijn gemachtigde.
- 3.1.2. De aanvraag gaat vergezeld van de volgende gegevens in drievoud:
- 3.1.2.1. een beschrijving van het motortype of motorfamilie, indien van toepassing, met de inlichtingen, als bedoeld in bijlage II van deze richtlijn, overeenkomstig de voorschriften van de artikelen 3 en 4 van Richtlijn 70/156/EEG.
- 3.1.3. Een motor met de in bijlage II beschreven kenmerken van het „motortype” of de „basismotor” wordt verstrekt aan de technische dienst die belast is met de uitvoering van de in punt 6 beschreven goedkeuringsproeven.

3.2. **Aanvraag om EG-goedkeuring voor een voertuigtype wat de motor betreft**

3.2.1. De aanvraag om goedkeuring van een voertuig met betrekking tot de emissie van verontreinigende gasen en deeltjes door een dieselmotor of motorfamilie en met betrekking tot de emissie van verontreinigende gassen door de gasmotor of gasmotorfamilie wordt ingediend door de voertuigfabrikant of zijn naar behoren gemachtigde vertegenwoordiger.

3.2.2. Zij gaat vergezeld van de volgende gegevens in drievoud:

3.2.2.1. een beschrijving van het voertuigtype, de met de motor verband houdende voertuigonderdelen en het motortype of de motorfamilie, indien van toepassing, met de inlichtingen, bedoeld in bijlage II, tezamen met de documentatie die vereist is op grond van artikel 3 van Richtlijn 70/156/EEG.

3.3. **Aanvraag om EG-goedkeuring voor een voertuigtype met een goedgekeurde motor**

3.3.1. De aanvraag om goedkeuring van een voertuig met betrekking tot de emissie van verontreinigende gasen en deeltjes van een dieselmotor of -motorfamilie en met betrekking tot de emissie van verontreinigende gassen door de gasmotor of gasmotorfamilie moet worden ingediend door de voertuigfabrikant of zijn gemachtigde.

3.3.2. Zij gaat vergezeld van de volgende gegevens in drievoud:

3.3.2.1. een beschrijving van het voertuigtype en de met de motor verband houdende voertuigonderdelen met de gegevens, 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 vereist is op grond van artikel 3 van Richtlijn 70/156/EEG.

4. EG-GOEDKEURING

4.1. **Verlening van multibrandstof-EG-goedkeuring**

Een multibrandstof-EG-goedkeuring wordt verleend onder de volgende voorwaarden:

4.1.1. In geval van dieselbrandstof moet de basismotor voldoen aan de voorschriften van deze richtlijn betreffende de referentiebrandstof in bijlage IV.

4.1.2. Bij aardgas moet worden aangetoond dat de basismotor zich kan aanpassen aan alle brandstofsamenstellingen die op de markt kunnen zijn. Bij aardgas zijn er over het algemeen twee typen brandstof: brandstof met een hoge verbrandingswaarde (H-gas) en brandstof met een lage verbrandingswaarde (L-gas). Binnen die twee gasgroepen bestaat echter veel variatie; er zijn sterke verschillen in de energie-inhoud, uitgedrukt door de Wobbe-index, en de 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. In de samenstelling van de referentiebrandstoffen is rekening gehouden met de variaties in die parameters.

De basismotor moet voldoen aan de voorschriften van deze richtlijn voor de referentiebrandstoffen G20 en G25, als vermeld in bijlage IV, zonder dat de brandstoftoevoer tussen de twee proeven opnieuw wordt afgesteld. De motor mag zich echter gedurende één ETC-cyclus zonder meting aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de basismotor 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 zichzelf aanpast aan H-gassen enerzijds en L-gassen anderzijds, waarbij met een schakelaar tussen gasgroep H en gasgroep L kan worden overgeschakeld, moet de basismotor in elke stand van de schakelaar worden beproefd met de twee referentiebrandstoffen, aangegeven in bijlage IV voor elke gasgroep. De brandstoffen zijn G20 (brandstof 1) en G23 (brandstof 2) voor gasgroep H en G23 (brandstof 1) en G25 (brandstof 2) voor gasgroep L. De basismotor moet voldoen aan de voorschriften van deze richtlijn in beide standen van de schakelaar, bij elke stand van de schakelaar zonder tussentijdse afstelling van het brandstofsysteem tussen beide testen. De motor mag zich echter gedurende één ETC-cyclus zonder meting aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de basismotor 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 λ -verschuivingsfactor (S_λ) tussen die van de brandstoffen G20 en G25 ligt, bv. 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” wordt voor elke verontreinigde stof als volgt 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. Bij LPG moet worden aangetoond dat de basismotor zich kan aanpassen aan alle brandstofsamenstellingen die op de markt kunnen zijn. Bij LPG zijn er variaties in de samenstelling C3/C4. In de referentiebrandstoffen is rekening gehouden met die variaties. De basismotor moet voldoen aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen A en B, als vermeld in bijlage IV, zonder dat de brandstoftoevoer tussen de twee proeven opnieuw wordt afgesteld. De motor mag zich echter gedurende één ETC-cyclus zonder meting aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de basismotor zijn ingelopen volgens de procedure van punt 3 van aanhangsel 2 van bijlage III.

4.1.4.1. De verhouding van de emissieresultaten „r” wordt voor elke verontreinigde stof als volgt 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 arm-mengsel-aardgasmotoren zelfaanpassend te maken. Deze motoren bieden echter een rendements- en CO₂-emissievoordeel. Indien een gebruiker kan rekenen op de levering van brandstof van uniforme samenstelling, kan hij kiezen voor een arm-mengsel-motor. Een dergelijke motor zou kunnen worden goedgekeurd met een brandstofbeperking. In het belang van de internationale harmonisatie wordt het wenselijk geacht dat een exemplaar van een dergelijke motor internationaal wordt goedgekeurd. Motorvarianten met een brandstofbeperking moeten dan identiek zijn, behalve wat betreft de inhoud van het gegevensbestand van de elektronische regeleenheid (ECU) van het brandstofsysteem en onderdelen van het brandstofsysteem (zoals de inspuitskoppen) die moeten worden aangepast aan de verschillende brandstofstromen.

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

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

De basismotor moet worden getest met de twee referentiebrandstoffen die zijn aangegeven in bijlage IV voor de betrokken gasgroep; de brandstoffen zijn G20 (brandstof 1) en G23 (brandstof 2) voor gasgroep H en G23 (brandstof 1) en G25 (brandstof 2) voor gasgroep L. De basismotor moet voldoen aan de emissievoorschriften zonder dat de brandstoftoevoer tussen de twee proeven opnieuw wordt afgesteld. De motor mag zich echter gedurende een ETC-cyclus zonder meting aanpassen nadat de brandstof is gewijzigd. Voor de proef moet de basismotor 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 motor met een derde brandstof (brandstof 3) getest worden, indien de Wobbe-index tussen die van de brandstoffen G20 en G23 c.q. G23 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.

- 4.2.1.2. 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 plaatje waarop is vermeld voor welke gasgroep de motor is goedgekeurd.

- 4.2.2. *Goedkeuring wat betreft uitlaatemissies van een motor die loopt op aardgas of LPG en bestemd is voor brandstof van een bepaalde samenstelling*

- 4.2.2.1. De basismotor moet voldoen aan de emissievoorschriften voor de referentiebrandstoffen G20 en G25 in geval van aardgas, en aan die voor referentiebrandstoffen A en B in geval van LPG, als vermeld in bijlage IV. Tussen de proeven mag het brandstofsysteem worden bijgesteld. Deze fijnafstelling bestaat uit herkalibratie 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.

- 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 gasgroep H of gasgroep L.

- 4.2.2.3. Bij aflevering aan de afnemer moet de motor voorzien zijn van een plaatje (zie punt 5.1.5) waarop is vermeld voor welke brandstofsamenstelling de motor is gekalibreerd.

4.3. **Goedkeuring van de uitlaatemissies van een lid van een motorfamilie**

- 4.3.1. Met uitzondering van het in punt 4.3.2 genoemde geval wordt de goedkeuring van een basismotor zonder verdere beproeving uitgebreid tot alle motoren van een familie voor alle brandstofsamenstellingen binnen de gasgroep waarvoor de basismotor is goedgekeurd (in geval van de in punt 4.2.2 beschreven motoren) of voor dezelfde brandstoffen respectievelijk dezelfde gasgroep waarvoor de basismotor is goedgekeurd (in geval van de in punt 4.1 of 4.2 beschreven motoren).

- 4.3.2. *Secundaire proefmotor*

Indien de goedkeuringsinstantie in het geval van een aanvraag om goedkeuring van een motor of een voertuig wat betreft de tot een motorfamilie behorende motor constateert dat de ingediende aanvraag niet geheel representatief is aangaande de gekozen basismotor voor de in ahangsel 1 van bijlage I beschreven motorfamilie, dan kan zij een andere en zo nodig een extra referentietestmotor selecteren en testen.

4.4. **Goedkeuringsformulier**

Bij goedkeuring overeenkomstig de punten 3.1, 3.2 en 3.3 wordt een formulier volgens het model van bijlage VI afgegeven.

5. MERKTEKENS OP DE MOTOR

- 5.1. De als technische eenheid goedgekeurde motor moet zijn voorzien van:

- 5.1.1. handelsmerk of firmanaam van de fabrikant van de motor;

- 5.1.2. handelsbenaming van de fabrikant;
- 5.1.3. het EG-typegoedkeuringsnummer, voorafgegaan door de kenletter(s) van het land dat de EG-typegoedkeuring heeft verleend⁽¹⁾.
- 5.1.4. In geval van een aardgasmotor moet een van de volgende merktekens na het EG-typegoedkeuringsnummer worden geplaatst:
- H bij een motor, goedgekeurd en gekalibreerd voor gasgroep H;
 - L bij een motor, goedgekeurd en gekalibreerd voor gasgroep L;
 - HL bij een motor, goedgekeurd en gekalibreerd voor zowel gasgroep H als gasgroep L;
 - H_t bij een motor, goedgekeurd en gekalibreerd voor een specifieke gassenstelling van gasgroep H, die door fijnafstelling van het brandstofsysteem van de motor ingesteld kan worden op een ander specifiek gas van gasgroep H;
 - L_t bij een motor, goedgekeurd en gekalibreerd voor een specifieke gassenstelling van gasgroep L, die door fijnafstelling van het brandstofsysteem van de motor ingesteld kan worden op een ander specifiek gas van gasgroep L;
 - HL_t bij een motor, goedgekeurd en gekalibreerd voor een specifieke gassenstelling van hetzij gasgroep H, hetzij gasgroep L, die door fijnafstelling van het brandstofsysteem van de motor ingesteld kan worden op een ander specifiek gas van hetzij gasgroep H, hetzij gasgroep L.

5.1.5. Plaatjes

In geval van aardgas- en LPG-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 4.2.1.3 staat op het plaatje „ALLEEN VOOR GEBRUIK MET AARDGAS VAN GASGROEP H”. „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 die zijn opgegeven door de motorfabrikant.

De letters en cijfers moeten minstens 4 mm hoog zijn.

Noot:

Indien er niet voldoende plaats is voor die gegevens, mag een vereenvoudigde code worden gebruikt. In dat geval moet nadere uitleg met alle voornoemde informatie gemakkelijk toegankelijk zijn voor wie de brandstoftank vult of onderhoud of reparaties van de motor en de bijbehorende onderdelen verricht, alsmede de betrokken autoriteiten. De plaats waar die nadere uitleg zich bevindt en de inhoud ervan worden in overleg bepaald door de fabrikant en de goedkeuringsinstantie.

5.1.5.2. Eigenschappen

De plaatjes moeten een even grote levensduur als de motor hebben en duidelijk leesbaar zijn. De letters en cijfers moeten onuitwisbaar zijn. Bovendien moet de wijze van bevestiging van de plaatjes afgestemd zijn op de nuttige levensduur van de motor en mogen zij niet kunnen worden verwijderd zonder vernietigd of onherkenbaar beschadigd te worden.

⁽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.

5.1.5.3. Plaatsing

De plaatjes moeten worden bevestigd aan een motoronderdeel dat noodzakelijk is voor de normale werking van de motor en normaliter niet hoeft te worden vervangen gedurende de levensduur van de motor. Bovendien moeten zij zodanig worden geplaatst dat ze gemakkelijk leesbaar zijn voor de gemiddelde waarnemer nadat alle voor de werking van de motor noodzakelijke toebehoren op de motor zijn gemonteerd.

5.2. In geval van aanvraag om EG-goedkeuring van een voertuigtype wat betreft de motor moeten de in punt 5.1.5 vermelde opschriften tevens dicht bij het vulgat van de brandstoftank worden aangebracht.

5.3. In geval van een aanvraag om EG-goedkeuring van een voertuigtype met een goedgekeurde motor moeten de in punt 5.1.5 genoemde opschriften tevens 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 gemonteerd, dat de motor bij normaal gebruik voldoet aan de bepalingen van deze richtlijn.

6.1.1. Het is verboden een manipulatievoorziening en/of een abnormale emissiebeperkingsstrategie toe te passen. Indien de goedkeuringsinstantie vermoedt dat er onder bepaalde bedrijfsomstandigheden een of meer manipulatievoorzieningen en/of abnormale emissiebeperkingsstrategieën worden toegepast, moet de fabrikant op verzoek informatie verstrekken over de werking van dergelijke voorzieningen en/of beperkingsstrategieën en het effect ervan op de emissies. Tot die informatie behoort een beschrijving van alle emissiebeperkingscomponenten en de logica van het brandstofregelingssysteem met inbegrip van de tijdsafstellingen en de schakelpunten in alle werkingstoestanden. Die informatie wordt strikt vertrouwelijk behandeld en niet bij de in bijlage I, punt 3, voorgeschreven informatie gevoegd.

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

Voor typegoedkeuring volgens rij A van de tabellen in punt 6.2.1 worden de emissies gemeten in ESC- en ELR-tests met conventionele dieselmotoren met inbegrip van die welke zijn uitgerust met elektronische brandstofinspuitapparatuur, uitlaatgasrecirculatie (EGR) en/of oxidatiekatalysator. Dieselmotoren die zijn uitgerust met moderne uitlaatgasbehandelingssystemen, b.v. NO_x-katalysatoren en/of deeltjesvangsers, moeten bovendien een ETC-test ondergaan.

Voor typegoedkeuring volgens rij B.1 of B.2 of rij C van de tabellen in punt 6.2.1 worden de emissies gemeten met de ESC-test, de ELR-test en de ETC-test.

Voor gasmotoren worden de gasvormige emissies bepaald met behulp van de ETC-test.

De ESC- en ELR-testprocedures zijn beschreven in aanhangsel 1 van bijlage III, de ETC-testprocedure in de aanhangsels 2 en 3 van bijlage III.

De emissie van verontreinigende gassen en deeltjes (indien van toepassing) en van rook (indien van toepassing) door de motor die voor de keuring ter beschikking is gesteld, wordt gemeten volgens de in aanhangsel 4 van bijlage III beschreven methoden. In bijlage V worden de aanbevolen analysesystemen voor de verontreinigende gassen, de aanbevolen bemonsteringssystemen en de aanbevolen opaciteitsmeetssystemen beschreven.

Andere systemen of analyse-apparatuur kunnen door de technische dienst worden goedgekeurd, indien wordt aangetoond dat daarmee gelijkwaardige resultaten bij de betrokken testcyclus worden verkregen. De systeemgelijkwaardigheid moet worden vastgesteld aan de hand van een correlatiestudie met 7 monsterparen (of meer) tussen het systeem dat wordt onderzocht en een van de referentiesystemen van deze richtlijn. Voor de deeltjesemissie is alleen het volledige-stroomverdundingssysteem als referentiesysteem toegestaan. De „resultaten” hebben betrekking op de emissiewaarden bij een specifieke cyclus. De correla-

tietest moet worden uitgevoerd in hetzelfde laboratorium, in dezelfde meetcel en met dezelfde motor en bij voorkeur gelijktijdig. Gelijkaardigheid bestaat, wanneer de gemiddelde waarden van de monsterparen met een tolerantie van $\pm 5\%$ overeenstemmen. Voor de opnemings van een nieuw systeem in de richtlijn moet de gelijkaardigheid zijn bepaald op basis van een berekening van de herhaalbaarheid en de reproduceerbaarheid volgens ISO 5725.

6.2.1. Grenswaarden

De specifieke massa van het koolmonoxide, het totaal aan koolwaterstoffen, de stikstofoxiden en de deeltjes, die is bepaald met de ESC-test, en de opaciteit van de rook, die is bepaald met de ELR-test, mogen niet meer bedragen dan de in tabel 1 aangegeven waarden.

Tabel 1

Grenswaarden — ESC- en ELR-test

Rij	Massa koolmonoxide	Massa koolwaterstoffen	Massa stikstofoxiden	Massa deeltjes		Rook
	(CO) g/kWh	(HC) g/kWh	(NO _x) g/kWh	(PT) g/kWh		m ⁻¹
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10	0,13 ⁽¹⁾	0,8
B1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02		0,5
B2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02		0,5
C (EEV)	1,5	0,25	2,0	0,02		0,15

⁽¹⁾ Bij motoren met een slagvolume van minder dan 0,75 dm³ per cilinder en een nominaal toerental van meer dan 3 000 min⁻¹.

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

Tabel 2

Grenswaarden — ETC-test ⁽¹⁾

Rij	Massa koolmonoxide	Massa non-methaankoolwaterstoffen	Massa methaan	Massa stikstofoxiden	Massa deeltjes	
	(CO) g/kWh	(NMHC) g/kWh	(CH ₄) ⁽²⁾ g/kWh	(NO _x) g/kWh	(PT) ⁽³⁾ g/kWh	
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16	0,21 ⁽⁴⁾
B1 (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03	
B2 (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03	
C (EEV)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02	

⁽¹⁾ De voorwaarden voor het controleren van de aanvaardbaarheid van de ETC-tests (zie bijlage III, aanhangsel 2, punt 3.9) voor de emissiemeting van gasmotoren in verband met de grenswaarden van rij A worden getoetst en zo nodig gewijzigd volgens de procedure van artikel 13 van Richtlijn 70/156/EEG.

⁽²⁾ Alleen bij aardgasmotoren.

⁽³⁾ Niet van toepassing op gasmotoren in fase A (2000) en fase B1 en B2.

⁽⁴⁾ Voor motoren met een slagvolume van minder dan 0,75 dm³ 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 naar keuze de massa van het totaal aan koolwaterstoffen (THC) volgens de ETC-test meten in plaats van de massa van andere koolwaterstoffen dan methaan. In dat geval is de grenswaarde voor de massa van het totaal aan 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 dan 10% boven de geïnterpoleerde waarden van de aangrenzende testfasen liggen (zie bijlage III, aanhangsel I, de punten 4.6.2 en 4.6.3).
- 6.2.3.2. De rookwaarde bij een willekeurig ELR-testtoerental mag niet meer dan 20% boven de hoogste rookwaarde bij de twee aangrenzende testtoerentallen of — indien deze hoger is — meer dan 5% boven de grenswaarde liggen.
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 in bijlage VI voor de typegoedkeuring aangegeven waarde;
- 7.1.2. de uitlaatgastegendruk mag niet meer bedragen dan de in bijlage VI voor de goedgekeurde motor aangegeven waarde;
- 7.1.3. de inhoud van het uitlaatsysteem mag niet meer dan 40% afwijken van de in bijlage VI voor de goedgekeurde motor aangegeven waarde;
- 7.1.4. het door de hulpapparatuur die noodzakelijk is voor de werking van de motor geabsorbeerde vermogen mag niet meer bedragen dan de in bijlage VI voor de goedgekeurde motor aangegeven waarde.
8. MOTORFAMILIE
- 8.1. **Parameters die de motorfamilie bepalen**
- De motorfamilie als aangegeven door de motorfabrikant kan bepaald worden aan de hand van fundamentele eigenschappen die alle motoren van de familie gemeen hebben. In sommige gevallen kan er interactie optreden tussen de parameters. Er moet rekening worden gehouden met dit effect om te verzekeren dat alleen motoren met overeenkomstige uitlaatemissie-eigenschappen tot een motorfamilie worden gerekend.
- Motoren worden tot dezelfde motorfamilie gerekend, wanneer zij de volgende lijst van basisparameters gemeen hebben:
- 8.1.1. Verbrandingscyclus:
- 2-takt
 - 4-takt
- 8.1.2. Koelmiddel:
- lucht
 - water
 - olie
- 8.1.3. Voor gasmotoren en motoren met nabehandeling:
- aantal cilinders

(andere dieselmotoren met minder cilinders dan de basismotor mogen geacht worden tot dezelfde motorfamilie te behoren mits het brandstofsysteem de brandstof voor elke cilinder apart doseert).

- 8.1.4. Afzonderlijke zuigerverplaatsing:
 - de totale spreiding mag voor de motoren niet meer dan 15 % bedragen
- 8.1.5. Wijze van luchtaanzuiging:
 - natuurlijke aanzuiging
 - drukvulling
 - drukvulling met tussenkoeler
- 8.1.6. Type/ontwerp van de verbrandingskamer:
 - voorkamer
 - wervelkamer
 - rechtstreekse inspuiting
- 8.1.7. Klep- en poortconfiguratie, grootte en aantal:
 - cilinderkop
 - cilinderwand
 - carter
- 8.1.8. Brandstofinspuitsysteem (dieselmotoren):
 - pompinspuiter
 - lijnpomp
 - verdelerpomp
 - afzonderlijk element
 - pompverstuiver
- 8.1.9. Brandstofsysteem (gasmotoren):
 - mengeenheid
 - gasinductie/injectie (één punt, meerdere punten)
 - vloeistofinjectie (één punt, meerdere punten)
- 8.1.10. Ontstekingsstelsel (gasmotoren)
- 8.1.11. Overige kenmerken:
 - uitlaatgasrecirculatie
 - waterinspuiting/emulsie
 - secundaire luchtinspuiting
 - drukkoeleersysteem
- 8.1.12. Uitlaatgasnabehandeling:
 - driewegkatalysator
 - oxidatiekatalysator
 - reductiekatalysator
 - thermische reactor
 - deeltjesvanger

8.2. Keuze van de basismotor

8.2.1. Dieselmotoren

Het hoofdcriterium bij de keuze van de basismotor van de familie moet de hoogste brandstoftoevoer per slag bij het opgegeven toerental voor het maximumkoppel zijn. Indien twee of meer motoren volgens dat hoofdcriterium overeenstemmen, wordt de basismotor gekozen aan de hand van een tweede criterium, namelijk de hoogste brandstoftoevoer per slag bij het nominaal vermogen. Onder bepaalde omstandigheden kan de keuringsinstantie tot de slotsom komen dat de slechtste emissiewaarde van de familie het best kan worden bepaald door een tweede motor te beproeven. De goedkeuringsinstantie kan derhalve een extra motor ter beproefing kiezen aan de hand van kenmerken die erop wijzen dat die motor het hoogste emissieniveau van de motoren van die familie heeft.

Indien de motoren binnen de familie andere variabele kenmerken hebben die geacht worden van invloed te zijn op de uitlaatemissies, moeten die kenmerken eveneens worden bepaald en bij de keuze van de basismotor in aanmerking worden genomen.

8.2.2. Gasmotoren

Het hoofdcriterium voor de keuze van de basismotor van de familie moet de grootste verplaatsing zijn. Indien twee of meer motoren volgens dat hoofdcriterium overeenstemmen, wordt de basismotor gekozen aan de hand van secundaire criteria in de volgende volgorde:

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

Onder bepaalde omstandigheden kan de keuringsinstantie tot de slotsom komen dat de slechtste emissiewaarde van de familie het best kan worden bepaald door een tweede motor te beproeven. Daarom kan de keuringsinstantie een extra motor ter beproefing kiezen aan de hand van kenmerken die erop wijzen dat die motor het hoogste emissieniveau van de motoren van 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 artikel 10 van Richtlijn 70/156/EEG. De overeenstemming van de productie wordt gecontroleerd aan de hand van de gegevens in het goedkeuringsformulier 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 de emissies van verontreinigende stoffen gemeten moeten worden bij een motortype waarvan de typegoedkeuring een of meer keren is uitgebreid, worden de proeven uitgevoerd op de motor(en), beschreven in het informatiepakket betreffende de betrokken uitbreiding.

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

Na het verstrekken van de motor aan de instantie stelt de fabrikant de gekozen motoren niet meer bij.

9.1.1.1.1. Er worden drie willekeurige motoren uit de serie genomen. Motoren die alleen met de ESC-test en de ELR-test of alleen met de ETC-test worden gekeurd voor typegoedkeuring volgens rij A van de tabellen in punt 6.2.1 moeten de tests ondergaan die van toepassing zijn voor het nagaan van de overeenstemming van de productie. Met goedkeuring van de bevoegde instantie worden alle andere motortypen die zijn goedgekeurd volgens rij A, rij B1 of B2 of rij C van de tabellen in punt 6.2.1 hetzij met de ESC-cyclus en de ELR-cyclus, hetzij met de ETC-cyclus gekeurd voor het nagaan van de overeenstemming van de productie. 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 opgegeven standaarddeviatie van de productie overeenkomstig bijlage X van Richtlijn 70/156/EEG voor motorvoertuigen en de aanhangwagens daarvan.

De proeven worden uitgevoerd overeenkomstig aanhangsel 2 van deze bijlage indien de bevoegde instantie geen genoegen neemt met de door de fabrikant opgegeven standaarddeviatie van de productie overeenkomstig bijlage X van Richtlijn 70/156/EEG voor motorvoertuigen en de aanhangwagens daarvan.

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

- 9.1.1.1.3. De seriewaardering wordt op grond van een proef met willekeurig gekozen motoren geacht conform respectievelijk niet-conform te zijn, wanneer volgens de testcriteria van het toepasselijke aanhangsel een positief oordeel voor alle verontreinigende stoffen, respectievelijk een negatief oordeel aangaande één verontreinigende stof is bereikt.

Indien voor een verontreinigende stof een positief oordeel is bereikt, mag daarvan niet worden afgeweken op grond van aanvullende proeven die worden uitgevoerd om tot een oordeel te komen over andere verontreinigende stoffen.

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

Indien er geen oordeel wordt geveld, mag de fabrikant te allen tijde besluiten de keuring te beëindigen. In dat geval wordt een negatief oordeel in het rapport opgenomen.

- 9.1.1.2. De proeven worden uitgevoerd op nieuwe motoren. Men laat de gasmotoren inlopen volgens de methode van punt 3 van aanhangsel 2 bij bijlage III.

- 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, maar ten hoogste 100 uur zijn ingereden. In dat geval laat de fabrikant de motoren inlopen. Hij verbindt zich ertoe, die motoren niet meer te zullen afstellen.

- 9.1.1.2.2. Wanneer de fabrikant verzoekt om inlopen van de motor overeenkomstig punt 9.1.1.2.1, mag dat plaatsvinden met:

— alle motoren die worden getest,

of

— de eerste motor die wordt getest, waarbij een als volgt bepaalde evolutiecoëfficiënt op die motor wordt toegepast:

— de emissies van verontreinigende stoffen worden bij de eerste testmotor op nul en „x” uur gemeten;

— de evolutiecoëfficiënt van de emissies tussen nul en „x” uur wordt voor elke verontreinigende stof als volgt berekend:

$$\frac{\text{emissies „x” uur}}{\text{emissies nul uur}}$$

De evolutiecoëfficiënt kan minder dan één zijn.

De andere testmotoren laat men niet inlopen, maar de emissies op nul uur worden aangepast met behulp van de evolutiecoëfficiënt.

In dat geval worden de volgende waarden gemeten:

— de waarden op „x” uur voor de eerste motor,

— de waarde bij nul uur, vermenigvuldigd met de evolutiecoëfficiënt, voor de andere motoren.

- 9.1.1.2.3. Voor dieselmotoren 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 beschreven referentiebrandstoffen worden gebruikt. Dit betekent dat proeven, zoals beschreven in punt 4 van deze bijlage, met ten minste twee referentiebrandstoffen voor elke gasmotor moeten worden verricht.

9.1.1.2.4. Voor aardgasmotoren kunnen al deze proeven worden verricht met de volgende in de handel zijnde brandstoffen:

- voor met H gemerkte motoren een in de handel zijnde brandstof van gasgroep H;
- voor met L gemerkte motoren een in de handel zijnde brandstof van gasgroep L;
- voor met HL gemerkte motoren een in de handel zijnde brandstof van gasgroep H of L.

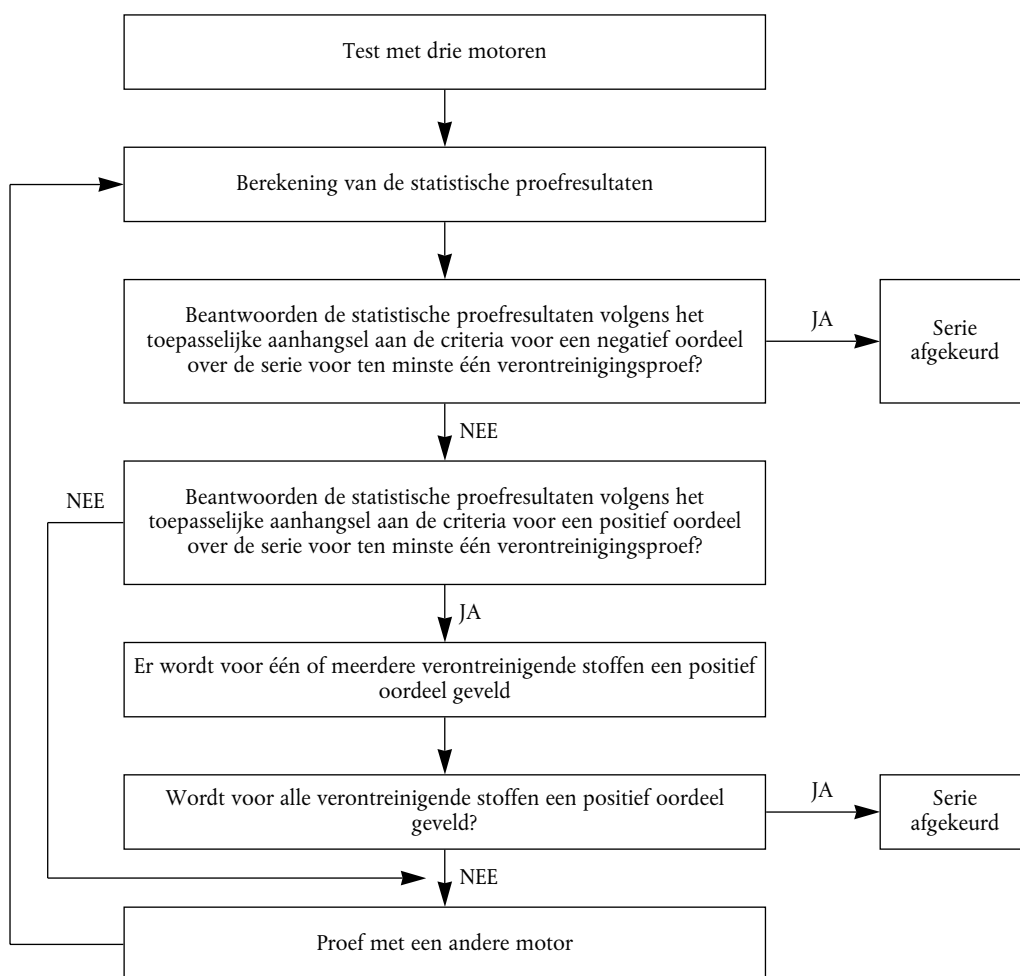
Op verzoek van de fabrikant mogen de in bijlage IV beschreven referentiebrandstoffen worden gebruikt. Dit betekent dat de proeven, zoals beschreven in punt 4 van deze bijlage, met ten minste twee referentiebrandstoffen voor elke gasmotor verricht moeten worden.

9.1.1.2.5. In geval van een geschil wanneer een gasmotor niet voldoet aan de grenswaarden bij gebruik van een in de handel zijnde brandstof worden de proeven uitgevoerd met een referentiebrandstof waarmee de basismotor is getest, of eventueel met de extra brandstof 3, als bedoeld in de punten 4.1.3.1 en 4.2.1.1, waarmee de basismotor eventueel getest is. Vervolgens wordt de uitkomst omgerekend met behulp van de toepasselijke factor(en) „r”, „r_a” en „r_b” overeenkomstig de punten 4.1.3.2, 4.1.4.1 en 4.2.1.2. Indien „r”, „r_a” of „r_b” kleiner zijn dan 1 vindt geen correctie plaats. De meetresultaten en de berekende uitkomsten moeten aantonen dat de motor aan de grenswaarden voldoet met alle bijbehorende brandstoffen (brandstof 1, brandstof 2 en eventueel brandstof 3).

9.1.1.2.6. Proeven voor onderzoek naar de overeenstemming van de productie van gasmotoren die berekend zijn op een brandstof van een bepaalde samenstelling moeten verricht worden met de brandstof, waarvoor de motor gekalibreerd is.

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 wat betreft de emissies van verontreinigende stoffen wanneer de standaarddeviatie van de productie van de fabrikant aanvaardbaar is.
2. Met een minimummonstergrootte van drie motoren wordt de bemonsteringsprocedure zodanig gekozen, dat de kans dat een partij motoren waarvan 40% niet geheel aan de eisen voldoet een proef doorstaat 0,95 is (risico van de producent = 5%), terwijl de kans dat een partij motoren waarvan 65% niet geheel aan de eisen voldoet wordt aanvaard 0,10 is (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 natuurlijke logaritme van de grenswaarde voor de verontreinigende stof;

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

s = een raming van de standaarddeviatie van de productie (met toepassing van de natuurlijke logaritme van de meetwaarden);

n = het monsteraantal.

4. De statistische waarde van het monster wordt bepaald door de som van de standaarddeviaties van de grenswaarde te berekenen met de volgende formule:

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

5. Vervolgens geldt:
 - indien het statistische proefresultaat boven de bij de monstergrootte passende drempelwaarde voor een positief oordeel ligt (zie tabel 3), wordt een positief oordeel geveld voor die verontreinigende stof;
 - indien het statistische proefresultaat onder de bij de monstergrootte passende drempelwaarde voor een negatief oordeel ligt (zie 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 berekeningsmethode toegepast op de monstergrootte, verhoogd met één.

Tabel 3

Drempelwaarden voor een positief en een negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 1

Minimummonstergrootte: 3

Cumulatief aantal geteste motoren (monstergrootte)	Drempelwaarde voor een positief oordeel A_n	Drempelwaarde voor 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 wat betreft de emissies van verontreinigende stoffen wanneer de standaarddeviatie van de productie van de fabrikant niet aanvaardbaar of beschikbaar is.
2. Met een minimummonstergrootte van drie motoren wordt de bemonsteringsprocedure zodanig gekozen, dat de kans dat een partij motoren waarvan 40% niet geheel aan de eisen voldoet een proef doorstaat 0,95 is (risico van de producent = 5%), terwijl de kans dat een partij motoren waarvan 65% niet geheel aan de eisen voldoet wordt aanvaard 0,10 is (risico van de consument = 10%).
3. De meetwaarden van de verontreinigende stoffen, vermeld in punt 6.2.1 van bijlage I worden geacht logaritmisches normaal te zijn verdeeld en moeten worden omgezet door de natuurlijke logaritme te nemen. Stel m_0 = minimummonstergrootte, m = maximummonstergrootte ($m_0 = 3$ en $m = 32$), n = monsteraantal.
4. Indien de natuurlijke logaritmen van de meetwaarden bij de serie $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_i$ zijn en L is de natuurlijke logaritme van de grenswaarde voor de verontreinigende stof, dan geldt:

$$d_i = \chi_i - L$$

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. Tabel 4 geeft de drempelwaarden voor een positief (A_n) en een negatief oordeel (B_n) bij het gegeven monsteraantal. Het statistische proefresultaat is de verhouding \bar{d}_n/V_n , die wordt gebruikt om vast te stellen of de serie goedgekeurd of afgekeurd is, en wel op de volgende wijze:

Voor $m_0 \leq n \leq m$:

— wordt de serie goedgekeurd indien $\frac{\bar{d}_n}{V_n} \leq A_n$

— wordt de serie afgekeurd indien $\frac{\bar{d}_n}{V_n} \geq B_n$

— wordt een andere meting verricht indien $A_n \leq \frac{\bar{d}_n}{V_n} \leq B_n$

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

Drempelwaarden voor een positief en een negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 2

Minimummonstergrootte: 3

Cumulatief aantal geteste motoren (monstergrootte)	Drempelwaarde voor een positief oordeel A_n	Drempelwaarde voor 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 beschreven om de overeenstemming van de productie wat betreft de emissies van verontreinigende stoffen op verzoek van de fabrikant te controleren.
2. Met een minimummonstergrootte van drie motoren wordt de bemonsteringsprocedure zodanig gekozen, dat de kans dat een partij motoren waarvan 30% niet geheel aan de eisen voldoet een proef doorstaat 0,90 is (risico van de producent = 10%) terwijl de kans dat een partij motoren waarvan 65% niet geheel aan de eisen voldoet wordt aanvaard 0,10 is (risico van de consument = 10%).
3. De volgende procedure wordt toegepast voor elk van de in punt 6.2.1 van bijlage I genoemde verontreinigende stoffen (zie figuur 2):

Stel:

L = de grenswaarde voor de verontreinigende stof;

x_i = de waarde van de meting van motor in het monster;

n = het monsteraantal.

4. Bereken voor het monster het statistische proefresultaat dat het aantal niet-overeenstemmende motoren weergeeft, d.w.z. $x_i > L$.
5. Vervolgens geldt:
 - indien het statistische proefresultaat onder de bij de monstergrootte passende drempelwaarde voor een positief oordeel ligt of gelijk daaraan is (zie tabel 5), wordt een positief oordeel geveld voor die verontreinigende stof;
 - indien het statistische proefresultaat boven de bij de monstergrootte passende drempelwaarde voor een negatief oordeel ligt of gelijk daaraan is (zie tabel 5), wordt een negatief oordeel geveld voor die verontreinigende stof;
 - in alle overige gevallen wordt een andere motor overeenkomstig punt 9.1.1.1 van bijlage I getest en de berekeningsmethode wordt toegepast op de monstergrootte, plus één.

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

Tabel 5

Drempelwaarden voor een positief en een negatief oordeel bij het bemonsteringsschema van aanhangsel 3

Minimummonstergrootte: 3

Cumulatief aantal geteste motoren (monstergrootte)	Drempelwaarde voor een positief oordeel	Drempelwaarde voor 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-TYPE-
GOEDKEURING

en met betrekking tot maatregelen tegen de emissie van verontreinigende gassen en deeltjes van motoren met compressieontsteking voor de aandrijving van voertuigen en de emissie van verontreinigende gassen van aardgas- en LPG-motoren met elektrische ontsteking voor de aandrijving van voertuigen

(Richtlijn 88/77/EEG, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 1999/96/EG)

Voertuigtype/basismotor/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/aardgas/LPG ⁽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):

BIJLAGEN

1. Essentiële eigenschappen van de (basis)motor en gegevens over de uitvoering van de proef (Aanhangsel 1)
2. Essentiële eigenschappen van de motorfamilie (Aanhangsel 2)
3. Essentiële eigenschappen van de motortypen binnen de familie (Aanhangsel 3)
4. Eigenschappen van de met de motor verband houdende voertuigonderdelen (indien van toepassing) (Aanhangsel 4)
5. Foto's en/of tekeningen van de basismotor / het motortype en indien van toepassing het motorcompartiment.
6. Lijst van eventuele verdere aanhangsels.

Datum, dossier

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

Aanhangsel 1

ESSENTIËLE EIGENSCHAPPEN VAN DE (BASIS)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/aardgas-H/aardgas-L/aardgas-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⁾ Bij 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. Maximumluchttemperatuur bij de uitlaat van de inlaattussenkoeler (indien van toepassing): K
- 1.16.4. Maximumtemperatuur van de uitlaatgassen op het punt in de uitlaatpijp(en) ter hoogte van de buitenflens (-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 gasmotoren 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 (bv. maximale-vuldruk, afvoerklap indien van toepassing):
.....
- 1.17.4. Tussenkoeler: ja/nee⁽¹⁾
- 1.18. *Inlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare inlaatonderdruk bij nominaal motortoerental en vollast, als aangegeven in en onder de werkingsomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG⁽³⁾:
..... kPa
- 1.19. *Uitlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare uitlaattegendruk bij nominaal motortoerental en vollast, als aangegeven in en onder de werkingsomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG⁽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 125 van 16.5.1997, blz. 31.

- 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. Zuurstofsensor: 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 ⁽¹⁾
- 2.2.3.1. Type (pulse air, 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⁾: kPa of karakteristiek diagram ⁽¹⁾:
- 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 inspuitijdstip ⁽²⁾:
- 3.1.2.2. Inspuitleidingen
- 3.1.2.2.1. Lengte: mm
- 3.1.2.2.2. Binnendiameter: mm
- 3.1.2.3. Verstuiwer(s)

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

- 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. Regulateur
- 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. Koudstartstelsel
- 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 ⁽³⁾
- 3.2.1. Brandstof: aardgas/LPG ⁽¹⁾
- 3.2.2. Drukregelaar(s) of verdamp(er)er/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 1999/96/EG:
- 3.2.3. Brandstofsysteem: menging/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 1999/96/EG:
- 3.2.4. Menging
- 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 van een ander type soortgelijke informatie verstrekken (bij punt 3.2).

- 3.2.4.6. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn 1999/96/EG:
- 3.2.5. Inspuiting in het inlaatspruitstuk
- 3.2.5.1. Inspuiting: enkelpunts / meerpunts ⁽¹⁾
- 3.2.5.2. Inspuiting: continu / 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 1999/96/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 1999/96/EG:
- 3.2.5.5. Verstuiver(s):
- 3.2.5.5.1. Merk(en):
- 3.2.5.5.2. Type(n):
- 3.2.5.5.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn 1999/96/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. Inspuitingstijd:
- 3.2.6.1.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn 1999/96/EG:
- 3.2.6.2. Verstuiver(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 1999/96/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. Specifieke aardgasapparatuur
- 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: | mol % | min. | mol % | max. | mol % |
| ethaan (C ₂ H ₆): | basis: | mol % | min. | mol % | max. | mol % |
| propaan (C ₃ H ₈): | basis: | mol % | min. | mol % | max. | mol % |

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

- butaan (C₄H₁₀): basis: mol % min. mol % max. mol %
- C5/C5+: basis: mol % min. mol % max. mol %
- zuurstof (O₂): basis: mol % min. mol % max. mol %
- inert (N₂, He, enz.): basis: mol % min. mol % max. mol %
- 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 lichte hoogte, 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. Spleetinstelling: 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 de werking van de motor (bv. ventilator, waterpomp enz.), als aangegeven in en onder de werkingsovereenkomsten van Richtlijn 80/1269/EEG ⁽³⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG ⁽⁴⁾, bijlage I, punt 5.1.1.

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

⁽³⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽⁴⁾ PB L 125 van 16.5.1997, blz. 31.

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 opgenomen vermogen worden bepaald en van het gemeten motorvermogen over het gehele werkingsgebied van de testcyclus (cycli) afgetrokken worden.

6.2. *Voor de test te verwijderen hulpapparatuur*

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

7. **Aanvullende gegevens over testvoorwaarden**7.1. *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 opgenomen vermogen heeft alleen te worden bepaald:

— indien de voor de werking van de motor benodigde hulpapparatuur niet op de motor gemonteerd is en/of

— indien niet voor de werking 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⁾	Referentie-toerental ⁽²⁾
P(a) Voor de werking van de motor benodigde hulpapparatuur (moet van het gemeten motorvermogen worden afgetrokken) (zie punt 6.1)							
P(b) Niet voor de werking van de motor benodigde hulpapparatuur (moet bij het gemeten motorvermogen worden opgeteld) (zie punt 6.2)							

⁽¹⁾ ESC-test.⁽²⁾ Alleen ETC-test.

8. **Motorprestaties**8.1. *Motortoerentalen* ⁽¹⁾Laag toerental (n_{lo}): min^{-1} Hoog toerental (n_{hi}): min^{-1}

Bij de ESC- en ELR-cyclus

Stationair: min^{-1} Toerental A: min^{-1} Toerental B: min^{-1} Toerental C: min^{-1}

Bij ETC-cyclus

Referentietoerental: min^{-1} 8.2. *Motorvermogen* (gemeten overeenkomstig Richtlijn 80/1269/EEG ⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG) ⁽³⁾, in kW

	Motortoerental				
	Stationair	Toerental A ⁽¹⁾	Toerental B ⁽¹⁾	Toerental C ⁽¹⁾	Referentietoerental ⁽²⁾
P(m) Gemeten vermogen op de proefbank					
P(a) Door de voor de test te monteren hulpapparatuur opgenomen 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) Nettomotorvermogen = P(m) - P(a) + P(b)					

⁽¹⁾ ESC-test.⁽²⁾ Alleen ETC-test.⁽¹⁾ Tolerantie aangeven; moet binnen $\pm 3\%$ van de door de fabrikant opgegeven waarde liggen.⁽²⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.⁽³⁾ PB L 125 van 16.5.1997, blz. 31.

8.3. *Dynamometerafstelling (kW)*

De dynamometerafstelling bij de ESC-test en de ELR-test en bij de referenticyclus 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 dat geval zijn $P(m)$ en $P(n)$ identiek. Indien het niet mogelijk of doelmatig is de motor onder netto-omstandigheden te laten draaien, moet de dynamometer worden gecorrigeerd naar de netto-omstandigheden met behulp van bovenstaande formule.

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 waarmee het gemeten vermogen of de gemeten arbeid per cyclus, als vastgesteld overeenkomstig punt 2 van aanhangsel 2 bij bijlage III, kan worden omgezet in nettovermogen of nettoarbeid per cyclus voor het gehele werkingsgebied van de cyclus, welke 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. Ontstekingsstelsel (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 basismotor) verhouding: systeemcapaciteit/brandstofopbrengst per slag, overeenkomstig diagram nr(s):

2. **Gegevens van de motorfamilie**

- 2.1. Aanduiding van de dieselmotorfamilie:
- 2.1.1. Specificaties van de motoren binnen deze familie:

					Basismotor
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 basismotor)					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:

					Basismotor
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 basismotor)					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: 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/aardgas-H/aardgas-L/aardgas-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, 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/neeen ⁽¹⁾
- 1.17.1. Merk:
- 1.17.2. Type:.....
- 1.17.3. Beschrijving van het systeem (bv. maximumvuldruk, afvoerklep, indien van toepassing):
.....
- 1.17.4. Tussenkoeler: ja/neeen ⁽¹⁾
- 1.18. *Inlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare inlaatonderdruk bij het nominaal motortoerental en vollast, als aangegeven in en onder de werkingssomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG ⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG ⁽³⁾:
..... kPa
- 1.19. *Uitlaatsysteem*
Maximaal toelaatbare uitlaattegendruk bij het nominaal motortoerental en vollast, als aangegeven in en onder de werkingssomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG ⁽²⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG ⁽³⁾:
..... kPa
Inhoud van het uitlaatsysteem: cm³
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/neeen ⁽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 125 van 16.5.1997, blz. 31.

- 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 (pulse air, 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 ⁽¹⁾:
- 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 inspuittijdstip* ⁽²⁾:
- 3.1.2.2. *Inspuitleidingen*
- 3.1.2.2.1. Lengte: mm
- 3.1.2.2.2. Binnendiameter: mm
- 3.1.2.3. *Verstuiver(s)*
- 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⁾:

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

- 3.1.2.4. Regulateur
- 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. Koudstartstelsysteem
- 3.1.3.1. Merk(en):
- 3.1.3.2. Type(n):
- 3.1.3.3. Beschrijving:
- 3.1.3.4. Hulpstartstelsysteem
- 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 1999/96/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 1999/96/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 1999/96/EG:
- 3.2.5. Inspuiting in het inlaatspruitstuk
- 3.2.5.1. Inspuiting: enkelpunts/meerpunts ⁽²⁾
- 3.2.5.2. Inspuiting: continu/gelijktijdig/achtereenvolgens ⁽²⁾
- 3.2.5.3. Inspuitapparatuur

⁽¹⁾ Bij systemen van een ander type 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. Afstel mogelijkheden:
- 3.2.5.3.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn 1999/96/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 1999/96/EG:
- 3.2.5.5. Verstuiver(s)
- 3.2.5.5.1. Merk(en):
- 3.2.5.5.2. Type(n):
- 3.2.5.5.3. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn 1999/96/EG:
- 3.2.6. Directe inspuiting
- 3.2.6.1. Insuitpomp/drukregelaar ⁽¹⁾
- 3.2.6.1.1. Merk(en):
- 3.2.6.1.2. Type(n):
- 3.2.6.1.3. Insuitingstijd:
- 3.2.6.1.4. Goedkeuringsnummer overeenkomstig Richtlijn 1999/96/EG:
- 3.2.6.2. Verstuiver(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 1999/96/EG:
- 3.2.7. Elektronische regeleenheid (ECU)
- 3.2.7.1. Merk(en):
- 3.2.7.2. Type(n):
- 3.2.7.3. Afstel mogelijkheden:
- 3.2.8. Specifieke aardgasapparatuur
- 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: | mol% | min. | mol% | max. | mol% |
| ethaan (C ₂ H ₆): | basis: | mol% | min. | mol% | max. | mol% |
| propaan (C ₃ H ₈): | basis: | mol% | min. | mol% | max. | mol% |
| butaan (C ₄ H ₁₀): | basis: | mol% | min. | mol% | max. | mol% |
| C ₅ /C ₅ +: | basis: | mol% | min. | mol% | max. | mol% |
| zuurstof (O ₂): | basis: | mol% | min. | mol% | max. | mol% |
| inert (N ₂ , He, enz.): | basis: | mol% | min. | mol% | max. | mol% |

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

⁽²⁾ Tolerantie aangeven.

- 3.2.8.1.2. Inpuiter(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. *Ontstekingsregelbaarheid*
- 5.2.1. Merk(en):
- 5.2.2. Type(n):
- 5.3. Vervroegingscurve van de ontsteking/vervroegingsdiagram ⁽¹⁾ ⁽²⁾:
- 5.4. Ontstekingstijdstip ⁽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. Spleetinstelling: 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 nominale motortoerental en vollast: kPa
3. Inhoud van het uitlaatsysteem: cm³
4. Het door de voor de werking van de motor benodigde hulpapparatuur opgenomen vermogen, als aangegeven in en onder de bedrijfsomstandigheden van Richtlijn 80/1269/EEG⁽¹⁾, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 97/21/EG⁽²⁾, bijlage I, punt 5.1.1.

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 de werking van de motor benodigde hulpapparatuur (moet van het gemeten motorvermogen worden afgetrokken) zie punt 6.1 van Aanhangsel 1							

⁽¹⁾ ESC-test.

⁽²⁾ Alleen bij ETC-tekst.

⁽¹⁾ PB L 375 van 31.12.1980, blz. 46.

⁽²⁾ PB L 125 van 16.5.1997, blz. 31.

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 transiënte belastingsstappen bij verschillende toerentallen, die integraal deel uitmaken van één testprocedure en tegelijkertijd worden uitgevoerd;
- de ETC-test die bestaat uit een serie transiënte 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 uitlaatemissies van de motor die gemeten moeten worden omvatten de gasvormige componenten (koolmonoxide, totaal koolwaterstoffen bij dieselmotoren alleen in de ESC-test; andere koolwaterstoffen dan methaan bij diesel- en gasmotoren alleen in de ETC-test; methaan bij gasmotoren alleen in de ETC-test en stikstofdioxiden), de deeltjes (alleen bij dieselmotoren) en rook (alleen bij dieselmotoren in 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 werkingstoestanden van een warm gelopen motor worden de hoeveelheden van de bovengenoemde uitlaatgasemissies continu onderzocht door bemonstering uit het ruwe uitlaatgas. De testcyclus geschiedt bij een aantal toerentallen en vermogens die het normale werkingsgebied 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 werkingsgebied 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% belasting 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 willekeurigheidsmethoden.

1.3.3. ETC-test

Gedurende een voorgeschreven transiënte cyclus werkingsomstandigheden 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 feedback-signalen 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 de 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 op de volgende wijze:

a) bij 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 opgeven 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 koelmiddel 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 opgeven maximumvermogen en vollast. De instelling van de tussenkoeler om aan de bovengenoemde voorwaarden te voldoen wordt niet geregeld en 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 ± 100 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 $\pm 1\ 000$ 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 $\pm 40\%$ van de door de fabrikant opgegeven inhoud ligt. Er mag gebruik worden gemaakt van een laboratoriumsysteem mits dit de werkelijke motorwerkingsomstandigheden 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 uitlaatgasnabehandelingssinrichting moet de uitlaatpijp dezelfde diameter hebben als de in de praktijk gebruikte over een lengte van ten minste 4 pijpdiameters vanaf het begin van het expansiegedeelte waarin de nabehandelingssinrichting is aangebracht in de richting van de motor. De afstand tussen de flens met uitlaatspruitstuk of de turbocompressoruitlaat en de uitlaatgasnabehandelingssinrichting 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 nabehandelingssinrichting gedeelte 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 temperaturen 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.

Voor aardgas- en LPG-motoren moeten de brandstoftemperatuur en het meetpunt binnen de grenzen liggen die gegeven zijn in bijlage II, aanhangsel 1, punt 1.16.5 of, indien de motor niet een basismotor is, in bijlage II, aanhangsel 3, punt 1.16.5.

2.8. Beproeving van uitlaatgasnabehandelingssystemen

Indien de motor is uitgerust met een uitlaatgasnabehandelingssysteem 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 verschillende testcycli worden uitgevoerd en de testresultaten worden gemiddeld en/of gewogen. De motorfabrikant en de technische dienst komen op basis van een degelijke technische beoordeling overeen welke methode precies gekozen wordt.

Aanhangsel 1

ESC- EN ELR-TESTCYCLUSSEN

1. MOTOR- EN 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:

- a) 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.
- b) 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 binnen $\pm 3\%$ 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:

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

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

waarin:

s = dynamometer-afstelling, kW

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

L = procentuele belasting als aangegeven in punt 2.7.1, %

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 wordt gebruikt binnen acht uur nadat het uit de weegkamer verwijderd is, wordt het voor gebruik gereconditioneerd en 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 verdunningsstelsel en de motor

Het verdunningsstelsel 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 omloopsysteem. Het achtergrondniveau van de deeltjes in de verdunningslucht kan worden bepaald door de verdunningslucht door de deeltjesfilters 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.

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 CO_2 - of NO_x -concentratie wordt gebruikt voor de regeling van de verdunningsverhouding, moet het CO_2 - of NO_x -gehalte van de verdunningslucht worden gemeten aan het begin en aan het eind van elke test. De meetresultaten van de CO_2 - 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 het schaalbereik ingesteld.

2.7. Testcyclus

2.7.1. De volgende uit 13 fasen bestaande cyclus moet worden gevolgd, waarbij de dynamometer is aangesloten op de te beproeven motor:

Fasenummer	Motortoerental	Belastingspercentage	Wegingsfactor	Lengte van de fase
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 fasenummers.

De motor moet gedurende de voorgeschreven tijd in elke fase lopen, waarbij veranderingen in het motortoerental en belasting binnen de eerste 20 sec. 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 gegevens-evaluatie 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 gegevensverzamelstelsel waarbij het uitlaatgas tijdens de gehele proef door de analyseapparatuur stroomt.

2.7.4. Deeltjesbemonstering

Er wordt gebruik gemaakt van een paar filters (primaire en secundaire 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 fase van de cyclus. Dit kan worden verwezenlijkt door de bemonsteringsstroom, de bemonsteringstijd of de verdunningsverhouding dienovereenkomstig bij het stellen zodat aan het criterium voor de effectieve wegingsfactoren in punt 5.6 is voldaan.

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

Alle verdere 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 No_x-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 kalibratiegas 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 kalibratiegaswaarde bedraagt.

3. ELR-TESTCYCLUS

3.1. **Installatie van de meetapparatuur**

De opaciteitsmeter en indien van toepassing de bemonsteringssondes moeten worden aangebracht achter de uitlaatdemper 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 opaciteitsmeter op temperatuur worden gebracht en gestabiliseerd overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant van het instrument. Indien de opaciteitsmeter 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 opaciteitsmeter**

De controle van de nulinstelling en de volledige schaal moeten worden verricht in de opaciteit-afleestoeestand aangezien de opaciteitsschaal twee duidelijk definieerbare kalibratiepunten, 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 opaciteitsmeter, wanneer het instrument terugkeert in de k-afleestoeestand voor beproeving.

Wanneer de lichtstraal van de opaciteitsmeter 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 100,0% ± 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 s na de conditioneerfase. Op verzoek van de fabrikant kan een dummytest worden uitgevoerd als extra conditionering voor de meetcyclus.

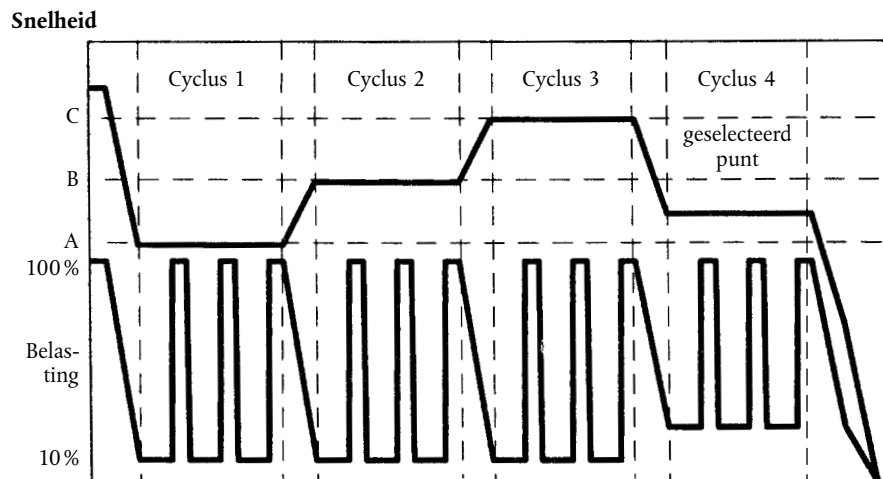
⁽¹⁾ De meetpunten moeten worden gekozen met behulp van goedgekeurde statistische willekeurigheidsmethoden.

3.3.2. Testverloop

De test bestaat uit drie belastingsstappen bij elk van de drie motortoerentallen 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



- De motor wordt ingesteld op toerental A bij een belasting van 10% gedurende 20 ± 2 s. 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.
- Aan het eind van het voorgaande gedeelte moet de gashendel snel in de geheel open stand worden gezet en in deze stand worden gehouden gedurende 10 ± 1 s. De noodzakelijke dynamometerbelasting moet worden uitgeoefend om het motortoerental binnen $\pm 150 \text{ min}$ gedurende de eerste 3 seconden te houden en binnen $\pm 20 \text{ min}$ gedurende de rest van het testgedeelte.
- De in a) en b) beschreven procedure wordt twee keer herhaald.
- Na voltooiing van de derde belastingsstap moet de motor binnen 20 ± 2 s worden afgesteld op toerental B bij een belasting van 10%.
- De procedure a) tot en met c) wordt uitgevoerd bij een motor die draait met toerental B.
- Na voltooiing van de derde belastingsstap moet de motor binnen 20 ± 2 s worden afgesteld op toerental C bij een belasting van 10%.
- De procedure a) tot en met c) wordt uitgevoerd bij een motor die draait met toerental C.
- Na voltooiing van de derde belastingsstap moet de motor binnen 20 ± 2 s opnieuw worden ingesteld op het gekozen motortoerental en een willekeurige belasting van meer dan 10%.
- 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 (A, B, C) dient minder dan 15% van de overeenkomstige gemiddelde waarde (SV_A , SV_B , SV_C , berekend volgens punt 6.3.3 met de drie opeenvolgende belastingen bij elk beproevingsstoerental), of minder dan 10% van de in tabel 1 van bijlage I aangegeven grenswaarde te zijn (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 willekeurigheidsmethoden.

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 concentraties (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 voor gebruik daarvan wordt gekozen, wordt bepaald overeenkomstig punt 2.3 van aanhangsel 4 van bijlage III.

4.2. Droog/nat-correctie

De gemeten concentratie wordt omgezet in die voor nat gas met de volgende formules, indien zij niet reeds op natte basis is gemeten:

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

Voor het ruwe uitlaatgas:

$$K_{w,r} = \left(1 - F_{FH} * \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - K_{W2}$$

en

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

Voor het verdunde uitlaatgas

$$K_{w,e,1} = \left(1 - \frac{HTCRAT * CO_2 \% (\text{nat})}{200} \right) - K_{W1}$$

of

$$K_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - K_{W1})}{1 + \frac{HTCRAT * CO_2 \% (\text{droog})}{200}} \right)$$

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, %

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

p_B = totale buitenluchtdruk, 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. Vochtigheids- 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 formules:

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

met:

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

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

T_a = inlaatluchttemperatuur, K (temperatuur en vochtigheidsgraad moeten op hetzelfde punt gemeten worden)

H_a = vochtigheidsgraad van de inlaatlucht, 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, %

p_a = verzadigde dampdruk van de inlaatlucht, kPa

p_B = totale buitenluchtdruk, kPa

4.4. Berekening van de emissiemassastroom

De emissiemassastroom (g/h) voor elke testfase 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:

$$NO_{x\ mass} = 0,001587 * NO_{x\ conc} * K_{H,D} * G_{EXHW}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 * CO_{conc} * G_{EXHW}$$

$$HC_{mass} = 0,000479 * HC_{conc} * G_{EXHW}$$

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-stroomverduunningssysteem, moet de volgende formule worden toegepast:

$$NO_{x\ mass} = 0,001587 * NO_{x\ conc} * K_{H,D} * G_{TOTW}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 * CO_{conc} * G_{TOTW}$$

$$HC_{mass} = 0,000479 * HC_{conc} * G_{TOTW}$$

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) wordt voor alle afzonderlijke componenten op de volgende wijze berekend:

$$\overline{NO_x} = \frac{\sum NO_{x, mass} * WF_i}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

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

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

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

⁽¹⁾ Op basis van C1-equivalent.

4.6. Berekening van de waarden in het meetgebied

Voor de drie overeenkomstig punt 2.7.6 gekozen controlepunten wordt de NO_x -emissie gemeten en berekend volgens punt 4.6.1 en eveneens bepaald door interpolatie van de fasen van de testcyclus die het dichtst bij het respectieve controlepunt liggen volgens punt 4.6.2. De gemeten waarden worden vervolgens 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) wordt als volgt berekend:

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

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

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 fasen van de testcyclus die het gekozen controlepunt Z omgeven, als afgebeeld in figuur 4. Voor deze fasen (R, S, T, U) zijn de volgende definities van toepassing:

$$\text{Toerental}(R) = \text{Toerental}(T) = n_{RT}$$

$$\text{Toerental}(S) = \text{Toerental}(U) = n_{SU}$$

$$\text{Percentage van belasting}(R) = \text{Percentage van belasting}(S)$$

$$\text{Percentage van belasting}(T) = \text{Percentage van belasting}(U)$$

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:

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

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

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

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

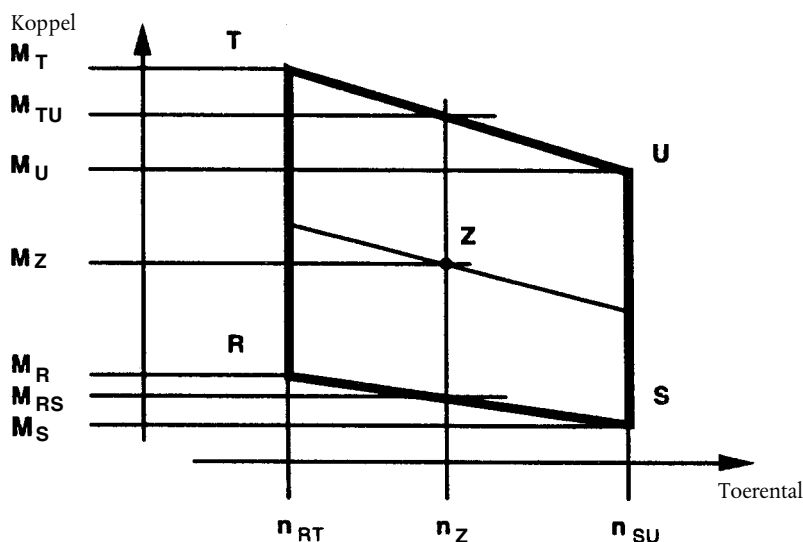
waarin:

E_R, E_S, E_T, E_U = specifieke NO_x -emissie voor de omgevings toestanden, 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 wordt de totale bemonsteringsmassa (M_{SAM,i}) door de filters voor elke testfase vastgelegd.

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

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

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

$$q_i = \frac{G_{DILW,1} + (G_{EXHW,i} * r)}{(G_{EXHW,i} * r)}$$

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*

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

$$q_i = \frac{\text{conc}_{E,i} - \text{conc}_{A,i}}{\text{conc}_{D,i} - \text{conc}_{A,i}}$$

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 geldt slechts voor de in bijlage IV beschreven referentiebrandstof.

Deze vergelijking gaat uit van de veronderstelling van een koolstofbalans (naar de motor gevoerde koolstofatomen worden 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-stroomverduunningssysteem

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:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1\ 000}$$

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:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} * \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) * WF_i \right) \right) \right] * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1\ 000}$$

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

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

of

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

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:

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

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 wordt berekend met behulp van de volgende vergelijking:

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

waarin:

t_p = fysische responsietijd, s

t_c = elektrische responsietijd, s

De berekeningen voor de raming van de grensfrequentie 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, m^{-1}

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

N = opaciteit, %

τ = lichtdoorlatendheid, %

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

6.3.2. Berekening van de Bessel-gemiddelde opaciteit

De eigenlijke grensfrequentie f_c is de frequentie die de voorgeschreven filterresponsietijd t_f oplevert. Wanneer deze frequentie is vastgesteld door het iteratieve proces van punt 6.1.1, worden de eigenlijke Bessel-algoritme-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 is 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 op nul worden gesteld.

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

6.3.3. Eindresultaat

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

Voor toerental A:

$$SV_A = (Y_{\max 1,A} + Y_{\max 2,A} + Y_{\max 3,A})/3$$

Voor toerental B:

$$SV_B = (Y_{\max 1,B} + Y_{\max 2,B} + Y_{\max 3,B})/3$$

Voor toerental C:

$$SV_C = (Y_{\max 1,C} + Y_{\max 2,C} + Y_{\max 3,C})/3$$

waarin:

$Y_{\max 1}, Y_{\max 2}, Y_{\max 3}$ = 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 toerental-koppel-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, wordt de motorkarakteristiek als volgt gemaakt:

- a) De motor wordt niet belast en draait stationair
- b) De motor draait met volledige belasting/geheel geopende gasklep en 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 van de in dit deel bedoelde technieken uit veiligheids- of representativiteitsoverwegingen 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 of herkalibraties aan de motor hebben plaatsgevonden die de motorprestaties kunnen beïnvloeden.

2. DE REFERENTIE-TESTCYCLUS

De transiëntetestcyclus 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 referenticyclus 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 referenticyclus 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 denormalisatieprocedure**

Als voorbeeld wordt het volgende testpunt gedenormaliseerd:

$$\% \text{ toerental} = 43$$

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

Gegeven zijn de volgende waarden:

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

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

hetgeen resulteert in:

$$\text{werkelijk toerental} = \frac{43 * (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{werkelijk koppel} = \frac{82 * 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

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.

Aardgas- en LPG-motoren laat men warmlopen volgens een emissietestcyclus. De motor draait gedurende een minimum van twee ETC-cycli totdat de CO-emissiewaarde gedurende één ETC-cyclus niet meer bedraagt dan 25% van de in de voorgaande cyclus 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 het 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 worden 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 omloopsysteem. 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 nulstand 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. Desgewenst mag de test direct na de motorconditioneerfase beginnen zonder dat de motor afgezet wordt, wanneer de motor 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 s 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 de 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 door 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 een 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 min. 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 vervroegd of later gesteld worden 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. *Validatie 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 standaardafwijking van de schattingswaarde (SE) van y over 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
Standaardafwijking van de schattingswaarde (SE) van y over x	max. 100 min^{-1}	max. 13% van het maximummotorkoppel op de motorvermogenkarakteristiek	max. 8% van het maximummotorvermogen op de motorvermogenkarakteristiek
Helling van de regressierechte, m	0,95 tot 1,03	0,83 — 1,03	0,89 — 1,03
Determinatiecoëfficiënt, r^2	min. 0,9700	min. 0,8800	min. 0,9100
Y-afsnijpunt van de regressierechte, b	$\pm 50 \text{ min}^{-1}$	$\pm 20 \text{ Nm}$ of $\pm 2\%$ van het max. koppel (grootste waarde is van toepassing)	$\pm 4 \text{ kW}$ of $\pm 2\%$ van het max. vermogen (grootste waarde is van toepassing)

Onder 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/volledig geopende gasklep en koppelfeedback < referentiekoppel	Koppel en/of vermogen
Geen belasting, geen stationair punt en koppelfeedback > referentiekoppel	Koppel en/of vermogen
Geen belasting/gesloten gasklep, stationair punt en toerental > stationair referentietoerental	Toerental 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 kalibratiegegevens 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:

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

waarin:

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

V_0 = volume gas dat per omwenteling onder proefomstandigheden door de pomp wordt verplaatst, m³/omw.

N_p = totaal aantal omwentelingen van de pomp per test

p_B = atmosferische druk in de meetcel, kPa

p_1 = onderdruk bij de pompinlaat, kPa

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

Voor het CFV-CVS-systeem:

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

waarin:

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

t = cyclustijd, s

K_v = kalibratiecoëfficiënt van de venturibus met kritische stroming onder standaardomstandigheden

p_A = absolute druk bij de inlaat van de venturibus, kPa

T = absolute temperatuur bij de inlaat van de venturibus, K

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

Voor het PDP-CVS-systeem:

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

waarin:

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

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

Δt_i = tijdsinterval, 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 voordat hij 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 formules:

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

terwijl:

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

waarin:

R_a = relatieve vochtigheid van de inlaatlucht, %

p_a = verzadigde dampdruk van de inlaatlucht, kPa

p_B = totale buitendruk, kPa

4.3. Berekening van de emissiemassaastroom

4.3.1. Systemen met constante massaastroom

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

1. $\text{NO}_x \text{ mass} = 0,001587 * \text{NO}_x \text{ conc} * K_{H,D} * M_{\text{TOTW}}$ (dieselmotoren)
2. $\text{NO}_x \text{ mass} = 0,001587 * \text{NO}_x \text{ conc} * K_{H,G} * M_{\text{TOTW}}$ (gasmotoren)
3. $\text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}}$
4. $\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{HC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}'}$ (dieselmotoren)
5. $\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000502 * \text{HC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}'}$ (LPG-motoren)
6. $\text{NMHC}_{\text{mass}} = 0,000516 * \text{NMHC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}'}$ (NG-motoren)
7. $\text{CH}_4 \text{ mass} = 0,000552 * \text{CH}_4 \text{ conc} * M_{\text{TOTW}}$ (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, ppm

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

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

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

⁽¹⁾ Op basis van C1-equivalent.

Op droge basis gemeten concentraties worden omgezet in concentraties op natte basis volgens 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 waarde 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, ppm

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

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

DF = verdunningsfactor

De verdunningsfactor wordt als volgt berekend:

a) bij diesel- en LPG-motoren

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

b) bij aardgasmotoren

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

waarin:

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

HC_{conce} = concentratie van HC in het verdunde uitlaatgas, ppm C1

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

CO_{conce} = concentratie van CO in het verdunde uitlaatgas, 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 (aardgas) = 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:

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

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

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

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

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

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

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

waarin:

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

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

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

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

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

$K_{\text{H,G}}$ = 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:

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

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

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

$$\overline{\text{NMHC}} = \text{NMHC}_{\text{mass}} / W_{\text{act}} \text{ (aardgasmotoren)}$$

$$\overline{\text{CH}_4} = \text{CH}_4 \text{ mass} / W_{\text{act}} \text{ (aardgasmotoren)}$$

waarin:

W_{act} = cyclusarbeid, 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:

$$PT_{\text{mass}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1\ 000}$$

waarin:

M_f = deeltjesmassa, bemonsterd over de cyclus, mg

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

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

en

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

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

$M_{f,b}$ = op het secundaire filter verzamelde deeltjesmassa, 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 deeltjesfilters.

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

waarin:

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

M_{SEC} = massa van de secundaire verdunningslucht, 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:

$$PT_{\text{mass}} = \left[\frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} * \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1\ 000}$$

waarin:

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

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

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

Aanhangsel 3

ETC-MOTOR-DYNAMOMETERSHEMA

Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	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

Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	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 koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
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

Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	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 koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijds	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
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

Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
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

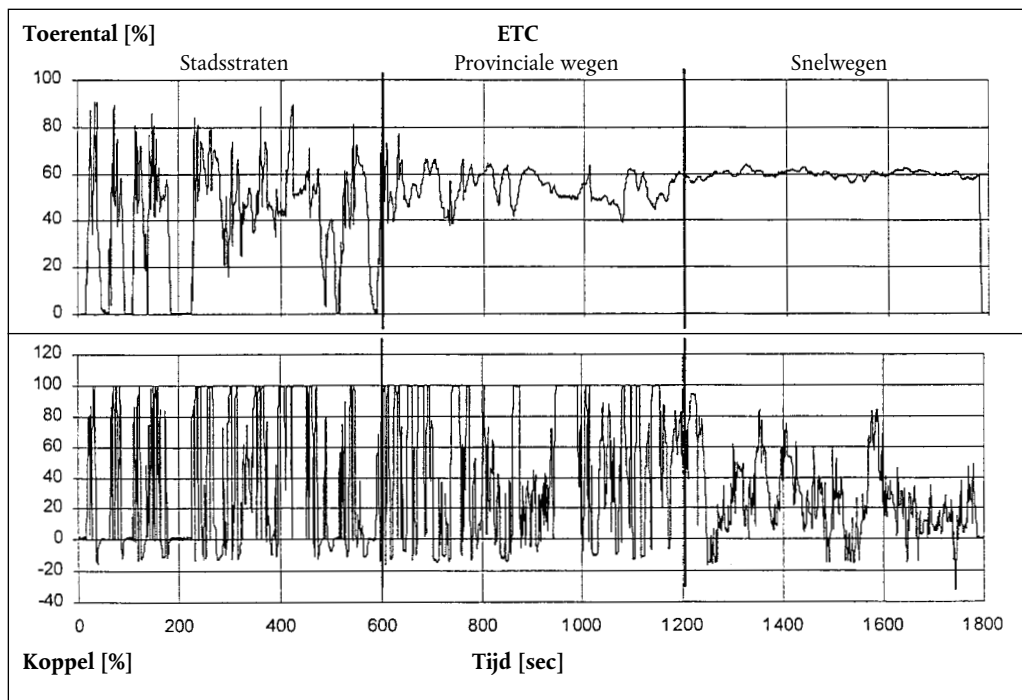
Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
1411	61,6	53,6	1479	60,7	26,7	1547	58,8	6,4
1412	61,3	53,5	1480	60,1	4,7	1548	58,7	5
1413	61,3	52,9	1481	59,9	0	1549	57,5	„m”
1414	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

Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %	Tijd s	Genormaliseerd toerental %	Genormaliseerd koppel %
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” = motoraandrijving.

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 -bemonsteringsystemen (deel 2), en de aanbevolen opaciteitsmeters voor de opaciteitsmetingen (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 referentiesysteem. 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 gegevens-evaluatie 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 koppelmeetsysteem 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:

- Directe meting van de uitlaatstroom door een stroomkop of een gelijkwaardig meetsysteem;
- 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.

Er mogen andere methoden worden gebruikt als die gelijkwaardig zijn.

2.4. Verdunde uitlaatgasstroom

Om de emissies in de verdunde uitlaatgassen met gebruikmaking van een volledige-stroomverduunnings-systeem (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 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 kalibraties van ten minste 4 nominaal gelijkmatig gespreide punten (niet nul) nodig om de nauwkeurigheid van de kalibratiekromme 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 10 herhaalde responsies op een bepaald kalibratie- 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 maximumafleesverschil 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 worden geanalyseerd met de volgende instrumenten. Bij niet-lineaire analyseapparatuur mogen lineariseringsschakelingen worden toegepast.

3.3.1. Analyse van koolmonoxide (CO)

Voor de analyse van koolmonoxide wordt een niet-dispergerende analyser met absorptie in het infraroodgebied (NDIR) gebruikt.

3.3.2. Analyse van kooldioxide (CO₂)

Voor de analyse van kooldioxide wordt een niet-dispergerende analyser met absorptie in het infraroodgebied (NDIR) gebruikt.

3.3.3. Analyse van koolwaterstoffen (HC)

Voor de analyse van koolwaterstoffen bij dieselmotoren wordt een verwarmde-vlamionisator-detector (HFID) gebruikt met verwarmde detector, kleppen, leidingen enz. om de temperatuur van het gas op $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \pm 10^\circ\text{C}$) te houden. Bij aardgas- en LPG-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 aardgasmotoren)

De andere koolwaterstoffen dan methaan worden bepaald met 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°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°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, voorzover 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°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 nabehandelinginstallatie, moet het uitlaatgasmonster voorbij die inrichting worden genomen.

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

De uitlaatpijp tussen de motor en het volledige-stroomverduunningsstelsel 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-stroomverduunningsstelsel (uitsluitend ESC) of een volledige-stroomverduunningsstelsel (verplicht voor ETC). De doorstromingscapaciteit van het verdunningssysteem moet groot genoeg zijn om condensatie van water in de verdunnings- en de bemonsteringsstelsels 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 K ± 5 K (25°C ± 5°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-stroomverduunningsstelsel 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 deeltjesbemonsteringsstelsel, 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 µm-DOP-(dioctylftalaat)-opvangrendement van minstens 95% hebben bij een gasaanstroomnelheid 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 niet 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 8.

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 worden verwijderd en wordt de emissietest 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.

4.3. **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 voorgeschreven en de facultatieve testapparatuur die bij de ELR-test wordt gebruikt. De rook wordt gemeten met een opaciteitsmeter die zowel een opaciteits- als een lichtabsorptiecoëfficiëntstand heeft. De opaciteitsstand wordt uitsluitend voor kalibreringsdoeleinden en voor het controleren van de goede werking van de opaciteitsmeter gebruikt. De rookwaarden van de testcyclus worden gemeten in de lichtabsorptiecoëfficiëntstand.

5.1. **Algemene eisen**

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

- Een opaciteitsmeter 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 opaciteitsmeter 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 opaciteitsmeter mag niet groter zijn dan 0,05 s. De elektrische responsietijd is het verschil tussen de tijdstippen dat de output van de opaciteitsmeter 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

KALIBRATIEPROCEDURE

1. KALIBRATIE 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 kalibratiemethode wordt in dit punt beschreven voor de analyseapparatuur zoals bedoeld in bijlage III, aanhangsel 4, punt 3 en bijlage V, punt 1.

1.2. **Kalibratiegassen**

De bewaartijd voor alle kalibratiegassen moet worden gerespecteerd.

De door de fabrikant aangegeven einddatum van de houdbaarheidsduur van de kalibratiegassen 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 ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

Gezuiverde zuurstof

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

Waterstof-heliummengsel

(40 ± 2 % waterstof, rest helium)

(Verontreiniging ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)

Gezuiverde synthetische lucht

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

(Zuurstofgehalte tussen 18-21 volume %)

Gezuiverde propaan of CO voor de CVS-verificatie

1.2.2. *Kalibratie- 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 kalibratiegas 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 kalibratie- en een ijkgas moet binnen ± 2 % van de nominale waarde liggen. Alle concentraties van het kalibratiegas zijn gebaseerd op het volume (volumepercent of volume ppm).

De voor kalibratie 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 kalibratiegassen met een tolerantie van 2% kan worden bepaald.

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

De bediening van de analyseapparatuur geschiedt 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 wordt een lektest voor het systeem uitgevoerd. De sonde wordt losgekoppeld van het uitlaatsysteem en het uiteinde wordt voorzien van een stop. De analyserpomp wordt ingeschakeld. Na een stabiliseringsperiode moeten alle stroommeters nul aanwijzen. Zo niet, dan worden de bemonsteringsleidingen gecontroleerd en de gebreken 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 kalibratie- of lekproblemen.

1.5. **Kalibratieprocedure**

1.5.1. *Instrumentengeheel*

Het geheel van instrumenten wordt gekalibreerd en de kalibratiekromme wordt 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 niet opgegeven, wordt voor het opwarmen van de analyseapparatuur een minimumperiode van twee uur aanbevolen.

1.5.3. *NDIR- en HFID-analyser*

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

1.5.4. *Kalibratie*

Elk normaal gebruikt werkgebied moet worden gekalibreerd.

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

De passende kalibratiegassen worden in het analyseapparaat gevoerd, de waarden worden vastgelegd en de kalibratiekromme wordt overeenkomstig punt 1.5.5 uitgezet.

Zo nodig wordt de nulinstelling opnieuw gecontroleerd en de kalibratieprocedure herhaald.

1.5.5. *Vaststelling van de kalibratiekromme*

1.5.5.1. *Algemene aanwijzingen*

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

De kalibratiekromme mag niet meer dan $\pm 2\%$ afwijken van de nominale waarde van elk kalibratiepunt en niet meer dan $\pm 1\%$ van het volledige schaalbereik bij nul.

Met de kalibratiekromme en de kalibratiepunten 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 kalibratie.

1.5.5.2. **Kalibratie beneden 15 % van het volledige schaalbereik**

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

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

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

Deze voorschriften gelden niet voor een volledige-schaal-waarde van 155 ppm of minder.

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 kalibratie**

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

De kalibratie 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 kalibratiekromme 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. *Kalibratie*

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 = NO_x-concentratie overeenkomstig punt 1.7.6

b = NO_x-concentratie overeenkomstig punt 1.7.7

c = NO-concentratie overeenkomstig punt 1.7.4

d = 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 kalibratieconcentratie 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 kalibratieconcentratie van punt 1.7.2 te verminderen. De aangegeven concentratie (d) wordt genoteerd. (De analysator staat in de NO-stand).

1.7.6. *NO_x-stand*

De NO-analysator wordt vervolgens 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 analysator 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 door de omzetter in de detector. De aangegeven concentratie (b) moet worden genoteerd. (De analysator 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 analysator staat in de NO-stand).

1.7.9. *Testfrequentie*

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

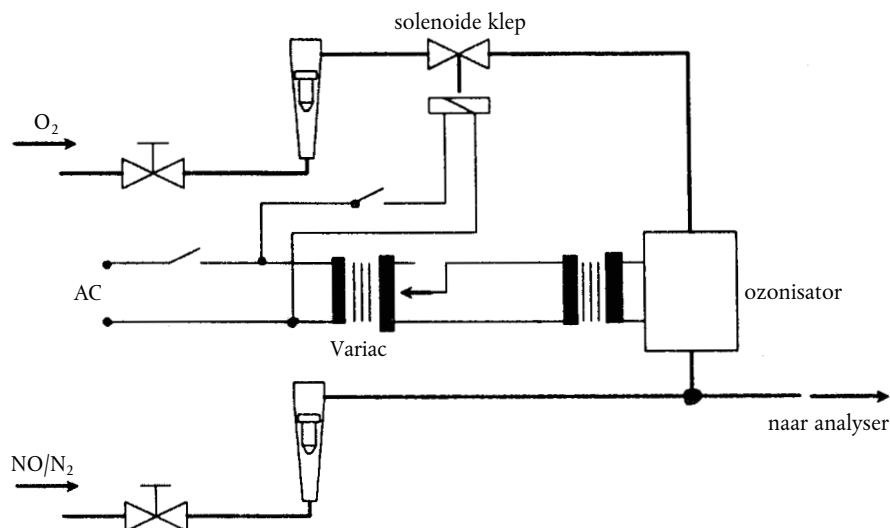
1.7.10. *Eisen ten aanzien van de doelmatigheid*

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 analysator ingesteld voor het meest gebruikelijke meetbereik, geen vermindering van 80 tot 20% kan bewerkstelligen overeenkomstig punt 1.7.5, moet het hoogste meetbereik worden gebruikt waarbij deze vermindering wel mogelijk is.

Figuur 6

Schema voor de controle van de doelmatigheid van de NO₂-omzetter

1.8. **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 analysator moet worden gekalibreerd met een propaan/luchtmengsel en gezuiverde synthetische lucht overeenkomstig punt 1.5.

De responsiefactoren moeten worden bepaald wanneer de analysator 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 C l.

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 $\pm 2\%$ ten opzichte van een gravimetrische standaard uitgedrukt in volume. Bovendien moet de gascilinder gedurende 24 uur op een temperatuur van $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$) 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: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

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 analysator 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 gecontroleerd en de analysator zo nodig bijgesteld worden.

1.8.4. *Doelmatigheid van de niet-methaancutter (NMC — uitsluitend voor aardgasmotoren)*

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. In het ideale geval 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 methaankalibratiegas wordt wel en niet via de NMC door de FID geleid 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-kalibratiegas wordt wel en niet via de NMC door de FID geleid 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-, CO₂, en NO_x-analysatoren

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 analysator en na groot onderhoud.

1.9.1. Storingscontrole van de CO-analysator

Water en CO₂ kunnen de prestaties van de CO-analysator verstoren. Derhalve wordt een CO₂-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 analysator wordt genoteerd. De analysatorresponsie 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-analysator

De betrokken twee gassen voor CLD- (en HCLD-)analysators 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 CO₂

Een CO₂-ijkgas met een concentratie van 80 tot 100% van de volle schaal van het maximumwerkgebied moet door de NDIR-analysator worden gevoerd en de CO₂-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 CO₂- en NO-waarden worden genoteerd als B en C. De CO₂-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 CO₂-concentratie gemeten met NDIR, %

B = de verdunde CO₂-concentratie gemeten met NDIR, %

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

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

Alternatieve methoden voor het verdunnen en bepalen van de CO₂- 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:

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

en als D_e worden opgetekend.

Voor dieseluitlaatgas moet de maximumwaterdampconcentratie in het uitlaatgas (H_m , in %) worden geraamd die tijdens de test wordt verwacht, waarbij wordt verondersteld dat de atoomverhouding H/C in de brandstof 1,8:1 bedraagt, op basis van de verdunde CO_2 -ijkgasconcentratie (A, gemeten overeenkomstig punt 1.9.2.1) en wel als volgt:

$$H_m = 0,9 * A$$

De waterdampverzadigingsdruk, die niet meer dan 3% mag zijn, wordt als volgt berekend:

$$\% \text{ H}_2\text{O verzadigd} = 100 * [(D_e - C)/D_e] * (H_m/H)$$

waarin:

D_e = de verwachte verdunde NO-concentratie, ppm

C = de verdunde NO-concentratie, ppm

H_m = de maximumwaterdampconcentratie, %

H = de werkelijke waterdampconcentratie, %

Opmerking: Het is van belang dat de NO_2 -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 NO_2 in water.

1.10. Kalibratiefrequentie

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 kalibratie.

2. KALIBRATIE VAN HET CVS-SYSTEEM

2.1. Algemeen

Bij de kalibratie van het CVS wordt gebruik gemaakt van een nauwkeurige debietmeter en een instelbare restrictie. De stroom in het systeem wordt bij verschillende drukken gemeten, en tevens worden de afstelingsparameters van het systeem gemeten en aan de gasstromen gerelateerd.

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

2.2. Kalibratie 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 $m^3/min.$ 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 bepaald die de verhouding tussen het pompdebiet en de correlatiefunctie uitdrukt. Indien de pomp van het CVS meer dan één pompsnelheid heeft, moet voor iedere gebruikte snelheid een kalibratie worden verricht.

2.2.1. *Gegevensanalyse*

De luchtstroom (Q_s) bij elke restrictiestand (ten minste 6 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), m^3/s

T = temperatuur bij de inlaat van de pomp, K

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

n = toerental van de pomp, min^{-1}

Ter compensatie van de wisselwerking tussen de drukvariaties van de pomp 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 de volgende formule:

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

waarin:

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

p_A = absolute druk bij de uitlaat van de pomp, kPa

Ter verkrijging van de kalibratievergelijkingen 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 kalibratie worden verricht. De voor deze snelheden verkregen kalibratiekrommen moeten zo goed als evenwijdig zijn en de ordinaatwaarden bij de oorsprong D_0 moeten toenemen indien het debietbereik van de pomp afneemt.

De met behulp van de vergelijking berekende waarden moeten binnen $\pm 0,5\%$ van de gemeten waarden van V_0 liggen. De waarden van m variëren per pomp. De instroming van deeltjes zal ertoe leiden dat de pompslip na enige tijd zal verminderen, hetgeen tot lagere waarden voor m leidt. De kalibratie 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. **Kalibratie van de venturibus met kritische stroming (CFV)**

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

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

waarin:

K_v = kalibratiecoëfficiënt

p_A = absolute druk bij de inlaat van de venturibus, kPa

T = absolute temperatuur bij de inlaat van de venturibus, K

2.3.1. *Gegevensanalyse*

De luchtstroom (Q_s) op elke restrictiestand (ten minste 8 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 kalibratiecoëfficiënt 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), m³/s

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

p_A = absolute druk bij de inlaat van de venturibuis, 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 8 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 de plaats van 0,000479 voor HC. Daarbij wordt een van de twee volgende technieken 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 5 tot 10 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. KALIBRATIE VAN HET DEELTJESMEETSYSTEEM

3.1. Inleiding

Elk onderdeel 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 4 en bijlage V, punt 2 bedoelde onderdelen.

3.2. Stroommeting

De kalibratie van de gasstroommeters of van de stroommeetinstrumenten moet gebaseerd zijn op een nationale en/of internationale norm. De maximumfout in de meetwaarde mag maximaal $\pm 2\%$ 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 $\pm 4\%$ ligt (zie ook bijlage V, punt 2.2.1, uitlaatgasanalysator 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. **Kalibratiefrequentie**

De stroommeetapparatuur moet minstens om de drie maanden worden gekalibreerd of wanneer een wijziging aan het systeem wordt aangebracht die op de kalibratie van invloed is.

4. KALIBRATIE VAN DE OPACITEITSMEETAPPARATUUR

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. **Kalibratieprocedure**

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 volgens de aanbevelingen van de fabrikant.

4.2.2. *Controle van de lineariteit*

De lineariteit van de opaciteitsmeter wordt gecontroleerd in de opaciteitsstand volgens de aanbevelingen van de fabrikant. Drie neutrale-opaciteitsfilters met bekende transmissiecoëfficiënten, 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 grijsfilters hebben een nominale opaciteit van ongeveer 10%, 20% en 40%.

De lineariteit mag niet meer dan $\pm 2\%$ 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. **Kalibratiefrequentie**

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 kalibratie van invloed is.

BIJLAGE IV

**TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DE REFERENTIEBRANDSTOF DIE VOORGESCHREVEN IS VOOR
KEURING EN DE CONTROLE VAN DE OVEREENSTEMMING VAN DE PRODUCTIE**

1. DIESELBRANDSTOF ⁽¹⁾

Parameter	Eenheid	Grenswaarden ⁽²⁾		Testmethode	Publicatie
		Minimum	Maximum		
Cetaangetal ⁽³⁾		52,0	54,0	EN-ISO 5165	1998 ⁽⁴⁾
Dichtheid bij 15 °C	kg/m ³	833	837	EN-ISO 3675	1995
Distillatie:					
— 50% vol punt	°C	245	—	EN-ISO 3405	1998
— 95% vol punt	°C	345	350	EN-ISO 3405	1998
— eindkookpunt	°C	—	370	EN-ISO 3405	1998
Vlampunt	°C	55	—	EN 22719	1993
Verstopingspunt van het filter bij lage temperatuur	°C	—	- 5	EN 116	1981
Viscositeit bij 40 °C	mm ² /s	2,5	3,5	EN-ISO 1304	1996
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	% m/m	3,0	6,0	IP 391 (*)	1995
Zwavelgehalte ⁽⁵⁾	mg/kg	—	300	pr. EN-ISO/DIS 14596	1998 ⁽⁴⁾
Kopercorrosie		—	1	EN-ISO 2160	1995
Conradsonkoolwaterstofresidu (10% distillatieresidu)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370	
Asgehalte	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245	1995
Watergehalte	% m/m	—	0,05	EN-ISO 12937	1995
Neutralisatiegetal (sterk zuur)	KOH/g	—	0,02	ASTM D 974-95	1998 ⁽⁴⁾
Oxidatiebestendigheid ⁽⁶⁾	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205	1996
(*) Polycyclische aromatische koolwaterstoffen volgens nieuwe en betere methode	% m/m	—	—	EN 12916	[1997] ⁽⁴⁾

⁽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:

$$\text{Specifieke energie (calorische waarde) (netto) in MJ/kg} = (46,423 - 8,792d^2 + 3,170d) (1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x$$

waarin:

d = dichtheid bij 15 °C

x = watergehalte in gewichtsprocenten (%)

y = asgehalte in gewichtsprocenten (%)

s = zwavelgehalte in gewichtsprocenten (%)

⁽²⁾ De in de specificatie vermelde waarden zijn „reële waarden”. De grenswaarden werden vastgesteld aan de hand van ISO 4259, *Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test*, terwijl voor het vastleggen van een minimumwaarde rekening werd gehouden met een minimumverschil van 2R boven nul; bij het vaststellen van een maximum- en minimumwaarde bedroeg het minimumverschil 4R (R = reproduceerbaarheid). Hoewel deze maatregel om statistische redenen is ingevoerd, moet de fabrikant van een brandstof er toch naar streven een nulwaarde te verkrijgen indien de vastgestelde maximumwaarde 2R bedraagt, en de gemiddelde waarde te verkrijgen ingeval maximum- en minimumgrenswaarden zijn opgegeven. Indien moet worden nagegaan of een brandstof al dan niet voldoet aan de voorwaarden van de specificaties, moet ISO 4259 worden toegepast.

⁽³⁾ Het opgegeven gebied voor het cetaangetal is niet in overeenstemming met de eis van een minimum van 4R. Bij geschillen tussen de brandstofleverancier en de gebruiker kunnen de eisen van ISO 4259 evenwel worden gebruikt om die geschillen op te lossen mits er bij voorkeur niet één meting, maar herhaalde metingen, in voldoende aantal om de vereiste nauwkeuringheid te bereiken, worden verricht.

⁽⁴⁾ De maand van publicatie wordt te zijner tijd ingevuld.

⁽⁵⁾ Het reële zwavelgehalte van brandstof die gebruikt wordt voor de test wordt gerapporteerd. Bovendien bedraagt het zwavelgehalte van de referentiebrandstof die gebruikt wordt om een voertuig goed te keuren tegenover de grenswaarden, bedoeld in rij B van de tabel in punt 6.2.1 van bijlage I bij deze richtlijn, maximaal 50 ppm. De Commissie zal zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk 31 december 1999, een wijziging van deze richtlijn indienen waarin het marktgemiddelde tot uiting komt voor het zwavelgehalte van brandstof ten opzichte van de brandstof, omschreven in bijlage IV bij Richtlijn 98/70/EG.

⁽⁶⁾ Ook al wordt de oxidatiebestendigheid onder controle gehouden, toch zal de houdbaarheid waarschijnlijk beperkt zijn. De leverancier dient om advies te worden gevraagd over de voorwaarden en de duur van de opslag.

2. AARDGAS

Op de Europese markt worden brandstoffen in twee gasgroepen aangeboden:

- gasgroep H, waarvan de uiterste referentiebrandstoffen G₂₀ en G₂₃ zijn;
- gasgroep L, waarvan de uiterste referentiebrandstoffen G₂₃ en G₂₅ zijn.

De kenmerken van de referentiebrandstoffen G₂₀, G₂₃ en G₂₅ zijn als volgt:

Referentiebrandstof G₂₀

Karakteristiek	Eenheden	Bases	Grenswaarden		Testmethoden
			Min.	Max.	
<i>Samenstelling:</i>					
Methaan	mol %	100	99	100	ISO 6974
Balans [Inerte gassen + C ₂ /C ₂ +]		—	—	1	
N ₂		—	—	—	
Zwavelgehalte	mg/m ³ ⁽¹⁾	—	—	50	ISO 6326-5

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

Referentiebrandstof G₂₃

Karakteristiek	Eenheden	Bases	Grenswaarden		Testmethoden
			Min.	Max.	
<i>Samenstelling:</i>					
Methaan	mol %	92,5	91,5	93,5	ISO 6974
Balans [Inerte gassen + C ₂ /C ₂ +]		—	—	1	
N ₂		7,5	6,5	8,5	
Zwavelgehalte	mg/m ³ ⁽¹⁾	—	—	50	ISO 6326-5

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

Referentiebrandstof G₂₅

Karakteristiek	Eenheden	Bases	Grenswaarden		Testmethoden
			Min.	Max.	
<i>Samenstelling:</i>					
Methaan	mol %	86	84	88	ISO 6974
Balans [Inerte gassen + C ₂ /C ₂ +]		—	—	1	
N ₂		14	12	16	
Zwavelgehalte	mg/m ³ ⁽¹⁾	—	—	50	ISO 6326-5

⁽¹⁾ 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
		Min.	Max.	Min.	Max.	
Motoroctaangetal		93,5		93,5		EN 589 bijlage B
<i>Samenstelling:</i>						
C ₃ -gehalte	vol. %	48	52	83	87	
C ₄ -gehalte	vol. %	48	52	13	17	ISO 7941
Olefinen	vol. %	0	12	9	15	
Verdampings- resten	mg/kg		50		50	NFM 41-015
Totaal zwavelge- halte	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 de aanwezigheid van corrosieve stoffen met deze methode niet altijd nauwkeurig worden bepaald. Daarom is het verboden dergelijke bestanddelen toe te voegen met als enig doel de test te beïnvloeden.

BIJLAGE V

ANALYSE- EN BEMONSTERINGSSYSTEMEN

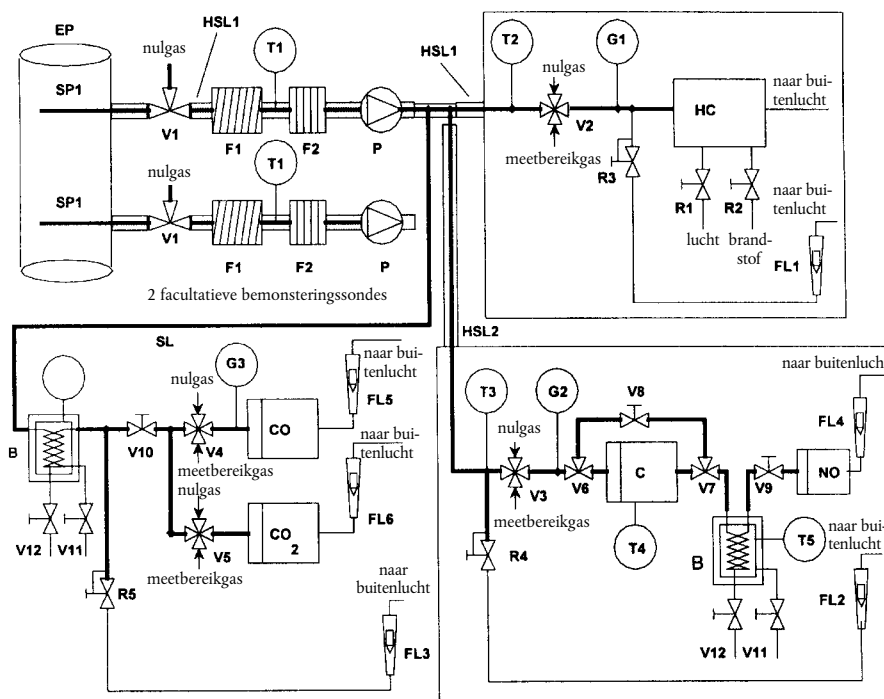
1. BEPALING VAN DE GASVORMIGE EMISSIES

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 Alleen ESC



1.2. Beschrijving van het analysesysteem

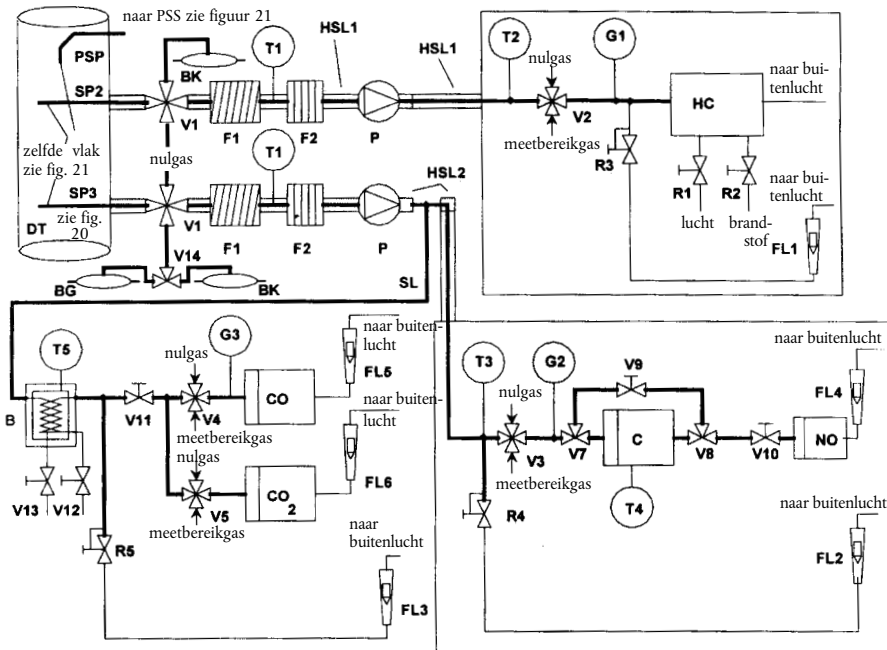
Er wordt een analysesysteem voor de vaststelling van de gasvormige emissies in het ruwe (figuur 7, enkel ESC) of verdunde (figuur 8, ETC en ESC) uitlaatgas beschreven, dat gebaseerd is op het gebruik van een:

- HFID-analysator voor de meting van koolwaterstoffen;
- NDIR-analysatoren voor de meting van koolmonoxide en kooldioxide;
- HCLD- of equivalente analysator 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 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
ETC — 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 voorzien zijn 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 gebruikt 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 HSL1;
- 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 K ± 10 K (190°C ± 10°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-analysator.

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 $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$), 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 453 K (180°C), indien de temperatuur van het uitlaatgas boven 463 K (190°C) ligt;
- een gastemperatuur van $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$) 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-analysatoren 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-analysator 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 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 t/m 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 analysatoren 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)**

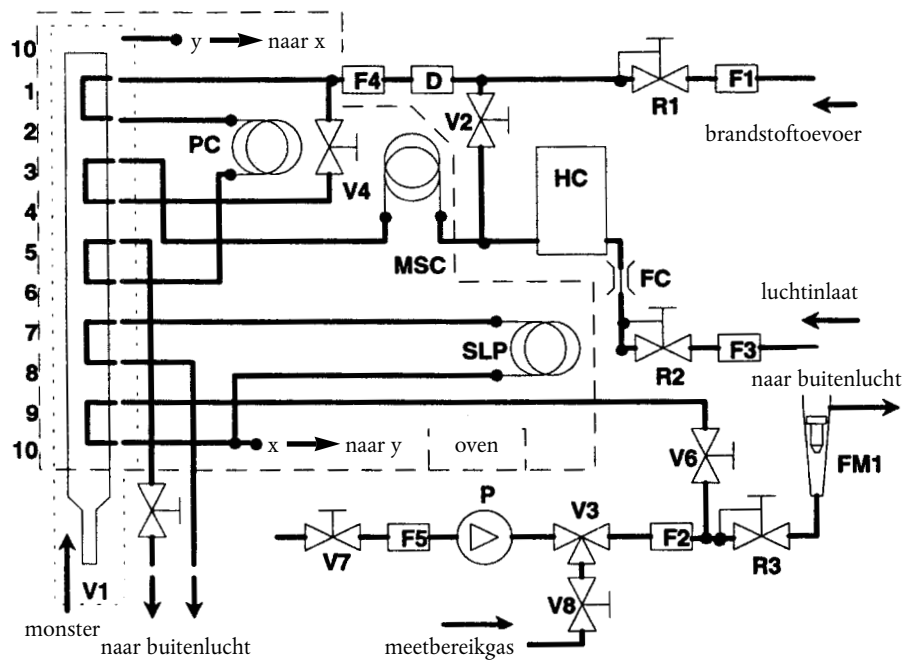
Bij gebruik van een GC-methode wordt een klein gemeten volume van het monster in een analysekolom geïnjecteerd waarin dit door een inert transportgas wordt getransporteerd. De kolom scheidt de diverse componenten naar gelang van hun kookpunt, zodat zij op verschillende tijdstippen uit de kolom worden uitgewassen. Vervolgens passeren zij een detector die een elektrisch signaal opwekt dat afhangt van de concentratie. Omdat deze methode geen continue analysemethode is, kan zij 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 het CH_4 van de lucht en de CO voordat het 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 s 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 12 uur in het transportgas te worden geplaatst 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 12 uur in het transportgas te worden geplaatst bij 423 K (150°C).

OV Oven

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

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) verhit kunnen worden.

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

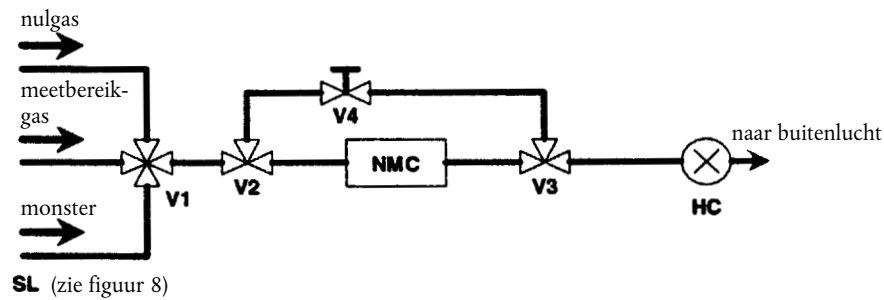
Om de stroom in de omloopleiding te meten.

1.3.2. Niet-methaancuttermethode (NMC, figuur 10)

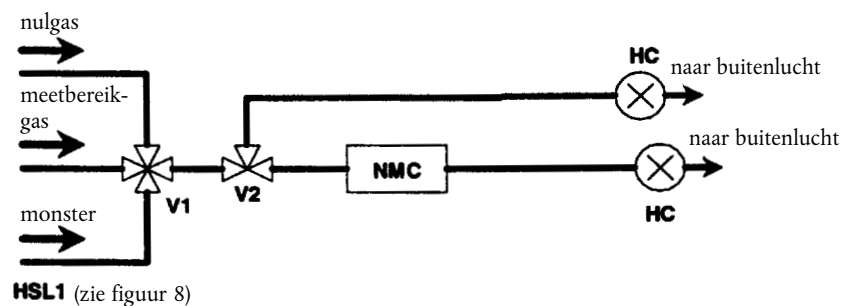
De NMC oxideert alle koolwaterstoffen behalve CH₄ tot CO₂ en H₂O, zodat alleen nog CH₄ door de FID wordt gedetecteerd nadat het monster door de NMC is geleid. Bij gebruik van een bemonsteringszak wordt bij de SL een omloopleiding geïnstalleerd (zie punt 1.2, figuur 8), waarmee het mogelijk is de stroom 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-methaancuttermethode (NMC)

Bemonsteringszakmethode



Integratiemethode

Onderdelen van figuur 10

NMC Niet-methaan cutter

Om alle koolwaterstoffen behalve methaan te oxideren.

HCVerwarmde vlamionisatiedetector (HFID) om de HC- en CH₄-concentraties 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 uitlaatgasstroom. 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 stelsel. De volgende systemen worden aanbevolen:

Isokinetische systemen (figuren 11 en 12)

Met deze systemen worden de stroom in de verbindingbuis 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 fluidum 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).

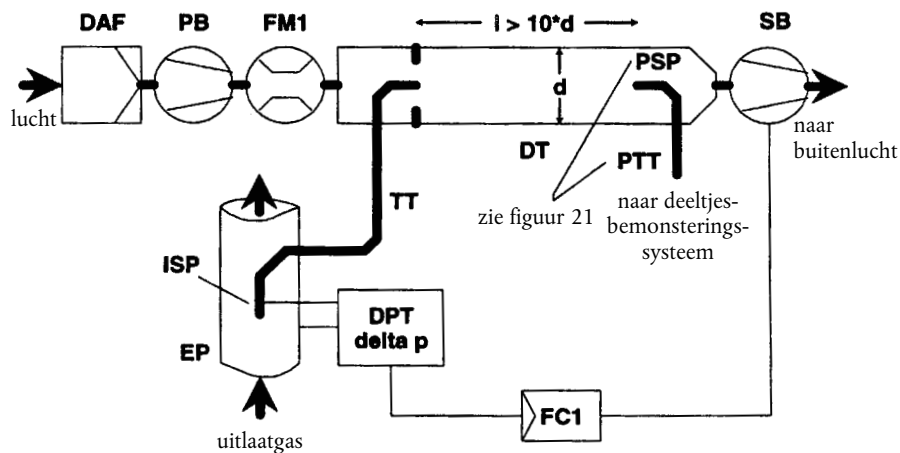
Systemen met stroomregeling en -meting (figuren 18 en 19)

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

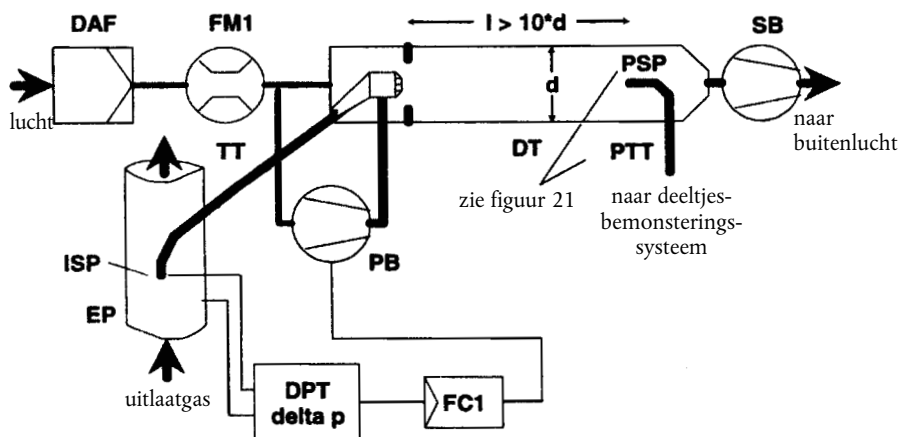
Partiële-stroomverduunningssysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering
(regeling van SB)



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 drukvormer 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 dwarsdoorsneden 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-stroomverduunningssysteem met isokinetische sonde en deelbemonstering
(regeling van PB)

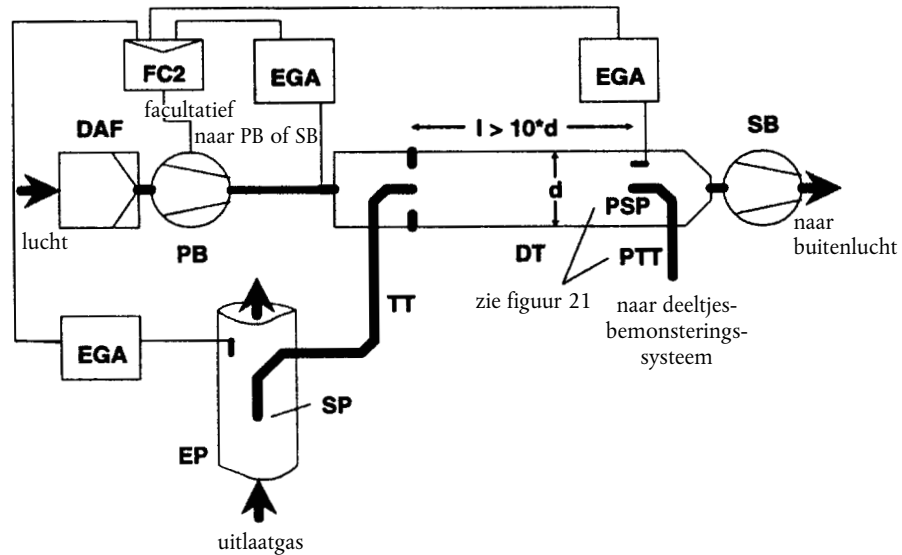


Het ruwe uitlaatgas wordt met de isokinetische bemonsteringssonde ISP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningstunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT. Het drukverschil van het uitlaatgas tussen de uitlaatpijp en de inlaat van de sonde wordt gemeten met de drukvormer DPT. Het signaal wordt doorgegeven aan de stroomregelaar FC1 die de aanjager 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 dwarsdoorsneden van EP en ISP. De verdunningslucht wordt in DT gezogen met

behelp 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

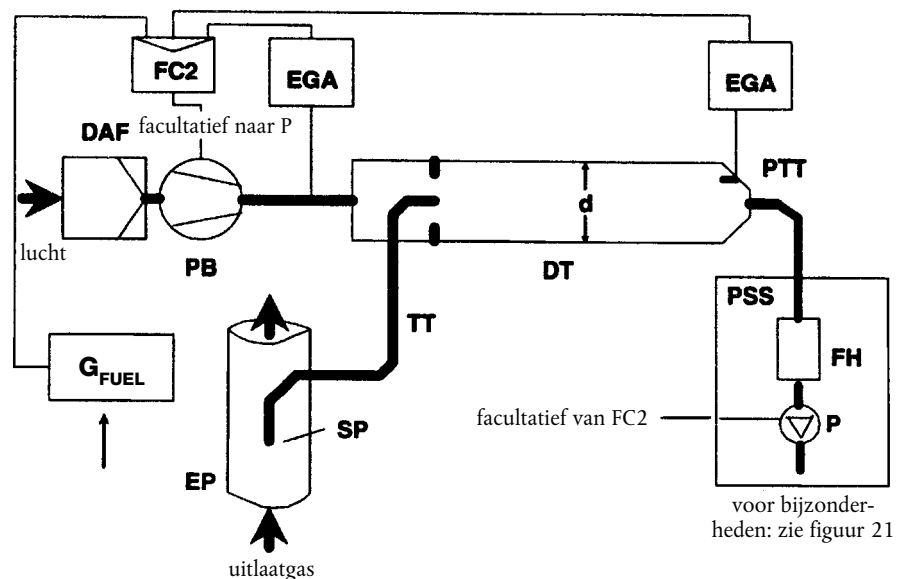
Partiële-stroomverdunningsstelsysteem met meting van CO_2 - of NO_x -concentratie en deelbemonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP vanuit de uitlaatpijp EP naar de verdunnings-tunnel DT gevoerd via de verbindingsleiding TT. De concentratie van een indicatorgas (CO_2 of NO_x) wordt gemeten in het ruwe en het verdunde uitlaatgas en in de verdunningslucht met de uitlaatgasanaly-sator(en) EGA. Deze signalen worden doorgegeven aan de stroomregelaar FC2 die 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 indicatorgascon-centraties in het ruwe uitlaatgas, het verdunde uitlaatgas en de verdunningslucht.

Figuur 14

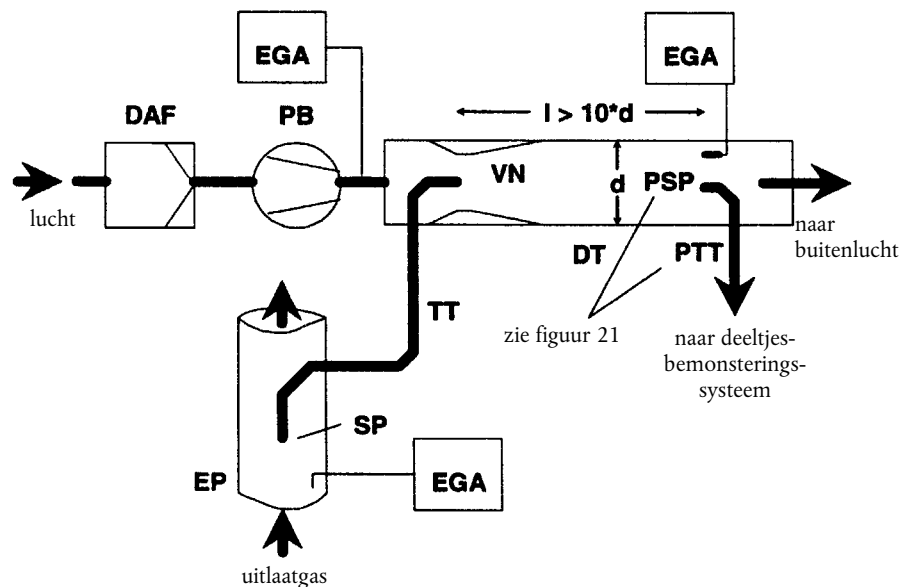
Partiële-stroomverdunningsstelsysteem met meting van de CO_2 -concentratie, koolstofbalans en totale bemonstering



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 uitlaatgasanalysator(en) 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 en FC3 de bemonsteringspomp P (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

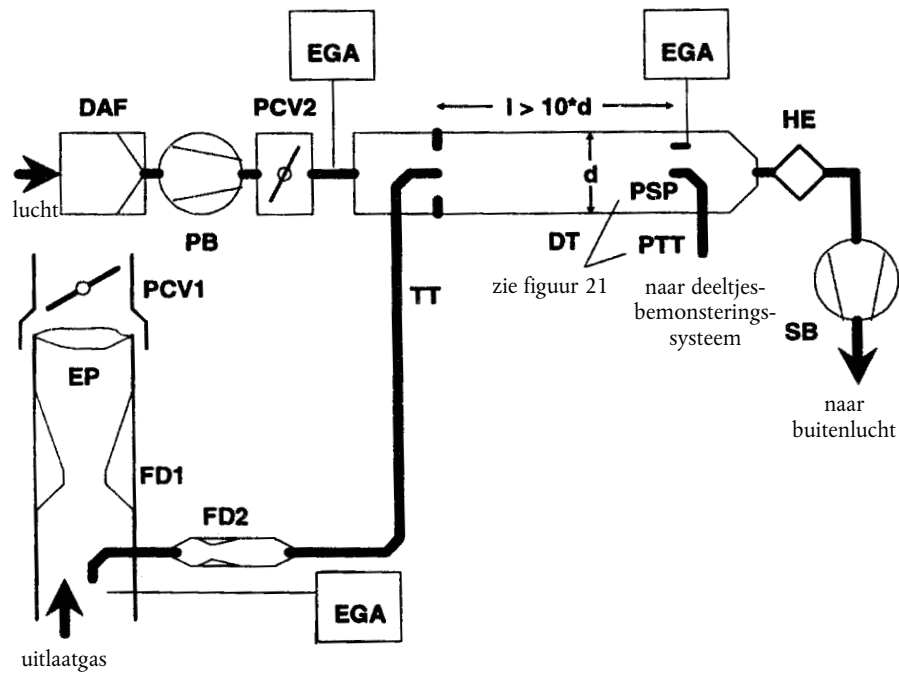
Partiële-stroomverdunningssysteem met één venturi, meting van de concentratie en deeltjesbemonstering



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 iets 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 uitlaatgasanalysator(en) EGA en de verdunningsverhouding wordt berekend uit de gemeten waarden.

Figuur 16

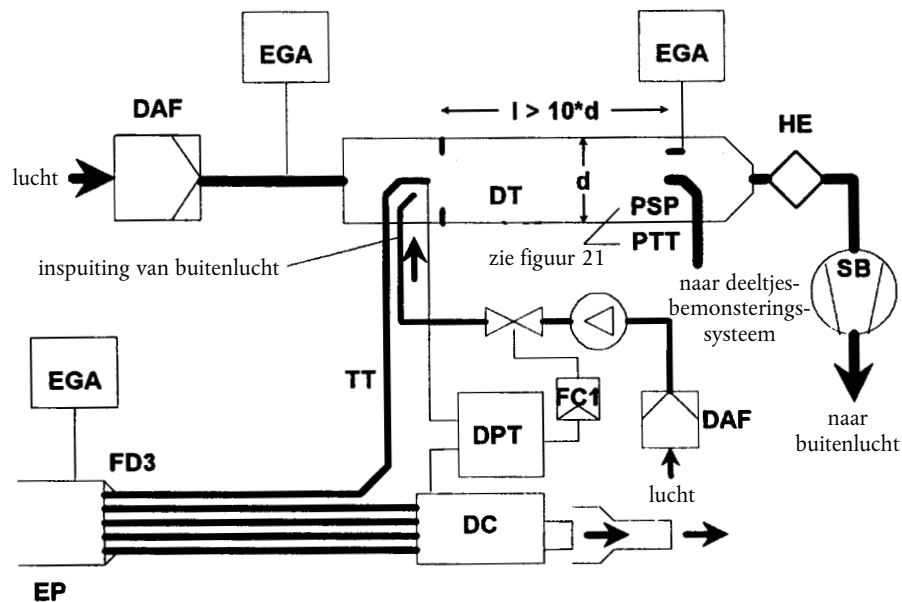
Partiële-stroomverduunningssysteem met twee venturi's of twee openingen, meting van de concentratie en deelbemonstering



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 (CO_2 en NO_x) worden gemeten in het ruwe uitlaatgas, het verdunde uitlaatgas en de verdunningslucht met de uitlaatgasanalysator(en) 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

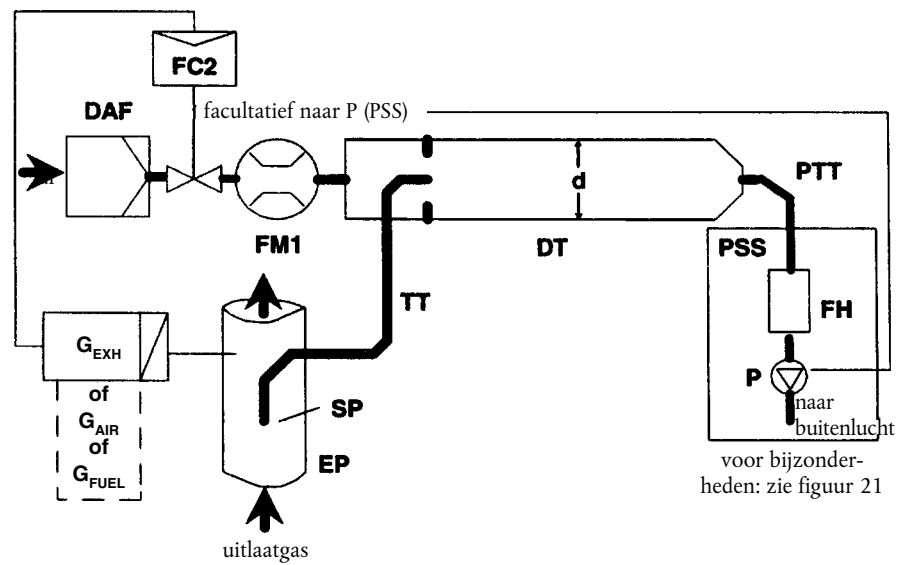
Partiële-stroomverduunningsysteem met scheiding door verscheidene buisjes, meting van de concentratie en deelbemonstering



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 drukvormer 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 uitlaatgasanalysator(en) 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

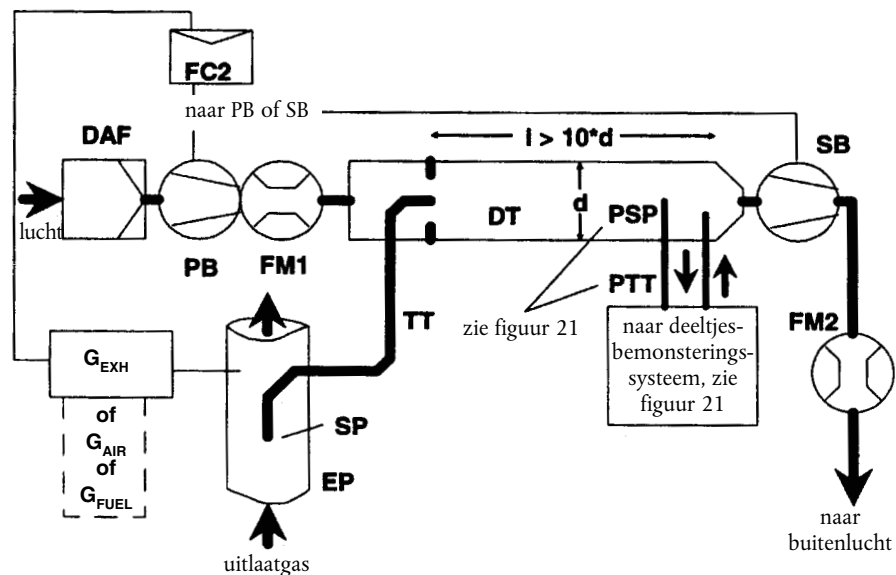
Partiële-stroomverdunningsstelsysteem met stroomregeling en totale bemonstering



Het ruwe uitlaatgas wordt met de bemonsteringssonde SP uit de uitlaatpijp EP naar de verdunningsstunnel 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_{EXH} , G_{AIR} , 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 FM1 en de totale stroom met de stroommeter FM3 van het deeltjesbemonsteringssysteem (zie figuur 21). De verdunningsverhouding wordt berekend uit deze twee stroomwaarden.

Figuur 19

Partiële-stroomverdunningsstelsysteem met stroomregeling en deeltjesbemonstering



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 en de totale stroom met de stroommeter FM2. 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. Andere maatregelen ter vermindering van drukschommelingen dan die met een uitlaatsysteem van het type onder een chassis (met inbegrip van demper en nabehandelingseinrichting) mogen de motorprestaties niet wijzigen en geen afzetting van deeltjes veroorzaken.

Bij systemen zonder isokinetische sondes wordt aanbevolen een rechte pijp van ten minste 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 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 drukverschilomvormer. Het drukverschil tussen EP en ISP wordt op nul gehouden met de stroomregelaar FC1.

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 nodig voor een proportionele splitsing door de regeling van de druk in EP en DT.

FD3 Stroomverdeler (figuur 17)

Er wordt in de uitlaatpijp EP een stel buisjes (een eenheid bestaande uit verscheidene 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

uitlaatgasselheden 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 drukverschilomvormer DPT. Het drukverschil nul wordt gerealiseerd met behulp van de stroomregelaar FC1.

EGA Uitlaatgasanalysator (figuren 13, 14, 15, 16 en 17)

Er kan gebruik worden gemaakt van CO₂- of NO_x-analysatoren (alleen CO₂ bij de koolstofbalansmethode). De analysatoren worden op dezelfde wijze gekalibreerd als de analysatoren voor de meting van de gasvormige emissies. Er kan gebruik gemaakt worden van verscheidene analysatoren 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 $0,05 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ met een radiale dikte van de isolatie die overeenkomt met de diameter van de sonde. Indien de buis langer is dan 1 meter, moet hij geïsoleerd zijn en worden verwarmd tot een minimumwandtemperatuur van 523 K (250 °C).

DPT Drukverschilomvormer (figuren 11, 12 en 17)

De drukverschilomvormer moet een bereik van $\pm 500 \text{ Pa}$ 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 er een constante massastroom van verdund uitlaatgas is en de bemonsterde uitlaatgasstroom aan het eind van de verbindingsbuis TT (figuur 12) te beheersen door regeling van het debiet van de aanjager PB.

Bij een systeem met drukregeling, mag de nettofout in de regelkring niet meer dan $\pm 3 \text{ Pa}$ bedragen. De drukschommelingen in de verdunningstunnel mogen gemiddeld niet meer bedragen dan $\pm 250 \text{ Pa}$.

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 buisjeseenheid 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 tweeweg 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 verdun-

ningsverhouding 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 gekalibreerd is 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 instrument gekalibreerd.

SB Aanzuigventilator (figuren 11, 12, 13, 16, 17 en 19)

Alleen voor deeltjesbemonsteringssystemen. SB kan worden gebruikt om de verdunde uitlaatgasstroom te meten, indien gekalibreerd.

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.

NB: 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 koude 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 koelmiddel 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.

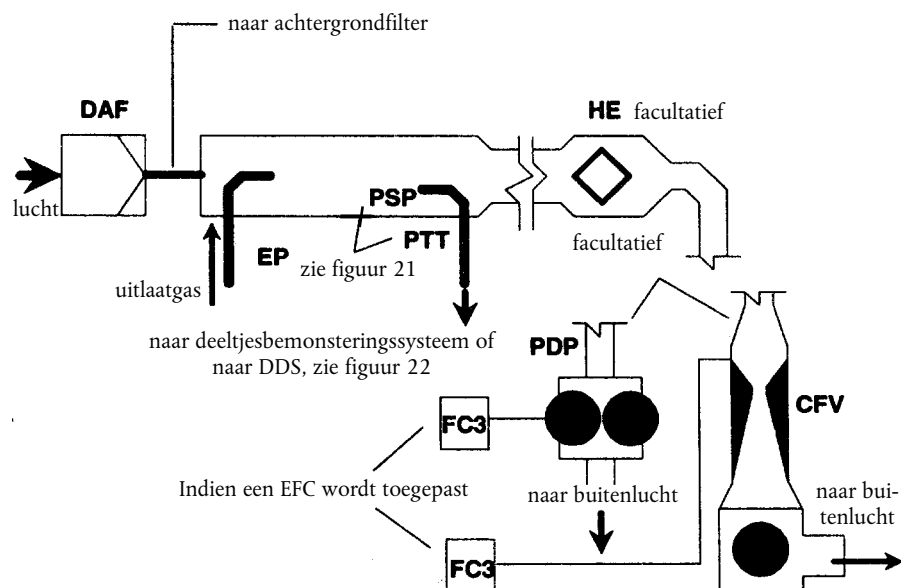
2.3. Volledige-stroomverdunningsstelsysteem

In figuur 20 wordt een verdunningsstelsysteem beschreven waarbij het totale uitlaatgas wordt verdund, uitgaande 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-verdunningsstelsysteem gedeeltelijk uit een verdunningsstelsysteem 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-stroomverdunningsstelsysteem



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 nabehandelingsinrichting 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 $0,1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 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 plunjerverplaatsing. 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 Venturibuis met kritische stroming

De CFV meet de totale verdunde uitlaatgasstroom door de stroming voortdurend te knijpen (kritische stroming). 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 deeltjesstelsel. 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 teweeg te brengen (getal van Reynolds groter dan 4 000) en van voldoende lengte om volledige menging van het uitlaatgas met de verdunningslucht teweeg 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 Verdunningsluchtfilter

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

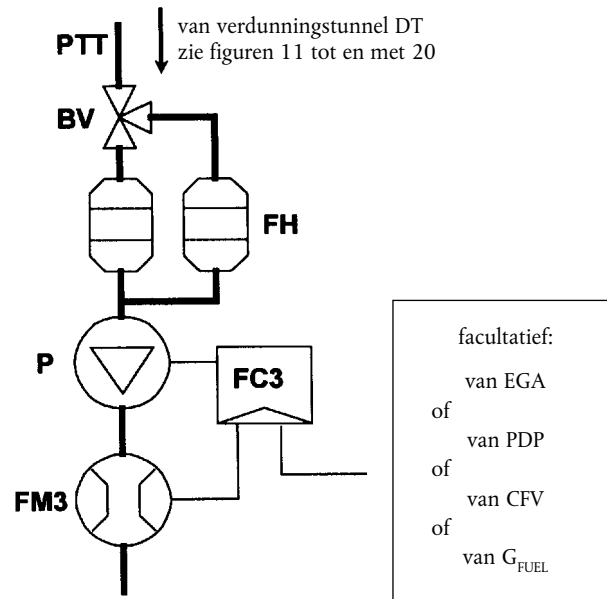
Het deeltjesbemonsteringssysteem moet de deeltjes met het deeltjesfilter opvangen. Bij *totale bemonstering met partiële-stroomverdunning*, waarbij het gehele verdunde uitlaatgasmonster door de filters wordt gevoerd, vormt het verdunnings- (punt 2.2, figuren 14 en 18) en het bemonsteringssysteem gewoonlijk één geheel. Bij *deelbemonstering met partiële-stroomverdunning* of *volledige-stroomverdunning*, waarbij slechts een deel van het verdunde uitlaatgas door de filters wordt gevoerd, zijn het verdunningssysteem (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-verdunningssysteem DDS (figuur 22) van een volledige-stroomverdunningssysteem beschouwd als een specifieke variant van het in figuur 21 afgebeelde typische deeltjesbemonsteringssysteem. Het dubbele verdunningssysteem 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 omloopsysteem 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

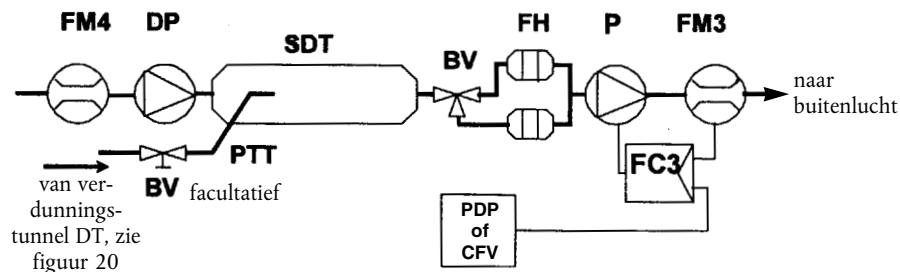
Deeltjesbemonsteringssysteem



Er wordt met behulp van de bemonsteringspomp P een monster van het verdunde uitlaatgas uit de tunnel DT van een partiële- of volledige-stroomverdunningssysteem genomen via de deeltjesbemonsterings-sonde 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-verdunningssysteem (alleen volledige-stroomsysteem)



Er wordt een monster van het verdunde uitlaatgas overgebracht vanuit de verdunningstunnel DT van een volledige-stroomverdunningssysteem door de bemonsteringssonde PSP en de deeltjesverbindingsleiding PTT naar de secundaire verdunningstunnel 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 Deeltjesverbindingsbuis (figuren 21 en 22)**

De deeltjesverbindingsbuis moet zo kort mogelijk zijn, maar in ieder geval niet langer dan 1 020 mm. 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) daarbij 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 filterhouder;
- het *volledige-stroomsysteem met dubbele verduunning* vanaf de sondepunt (PSP) tot aan de secundaire verduunningstunnel.

De verbindingsbuis:

- 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 geïsoleerd worden.

SDT Secundaire verbindingstunnel (figuur 22)

De secundaire verduunningstunnel moet een minimumdiameter van 75 mm hebben en lang genoeg zijn om een retentietijd van ten minste 0,25 seconden voor het tweemaal verdunde 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 geïsoleerd worden.

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) 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 (mogen) geïsoleerd worden.

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 Verdunningsluchtpomp (figuur 22)

De verdunningsluchtpomp moet zich op een zodanige plaats bevinden dat de secundaire verdunningslucht op een temperatuur van 298 K (25°C) ± 5 K wordt toegevoerd, indien de verdunningslucht 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 deeltjesverbindingsleiding PTT en een schakeltijd van minder dan $0,5$ s hebben.

NB: 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 filteroppervlakttemperatuur 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, b.v. met behulp van een circulatieventilator, zolang de temperatuur van het koelmiddel 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 opaciteitsmeters. 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 dat technisch verantwoord is.

Voor de meting wordt licht over een bepaalde afstand door de te meten rook geleid. Het gedeelte van het invallende licht dat een ontvanger bereikt, is dan een maat 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-stroomopaciteitsmeter), aan het uiteinde van de uitlaatpijp (achtergeschakelde volledige-stroomopaciteitsmeter) of door een monster van de uitlaatgassen aan de uitlaatpijp te nemen (partiële-stroomopaciteitsmeter). 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.

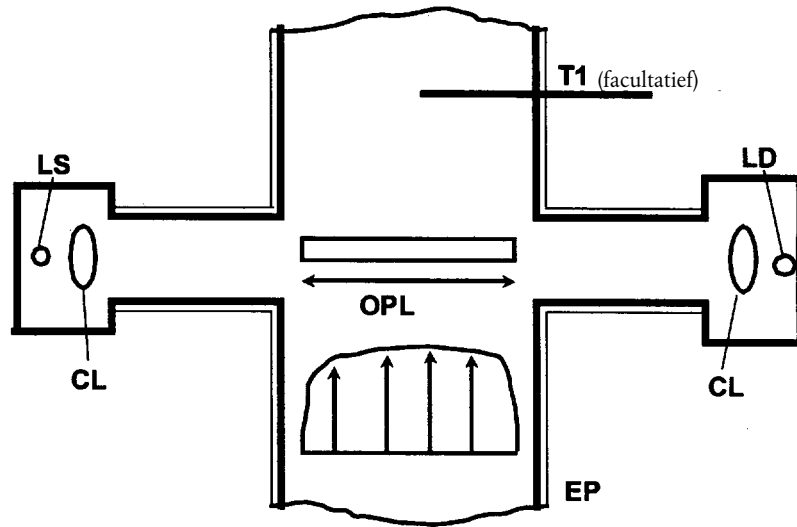
3.2. Volledige-stroomopaciteitsmeter

Er kunnen twee algemene types volledige-stroomopaciteitsmeters worden gebruikt (figuur 23). Bij de geïntegreerde opaciteitsmeter wordt de opaciteit van de volledige uitlaatgasstroom in de uitlaatpijp gemeten. Bij dit type opaciteitsmeter is de effectieve optische weglengte een functie van het ontwerp van de opaciteitsmeter.

Bij de achtergeschakelde opaciteitsmeter wordt de opaciteit van de volledige uitlaatgasstroom gemeten op de plaats waar deze de uitlaatpijp verlaat. Bij dit type opaciteitsmeter is de effectieve optische weglengte een functie van het ontwerp van de uitlaatpijp en de afstand tussen het uiteinde van de uitlaatpijp en de opaciteitsmeter.

Figuur 23

Volledige-stroomopaciteitsmeter



3.2.1. Onderdelen van figuur 23

EP Uitlaatpijp

Bij een geïntegreerde opaciteitsmeter mag de diameter van de uitlaatpijp binnen een afstand van driemaal die 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 voor 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 (b.v. spoel-lucht). 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 tenminste 20 m/s hebben.

LS Lichtbron

De lichtbron is een gloeilamp met een kleurtemperatuur tussen 2800 en 3250 K of een groene licht-emitterende 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 dat 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.

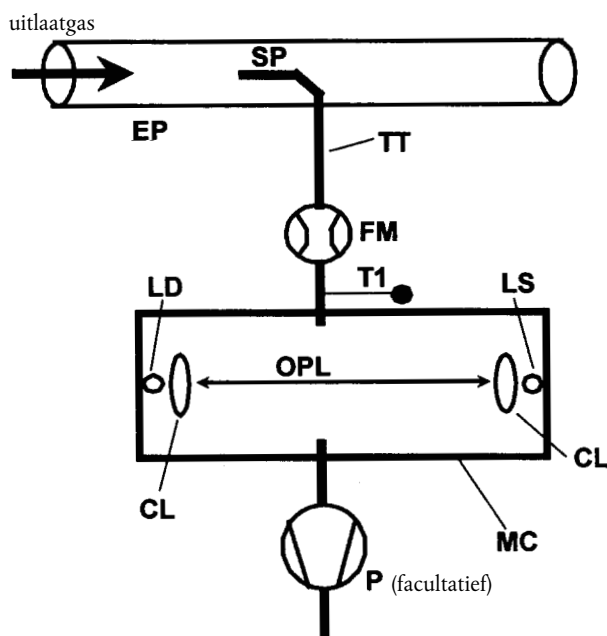
T1 Temperatuursensor (facultatief)

De temperatuur van het uitlaatgas mag tijdens de test worden gemeten.

3.3. Partiële-stroomopaciteitsmeter

Bij de partiële-stroomopaciteitsmeter (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 opaciteitsmeter is de effectieve optische weglengte afhankelijk van het ontwerp van de opaciteitsmeter. De in het volgende punt bedoelde responsietijden hebben betrekking op de minimumwaarde van de stroom door de opaciteitsmeter, als opgegeven door de fabrikant van het instrument.

Figuur 24

Partiële-stroomopaciteitsmeter**3.3.1. Onderdelen van figuur 24****EP Uitlaatpijp**

De uitlaatpijp dient recht te zijn over een lengte van tenminste 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 tenminste 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 opaciteitsmeter te zorgen.

TT Verbindingsbuis

De verbindingsbuis moet:

- zo kort mogelijk zijn en voor een temperatuur van het uitlaatgas van 373 ± 30 K ($100^\circ\text{C} \pm 30^\circ\text{C}$) 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, bepaald volgens bijlage III, aanhangsel 4, punt 5.2.4;
- geen 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 opgegeven. 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 strooilight 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) ± 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 voor 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 (bijvoorbeeld 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 2 800 en 3 250 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 dat 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.

TI 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, laatstelijk gewijzigd bij Richtlijn 1996/99/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 verkrijgbaar is.

⁽¹⁾ Doorhalen wat niet van toepassing is.

Aanhangsel

**bij EG-typegoedkeuringsformulier nr. ... betreffende de typegoedkeuring van een voertuig/technische eenheid/
onderdeel⁽¹⁾****1. Korte beschrijving**

- 1.1. Nadere 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. Nadere bijzonderheden met betrekking tot de typegoedkeuring van een motor/motorfamilie ⁽¹⁾ als technische eenheid (voorwaarden die in acht moeten worden genomen 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; Laagtoerental: kW; Hoogtoerental: kW
Toerental A: kW; Toerental B: kW; Toerental C: kW; Referentietoerental: kW
- 1.3.5. Eventuele gebruiksbeperkingen:
- 1.4. Emissieniveaus van de motor/basismotor ⁽¹⁾:
- 1.4.1. ESC-test (indien van toepassing):
CO: g/kWh
THC: 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
THC: g/kWh ⁽¹⁾
NMHC: g/kWh ⁽¹⁾
CH₄: g/kWh ⁽¹⁾
NO_x: g/kWh ⁽¹⁾
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 van de afzonderlijke testfasen 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 testfasen.

P (kW)	T _a (K)	H _a (g/kg)	G _{EXH} (kg)	G _{AIRW} (kg)	G _{FUEL} (kg)	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)
82,9	294,8	7,81	563,38	545,29	18,09	6,3	41,2	495

Berekening van de droog/nat-correctiefactor $K_{W,r}$ (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.2)

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{18,09}{545,29}\right)} = 1,9058 \quad \text{en} \quad K_{W2} = \frac{1,608 * 7,81}{1\,000 + (1,608 * 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{W,r} = \left(1 - 1,9058 * \frac{18,09}{541,06}\right) - 0,0124 = 0,9239$$

Berekening van de natte concentraties

$$CO = 41,2 * 0,9239 = 38,1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 * 0,9239 = 457 \text{ ppm}$$

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)

$$NO_x = 0,001587 * 457 * 0,9625 * 563,38 = 393,27 \text{ g/h}$$

$$CO = 0,000966 * 38,1 * 563,38 = 20,735 \text{ g/h}$$

$$HC = 0,000479 * 6,3 * 3 * 563,38 = 5,100 \text{ g/h}$$

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 van de afzonderlijke testfasen 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:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= (6,7 * 0,15) + (24,6 * 0,08) + (20,5 * 0,10) + (20,7 * 0,10) + (20,6 * 0,05) + (15,0 * 0,05) \\ &\quad + (19,7 * 0,05) + (74,5 * 0,09) + (31,5 * 0,10) + (81,9 * 0,08) + (34,8 * 0,05) + (30,8 * 0,05) \\ &\quad + (27,3 * 0,05) \\ &= 30,91 \text{ g/h} \end{aligned}$$

Het motorvermogen van de afzonderlijke testfasen wordt 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:

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) \\ &\quad + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) \\ &\quad + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{30,91}{60,006} = 0,0515 \text{ g/kWh}$$

Berekening van de specifieke NO_x-emissie voor een willekeurig punt (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.6.1)

Stel dat voor het willekeurige punt de volgende waarden zijn bepaald:

$$\begin{aligned} n_Z &= 1600 \text{ min}^{-1} \\ M_Z &= 495 \text{ Nm} \\ \text{NO}_{x \text{ mass},Z} &= 487,9 \text{ g/h (berekend met de voorgaande formules)} \\ P(n)_Z &= 83 \text{ kW} \\ \text{NO}_{x,Z} &= 487,9/83 = 5,878 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

Bepaling van de emissiewaarde uit de testcyclus (bijlage III, aanhangsel 1, punt 4.6.2)

Stel 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

$$E_{TU} = 5,889 + (4,973 - 5,889) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,377 \text{ g/kWh}$$

$$E_{RS} = 5,943 + (5,565 - 5,943) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,732 \text{ g/kWh}$$

$$M_{TU} = 681 + (601 - 681) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 641,3 \text{ Nm}$$

$$M_{RS} = 515 + (460 - 515) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 484,3 \text{ Nm}$$

$$E_Z = 5,732 + (5,377 - 5,732) * (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh}$$

Vergelijking van de NO_x-emissiewaarden (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 testfasen 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-verdunningsstelsysteem 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)

Stel dat meetgegevens voor testfase 4 als volgt zijn. De berekeningsmethode is identiek voor de overige testfasen.

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 testfasen 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.

$$\begin{aligned} \overline{G_{EDFW}} &= (3\ 567 * 0,15) + (3\ 592 * 0,08) + (3\ 611 * 0,10) + (3\ 600 * 0,10) + (3\ 618 * 0,05) \\ &\quad + (3\ 600 * 0,05) + (3\ 640 * 0,05) + (3\ 614 * 0,09) + (3\ 620 * 0,10) + (3\ 601 * 0,08) \\ &\quad + (3\ 639 * 0,05) + (3\ 582 * 0,05) + (3\ 635 * 0,05) \\ &= 3\ 604,6 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{SAM} &= 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 + 0,076 \\ &\quad + 0,076 + 0,075 \\ &= 1,515 \text{ kg} \end{aligned}$$

Stel dat de massa van de deeltjes op de filters 2,5 mg bedraagt, dan is:

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} * \frac{3\ 604,6}{1\ 000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Achtergrondcorrectie (facultatief)

Stel 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.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Som van de DF} &= [(1-1/119,15) * 0,15] + [(1-1/8,89) * 0,08] + [(1-1/14,75) * 0,10] + [(1-1/10,10) \\ &\quad * 0,10] + [(1-1/18,02) * 0,05] + [(1-1/12,33) * 0,05] + [(1-1/32,18) * 0,05] \\ &\quad + [(1-1/6,94) * 0,09] + [(1-1/25,19) * 0,10] + [(1-1/6,12) * 0,08] + [(1-1/20,87) \\ &\quad * 0,05] + [(1-1/8,77) * 0,05] + [(1-1/12,59) * 0,05] \\ &= 0,923 \end{aligned}$$

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1}{1,5} * 0,923 \right) * \frac{3\ 604,6}{1\ 000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Berekening van de specifieke emissie (bijlage III, aanhangsel 1, punt 5.5)

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) \\ &\quad + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) \\ &\quad + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

$$\text{met achtergrondcorrectie: } \overline{PT} = \frac{5,726}{60,006} = 0,095 \text{ g/kWh}$$

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, een voorbeeld van het opstellen van een Bessel-algoritme en een voorbeeld van de berekening van de uiteindelijke rookwaarde gegeven. De constanten van het Bessel-algoritme zijn uitsluitend afhankelijk van het ontwerp van de opaciteitsmeter en de bemonsteringsfrequentie van het data-acquisitiesysteem. Het verdient aanbeveling dat de fabrikant van de opaciteitsmeter 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 opaciteitsmeter (opaciteits-signaal) 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 opaciteitsmeter 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 opaciteitsmeter, de bemonsteringsleidingen voor de uitlaatgassen inbegrepen, en van de tijd die de elektronica van de opaciteitsmeter 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 opaciteitsmeter.

Een Bessel-filter wordt gebruikt om te zorgen voor een uniform totaal filter dat karakteristiek is voor het gehele opaciteitsmetersysteem, bestaande uit:

- de fysische responsietijd van de opaciteitsmeter (t_p);
- de elektrische responsietijd van de opaciteitsmeter (t_e);
- de filterresponsietijd van het gebruikte Bessel-filter (t_f).

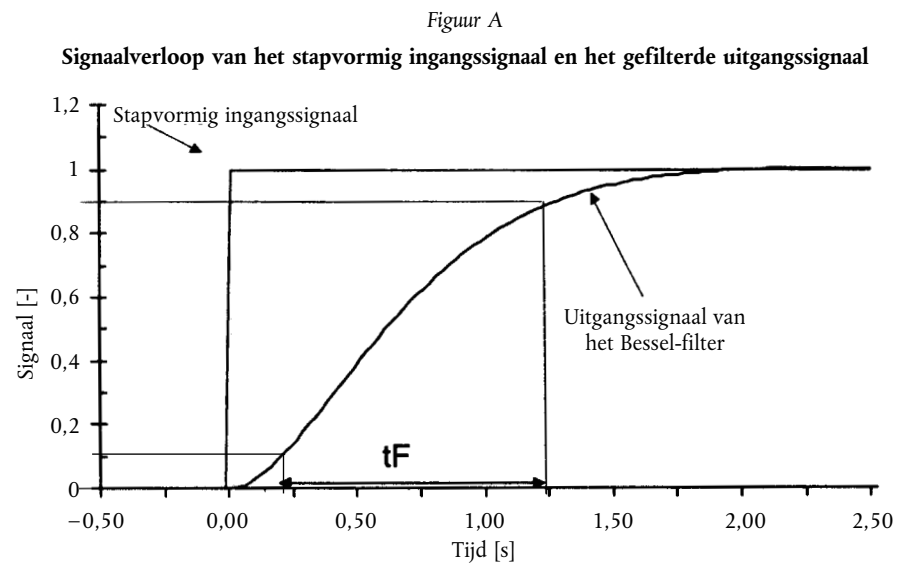
De resulterende totale responsietijd t_{Aver} van het systeem wordt gegeven door:

$$t_{Aver} = \sqrt{t_f^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

en moet voor alle soorten opaciteitsmeters 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 opaciteitsmeter de gewenste totale responsietijd (t_{Aver}) oplevert. Aangezien t_p en t_e voor elke opaciteitsmeter vastliggen en t_{Aver} voor deze richtlijn vastgesteld is op 1,0 s, kan t_f als volgt worden berekend:

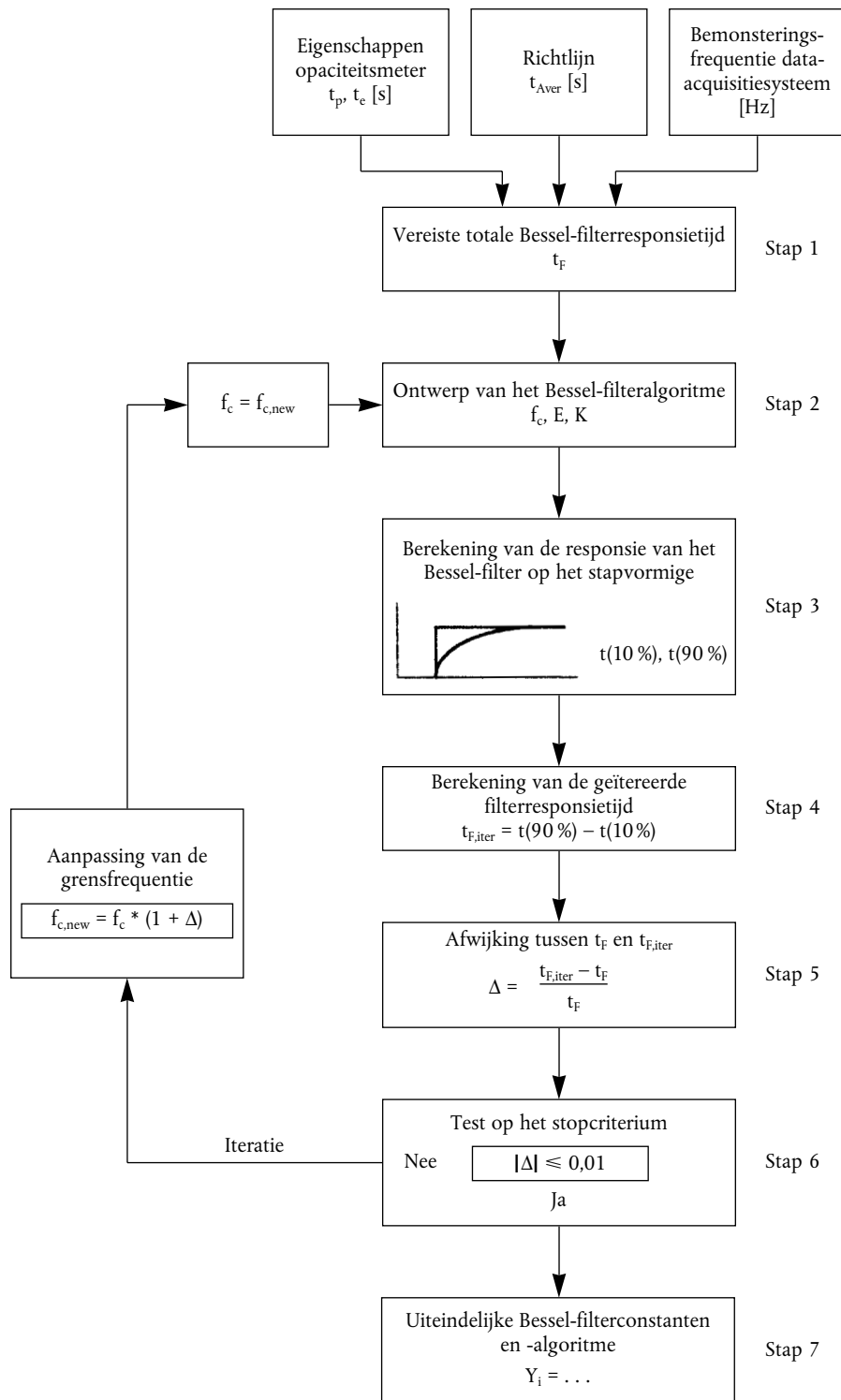
$$t_f = \sqrt{t_{Aver}^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

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 grensfrequentie van het Bessel-filter iteratief worden bepaald, zodat de responsietijd van het Bessel-filter binnen de voorgeschreven grenzen voor de stijgtijd ligt.



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 iteratiecyclussen nodig zijn. Het schema van het iteratieproces staat hieronder.



2.2. Berekening van de 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 opaciteitsmeter 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 grensfrequentie en berekening van de Bessel-constanten E en K voor de eerste iteratie

$$f_c = 3,1415 / (10 * 0,987421) = 0,318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1 / 150 = 0,006667 \text{ s}$$

$$\Omega = 1 / [\tan(3,1415 * 0,006667 * 0,318152)] = 150,076644$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,076644 * \sqrt{3} * 0,618034 + 0,618034 * 150,076644^2} = 7,07948 \text{ E} - 5$$

$$K = 2 * 7,07948 \text{ E} - 5 * (0,618034 * 150,076644^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

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 iteratie staan in tabel B. De punten die grenzen aan t_{10} en t_{90} zijn vetgedrukt.

Na de eerste iteratie 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:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t * (0,1 - out_{t_{lower}}) / (out_{upper} - out_{t_{lower}})$$

$$t_{90} = t_{lower} + \Delta t * (0,9 - out_{t_{lower}}) / (out_{upper} - out_{t_{lower}})$$

waarin out_{upper} , respectievelijk $out_{t_{lower}}$ de aangrenzende punten van het Bessel-gefilterde uitgangssignaal zijn en $t_{t_{lower}}$ de tijd is van het voorgaande tijdstip, zoals aangegeven in tabel B.

$$t_{10} = 0,200000 + 0,006667 * (0,1 - 0,099208) / (0,104794 - 0,099208) = 0,200945 \text{ s}$$

$$t_{90} = 0,273333 + 0,006667 * (0,9 - 0,899147) / (0,901168 - 0,899147) = 1,276147 \text{ s}$$

Stap 4 Filterresponsietijd voor de eerste iteratiecyclus

$$t_{F,iter} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202 \text{ s}$$

Stap 5 *Afwijking tussen de gewenste en de berekende filterresponsietijd voor de eerste iteratiecyclus*

$$\Delta = (1,075202 - 0,987421)/0,987421 = 0,081641$$

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 iteratiecyclus nodig. Voor deze iteratiecyclus wordt uit f_c en Δ een nieuwe grensfrequentie berekend:

$$f_{c,new} = 0,318152 * (1 + 0,081641) = 0,344126 \text{ Hz}$$

Deze nieuwe grensfrequentie wordt in de tweede iteratiecyclus 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 iteratie staan in het overzicht van tabel A.

Tabel A

Waarden voor de eerste en de tweede iteratie

Parameter	Iteratie 1	Iteratie 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 de uiteindelijke Bessel-algoritme bepaald overeenkomstig stap 2. In dit voorbeeld wordt na de tweede iteratie aan het stopcriterium voldaan ($\Delta = 0,006657 \leq 0,01$). De uiteindelijke algoritme wordt dan gebruikt om de gemiddelde rookwaarden te bepalen (zie onderstaand punt 2.3).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777 \text{ E} - 5 * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,968410 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

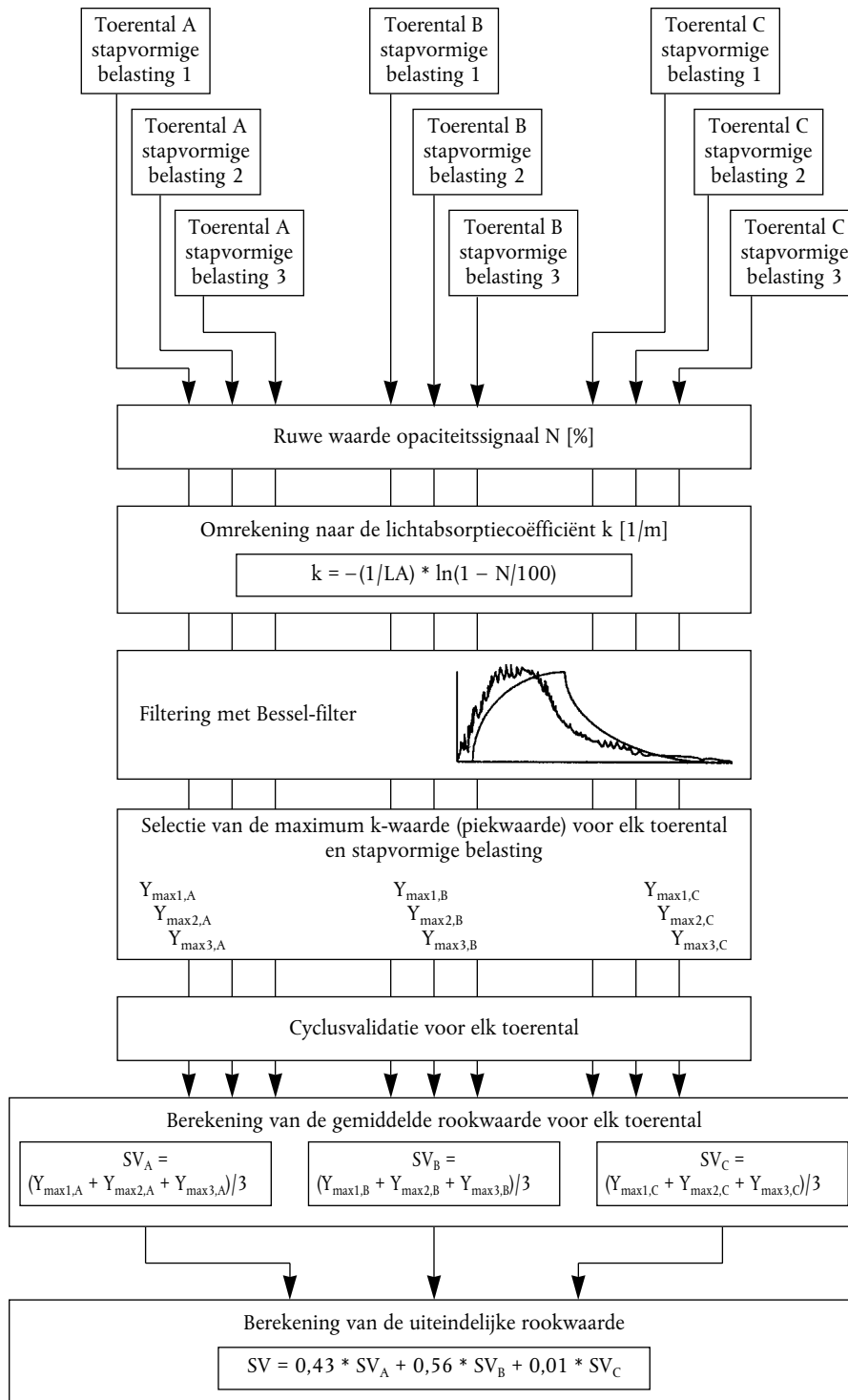
Tabel B

Waarden van het stapvormig ingangssignaal en het uitgangssignaal van het Bessel-filter voor de eerste en de tweede iteratiecyclus

Index i	Tijd	Stapvormig ingangssignaal S_i	Gefilterd uitgangssignaal Y_i	
			[-]	
[-]	[s]	[-]	Iteratie 1	Iteratie 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**

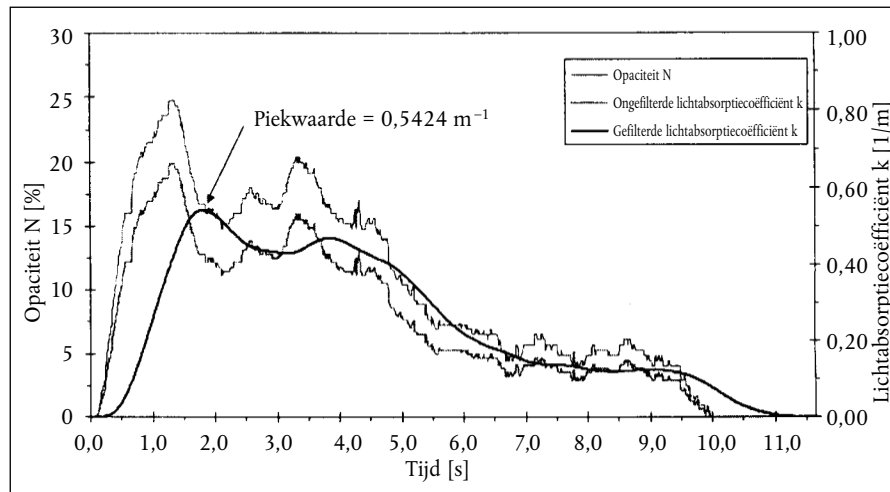
Onderstaand schema toont de algemene gang van zaken voor de bepaling van de uiteindelijke rookwaarde.



In figuur B zijn het verloop van het gemeten ruwe opaciteitssignaal en dat van de ongefilterde en de gefilterde lichtabsorptiecoëfficiënt (k-waarde) van de eerste belastingsstap 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 ontwikkelde 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.

$$\begin{aligned}
 Y_{272} &= 0,542383 + 8,272777 E - 5 * (0,427252 + 2 * 0,427392 + 0,427532 - 4 * 0,542337) \\
 &\quad + 0,968410 * (0,542383 - 0,542337) \\
 &= 0,542389 \text{ m}^{-1}
 \end{aligned}$$

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. Uitgaande 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

$$SV_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099 \text{ m}^{-1}$$

$$SV = (0,43 * 0,5482) + (0,56 * 0,5462) + (0,01 * 0,5099) = 0,5467 \text{ m}^{-1}$$

Cyclusvalidatie (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 validatiecriterium van 15% voor elk toerental.

Tabel C

Opaciteit N, ongefilterde en gefilterde k-waarde aan het begin van de belastingsstap

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)	23 073
p_B (kPa)	98,0
p_1 (kPa)	2,3
T (K)	322,5
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{x\ conc}$ (ppm)	53,7
$NO_{x\ concd}$ (ppm)	0,4
$CO_{\ conc}$ (ppm)	38,9
$CO_{\ concd}$ (ppm)	1,0
$HC_{\ conc}$ (ppm)	9,00
$HC_{\ concd}$ (ppm)	3,02
$CO_{2,\ conc}$ (%)	0,723
$W_{\ act}$ (kWh)	62,72

Berekening van de verdunde uitlaatgasstroom (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.1)

$$M_{TOTW} = 1,293 * 0,1776 * 23\ 073 * (98,0 - 2,3) * 273 / (101,3 * 322,5) \\ = 4\ 237,2 \text{ kg}$$

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 $C_{14}H_{18}$ heeft.

$$F_S = 100 * \frac{1}{1 + (1,8/2) + [3,76 * (1 + (1,8/4))]} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) * 10^{-4}} = 18,69$$

$$NO_{x\ conc} = 53,7 - 0,4 * (1 - (1/18,69)) = 53,3 \text{ ppm}$$

$$CO_{\ conc} = 38,9 - 1,0 * (1 - (1/18,69)) = 37,9 \text{ ppm}$$

$$HC_{\ conc} = 9,00 - 3,02 * (1 - (1/18,69)) = 6,14 \text{ ppm}$$

Berekening van de emissiemassastroom (bijlage III, aanhangsel 2, punt 4.3.1)

$$NO_{x\ mass} = 0,001587 * 53,3 * 1,039 * 4\ 237,2 = 372,391 \text{ g}$$

$$CO_{\ mass} = 0,000966 * 37,9 * 4\ 237,2 = 155,129 \text{ g}$$

$$HC_{\ mass} = 0,000479 * 6,14 * 4\ 237,2 = 12,462 \text{ g}$$

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)**

Stel dat testresultaten voor een PDP-CVS-systeem met dubbele verdunning als volgt zijn:

M_{TOTW} (kg)	4 237,2
$M_{f,p}$ (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)

$$M_f = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$PT_{mass} = \frac{3,074}{1,250} * \frac{4\ 237,2}{1\ 000} = 10,42 \text{ g}$$

Berekening van de massa-emissie met achtergrondcorrectie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 5.1)

$$PT_{mass} = \left[\frac{3,074}{1,250} - \left(\frac{0,341}{1,245} * \left(1 - \frac{1}{18,69} \right) \right) \right] * \frac{4\ 237,2}{1\ 000} = 9,32 \text{ g}$$

Berekening van de specifieke emissie (bijlage III, aanhangsel 2, punt 5.2)

$$\overline{PT} = 10,42/62,72 = 0,166 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{PT} = 9,32/62,72 = 0,149 \text{ g/kWh, met achtergrondcorrectie}$$

3.3. **Gasvormige emissies (CNG-motor)**

Stel dat de testresultaten voor een PDP-CVS-systeem met dubbele verdunning als volgt zijn:

M_{TOTW} (kg)	4 237,2
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:

$$F_S = 100 * \frac{1}{1 + (4/2) + [3,76 * (1 + (4/4))]} = 9,5$$

$$DF = \frac{9,5}{0,723 + (27,0 + 44,3) * 10^{-4}} = 13,01$$

Voor NMHC is de achtergrondconcentratie gelijk aan het verschil tussen HC_{concd} en CH₄ concd

$$\text{NO}_x \text{ conc} = 17,2 - 0,4 * (1 - (1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{\text{conc}} = 44,3 - 1,0 * (1 - (1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm}$$

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = 8,4 - 1,32 * (1 - (1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm}$$

$$\text{CH}_4 \text{ conc} = 18,0 - 1,7 * (1 - (1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm}$$

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

⁽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 en m = staan voor de gemiddelde C_nH_m van de koolwaterstoffen in de brandstof, d.w.z.:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100} \right] + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}}$$

waarin:

CH_4 = vol % methaan in de brandstof

C_2 = vol % van alle C_2 -koolwaterstoffen (bv.: C_2H_6 , C_2H_4 , enz.) in de brandstof

C_3 = vol % van alle C_3 -koolwaterstoffen (bv.: C_3H_8 , C_3H_6 , enz.) in de brandstof

C_4 = vol % van alle C_4 -koolwaterstoffen (bv.: C_4H_{10} , C_4H_8 , enz.) in de brandstof

C_5 = vol % van alle C_5 -koolwaterstoffen (bv.: 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} : $CH_4 = 86\%$, $N_2 = 14\%$ (vol)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ inert gas}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

Voorbeeld 2: G_{xy} : $CH_4 = 87\%$, $C_2H_6 = 13\%$ (vol)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ inert gas}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Voorbeeld 3: USA: $\text{CH}_4 = 89\%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 4,5\%$, $\text{C}_3\text{H}_8 = 2,3\%$, $\text{C}_6\text{H}_{14} = 0,2\%$, $\text{O}_2 = 0,6\%$, $\text{N}_2 = 4\%$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{(0,64 + 4)}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\% \text{ verdunningsmiddel}}{100}}$$

$$= \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ inert gas}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$
