

Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland

Oktober 2007

Samenstelling en redactie:

Taakgroep Verkeer en Vervoer van het project Emissieregistratie

bestaande uit:

John Klein (CBS)	jken@cbs.nl	070-337 4580
Anco Hoen (MNP)	anco.hoen@mnp.nl	030-274 3654
Jan Hulskotte (TNO-M en L)	jan.hulskotte@tno.nl	055-549 3862
Nanette van Duynhoven (RIZA)	nanette.van.duynhoven@rws.nl	0320-298 492
Robin Smit (TNO-Automotive)	robin.smit@tno.nl	015-269 7464
Amber Hensema (TNO-Automotive)	amber.hensema@tno.nl	040-265 0373
Dick Broekhuizen (RWS-AVV)	d.broekhuizen@avv.rws.minvenw.nl	010-282 5954



INHOUD

INLEIDING

1. WEGVERKEER

1.1 Inleiding

1.2 Bijdrage in nationale emissies

1.3 Beschrijving proces

1.4 Berekeningsmethoden

1.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

Verbranding motorbrandstoffen; CO, VOS, NOx, PM10, N2O en NH3

Verbranding motorbrandstoffen; SO2, CO2 en zware metalen

Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten

Verdamping motorbrandstoffen

Slijtage banden, remmen en wegdek; PM10

Slijtage banden, remmen en wegdek; PAK-componenten en zware metalen

Lekkage motorolie; PAK-componenten en zware metalen

Verbruik motorolie; zware metalen

1.4.2 IPCC-emissies

1.5 Volumegegevens

1.5.1 Feitelijke en NEC-emissies

Voertuigenpark

Gemiddeld jaarkilometrage

Verkeersprestatie buitenlanders

Verdeling verkeersprestaties naar wegcategorie

Aandelen voertuigklassen in verkeersprestatie

Brandstofverbruik

1.5.2 IPCC-emissies

Afzet motorbrandstoffen

1.6 Emissiefactoren

1.6.1 Feitelijke en NEC-emissies

Verbranding motorbrandstoffen; CO, VOS, NOx en PM10

Verbranding motorbrandstoffen; N2O en NH3

Verbranding motorbrandstoffen; SO2, CO2 en zware metalen

Verdamping motorbrandstoffen

Overige factoren

1.6.2 IPCC-emissies

1.7 Stofprofielen

1.7.1 VOS door verbranding van motorbrandstoffen

1.7.3 VOS door verdamping van motorbrandstoffen

1.7.3 Stof door slijtage

1.8 Regionalisering

1.9 Onzekerheden

1.9.1 Onzekerheden in volumegegevens

1.9.2 Onzekerheden in emissiefactoren

1.9.3 Onzekerheden in emissies

1.10 Verbeterpunten

1.10.1 Berekeningsmethoden

1.10.2 Volumegegevens

1.10.3 Emissiefactoren

1.10.4 Stofprofielen

1.11 Verificatie

1.12 Voorbeeldberekening bouwjaaremmissiefactoren personenauto's

1.12.1 Voorbeeldberekening bouwjaaremmissiefactoren

1.12.2 Rekenvoorbeeld verdeling verkeersprestaties naar wegcategorie

2. BINNENVAART

2.1 Inleiding

2.2 Bijdrage in nationale emissies

2.3 Beschrijving proces

2.4 Berekeningsmethoden

2.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

Verbranding motorbrandstoffen; CO, VOS, NOx, PM10, CO2 en SO2

Beroepsbinnenvaart

Passagiers- en veerboten

Recreatievaart

Verbranding motorbrandstoffen; N2O en NH3

Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

2.4.2 IPCC-emissies

2.5 Volumegegevens

2.5.1 Feitelijke en NEC-emissies

Beroepsbinnenvaart

Passagiers- en veerboten

Recreatievaart

2.5.2 IPCC-emissies

2.6 Emissiefactoren

2.6.1 Feitelijke en NEC-emissies

Beroepsbinnenvaart

Passagiers- en veerboten

Recreatievaart

2.6.2 IPCC-emissies

2.7 Stofprofielen

2.8 Regionalisering

2.9 Onzekerheden

2.10 Verbeterpunten

2.11 Verificatie

3. VISSERIJ

3.1 Inleiding

3.2 Bijdrage in nationale emissies

3.3 Beschrijving proces

3.4 Berekeningsmethoden

3.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

3.4.2 IPCC-emissies

3.5 Volumegegevens

3.6 Emissiefactoren

3.7 Stofprofielen

3.8 Regionalisering

3.9 Onzekerheden

3.10 Verbeterpunten

3.11 Verificatie

4. ZEEVAART

4.1 Inleiding

4.2 Bijdrage in nationale emissies

4.3 Beschrijving proces

4.4 Berekeningsmethoden

4.4.1 Verbranding motorbrandstoffen; CO, VOS, NO_x, PM₁₀, CO₂ en SO₂ Stilliggende zeeschepen Varende en manoeuvrerende zeeschepen op Nederlands grondgebied Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

4.4.2 Verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

4.4.3 Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

4.5 Volumegegevens

4.5.1 Stilliggende zeeschepen

4.5.2 Varende en manoeuvrerende zeeschepen op Nederlands grondgebied

4.5.3 Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

4.6 Emissiefactoren

4.6.1 Stilliggende zeeschepen

4.6.2 Varende en manoeuvrerende zeeschepen op Nederlands grondgebied

4.6.3 Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

4.7 Stofprofielen

4.8 Regionalisering

4.9 Onzekerheden

4.10 Verbeterpunten

4.10.1 Stilliggende zeeschepen

4.10.2 Varende en manoeuvrerende zeeschepen op Nederlands grondgebied

4.10.3 Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

4.11 Verificatie

5. RAILVERKEER

5.1 Inleiding

5.2 Bijdrage in nationale emissies

5.3 Beschrijving proces

5.4 Berekeningsmethoden

5.4.1 Verbrandingsemissie CO, VOS, NOx, PM₁₀, SO₂, CO₂ en zware metalen

5.4.2 Verbrandingsemissies N₂O en NH₃

5.4.3 PM₁₀ en zware metalen door slijtage bovenleidingen en koolsleepstukken

5.5 Volumegegevens

5.6 Emissiefactoren

5.6.1 Verbrandingsemissie CO, VOS, NOx, PM₁₀, SO₂, CO₂ en zware metalen

5.6.2 Verbrandingsemissies N₂O en NH₃

5.6.3 PM₁₀ en zware metalen door slijtage bovenleidingen en koolsleepstukken

5.7 Stofprofielen

5.8 Regionalisering

5.9 Onzekerheden

5.10 Verbeterpunten

5.11 Verificatie

6. LUCHTVAART

6.1 Inleiding

6.2 Bijdrage in nationale emissies

6.3 Beschrijving proces

6.4 Berekeningsmethoden

6.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

Verbranding motorbrandstoffen; CO, NO_x, VOS, fijn stof (PM₁₀), SO₂ en CO₂

Verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

Auxiliary Power Units en General Power Units (APU/GPU)

Op- en overslag van kerosine

Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

6.4.2 IPCC-emissies

6.5 Volumegegevens

6.5.1 Feitelijke en NEC-emissies

6.5.2 IPCC-emissies

6.6 Emissiefactoren

6.7 Stofprofielen

6.8 Regionalisering

6.9 Onzekerheden

6.10 Verbeterpunten

6.11 Verificatie

7. MOBIELE WERKTUIGEN

7.1 Inleiding

7.2 Bijdrage in nationale emissies

7.3 Beschrijving proces

7.4 Berekeningsmethoden

7.4.1 Verbranding motorbrandstoffen; CO, NO_x, VOS, fijn stof (PM₁₀), SO₂ en CO₂

7.4.2 Verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

7.4.3 Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

7.5 Volumegegevens

7.6 Emissiefactoren

7.7 Stofprofielen

7.8 Regionalisering

7.9 Onzekerheden

7.10 Verbeterpunten

7.11 Verificatie

8. DEFENSIE-ACTIVITEITEN

8.1 Inleiding

8.2 Bijdrage in nationale (IPCC-) emissies

8.3 Beschrijving proces

8.4 Berekeningsmethoden

8.5 Volumegegevens

8.6 Emissiefactoren

8.7 Stofprofielen

8.8 Regionalisering

8.9 Onzekerheden

8.10 Verbeterpunten

8.11 Verificatie

9. IPCC-METHODE

9.1 Inleiding

9.2 Waarom twee schattingsmethoden?

9.3 De belangrijkste verschillen tussen de twee methoden

9.4 Emissie factoren voor IPCC-methode

10. VERANDERINGEN T.O.V. VORIGE VERSIE RAPPORT

REFERENTIES

BIJLAGE 1: KWALITEITSCODERINGEN

A. Volumegegevens

B. Emissiefactoren

C. Emissies

INLEIDING

Bij de bronnen die milieuverontreinigende emissies veroorzaken, kan grofweg een scheiding worden gemaakt tussen stationaire en mobiele bronnen. Voorbeelden van stationaire bronnen zijn installaties voor het opwekken van warmte en energie (zoals cv's en elektriciteitscentrales), installaties waarin allerlei industriële processen plaatsvinden en emissies bij op- en overslag. Onder de mobiele bronnen vallen transportmiddelen, zoals auto's, vrachtauto's, binnenvaartschepen en vliegtuigen evenals mobiele werktuigen met een verbrandingsmotor, zoals landbouwtrekkers en vorkheftrucks. Mobiele bronnen leveren in Nederland een aanzienlijke bijdrage aan de luchtverontreiniging. De emissies van stikstofoxiden en fijn stof zijn bijvoorbeeld voor respectievelijk driekwart en de helft toe te schrijven aan mobiele bronnen (Tabel A).

Dit rapport geeft een beschrijving van de methoden die worden gevolgd om tot een schatting van de emissies door mobiele bronnen in Nederland te komen. Daarnaast is een groot deel van de benodigde invoergegevens opgenomen die aan de berekeningen ten grondslag liggen.

De emissies worden jaarlijks berekend in het kader van de Emissieregistratie en gerapporteerd in diverse rapportages zoals de Milieubalans, het MilieuCompendium en de NIR. Dit methodiekrapport is samengesteld door de leden van de taakgroep Verkeer en Vervoer. Voor een beschrijving van de plaats van de taakgroepen in de Emissieregistratie wordt verwezen naar de website van de Emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl).

Het grootste deel van de tabellen is opgenomen in een apart Excel-bestand. Dit rapport verwijst naar de tabellen in dit bestand. Deze verwijzingen zijn cursief gedrukt.

Inventarisatie bronnen

Een eerste aanzet bij het ontwikkelen van een methodiek voor het schatten van de emissies door mobiele bronnen, is een inventarisatie van de verschillende mobiele bronnen. In hoofdlijnen kunnen de volgende broncategorieën worden onderscheiden:

- Wegverkeer
- Railverkeer
- Binnenscheepvaart, incl. recreatievaart
- Zeescheepvaart
- Visserij
- Luchtvaart
- Mobiele werktuigen (tractoren, shovels, heftrucks, etc.)
- Defensie-activiteiten

Inventarisatie processen

Per broncategorie kunnen verschillende emissieveroorzakende processen worden onderscheiden:

- Verbranding van motorbrandstoffen ten behoeve van voortstuwing;
- Verdamping van motorbrandstoffen uit het brandstofsysteem van voertuigen;
- Slijtage van banden, remvoeringen en wegdek bij wegverkeer;
- Lekkage en verbruik van motorolie;
- Slijtage van bovenleidingen en koolsleepstukken bij treinen, trams en metro's;
- Ondersteunende processen aan boord van schepen (verwarming, elektriciteitsopwekking, koeling en verpompen);

Binnen de sector verkeer en vervoer zijn nog enkele andere emissiebronnen aanwezig die vanwege hun specifieke invloed op de waterkwaliteit door de taakgroep MEWAT worden geschat. Het betreft:

- antifouling recreatievaart;
- uitloging zeeschepen in havens;
- coating binnenvaartschepen;
- bilgewater binnenscheepvaart
- lekkage van schroefasvet in de binnenvaart;
- corrosie van zinkanodes van binnenschepen en sluisdeuren;
- morsingen in de binnenvaart;
- uitloging zeescheepvaart en visserij in havens en op NCP;
- anodes zeescheepvaart en visserij in havens en op NCP.

Voor meer informatie over de methodiek om bovenstaande emissiebronnen te inventariseren wordt verwezen naar: www.steunpunt.wateremissies.nl (taakgroep: diffuse bronnen, taakveld: emissieschattingen en naar project Emissieregistratie en –Monitoring Scheepvaart (EMS) (protocollen, coatings en anodes). Over het laatste project is meer te vinden op de website www.rws-avv.nl.

Rapportage van de resultaten

De door de taakgroep opgeleverde resultaten van de emissieberekeningen worden ingevoerd in de centrale database van de Emissieregistratie. Het betreft hierbij zowel de resultaten van de berekening van de feitelijke emissies op Nederlands grondgebied als de berekeningen volgens de IPCC- en NEC-protocollen. Tabel B biedt een overzicht van de emissiebronnen per soort rapportage

Tabel C geeft een door de Emissieregistratie opgestelde lijst van processen waarvan de taakgroep verkeer jaarlijks de emissies rapporteert. Deze processen zijn ingedeeld per zogenaamde EO-code (EO = Emissieoorzaak).

Feitelijke emissies

De doelstelling bij de berekening van de feitelijke emissies is het vaststellen van alle emissies door activiteiten binnen de Nederlandse landsgrenzen, inclusief op het Nederlands deel van het continentaal plat.

IPCC-emissies

De zogenaamde IPCC-emissies zijn de Nederlandse emissies van broeikasgassen zoals die worden gerapporteerd aan de Verenigde Naties en de Europese Unie. Een en ander vindt plaats in het kader van de rapportageverplichtingen van het Klimaatverdrag van de Verenigde Naties (UNFCCC) en van het Bewakingsmechanisme Broeikasgassen van de Europese Unie. De emissies zijn berekend volgens de IPCC-voorschriften. De IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) verzorgt de (wetenschappelijke) begeleiding van de uitvoering van het Kyoto-protocol [ref 68: IPCC,1997 en ref 69: MNP,2005].

NEC-emissies

In 2001 is door het Europees Parlement en de Raad van Europa een richtlijn opgesteld betreffende nationale emissieplafonds voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging die bijdraagt tot verzuring, bodemutrofiëring en ozonvorming op leefniveau. Men noemt de richtlijn kortweg de NEC-richtlijn (NEC= National Emission Ceilings). Bij het vaststellen van de nationale emissieplafonds volgens de NEC-richtlijn wordt de bijdrage van de zeescheepvaart buiten beschouwing gelaten. Verder komen de berekeningen overeen met de berekeningen van de feitelijke emissies [ref 70: EG, 2003].

Berekeningsmethoden

In de hoofdstukken 1 t/m 8 (X) worden de methoden voor de berekening van de emissies per broncategorie per proces beschreven volgens een vaste indeling. Deze wordt in het algemeen in de Emissieregistratie gehanteerd voor de beschrijving van de berekeningsmethoden.

- X.1** Inleiding met een korte omschrijving van het proces waarvoor de berekeningsmethode beschreven wordt en een verwijzing naar de documenten waar meer informatie te verkrijgen is.
- X.2** Een overzicht van de bijdrage van de emissies per stof aan het nationaal totaal en aan de doelgroep. Dit geeft het relatieve belang aan van de broncategorie per stof.
- X.3** Een uitgebreide beschrijving van het proces waarvoor de berekeningsmethode beschreven wordt.
- X.4** Een uitleg over de gevolgde berekeningsmethode(n). Tevens wordt in dit hoofdstuk aangegeven welke beleidsmaatregelen tot uiting komen in de berekening en welk effect dit heeft.
- X.5** Nadere informatie over de herkomst en achtergronden van de gebruikte volumegegevens, zoals verkeersprestaties en het brandstofverbruik.
- X.6** Een toelichting bij de gehanteerde emissiefactoren en de bijbehorende kwaliteitscodes.
- X.7** Een toelichting en beschrijving van de gehanteerde stofprofielen.
- X.8** Een beschrijving van de parameters op basis waarvan de gegevens geregionaliseerd gepresenteerd worden.
- X.9** Een toelichting op de onzekerheden in de informatie en een beschrijving van de wijze waarop de onzekerheidsinschatting tot stand is gekomen.
- X.10** Een beschrijving van de punten in de berekening die voor verbetering vatbaar zijn.
- X.11** Een beschrijving van de wijze waarop de berekening geverifieerd wordt.
- X.12** Overige informatie (indien van toepassing)

De nummering van de hoofdstukken 1 t/m 8 is analoog aan de in dit rapport gehanteerde indeling van emissiebronnen:

1. Wegverkeer
2. Binnenvaart, incl. recreatievaart
3. Visserij
4. Zeevaart
5. Railverkeer
6. Luchtvaart
7. Mobiele werktuigen
8. Defensie-activiteiten

IPCC-methode

In hoofdstuk 9 wordt aandacht besteed aan de vaststelling van de broeikasgasemissies volgens de IPCC-voorschriften. Met name wordt ingegaan op de verschillen tussen de feitelijke en de IPCC-emissies.

Veranderingen ten opzichte van voorgaande methodiekrapport (2004)

In **hoofdstuk 10** wordt een kort overzicht gegeven van de methodische veranderingen ten opzichte van het vorige methodiekrapport (Rapportagereeks *MilieuMonitor*, Nr. 13, februari 2004).

Kwaliteitscoderingen

Bijlage 1 biedt een overzicht van respectievelijk de kwaliteitscoderingen van de volumegegevens, van de emissiefactoren en van de emissies (= combinatie van emissiefactor en volume).

1. WEGVERKEER

1.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de methoden die gebruikt zijn voor het vaststellen van de emissies door wegverkeer. Met wegverkeer wordt bedoeld: alle gemotoriseerde voertuigen met kenteken, die over de openbare weg voortbewegen. Het wegverkeer omvat o.a. personenauto's, bestelauto's, vrachtauto's, trekkers (trucks met oplegger), bussen, speciale voertuigen (brandweerauto's, vuilniswagens en dergelijke), motoren en bromfietsen.

De emissies door wegverkeer vormen een onderdeel van zowel de feitelijke emissies als de IPCC- en NEC-emissies. De berekening van de feitelijke en NEC-emissies vinden volgens dezelfde methodiek plaats, te weten op basis van voertuigkilometers. De berekening van de IPCC-emissies wijkt daarvan af; deze is namelijk gebaseerd op de afzet van motorbrandstoffen. Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar de Inleiding en hoofdstuk 9 (IPCC-methode)

1.2 Bijdrage in de nationale emissies

Het wegverkeer is één van de belangrijkste bronnen van luchtverontreinigende emissies in Nederland. Onderstaande tabellen 1A en 1B geven daarvan een indruk.

Tabel 1A Aandeel wegverkeer in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies ¹⁾	IPCC- Emissies	NEC- emissies
	%		
CO	48		
CO ₂	16	19	
N ₂ O	2,5	2,7	
NH ₃	1,9		1,9
NO _x	28		38
SO ₂	0,5		1,0
NMVOS	22		22
CH ₄	0,3	0,3	
PM ₁₀	19		23

Tabel 1B Aandeel wegverkeer in emissies doelgroep verkeer ¹⁾, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- Emissies	NEC- emissies
	%		
CO	79		
CO ₂	73	87	
N ₂ O	86	96	
NH ₃	99		99
NO _x	39		61
SO ₂	0,9		10
NMVOS	72		78
CH ₄	82	87	
PM ₁₀	40		66

¹⁾ Inclusief mobiele werktuigen.

Bron: CBS, StatLine.

1.3 Beschrijving proces

Met uitzondering van een relatief klein aantal elektrische voertuigen, zijn wegvoertuigen uitgerust met een verbrandingsmotor om de voortstuwing te bewerkstelligen. Hierbij wordt de chemische energie van brandstoffen zoals benzine, diesel en LPG omgezet in mechanische energie. Tijdens dit omzettingsproces worden diverse stoffen via de uitlaat geëmitteerd. Daarnaast ontstaan emissies door de verdamping van motorbrandstoffen en koelmiddelen, de slijtage van banden, remmen en wegdek en de lekkage en het verbruik van motorolie. Bij het emissieveroorzakende processen wordt afhankelijk van de emissiecomponent een bepaalde berekeningswijze gekozen:

Verbrandingsemissies (via de uitlaat)

- Koolmonoxide (CO), vluchtige organische stoffen (VOS)¹, stikstofoxiden (NO_x), distikstofoxide (N₂O), ammoniak (NH₃) en fijn stof (PM10); deze emissies zijn afhankelijk van met name de brandstofsoort, de motor- en uitlaatgasnabehandelingstechnologie evenals van de wijze van gebruik van het voertuig. Deze emissies worden berekend door vermenigvuldiging van verkeersprestaties (voertuigkilometers) en emissiefactoren (in gram per voertuigkilometer). De emissiefactoren worden jaarlijks door TNO-WT afgeleid van meetgegevens onder testomstandigheden.
- Zwaveldioxide, kooldioxide en zware metalen (incl. lood); deze emissies zijn afhankelijk van het brandstofverbruik en het type brandstof. De emissieberekening vindt plaats door vermenigvuldiging van het brandstofverbruik met emissiefactoren in gram per liter verbruikte brandstof (gebaseerd op het gehalte aan respectievelijk zwavel, koolstof en zware metalen in de brandstof).
- VOS-componenten; VOS is een grote groep van uiteenlopende stoffen. VOS in uitlaatgas kunnen worden onderverdeeld naar alkanen, alkenen, aromaten (o.a. benzeen), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en gechloreerde koolwaterstoffen. Berekening van de verschillende VOS-componenten vindt plaats door vermenigvuldiging van de totale VOS-emissie met het zogenoemde VOS-profiel waarmee de samenstelling van VOS naar deelstofgroepen (bijv. aromaten, alkenen) en individuele chemische stoffen (bijv. benzeen, formaldehyde) wordt verkregen.

Verdampingsemissies (uit het brandstofsysteem van benzine-voertuigen)

- VOS-totaal en VOS-componenten; VOS-emissie door verdamping wordt berekend door het aantal voertuigen te vermenigvuldigen met emissiefactoren uitgedrukt in grammen per voertuig per dag. De emissiefactor is afhankelijk van de bouwjaar van het voertuig omdat de eisen voor de maximale hoeveelheid verdamping uit een voertuig in het verleden meerdere malen zijn aangescherpt.

Emissies door slijtageprocessen

- PM10-emissie door slijtage banden, remmen en wegdek; berekening vindt plaats door vermenigvuldiging van de totale deeltjesemissie per band per voertuigkilometer met een factor voor het aandeel PM10 in de totale deeltjesmassa; vervolgens wordt deze emissiefactor vermenigvuldigd het aantal banden per voertuig en met het aantal voertuigkilometers per voertuigcategorie;
- Zware metalen en PAK's door slijtage banden, remmen en wegdek; deeltjes afkomstig van slijtage van banden, remmen en wegdek bevatten in veel gevallen zware metalen en PAK's. Berekening vindt plaats door middel van zogenoemde profielen die het gehalte aan zware metalen en PAK's in de totale slijtagemassa beschrijven.

Overige emissies

- Zware metalen en PAK's door lekkage motorolie; berekening vindt plaats door combinatie van gegevens over de totale motorolielekkage (via pakkingen) per voertuig per jaar en het gehalte aan zware metalen en PAK's in smeermiddelen;
- Zware metalen door verbruik (verbranding) motorolie; berekening vindt plaats door combinatie van gegevens over het totale motorolieverbruik (= lekkage via de zuigerveren naar de verbrandingskamers) per voertuig per jaar en het gehalte aan zware metalen en PAK's in smeermiddelen.

¹ VOS worden ook wel koolwaterstoffen genoemd, of hydrocarbons (HC of CH).

1.4 Berekeningsmethoden

1.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

Verbranding motorbrandstoffen; CO, NO_x, N₂O, VOS, CH₄, fijn stof (PM₁₀) en NH₃

In dit subhoofdstuk worden de feitelijke emissies van CO, NO_x, N₂O, VOS, fijn stof (PM₁₀) en NH₃ beschreven, die ontstaan door de verbranding van motorbrandstoffen. Deze emissies zijn afhankelijk van de brandstofsoort, de motor- en uitlaatgasnabehandelingstechnologie (voertuigtype) evenals van de wijze van gebruik van het voertuig.

Deze emissies worden berekend door vermenigvuldiging van verkeersprestaties (voertuigkilometers) en emissiefactoren (in gram per voertuigkilometer). De emissiefactoren worden jaarlijks afgeleid van meetgegevens onder testomstandigheden.

Onderstaande figuur 1.1 geeft op hoofdlijnen de berekeningsstappen weer voor de schatting van de verbrandingsemissies van CO, VOS, NO_x, N₂O, NH₃, en PM₁₀ door wegverkeer.

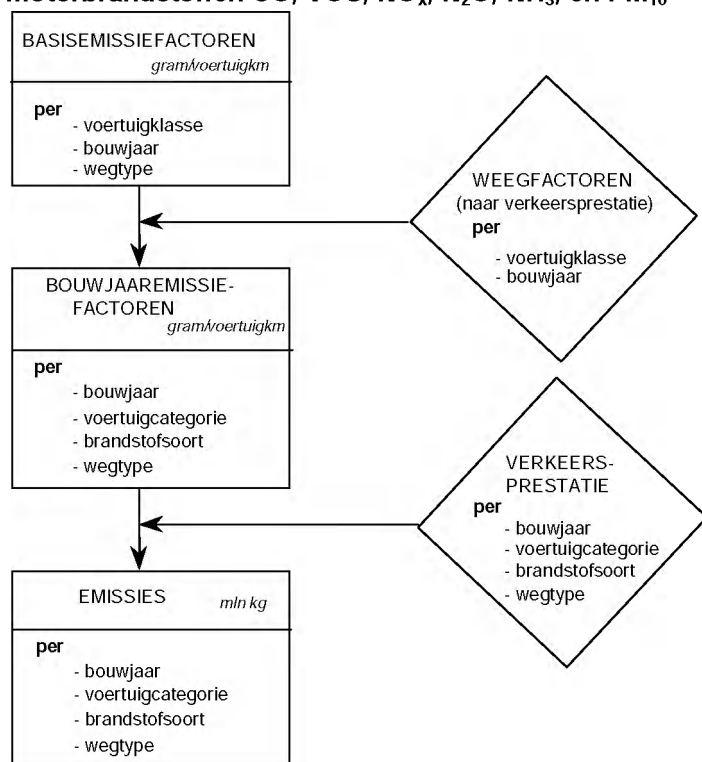
De berekening start met het vaststellen van basisemissiefactoren (gram per voertuigkilometer) per voertuigklasse per wegtype². Een voertuigklasse wordt gedefinieerd door voertuigcategorie (personenauto's, bestelauto's, etc.), gewichtsklasse, brandstofsoort en milieuklasse. *Tabel 1.1* toont de gehanteerde voertuigcategorieën naar brandstofsoort en gewichtsklasse. *Tabel 1.2* geeft de diverse milieuklassen. Een voertuigklasse is dus bijvoorbeeld een personenauto met een directe injectie (DI) dieselmotor, een leeggewicht van meer dan 1150 kg en een technische uitvoering (ook wel milieuklasse genoemd) 'Euro2'. Die zogenaamde 'Euro'-klassen zijn vanuit oogpunt van emissieberekeningen belangrijk. Vanaf ongeveer het jaar 1986 kwamen er onder druk van emissiebeleid van de EU namelijk auto's op de markt die specifieke milieuvorzieningen hadden om de gereguleerde emissies (CO, VOS, NO_x en PM₁₀) per afgelegde kilometer te reduceren. De EU scherpt periodiek de emissie-eisen aan: vandaar de aanduidingen Euro1, Euro2, Euro3, etc in *tabel 1.2*. Hoe hoger het Euro-nummer, des te strenger de eisen.

Bij het vaststellen van de zogenoemde basisemissiefactoren per voertuigklasse wordt onderscheid gemaakt naar wegtype waarover het voertuig rijdt en naar de leeftijd van het voertuig (statistiekjaar minus bouwjaar). Het statistiekjaar is het jaar waarover de emissie wordt gerapporteerd. Met wegtype wordt bedoeld op rijden binnen de bebouwde kom (WT1), op landelijke wegen (de wegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/u; WT2) en op auto(snel)wegen (WT3). Het onderscheid tussen wegtypen is noodzakelijk omdat de emissies per kilometer per wegtype sterk kunnen verschillen als gevolg van verschillen in maximale snelheid maar ook als gevolg van verschillen in ritdynamiek (gemiddelde acceleratie en deceleratie). Daarnaast vinden koude starts, die gekenmerkt worden door relatief hoge emissies met name plaats binnen de bebouwde kom. Het onderscheid in bouwjaar is noodzakelijk omdat er een relatie is tussen de leeftijd van een auto en zijn emissie per kilometer: een auto die is gebouwd in 1990 is in het statistiekjaar 1995 vijf jaar oud en in het statistiekjaar 2000 tien jaar oud.

Er zijn geen gegevens beschikbaar over de jaarlijks afgelegde hoeveelheid kilometers per voertuigklasse, maar wel per brandstofsoort en per bouwjaar op basis van het OVG/MON en de database van de Nationale Autopas (zie paragraaf 1.5.1). Wel is het mogelijk om per brandstofsoort en per bouwjaar voertuigkilometers af te leiden. Om die reden worden de basisemissiefactoren geaggregeerd tot bouwjaar-emissiefactoren. De basisemissiefactoren per voertuigklasse worden hiervoor gewogen met het aandeel van de diverse klassen in de verkopen van nieuwe voertuigen in een bepaald jaar (*tabellen 1.3 en 1.4*). Het resultaat is dus bijvoorbeeld een bouwjaar-emissiefactor voor een gemiddelde personenauto met een dieselmotor met bouwjaar 1995 die binnen de bebouwde kom rijdt. De *tabellen 1.9-1.11* geven als voorbeeld de bouwjaarfactoren voor het statistiekjaar 2005 van respectievelijk personenauto's, motorfietsen en bromfietsen (*1.9*), bestelauto's en speciale voertuigen (*1.10*) en zware bedrijfsvoertuigen (*1.11*).

² Er worden drie wegtypen onderscheiden: binnen de bebouwde kom, landelijke wegen en autosnelwegen.

Figuur 1.1 Berekening emissies door wegverkeer, feitelijke emissies door verbranding van motorbrandstoffen CO, VOS, NO_x, N₂O, NH₃, en PM₁₀



De bouwjaaremmissiefactoren worden vervolgens vermenigvuldigd met de verkeersprestaties (per bouwjaar en per voertuigcategorie) tot emissies per voertuigcategorie per wegtype (onderste ruit in figuur 1.1). De verdeling van de verkeersprestaties naar wegtype is gebaseerd op cijfers over het gebruik van wegen van het CBS en Rijkswaterstaat (zie 1.5.1).

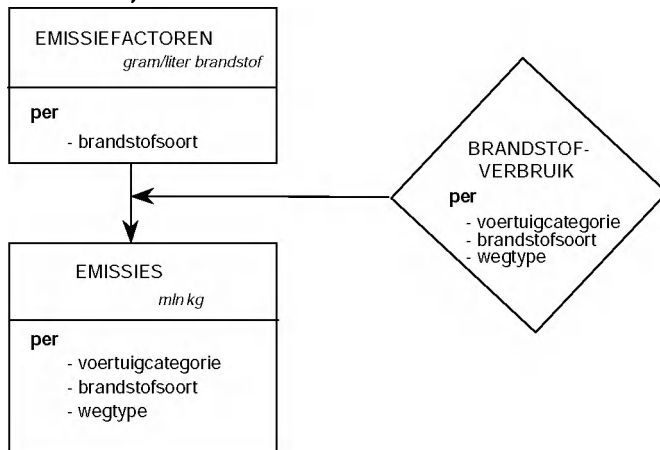
Hoofdstuk 1.5.1 gaat in op de benodigde verkeersprestatiegegevens. De methodiek voor het vaststellen van de basisemissiefactoren en het aggregeren naar bouwjaarfactoren is beschreven in 1.6.1.

De emissies van individuele vluchtige organische stoffen worden berekend, door gebruik te maken van een stofprofiel. Dit wordt verder beschreven in 1.4.1.

Verbranding motorbrandstoffen; SO₂, CO₂ en zware metalen

Figuur 1.2 toont de toegepaste berekeningsmethodiek voor de emissies van SO₂, CO₂ en zware metalen door wegverkeer als gevolg van verbranding. Vergeleken met de zojuist beschreven methode voor de berekening van bijvoorbeeld CO-verbrandingsemissies is de berekeningsmethodiek voor de emissies van SO₂, CO₂ en zware metalen door wegverkeer aanzienlijk eenvoudiger. De reden is dat de emissies van deze stoffen rechtstreeks gerelateerd zijn aan het brandstofverbruik van voertuigen en aan het type brandstof. Voor wat betreft de methode van het vaststellen van het brandstofverbruik per voertuig, brandstofsoort en wegtype (rechthoek in figuur 1.2) wordt verwezen naar 1.5.1. De uiteindelijke emissieberekening is een vermenigvuldiging van emissiefactoren (gram/liter brandstof) met het brandstofverbruik per voertuigcategorie, brandstofsoort en wegtype.

Figuur 1.2 Berekening emissies door wegverkeer, feitelijke emissies door verbranding van motorbrandstoffen SO₂, CO₂ en zware metalen (cadmium, koper, chroom, nikkel, zink, lood, vanadium)

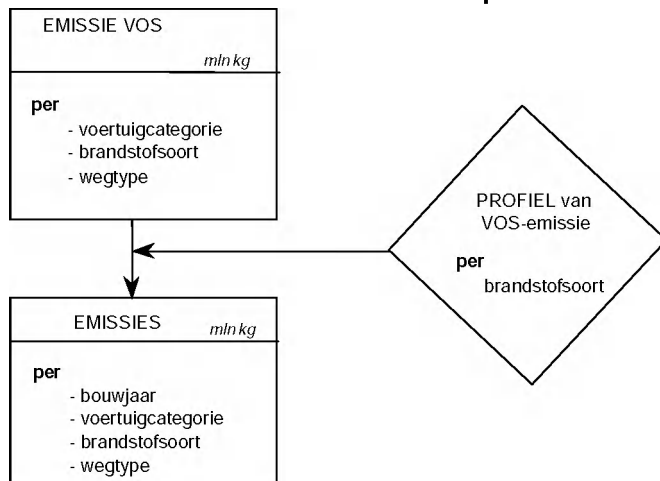


Het brandstofverbruik (de ruit in figuur 1.2) wordt afgeleid door middel van vermenigvuldiging van brandstofverbruiksfactoren met de afgelegde kilometers van voertuigen op Nederlands grondgebied. De totale CO₂-emissie door wegverkeer in Nederland wordt met deze methode als het ware 'bottom-up' berekend: vanuit de emissies van afzonderlijke voertuigcategorieën wordt opgeteld tot een totaal-emissie. De 'bottom-up' methode wordt in het vervolg 'NL-grondgebied-methode' genoemd. In hoofdstuk 9 van dit rapport wordt ingegaan op een andere methode om de CO₂-emissie door wegverkeer te schatten: een 'top-down'-methode, ook wel 'IPCC-methode' genoemd. In hoofdstuk 9 wordt tevens uitgelegd waarom er twee berekeningsmethoden voor broeikasgasemissies door verkeer in Nederland naast elkaar worden gehanteerd.

Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten

De berekening van de verbrandingsemissies van circa 70 VOS-componenten, inclusief methaan en PAK's, vindt plaats met behulp van zogenaamde profielen. Eerst worden, zoals beschreven in paragraaf 1.4.1, de verbrandingsemissies van VOS berekend per voertuigcategorie, brandstofsoort en wegtype. Per brandstofsoort zijn zogenaamd VOS-profielen opgesteld (*tabellen 1.31A, 1.31B en 1.31C*). Voor benzinevoertuigen wordt tevens onderscheid gemaakt naar met en zonder katalysator, omdat de katalysator bepaalde VOS-componenten effectiever oxideert dan andere. Het profiel geeft de fracties van de verschillende VOS-componenten in de totale VOS-emissie. Door de totale VOS-emissie te vermenigvuldigen met de fracties uit een profiel, worden de emissies van individuele VOS-componenten geschat. De VOS- en PAK-profielen per brandstofsoort zijn afkomstig uit door TNO uitgevoerd literatuuronderzoek [ref 55: VROM, 1993].

Figuur 1.3 Berekening emissies door wegverkeer, emissies door verbranding van motorbrandstoffen VOS- en PAK-componenten



Verdamping motorbrandstoffen; VOS(-componenten)

Benzine verdamt in enige mate uit de voertuigen wanneer deze stilstaan, wanneer deze na een rit afkoelen en wanneer deze rijden. In 2006 is voor het eerst een aangepaste methodiek voor de berekening van de verdampingsemissies gehanteerd die beter rekening houdt met het gebruik van personenauto's en tweewielers [ref 90: Hoen et al., 2006].

Voor het berekenen van de verdampingsemissies wordt gebruik gemaakt emissiefactoren die zijn gebaseerd op de COPERT-standaardmethodiek en –emissiefactoren [ref 60: Ntziachristos, 2000].

COPERT (<http://vergina.eng.auth.gr/mech0/lat/copert/copert.htm>) maakt onderscheid naar:

- diurnal emissions
- hot en warm soak emissions
- hot and warm running losses

Diurnal emissions

Diurnal emissions zijn verdampingsemissies door variatie in de buitenluchttemperatuur. Het brandstofsysteem laat's nachts lucht in en stoot die lucht samen met brandstofdamp overdag weer uit. Dit fenomeen treedt ook op bij auto's die niet worden gebruikt, ofwel is ongeacht het jaarkilometrage en de gemiddelde ritlengte. De emissies worden daarom door COPERT opgegeven per voertuig per dag.

Hot and warm soak emissions

Hot and warm soak verdampingsemissies treden op wanneer een opgewarmde motor wordt stilgezet. De motorwarmte verwarmt het brandstofsysteem waardoor lucht met brandstofdamp vrijkomt. De emissies worden door COPERT opgegeven per stop en zijn afhankelijk van het aantal ritten per dag. Het aantal ritten per dag kan worden afgeleid van het gemiddeld jaarkilometrage en de gemiddelde ritlengte (14,5 km).

Hot and warm running losses

De running losses zijn verdampingsemissies die optreden tijdens het rijden. Deze emissies worden door COPERT opgegeven per afgelegde kilometer.

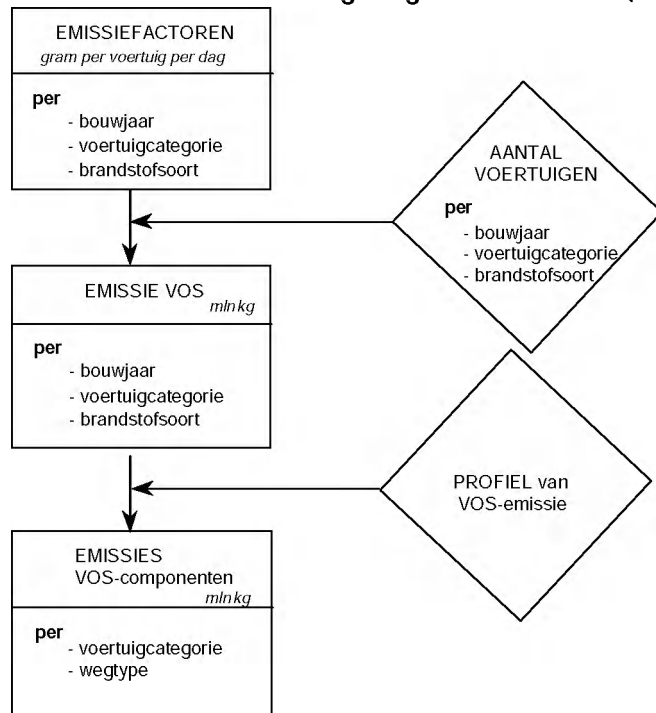
Met behulp van COPERT is een set basisfactoren voor de Nederlandse situatie afgeleid. Deze zijn gegeven in *tabel 1.13*. Deze factoren zijn vervolgens omgerekend tot gemiddelde factoren per voertuig per dag (zie *tabel 1.14*).

Omdat voertuigen vooral binnen de bebouwde kom stilstaan en afkoelen, is verondersteld dat 90 procent van de verdampingsemissie binnen de bebouwde kom plaatsvindt.

Tweewielers

Analoog aan de methodiek zoals door het Duitse milieuministerie, de Umwelt Bundesamt (UBA) gehanteerd, worden de verdampingsemissies door motorfietsen berekend op basis van de methodiek gebruikt voor personenauto's, uitgaande van het verschil in tankinhoud. UBA veronderstelt dat het tankvolume van motorfietsen 30 procent bedraagt van dat van personenauto's. Het tankvolume van bromfietsen wordt verondersteld 50 procent te bedragen van dat van motorfietsen. Voor motorfietsen wordt verondersteld dat de ritlengte, evenals bij personenauto's, 14,5 km bedraagt en voor bromfietsen 5 km. De basisfactoren en de toegepaste factoren staan in respectievelijk *tabel 1.13 en 1.14*.

Figuur 1.4 Berekening emissies door wegverkeer, emissies door verdamping van motorbrandstoffen vluchtige organische stoffen (VOS) en VOS-componenten



Slijtage banden, remmen en wegdek; PM₁₀

Slijtage van banden van wegvoertuigen

Als gevolg van de wrijving tussen voertuigbanden en wegdek slijten voertuigbanden. Dit veroorzaakt emissie van bandenstof. De emissie van bandenstof wordt berekend door vermenigvuldiging van voertuigkilometers en emissiefactoren (mg bandenstof per km). De emissiefactoren zijn berekend als het totale massaverlies van banden ten gevolge van het slijtageproces en het aantal banden per voertuigcategorie. De gehanteerde emissiefactoren staan in *tabel 1.15*.

De enige macrocomponent die bij slijtage van banden in substantiële hoeveelheden wordt geëmitteerd is fijn stof (PM₁₀). Aangenomen is dat 5% van het bandenstof als fijn stof beschouwd kan worden, de rest betreft grotere deeltjes die direct neerslaan op de bodem of het wateroppervlak. Het aandeel van 5% fijn stof in bandenslijtsel is een onzekere factor in de berekening van de fijn stofemissies door bandenslijtage [ref 4: Van den Brink, 1996].

Slijtage van remvoeringen van wegvoertuigen

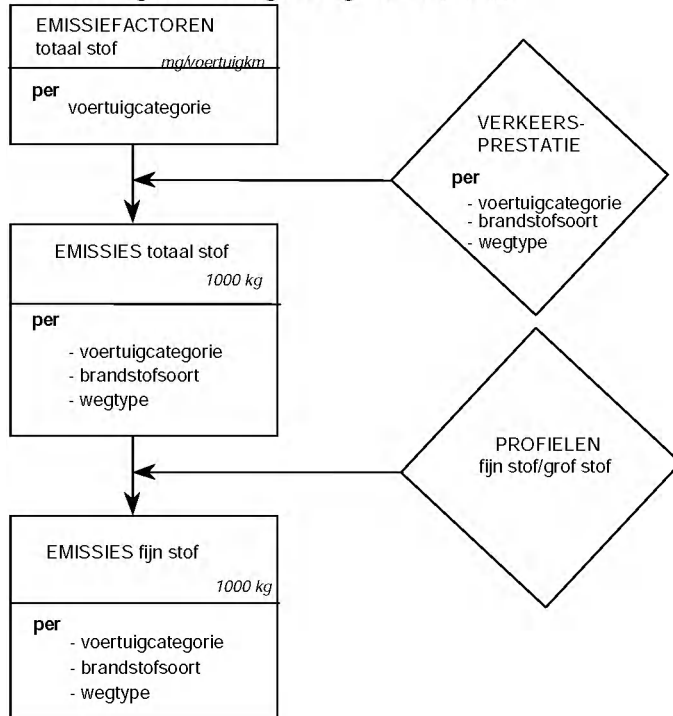
Evenals bij slijtage van banden zijn de verkeersprestatie en emissiefactoren per verreden kilometer bepalend voor de emissies door slijtage van remvoeringen. De emissiefactoren zijn opgenomen in *tabel 1.15*. De emissiefactoren zijn afkomstig uit de RIZA factsheet "emissies remvoeringen" [ref 107: RIZA]. Aangenomen is dat het stof van remvoeringen voor 49% uit fijn stof (PM₁₀) en voor 20% uit grof stof bestaat. De rest van het stof (31%) blijft "aan aan het voertuig hangen".

Slijtage van wegdek door wegvoertuigen

De emissies van wegdekslijtsel worden op dezelfde wijze berekend als de emissies van banden- en remvoeringslijtage. Om aan te sluiten bij eerdere schattingen van de totale wegdekslijtage [WSV, 1994]

is aangenomen dat de emissie van wegdekslijtsel 1,6 maal zo groot is als van bandenslijtsel. Deze factor is onafhankelijk verondersteld van het statistiekjaar. Voor de emissiefactoren wordt verwezen naar *tabel 1.15*. Evenals bij bandenslijtage is aangenomen dat 5% van het wegdekslijtsel uit fijn stof (PM₁₀) bestaat en de rest van het slijtsel dus groter is.

Figuur 1.5 Berekening emissies door wegverkeer, emissies door slijtage van banden, remvoeringen en wegdek fijn stof (PM₁₀)



Slijtage banden, remmen en wegdek; zware metalen en PAK's

Zware metalen in bandenslijtsel

De emissies van zware metalen door bandenslijtage zijn berekend door het toepassen van een profiel van de samenstelling van het totale bandenstof. Deze samenstelling wordt gegeven in *tabel 1.26B*. De zware metalen gevangen in fijn stof worden geëmitteerd naar de lucht omdat verondersteld wordt dat fijn stof voor 100% airborne blijft. De zware metalen gevangen in het grove stof komen terecht op de bodem of op het oppervlaktewater. Binnen de bebouwde kom wordt verondersteld dat het grove stof voor 100% naar water gaat. Voor buiten de bebouwde kom wordt een percentage van 20% aangehouden en dus 80% naar de bodem.

Zware metalen in remvoeringslijtsel

De emissies van zware metalen door slijtage remvoeringen zijn berekend door het toepassen van een profiel van de samenstelling van remstof. Het samenstellingsprofiel wordt gegeven in *tabel 1.26B*. Deze is afkomstig uit tabel 6 van de RIZA factsheet "emissies remvoeringen" [ref 107: RIZA]. Voor de verdeling van de emissie van zware metalen als gevolg van remvoeringslijtage naar bodem en water worden dezelfde percentages aangehouden als bij bandenstof.

Zware metalen in wegdekslijtsel

De emissies van zware metalen door wegdekslijtage zijn berekend door het toepassen van een profiel van de samenstelling van wegdekslijtsel. Het samenstellingsprofiel wordt gegeven in *tabel 1.26B*. Voor de verdeling van de emissie van zware metalen als gevolg van wegdekslijtage naar bodem en water worden dezelfde percentages aangehouden als bij bandenstof.

PAK's in wegdekslijtsel

Uit een inventarisatie door CROW [ref 5: CROW,1997] naar de aanwezigheid van teerproducten in door provincies beheerde bitumeuze verhardingen, bleek dat het percentage kilometers wegdek met

teerhoudende bindmiddelen in 1991 gemiddeld 25% bedroeg³. Verder heeft CROW een berekening gedaan van het percentage teerhoudend materiaal dat in 1991 vrijkwam bij onderhoud aan wegen. Het hoogst was dit percentage bij wegen beheerd door gemeentes (55%) en het laagst bij wegen beheerd door Rijkswaterstaat (15%). Gemiddeld bedroeg het percentage teerhoudend asfalt 32%.

Deze informatie geeft nog geen uitsluitsel over de hoeveelheid PAK dat vrijkomt als gevolg van wegdekslijtage, omdat:

1. de wegen die met teerhoudende bindmiddelen worden bij onderhoud veelal voorzien van een niet-teerhoudende bovenlaag. Op alle wegen die dus na 1991 op deze manier zijn onderhouden, vindt derhalve geen PAK-emissie meer plaats.
2. asfalt geen homogeen mengsel is. Bij de constructie van (teerhoudend) asfalt wordt allereerst een laag bindmiddel aangebracht. Daar overheen wordt een laag grind aangebracht zodat het bindmiddel in het algemeen niet aan het oppervlak zit en dus ook niet vrijkomt bij microslijtage. Wel kan het zo zijn dat bij macroslijtage losse steentjes uit het asfalt vrijkomen die PAK's aan het oppervlak bevatten.

De conclusie uit het voorgaande is dat op dit moment de PAK-emissie als gevolg van wegdekslijtage dermate verwaarloosbaar is, dat dit als emissieoorzaak kan worden geschapt. Deze conclusie geldt niet voor de gehele periode vanaf 1980. In 1980 bijvoorbeeld was vermoedelijk het grootste gedeelte van het wegennet uitgerust met PAK-houdend asfalt, ook in de bovenlaag. Om te zien of de PAK-emissie uit wegdekslijtage in 1980 ook verwaarloosbaar is ten opzichte van de PAK-emissie uit uitlaatgas een voorbeeldberekening:

Stel dat 100% van het wegenoppervlak in Nederland in 1980 zou bestaan uit asfalt met bitumenteer. In 1980 wordt de totale emissie van fijn wegdekstof (PM_{10}) geschat op circa 700 ton. Dit wordt voor 100% geëmitteerd naar naar lucht. Het gehalte aan benzo(a)pyreen (B(a)P) en fluorantheen (Flu) van bitumenteer is 0,02 respectievelijk 0,28 gew.%, ofwel aan het fijn wegdekstof zit maximaal 140 kg B(a)P en circa 2.000 kg Flu verbonden. De totale verbrandingsemissies van B(a)P door wegverkeer bedroegen in 1980 850 kg, de totale verbrandingsemissies van Flu circa 7.400 kg. Maximaal is het aandeel van wegdekslijtage in de B(a)P-emissie naar lucht dus circa 15%, voor Flu is dit circa 20%.

Wat echter nog niet in deze berekening is betrokken is het feit dat asfalt geen homogeen mengsel is en het bindmiddel in het algemeen niet aan de bovenlaag zichtbaar is. De hiervoor genoemde percentages zijn daarom een bovenwaarde. Vermoedelijk is in de praktijk de B(a)P en Flu-emissie uit wegdekslijtage in 1980 verwaarloosbaar geweest ten opzichte van de emissies uit uitlaatgassen.

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de emissie van PAK's uit wegdekslijtage voor de gehele periode 1990-2002 niet significant is. Voor de periode 1980-1990 is de emissies vermoedelijk veel lager dan eerder verondersteld, echter of de emissies inderdaad verwaarloosd kunnen worden is niet met 100% zekerheid te zeggen. Desalniettemin is door de taakgroep verkeer verondersteld dat de PAK-emissie door wegdekslijtage voor de gehele periode 1980-2002 niet significant is, vergeleken met de PAK-emissies door verbrandingsprocessen binnen de sector verkeer.

Effect van ZOAB

Op autosnelwegen waarop Zeer Open Asfalt Beton (ZOAB) wordt toegepast zal het grove stof dat neerslaat op het wegdek voor een deel gevangen worden en niet afspoelen naar bodem of oppervlaktewater. Doordat ZOAB regelmatig (circa 2 maal per jaar) wordt schoongemaakt verdwijnt dit 'gevangen' grove stof (met daarin zware metalen) uit het milieu. Op basis van een notitie van het RIZA d.d. 3-4-2000 [ref 6: Roovaart, J. van den] kan worden afgeleid dat de emissie van zware metalen naar bodem en water voor ZOAB een factor 11 tot 40 lager is dan voor DAB (Dicht-Asfalt-Beton). Voor PAK's is dit een factor 2,5. Inmiddels is een groot deel van de snelwegen voorzien van een deklaag van ZOAB. *Tabel 1.29* geeft het dekkingspercentage. Deze tabel geeft tevens voor zware metalen en PAK's de factoren waarmee de totale hoeveelheden zware metalen en PAK's die op het ZOAB neerslaan moeten worden vermenigvuldigd om de van het wegdek afgespoelde zware metalen en PAK's te berekenen. De tabel toont dat in 2004, door de toepassing van ZOAB, de emissie van zware

³ Alle provincies exclusief Gelderland

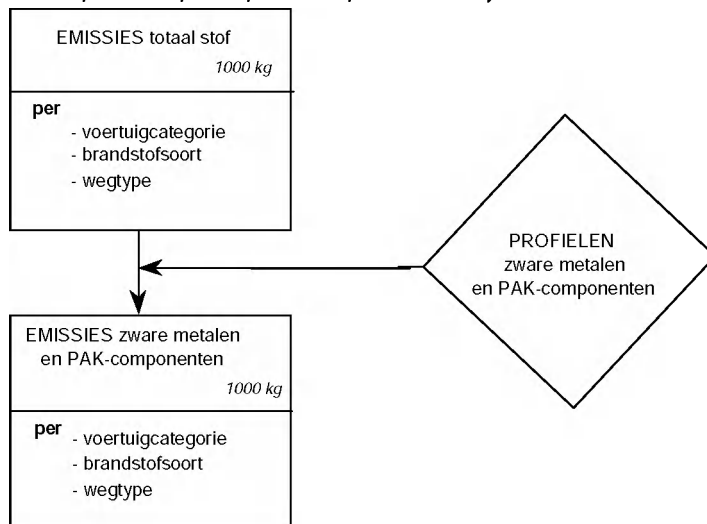
metalen naar bodem en oppervlaktewater op autosnelwegen circa 40% lager is dan het geval zou zijn geweest zonder ZOAB.

Verdeling naar bodem en oppervlaktewater

De verdeling van de grof-stofemissies naar water en bodem is verschillend voor de bebouwde kom, landelijke wegen en autosnelwegen, omdat de afspoelingskarakteristieken voor deze wegtypen verschillen. Wanneer het grove stof op de bodem neerslaat binnen de bebouwde kom zal het voor een deel via de riolering toch naar het water afspoelen (en is dit stof dus indirect deels als emissie naar oppervlaktewater te beschouwen).

De emissiefactoren van bandenstof, remstof en wegdekslijtsel, uitgedrukt in mg per voertuigkilometer, zijn opgenomen in *tabel 1.15A*. De profielen m.b.t. de verdeling naar water en bodem (en lucht) staan in *tabel 1.15B*. Voor de achtergronden van de vaststelling van de emissiefactoren en profielen voor remstof wordt verwezen naar de RIZA factsheet "emissies remvoeringen" [ref 107: RIZA].

Figuur 1.6 Berekening emissies door wegverkeer, emissies door slijtage van banden, remvoeringen en wegdek PAK-componenten en zware metalen (cadmium, koper, chroom, nikkel, seleen, zink, arseen, vanadium)



Lekkage motorolie; zware metalen en PAK's

De gemiddelde olie lekkage per wegvoertuig per kilometer is in het verleden eenmalig berekend aan de hand van de totale olie lekkage in dat jaar en het totale aantal voertuigkilometers. Deze berekening is gebaseerd op metingen aan wegen die werden geïnterpreteerd door Feenstra en Van der Most [ref 7: Feenstra en Van der Most, 1985] en resulteerde in een gemiddeld lekverlies van 10 mg per voertuigkilometer. De lekverliezen voor de verschillende voertuigcategorieën binnen het wegverkeer zijn uitgerekend met behulp van een set factoren waarvan een voorbeeld is gegeven in *tabel 1.16*. Deze factoren zijn gebaseerd op een aantal uitgangspunten, welke zijn vermeld in *tabel 1.17*. Een van de uitgangspunten is dat oudere voertuigen grotere lekverliezen hebben dan jonge voertuigen (zie ook figuur 1.7).

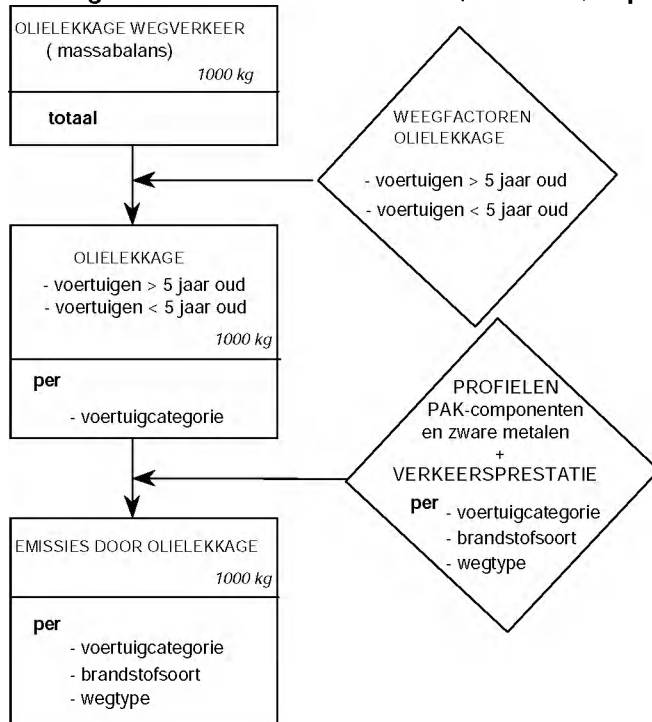
Zware metalen in gelekte motorolie

De emissie van zware metalen door lekkage van motorolie hangt af van de samenstelling van de motorolie. De zware metalen-fracties in motorolie worden gegeven in *tabel 1.30B*.

PAK's in gelekte motorolie

De berekening van de emissie van PAK-componenten door olie lekkage vindt op dezelfde wijze plaats als de berekening van de zware metalen. *Tabel 1.30B* toont de in de berekeningen gebruikte samenstelling (fracties PAK-componenten in motorolie).

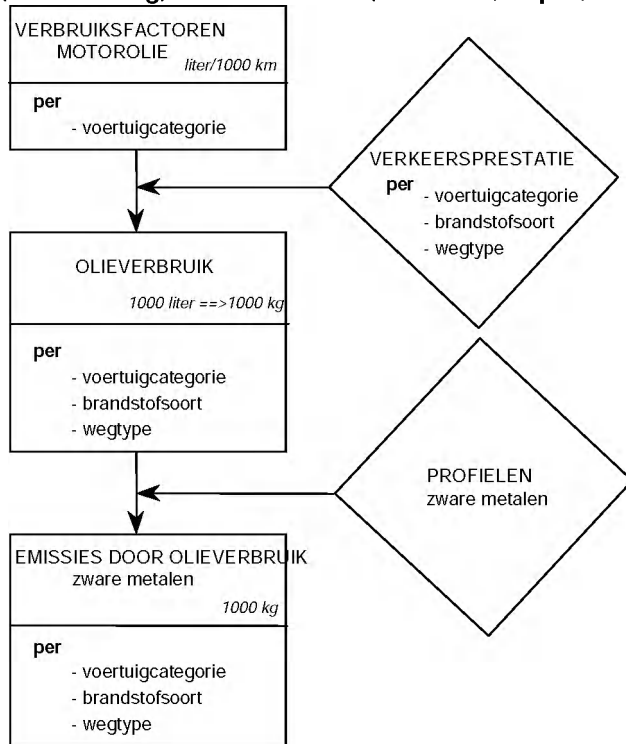
Figuur 1.7 Berekening emissies door wegverkeer, emissies door lekkage motorolie uit voertuigen zware metalen en PAK's (cadmium, koper, chroom, nikkel, zink, arseen, lood)



Verbruik motorolie; zware metalen

Met behulp van de voertuigkilometers en verbruiksfactoren voor motorolie wordt het olieconsumptie geschat (figuur 1.8). Aangenomen is dat het olieconsumptie van motorvoertuigen 0,2 liter per 1000 km bedraagt. Voor motortweewielers en bromfietsen wordt respectievelijk 0,1 en 0,67 liter per 1000 km aangehouden. De motorolie lekt via de zuigerveren naar de verbrandingskamer van de motor en wordt daar verbrand. Omdat het hier een verbrandingsemissie betreft wordt aangenomen dat de emissies van andere stoffen reeds via de uitlaatgasemissies worden geregistreerd. Een uitzondering vormen de zware metalen. Deze worden als extra emissies beschouwd en daarom apart berekend door middel van vermenigvuldiging van het verbruik van motorolie en het motorolieprofiel (zie tabel 1.30B).

Figuur 1.8 Berekening emissies door wegverkeer, emissies door verbruik motorolie (verbranding) zware metalen (cadmium, koper, chroom, nikkel, zink, arseen, lood)



1.4.2 IPCC-emissies

De emissies van de broeikasgassen CO₂, CH₄ en N₂O door verkeer worden in Nederland op twee manieren berekend: 'bottom-up' en 'top-down'. De 'bottom-up'-methode is gebruikt voor de berekening van de feitelijke emissies; de 'top-down' voor de IPCC-emissies. In hoofdstuk 9 worden de verschillen tussen de 'bottom-up'- en de 'top-down'-methode nader toegelicht.

'Top down'

In het kader van internationale beleidsinspanningen op het gebied van klimaatverandering, die worden gecoördineerd door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), is het verplicht jaarlijks een broeikasgasemissie-inventarisatie uit te voeren. Om overlap tussen gegevens van verschillende landen te voorkomen wordt door de IPCC aanbevolen broeikasgasemissies te berekenen op basis van brandstofafzet [ref 8: Thoughton et al., 1997]. Afzetgegevens van brandstoffen zijn in Nederland, zoals in de meeste andere landen, alleen bekend op geaggregeerd niveau: bijvoorbeeld de totale brandstofafzet naar het totale wegverkeer is bekend. De geaggregeerde afzetgegevens kunnen worden omgerekend naar emissiegegevens per voertuigcategorie; er wordt als het ware van boven naar beneden gerekend, vandaar de benaming 'top-down'. In dit methodenrapport wordt de 'top-down'-methode de IPCC-methode genoemd. De geaggregeerde afzetgegevens (in Joules) worden omgerekend naar emissiegegevens per brandstofsoort met behulp van CO₂-, CH₄- en N₂O-emissiefactoren (kg/Joule) per brandstof. Deze emissiefactoren staan vermeld hoofdstuk 1.6.2. De methodiek is conform IPCC-eisen [ref 68: IPCC, 1997]. Hoofdstuk 1.5.2 biedt informatie over de afzet van motorbrandstoffen.

Emissie (kg) =

$S_{\text{brandstofsoort}} \text{ brandstofafzet (kg) * verbrandingswaarde (MJ/kg) * Emissiefactor (kg/MJ)}$

1.5 Volumegegevens

Zoals in hoofdstuk 1.3 is aangegeven, zijn drie soorten volumegegevens essentieel voor de emissieberekening, te weten voertuigkilometers, brandstofverbruik en aantal voertuigen. Voertuigkilometers worden afgeleid uit het voertuigenpark en het gemiddeld jaarkilometrage van Nederlandse voertuigen binnen Nederland, opgehoogd met het aantal kilometers dat door buitenlanders in Nederland wordt afgelegd. Het brandstofverbruik wordt afgeleid uit het aantal voertuigkilometers en het specifiek verbruik (km/liter).

1.5.1 Feitelijke en NEC-emissies

Voertuigenpark

Het basismateriaal voor het aantal Nederlandse wegvoertuigen is afkomstig van de Statistiek van de Motorvoertuigen van het CBS. Het CBS betreft haar gegevens van de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) die van alle in Nederland geregistreerde wegvoertuigen informatie heeft over onder andere voertuiggewicht, brandstofsoort en bouwjaar. CBS-Statline biedt per voertuigcategorie gedetailleerde tabellen (zie o.a. CBS, StatLine, Park personenauto's op 1-1-2005). De *tabellen 1.5 en 1.6* geven hiervan een samenvatting voor respectievelijk lichte (<3,5 ton GVW) en zware voertuigen.

Gemiddeld jaarkilometrage

De gemiddelde jaarkilometrages van het wegverkeer (zie *tabel 1.7*) zijn gebaseerd op een viertal bronnen, te weten:

- Het Onderzoek Verplaatsingsgedrag (OVG) [ref1: CBS1]. Dit onderzoek is vanaf 2004 overgedragen aan de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat en is voortgezet als MobiliteitsOnderzoek Nederland (MON). Uit het OVG/MON komen de totale kilometrages van Nederlandse voertuigen binnen Nederland.
- De Nationale Autopas (NAP). Uit de database van de NAP kunnen de jaarkilometrages per bouwjaar en brandstofsoort worden afgeleid. De hierin opgenomen kilometerstanden zijn inclusief de in het buitenland verreden kilometers.
- Het bezit en gebruik van bedrijfsvoertuigen, gebaseerd op de BedrijfsVoertuigenEnquête (BVE) [ref 3: CBS3]. Inmiddels is de BVE vervangen door de Statistiek wegvervoer. De eerste resultaten m.b.t. gemiddelde jaarkilometrages (voertuigkm) op basis van deze statistiek worden eind 2007 verwacht.
- Motorrijden in Nederland [ref 19: CBS6, 1993]. Er zijn geen plannen om de enquête die daaraan ten grondslag ligt opnieuw te houden. Wellicht kan ook hier de NAP soelaas bieden.

Verkeersprestatie buitenlanders

De verkeersprestatie van buitenlanders in Nederland wordt onderverdeeld in de kilometers met overnachting (vakantie, zakenreis) en de kilometers zonder overnachting (woon-werk, winkelen, familiebezoek, daguitje). Voor het schatten van de kilometers met overnachting wordt gebruik gemaakt van de CBS-Statistiek Logies Accommodaties (SLA) voor 1998-2004.

Voor het schatten van de kilometers zonder overnachting benutten we een Duits onderzoek naar de verkeersintensiteit bij negen Duits-Nederlandse grensovergangen, dat is uitgevoerd in 1998 en 2003. Voor 1998 en 2003 is de meeste informatie beschikbaar. Voor deze twee jaren is dan ook de meest uitgebreide berekening uitgevoerd. Voor de tussenliggende jaren zijn de verkeersintensiteiten bij de Duitse grensovergangen geïnterpoleerd en voor 2004 geëxtrapoleerd.

De verkeersprestatie van buitenlanders gedurende 1990-1997 is geschat door te extrapoleren met gebruikmaking van de verkeersprestatie van Nederlanders in Nederland (uit OVG/MON) en de verhouding tussen de beide verkeersprestaties voor 1998-2004.

De prestaties van buitenlandse vrachtvoertuigen zijn gebaseerd op de statistiek "Goederenvervoer over de weg" alsmede de soortgelijke gegevens van de EU-landen zoals deze worden verzameld door Eurostat.

Prestaties van buitenlandse bussen worden berekend met behulp van gegevens uit het Grensoverschrijdend toerwagenvervoer, het kilometrage is ontleend aan een onderzoek Inkomend toerisme [ref 25: CBS12, 1988].

Verdeling verkeersprestaties naar wegcategorie

De emissiefactoren (zie de vorige paragraaf) zijn veelal gedifferentieerd naar 3 wegtypen:

- Wegen binnen de bebouwde kom
- Auto(snel)wegen
- Overige wegen buiten de bebouwde kom (= "landelijke wegen" of "buitenwegen").

Om emissies te kunnen berekenen moeten dan ook de verkeersprestaties worden gedifferentieerd naar wegtypen. Om de verkeersprestaties te kunnen verdelen naar bovenstaande wegtypen, wordt gebruik gemaakt van de Statistiek van de wegen [ref 18: CBS5]. De laatste cijfers betreffen 1997. Door allerlei problemen is het niet mogelijk de verdeling te actualiseren. Wel zijn er cijfers van Rijkswaterstaat beschikbaar over de verkeersprestatie op (rijks)autosnelwegen in 2001 [ref 109: AVV, 2007]. Bij het gebruik van de oorspronkelijke verdeelsleutels zou de verkeersprestatie op snelwegen niet overeenkomen met deze cijfers van AVV. Besloten is om de wegtypeverdeling zodanig aan te passen dat het aantal kilometers op autosnelwegen overeenkomt met de bevindingen van Rijkswaterstaat.

Uit bovenstaande bronnen kunnen de verkeersprestaties buiten de bebouwde kom worden afgeleid, waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen autosnelwegen en overige wegen. De verkeersprestaties binnen de bebouwde kom worden bepaald door het aantal kilometers buiten de bebouwde kom af te trekken van het totale kilometrage. Doordat dit een verschilpost is uit twee verschillende onderzoeken moet rekening gehouden met aanzienlijke onzekerheden. *Tabel 1.8* geeft de verdeling naar wegtype voor 1990, 1995, 2000 en 2005.

Personenautokilometers per wegtype naar brandstofsoort en bouwjaar

De samenstelling van het personenautoverkeer naar leeftijdsklassen en brandstofsoorten verschilt van plaats tot plaats (en natuurlijk ook van tijd tot tijd). Op de autosnelweg rijden bijvoorbeeld meer dieselauto's en is de gemiddelde leeftijd lager dan op wegen binnen de bebouwde kom. De achterliggende reden is dat jonge auto's per jaar meer kilometers afleggen en daardoor een groter percentage van deze kilometers op autosnelwegen afleggen. Hetzelfde geldt voor diesel- en LPG-auto's in vergelijking tot benzine-auto's.

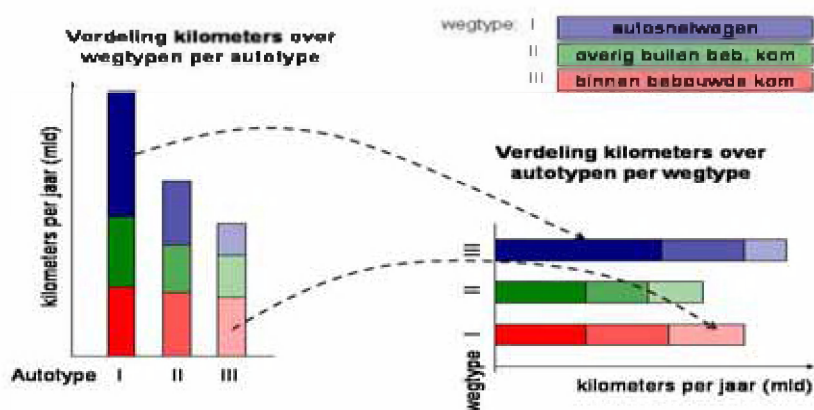
De samenstelling van het verkeer is geen constant gegeven: als gevolg van veranderingen in het aandeel diesel in de personenautoverkoop neemt het aandeel van dieselauto's op de verschillende wegtypen toe. Ook veranderingen in de autoverkoop van jaar tot jaar hebben effect op de samenstelling van het personenautoverkeer. Om niet ieder jaar de samenstelling te hoeven meten (en om de samenstelling in het verleden te schatten) is de samenstelling per wegtype gemodelleerd op basis van de verdeling van de kilometers over de wegtypen per autotype. *Figuur 1.9* geeft schematisch weer hoe de verdeling van de kilometers per autotype over de wegtypen (linker deel *Figuur 1.9*) samenhangt met de samenstelling van het personenautoverkeer per wegtype (rechter deel *Figuur 1.9*). Als het totaal kilometrage van autotype 1 toeneemt, neemt ook het aandeel van dit autotype op de drie wegtypen toe. *Paragraaf 1.12.2* geeft een rekenvoorbeeld van deze terugvertaling.

De vraag is hoe de kilometers voor verschillende autotypen zijn verdeeld over de wegtypen. Om dit te schatten is gebruik gemaakt van de gemeten samenstelling van het verkeer op de verschillende wegtypen. Deze samenstelling is per autotype terugvertaald naar de procentuele verdeling van het jaarkilometrage over de wegtypen uitgaande van de verdeling van het totaal aantal personenautokilometers per autotype in Nederland.

Bebouwde kom

De samenstelling van het verkeer binnen de bebouwde kom is afgeleid van ongevalstatistieken. Het betreft alle ongevallen waar personenauto's bij betrokken zijn. Een belangrijke veronderstelling is dat de kans dat een personenauto bij een ongeval is betrokken niet afhangt van de leeftijd of de brandstofsoort. *Tabel 1C* geeft per autotype (leeftijdsklasse en brandstofsoort) het aantal ongevallen in 2002 per wegtype

Figuur 1.9 Schematische weergave van het verband tussen de verdeling van de kilometers over de wegtypen per autotype en de samenstelling van het verkeer per wegtype



Tabel 1C Aantal ongevallen met personenauto's in 2002

	Wegen binnen bebouwde kom			Overige wegen buiten bebouwde kom			Autosnelwegen		
	benzine	diesel	LPG	benzine	diesel	LPG	benzine	diesel	LPG
<i>Bouwjaar</i>									
< 1993	76.507	8.548	3.931	6.200	802	413	7.162	1.140	561
1993-1996	31.533	6.696	3.413	2.571	736	334	3.371	1.073	543
1997-1999	32.754	12.180	2.917	2.489	1.297	269	3.732	2.547	532
2000-2002	28.644	12.922	1.641	2.270	1.355	175	3.895	3.469	520
Totaal	169.438	40.346	11.902	13.530	4.190	1.191	18.160	8.229	2.156

Tabel 1D vergelijkt de verdeling van de ongevallen binnen de bebouwde kom over de autotypen met de verdeling van het totale personenautokilometrage over de wegtypen. Duidelijk is dat binnen de bebouwde kom het aandeel van oudere benzine personenauto's in het kilometrage groter is dan het landelijk gemiddelde. Het aandeel van nieuwere dieselauto's is daarentegen lager binnen de bebouwde kom.

Tabel 1D Verdeling ongevallen binnen de bebouwde kom met personenauto's in 2002

	Ongevallen binnen bebouwde kom				Personenautokilometers in Nederland (alle wegtypen)			
	benzine	diesel	LPG	totaal	benzine	diesel	LPG	totaal
	%							
<i>Leeftijd</i>								
10 jaar en ouder	35	4	2	40	23	4	2	28
7 t/m 9 jaar	14	3	2	19	12	3	2	17
4 t/m 6 jaar	15	5	1	22	16	8	2	27
1 t/m 3 jaar	13	6	1	19	15	11	2	28
Totaal	76	18	5	100	67	26	7	100

Op basis van de informatie in Tabel 1D en het gegeven dat 24% van alle personenautokilometers binnen de bebouwde kom wordt afgelegd, kan per autotypen worden berekend welk deel van het totaal kilometrage binnen de bebouwde kom wordt afgelegd. Voor bijvoorbeeld personenauto's tussen 1 en 3 jaar op diesel is dit $(6/11)\% \cdot 24\% = 13\%$. Voor benzine personenauto's van 10 jaar en ouder is dit $(35/23)\% \cdot 24\% = 37\%$. Tabel 1E geeft per autotype het berekende aandeel van het jaarkilometrage dat binnen de bebouwde kom wordt afgelegd. Het is natuurlijk niet toevallig dat voor alle personenauto's samen het aandeel binnen de bebouwde kom 24% bedraagt, dit is immers invoer van de berekeningen.

Tabel 1E Berekend aandeel van het jaarkilometrage dat wordt afgelegd in de bebouwde kom

	Benzine	Diesel	LPG	Totaal
	%			
<i>Leeftijd</i>				
10 jaar en ouder	37	25	20	34
7 t/m 9 jaar	27	22	22	26
4 t/m 6 jaar	22	16	16	20
1 t/m 3 jaar	20	13	11	17
Totaal	27	17	18	24

Omdat het aantal ongevallen op wegen buiten de bebouwde kom te laag bleek (zie Tabel 1C), kunnen de ongevalstatistieken niet worden gebruikt voor wegen buiten de bebouwde kom. Voor autosnelwegen is daarom gebruik gemaakt van kenteken-onderzoeken door Rijkswaterstaat. De samenstelling op overige wegen buiten de bebouwde kom is een restpost. Tabel 1F geeft de resultaten van verschillende kentekenonderzoeken.

Tabel 1F Samenstelling snelwegverkeer op basis van kentekenonderzoeken Rijkswaterstaat

	Rondwegen Amsterdam (2000)				Utrecht en omgeving (2003)			
	benzine	diesel	LPG	totaal	benzine	diesel	LPG	totaal
<i>Leeftijd</i>	%							
10 jaar en ouder	12	2	1	16	13	3	1	17
7 t/m 9 jaar	9	2	1	12	6	3	1	10
4 t/m 6 jaar	13	6	3	22	13	12	2	27
1 t/m 3 jaar	26	20	4	50	19	24	3	46
Totaal	60	30	10	100	51	42	7	100

Vergelijken we de samenstelling uit Tabel 1F met de samenstelling van het landelijk aantal personenautokilometers uit Tabel 1G, dan zien we dat jongere auto's relatief (in vergelijking tot hun aandeel in het landelijk aantal kilometers) sterk vertegenwoordigd zijn op de autosnelweg dan oudere auto's. Dieselauto's blijken op de autosnelweg oververtegenwoordigd en benzineauto's ondervertegenwoordigd.

Tabel 1G Samenstelling van het landelijke personenautokilometrage

	2000				2003			
	benzine	diesel	LPG	totaal	benzine	diesel	LPG	totaal
	%							
<i>Leeftijd</i>								
10 jaar en ouder	19	3	2	24	20	3	1	24
7 t/m 9 jaar	13	3	2	17	13	4	2	18
4 t/m 6 jaar	15	5	2	23	17	9	2	28
1 t/m 3 jaar	21	13	2	36	17	11	1	30
Totaal	67	25	8	100	67	27	6	100

Op basis van Tabel 1F en Tabel 1G en het gegeven dat volgens het CBS 39% van het totaal aantal personenautokilometers wordt afgelegd op de autosnelweg, kan per autotype worden berekend hoeveel procent van de kilometers op de autosnelweg wordt afgelegd. Tabel 1H geeft het resultaat voor 2000 en 2003.

Tabel 1H Berekend aandeel van het jaarkilometrage dat wordt afgelegd op autosnelwegen

	2000				2003			
	benzine	diesel	LPG	totaal	benzine	diesel	LPG	totaal
	%							
<i>Leeftijd</i>								
>10 jaar	24	26	33	25	25	38	31	27
7 t/m 9 jaar	28	32	32	29	19	32	25	22
4 t/m 6 jaar	34	42	46	37	29	51	48	38
1 t/m 3 jaar	49	58	73	54	43	82	89	60
Totaal	35	47	48	39	30	60	47	39

Uit Tabel 1H wordt duidelijk dat de berekende aandelen verschillen voor 2000 en 2003. Mogelijke oorzaken voor deze verschillen zijn:

- in Amsterdam en in Utrecht is slechts enkele dagen gemeten, mogelijk spelen seizoensinvloeden een rol;
- de autoparken rondom Amsterdam en Utrecht verschillen van elkaar;
- verschillen in de aandelen doorgaand en lokaal verkeer tussen de rondwegen van Amsterdam en Utrecht

Daarnaast kan het natuurlijk ook zo zijn dat tussen 2000 en 2003 bijvoorbeeld nieuwe dieselauto's inderdaad relatief meer op de autosnelweg zijn gaan rijden. Voor de emissieberekeningen is gekozen voor de ongewogen gemiddelde percentages van 2000 en 2003. Tabel 1I geeft de uiteindelijk gebruikte aandelen. Per leeftijdsklasse en brandstofsoort tellen de rijen op tot 100%.

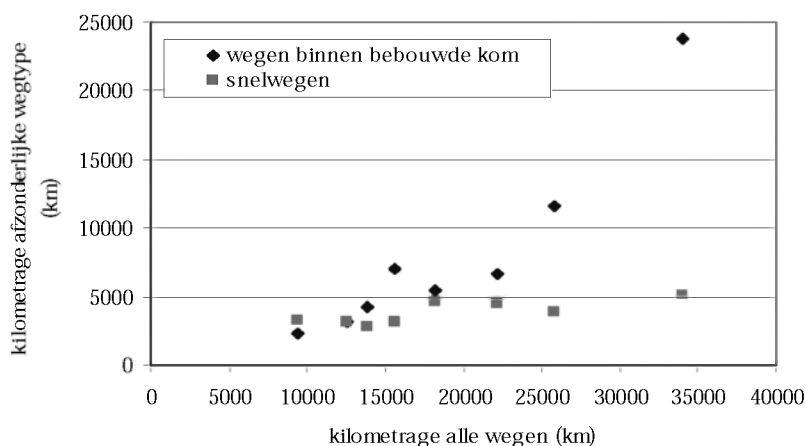
Tabel 1I Verdeling jaarkilometrages over de wegtypen afhankelijk van brandstofsoort en leeftijd

	Benzine			Diesel			LPG		
	bibeko	overig	snelweg	bibeko	overig	snelweg	bibeko	overig	snelweg
	%								
<i>Leeftijd:</i>									
10 jaar en ouder	35	40	25	25	45	30	20	50	30
7 t/m 9 jaar	25	50	25	20	50	30	20	50	30
4 t/m 6 jaar	20	50	30	15	40	45	15	40	45
1 t/m 3 jaar	20	35	45	15	15	70	10	10	80

bibeko: binnen bebouwde kom

In figuur 1.10 is het totaal jaarkilometrage uitgezet tegen het kilometrage op wegen binnen de bebouwde kom en het kilometrage op autosnelwegen. Te zien is dat auto's met een hoog jaarkilometrage absoluut gezien slechts iets meer binnen de bebouwde kom rijden dan auto's met een laag jaarkilometrage. Het aantal kilometers op autosnelwegen is daarentegen wel sterk afhankelijk van de hoogte van het jaarkilometrage. Gevoelsmatig is dit plausibel: automobilisten die veel rijden zullen meer ritten maken en bovendien langere ritten. Het hogere aantal ritten komt tot uitdrukking in een toename van het kilometrage binnen de bebouwde kom.

Figuur 1.10 Verband tussen gemiddeld jaarkilometrage (alle wegen samen) en kilometrage op wegen binnen de bebouwde kom en autosnelwegen



Aandelen voertuigklassen in de verkeersprestatie per voertuigcategorie

De emissiefactoren (zie de vorige paragraaf) zijn per voertuigcategorie veelal gedifferentieerd naar verschillende gewichtsklassen en milieuklassen (de zogenaamde basisemissiefactoren). De basisemissiefactoren worden geaggregeerd tot bouwjaaremmissiefactoren aan de hand van de aandelen van de gewichts- en milieuklassen in de nieuwverkopen in een bepaald jaar. Er wordt verondersteld dat het aantal kilometers per jaar onafhankelijk is van de milieuklasse. De weging naar gewichtsklasse is gebaseerd op de database van de Nationale Autopas [ref110: NAP, 2006] en BVE [ref3: CBS] . De *tabellen 1.3 en 1.4* bevatten weegfactoren om de basisemissiefactoren te aggregeren tot bouwjaarfactoren. Voor verdere informatie zie hoofdstuk 1.6.1.

Brandstofverbruik wegverkeer

Het brandstofverbruik wordt afgeleid uit de verkeersprestaties en specifieke verbruiken (km/liter), afkomstig uit inmiddels opgeheven enquêtes zoals het personenautopanel (PAP), de bedrijfsvoertuigenquête (BVE) en de enquête onder bezitters van motorfietsen. Deze specifieke verbruiken zijn dringend aan herziening toe. Naar verwachting zullen volgend jaar brandstofverbruiksfactoren direct met VERSIT+ bepaald worden.

Voor dit jaar is nog gebruik gemaakt van de oude methodiek. Om de direct van het brandstofverbruik afhankelijke emissies te kunnen verdelen naar wegtype, zijn met behulp van het voormalige emissiemodel 'VERSIT' [ref 46: Lefranc, 1999] (zie ook paragraaf 1.6.1.1) verhoudingsfactoren vastgesteld. Met deze verhoudingsfactoren kan vanuit het gemiddelde brandstofverbruik het brandstofverbruik voor de drie wegtypen worden afgeleid. Zie *tabel 1.38B* voor deze verhoudingsfactoren.

1.5.2 IPCC-emissies

Afzet motorbrandstoffen

Het CBS rapporteert in haar jaarlijkse NEH de totale afzet van benzine, diesel en LPG aan het wegverkeer (zie CBS, StatLine, afleveringen motorbrandstoffen).

Een onderverdeling naar wegverkeerscategorieën kan op basis van de gebruikte gegevens door het CBS niet worden gemaakt.

In de IPCC-methode wordt deze totale afzet gedesaggregeerd naar de verschillende wegverkeerscategorieën conform de aandelen in het energie-gebruik (hoofdstuk 1.5.1). Let wel: de totale emissie van broeikasgasemissies door wegverkeer in de IPCC-methode is dus gerelateerd aan de totale brandstofafzet. Bij vergelijking van het energiegebruik in het wegverkeer met de energieafzet aan het wegverkeer blijken er verschillen. De redenen voor dit verschil zijn:

- in 'afzet' is voorraadvorming meegenomen;
- in beide benaderingen ('gebruik' en 'afzet') zitten statistische onnauwkeurigheden;
- in de berekening van het energiegebruik zijn bepaalde voertuigcategorieën niet meegenomen die wel in de afzetcijfers zijn inbegrepen. Het betreft hier militaire en buitenlandse diplomatieke voertuigen;
- 'grenstanken'. Het gaat hierbij om in Nederland getankte brandstof (zit in 'afzet') die in het buitenland wordt gebruikt (zit niet in 'gebruik') of om in buitenland getankte brandstof (zit niet in 'afzet') die in Nederland wordt gebruikt (zit in 'gebruik').

Deze verschilposten veroorzaken een absoluut verschil per jaar maar door de aard van de verschilposten (zoals grenstanken en voorraadvorming) is ook de toe- of afname van jaar tot jaar tussen energiegebruik en energieafzet verschillend.

1.6 Emissiefactoren

1.6.1 Feitelijke en NEC-emissies

De verbrandingsemissies van wegverkeer van CO, VOS, NO_x, PM₁₀, N₂O en NH₃ krijgen beleidsmatig veel aandacht. Daarom wordt in deze paragraaf uitgebreid aandacht geschonken aan de berekening van de emissies door het wegverkeer van deze stoffen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de door Europese Unie gereguleerde emissies (CO, VOS, NO_x en PM₁₀) en de niet-gereguleerde N₂O- en NH₃-emissies. De berekening start met het vaststellen van basisemissiefactoren (gram per voertuigkilometer) per gewichtsklasse, milieuklasse, bouwjaar en wegtype. *Tabel 1.1* toont de gehanteerde gewichts- en milieuklassen. Omdat de verkeersprestatie niet per milieuklasse maar wel per gewichtsklasse bekend is, worden de basisemissiefactoren geaggregeerd tot zogenaamde bouwjaarfactoren. Dit gebeurt door allereerst de basisemissiefactoren te wegen met de aandelen van de verschillende voertuigklassen (= combinatie van gewichts- en milieuklassen) in de nieuwverkopen in een bepaald jaar. Vervolgens wordt op basis van de jaarkilometrages per gewichtsklasse en bouwjaar de verkeersprestaties per gewichtsklasse, milieuklasse en bouwjaar verkregen. De *tabellen 1.3 en 1.4* geven per voertuigcategorie de aandelen van de verschillende gewichts- en milieuklassen in het voertuigenpark per bouwjaar. De resultaten van de berekeningen van de bouwjaaremmissiefactoren van 2005 staan in de *tabellen 1.9 t/m 1.11*. De emissiefactoren voor de verdamping staan in de *tabellen 1.13 en 1.14* en worden behandeld in paragraaf 1.6.1.4.

Emissiefactoren verbranding motorbrandstoffen; CO, VOS, NO_x en fijn stof (PM₁₀)

De basisfactoren zijn bepaald met het rekenmodel VERSIT+ versie 2b [ref : Smit et al, 2006a; 2007]. De onderstaande formule wordt gebruikt om een basisemissiefactor per voertuigklasse en wegtype te bepalen.

$$\text{Emissiefactor} = \text{BAS}_{\text{w}} + \text{BAS}_{\text{w}} * (\text{VEROUD}_{\text{w}} - 1) + \text{BAS}_{\text{w}} * (\text{ACCESSOIRES} - 1) * \text{AAND}_{\text{a}} + \text{AANT}_{\text{k}} * \text{BASK} * \text{VEROUD}_{\text{k}}$$

Waarin:

- **BAS_w** = emissie per verreden kilometer voor een warme motor, exclusief het effect van veroudering en/of agressief rijkgedrag
- **VEROUD_w** = het effect van veroudering op "warm rijden", afhankelijk van het gebruiksjaar
- **ACCESSOIRES** = het effect van de aanwezigheid van accessoires, met name airconditioners
- **AAND_a** = percentage van de verkeersprestatie met ingeschakelde airco
- **AANT_k** = gemiddeld aantal koude starts per verreden kilometer
- **BASK** = extra emissie ten gevolge van het rijden met koude motor
- **VEROUD_k** = het effect van veroudering op de extra emissie door "koud rijden", afhankelijk van het gebruiksjaar

Ieder van bovenstaande parameters is gegeven per wegtype:

- bebouwde kom (WT1)
- landelijke wegen (WT2)
- autosnelwegen (WT3)

Dit hoofdstuk bevat verder een beknopte beschrijving van de achtergronden bij het vaststellen van bovenstaande parameters.

Steekproefcontroleprogramma & Dedicated Meetprogramma's

De basis voor de recente emissiefactoren van gereguleerde componenten (CO, VOS, NO_x en PM₁₀) vormt het sinds 1987 jaarlijks uitgevoerde steekproefcontroleprogramma van TNO Industrie en Techniek. In dit programma worden per jaar circa 150 personenauto's en 30 vrachtwagens (50 resp. 10 verschillende typen) getest op met name de typegoedkeuringstestcyclus. Daarnaast worden nog aanvullende (meer praktijkgerelateerde) metingen verricht op de beschikbare voertuigen. De auto's die getest worden, worden zo geselecteerd dat er over de jaren heen een goede weerspiegeling plaatsvindt van het wagenpark op de Nederlandse wegen. Hierbij wordt rekening gehouden met verkoopaantallen, brandstofsoort, milieuklasse (Euro1, Euro2, etc.) en bouwjaar. De voertuigen worden verkregen door gebruikers van de geselecteerde autotypen aan te schrijven, met de vraag of zij hun voertuig ter beschikking willen stellen voor een test. De respons op dit verzoek is relatief laag, circa 25%, en was relatief constant over de afgelopen jaren. Bij de uiteindelijke keuze voor de te testen voertuigen wordt gekeken naar voldoende spreiding in kilometrages en regulier onderhoud. Verder worden zowel privé- als leasevoertuigen getest. Op deze wijze vormen de geteste voertuigen een weerspiegeling van de gemiddelde gebruiks- en onderhoudstoestand van het Nederlandse wagenpark. Bij binnenkomst worden de voertuigen onderworpen aan een ECE-typekeuringstest ("Eurotest") waarna de meetwaarden worden vergeleken met de voor het desbetreffende voertuig vermelde typegoedkeuringwaarden (hoe hoog waren de emissies van dit autotype ten tijde van de officiële typegoedkeuring?) en met de geldende emissienormen. In de eerste twee jaar van het steekproefcontroleprogramma (1987/1988 en 1988/1989) bleek dat 40% van de voertuigen een hogere emissie had dan de normen voorschreven. In het meetjaar 1995/1996 was dit afgenomen tot 9%. De voertuigen die de test niet halen worden vervolgens opnieuw afgesteld en opnieuw gemeten. Na afstelling daalde het aantal auto's met te hoge emissies tot 6%. Ten behoeve van de berekeningen van de emissies door personenauto's gebruikt TNO de gemeten emissiefactoren vóór het eventueel noodzakelijke onderhoud. Hierdoor worden ook slecht afgestelde en/of slecht onderhouden auto's meegenomen in de emissieberekening. Bovendien wordt alleen gebruik gemaakt van zogenaamde "real-world" emissiemetingen en niet van Eurotest meetdata om onderschatting van werkelijke voertuigemissies te voorkomen.

N.B. Autotype = merk + model + motoraanduiding, bijvoorbeeld Ford Escort 1.3i CL

VERSIT+ warme basisemissiefactoren (BASw)

Om uit de de emissietestdatabase bruikbare emissiefactoren af te leiden, gebruikt TNO EST sinds 2005 het model VERSIT+ (VERkeers SITuatie Model Plus) [ref 113 : Smit et al, 2007]. Dit model hanteert een innovatieve aanpak. De ontwikkeling van VERSIT+ was noodzakelijk om nauwkeurige emissiefactoren in verschillende verkeerssituaties en schaalniveau's te kunnen berekenen. Met de oude methodiek (VERSIT) was dit niet langer mogelijk.

Voor lichte en zware voertuigen zijn aparte VERSIT+ modellen ontwikkeld. Het doel van VERSIT+ LD (light duty, voor lichte voertuigen als personenauto's en bestelauto's) is het voorspellen van nauwkeurige emissies van verkeerstromen in specifieke verkeerssituaties [ref 111 : Smit et al, 2006a, 2007]. Voor de basisemissiefactoren (BASw) zijn statistische modellen gemaakt voor 246 voertuigcategorieën met behulp van multiple linear regression analysis. In de statistische modellen wordt gezocht naar een empirische relatie tussen gemiddelde emissiefactoren, inclusief betrouwbaarheidsintervallen, en een geoptimaliseerd aantal voertuig- en rijgedragvariabelen.

VERSIT+ HD (heavy duty) [ref 115: Riemersma, 2004] wordt gebruikt om de emissiefactoren van zware bedrijfsvoertuigen te voorspellen (vrachtwagens, trekker-opleggers en bussen). VERSIT+ HD is gebaseerd op Europese meetdata en maakt gebruik van het PHEM model van de TU Graz. De invoer bestaat, net als voor VERSIT+ LD, uit snelheid-tijd profielen waardoor het model is te gebruiken voor het voorspellen van emissies in uiteenlopende verkeerssituaties. Voor de EmissieRegistratie worden de emissiefactoren per voertuigcategorie berekend, specifiek voor de Nederlandse situatie.

In de loop der jaren zijn per voertuigcategorie veel meetgegevens beschikbaar gekomen, waardoor de betrouwbaarheid van VERSIT+ relatief hoog is. Dit neemt niet weg dat individuele voertuigen sterk van het gemiddelde afwijkende emissies kunnen hebben. Er worden door TNO zelfs grote variaties van de gemeten emissies geconstateerd tussen twee opeenvolgende metingen aan hetzelfde voertuig. Dit ligt niet aan meetfouten maar aan de grote gevoeligheid van het motormanagementsysteem (van met name benzine- en LPG-auto's) voor variaties in de wijze waarop de testcyclus op de rollenbank wordt nagedren.

VERSIT+ wordt gebruikt voor het voorspellen van emissies in specifieke situaties [ref 112: Smit et al, 2006b], maar kan ook gebruikt worden voor het voorspellen van emissiefactoren op een hoger aggregatieniveau, zoals hier van toepassing is.

VERSIT+ koude-startemissies (BASk en AANTk)

De koude-startemissie wordt gezien als een absolute extra emissie per koude start. Deze emissie wordt per wegtype opgeteld bij de emissies bij warme motor/katalysator. Voordeel van deze berekeningsmethodiek ten opzichte van een ophoogfactor is dat bij een halvering van de emissies bij warme motor/katalysator, bijvoorbeeld door het vervangen van een oude door een nieuwe katalysator (met een verhoogd omzettingsrendement in warme bedrijfstoestand), de berekende gemiddelde emissie bij koude start nauwelijks verandert.

De extra emissies zijn uitgedrukt in gram per koude start. TNO EST heeft de koude-startemissies vervangen omdat er nieuwe metingen zijn gedaan. Deze nieuwe metingen geven meer inzicht in de werkelijke koude-startemissies dan de oude, omdat ze zijn gemeten aan de hand van praktijkritpatronen en omdat er aan recentere voertuigen is gemeten. De metingen zijn gedaan door voertuigen zowel met een koude motor als met een opgewarmde motor een praktijkritpatroon te laten rijden op de rollenbank. Het verschil in emissies tussen de 'koude' en de 'warme' rit over de gehele rit is de extra koude-startemissie.

De extra emissies bij zware bedrijfsvoertuigen worden nihil verondersteld, vanwege enerzijds de kleine hoeveelheid extra emissie per koude start (diesel) en anderzijds het veel lagere aantal koude starts in relatie tot de afgelegde kilometers.

Naast gegevens over de extra emissie bij een koude start is voor de berekening informatie nodig over het voorkomen van koude starts. Aan de hand van het Onderzoek VerplaatsingsGedrag 1995 [ref 1: CBS, 1996] is afgeleid dat de gemiddelde ritlengte 14,5 km bedraagt en het aantal starts (koud + warm) per gereden kilometer dus circa 0,07 (= 6333 / 91878).

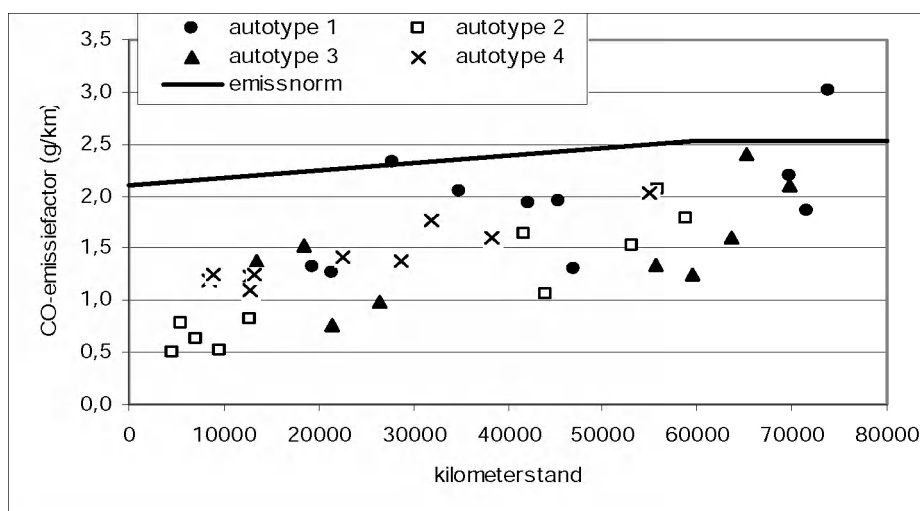
Vervolgens moest per motief een inschatting worden gedaan voor het aandeel koude starts in het totaal aantal starts. Voor de motieven woon-werk, visite/logeren, onderwijs en toeren/wandelen kan met een ruime mate van zekerheid worden gesteld dat vrijwel iedere start van de personenauto met koude motor/katalysator is. Voor de andere motieven zijn de percentages tamelijk arbitrair. Gemiddeld is, op basis van de veronderstellingen over het percentage koude starts per motief, afgeleid dat circa 60% van de starts een koude start betreft. Het totaal aantal koude starts per gereden kilometer komt hiermee op 0,04. De verdeling van de koude starts binnen en buiten de bebouwde kom is gedaan op basis van de verdeling van het aantal huishoudens binnen en buiten de bebouwde kom gecombineerd met verschillen in het autobezit per huishouden tussen niet-stedelijke en stedelijke gebieden. Op basis van deze informatie is afgeleid dat circa 95% van alle koude starts binnen de bebouwde kom plaatsvindt. In 1995 vond volgens het CBS circa 25% van de personenautokilometers binnen de bebouwde kom plaats en ruim 35% op landelijke wegen. Hiermee kan worden afgeleid dat het aantal koude starts per personenautokilometer binnen de bebouwde kom circa 0,15 bedraagt en voor landelijke wegen circa 0,005. Deze waarden zijn in de emissieberekeningen voor alle categorieën personenauto's gehanteerd, ondanks dat intuïtief kan worden aangevoeld dat de gemiddelde ritlengte van kleine auto's geringer is dan van grote auto's en daarmee het aantal starts per kilometer hoger. Daar staat tegenover dat kleine auto's met name voor motieven worden gebruikt waarbij lang niet alle starts met koude motor plaatsvinden.

Tabel 1.18 laat zien hoe de schatting van het aantal koude starts per verreden kilometer (personenauto's) tot stand is gekomen. *Tabel 1.19* geeft de uit *Tabel 1.18* resulterende aantal starts per verreden kilometer. Het hierin eveneens opgenomen aantal koude starts van bestelauto's berust op een (min of meer arbitraire) aanname.

VERSIT+ veroudering (VEROUDw en VEROUDk)

De effecten van veroudering zijn bepaald op basis van het Steekproefcontroleprogramma van TNO. In de steekproef komen van verschillende autotypen (bijvoorbeeld Volkswagen Golf of Peugeot 205) meerdere voertuigen voor met verschillende kilometerstanden. *Figuur 1.11* geeft een voorbeeld. In deze figuur is weliswaar een duidelijke trend waarneembaar, de spreiding is echter groot. De lijn representeert de U9-emissienorm voor CO. Zoals te zien is emitteren nieuwe auto's aanzienlijk minder dan de norm en blijven bijna alle vier de autotypen ook bij hogere kilometrages onder de norm.

Figuur 1.11 Effect van veroudering op CO-emissiefactor van enkele personenauto-typen met benzinemotor die voldoen aan de Amerikaanse U9-normen , bron: TNO-WT, 1995



Er wordt onderscheid gemaakt naar het effect van veroudering op de emissiefactor bij warme motor en naar het effect van veroudering op de extra emissie na een koude-start. De eerste effect wordt met name bepaald door het feit dat het omzettingsrendement van de warme katalysator na verloop van tijd verslechtert onder invloed van bijvoorbeeld de in de brandstof aanwezige zwavel. Het tweede effect wordt daarnaast ook veroorzaakt door motortechnische veroudering in de vorm van bijvoorbeeld slijtage van zuigerveren en kleppen maar ook doordat de tijd die de katalysator nodig heeft om op temperatuur te komen door veroudering wordt verlengd en daarmee de extra emissie ten gevolge van een koude start wordt verhoogd.

VERSIT+ airconditioner effecten (ACCESSOIRES en AANDa)

Het percentage nieuwe personenauto's dat is uitgerust met een airconditioners is de afgelopen jaren sterk toegenomen. De RAI heeft berekend dat dit percentage 45% bedroeg in 1998 (*tabel 1.21B*). Voor het vaststellen van de correctiefactoren voor airconditioners zijn metingen van de EMPA [ref 114: Weilenmann, 2005] gebruikt. De EMPA heeft voertuigen gemeten onder verschillende omstandigheden (qua temperatuur en aantal uren zon). TNO EST heeft aan de hand van deze metingen de correctiefactoren voor de Nederlandse situatie vastgesteld. Er is alleen gebruik gemaakt van de metingen van EMPA die de situatie voorstelden dat de auto op een bepaalde temperatuur moest worden gehouden door de air conditioner.

Aanvullend op deze metingen, die voornamelijk voor nieuwere Euroklassen zijn gedaan, is het TNO onderzoek voor NOVEM [ref 35: Gense, 2000] gebruikt. In dit onderzoek zijn 5 auto's getest met en zonder ingeschakelde airco. Tijdens de metingen met airco, is de airco gedurende de gehele test volledig ingeschakeld geweest. Dit is een extreme situatie die in de praktijk vrijwel niet zal voorkomen. Onder normale gebruiksomstandigheden zal, afhankelijk van de weersgesteldheid, de airco maar een gedeelte van de reistijd op vollast draaien. Hierdoor stellen de metingen een 'worst-case-situatie' voor.

De belangrijkste reden voor de geconstateerde negatieve effecten ten gevolge van het gebruik van airco's is, dat het motormanagementsysteem in het algemeen niet is afgeregeld op het gebruik van een airconditioner omdat in de typegoedkeuringstest deze uitgeschakeld mag blijven. Het gebruik van de airconditioner beïnvloedt de werking van de lambda-regeling waardoor het omzettingsrendement van de katalysator afneemt. Verder zal ook zonder verslechterde lambda-regeling de toename in de totaal op te wekken energie tot een toename in emissie en brandstofverbruik leiden.

Bij dieselauto's blijkt een op vol vermogen aangeschakelde airco in enkele gevallen tot een afname van de emissies te leiden. De reden hiervoor is dat dieselmotoren bij relatief lage motorbelasting meer onvolledig verbrande componenten (CO en VOS) emitteren dan bij hoge motorbelastingen. De verhoging van de motorbelasting die gepaard gaat met het gebruik van de airco werkt daarmee in sommige gevallen gunstig uit voor de emissies. Het effect bij koude motor is niet door TNO EST vastgesteld, maar naar verwachting is er sprake van een neutraal emissiegedrag, omdat een geringe toename in motoremissies (koude katalysator) zal worden gecompenseerd door een kortere

opwarmingstijd van de katalysator (als gevolg van de hogere motorbelasting). Het brandstofverbruik zal daarentegen op soortgelijke wijze als bij warme motor toenemen als gevolg van de hogere motorbelasting.

Er zijn geen gegevens bekend over de gemiddelde inschakelduur van de airco in Nederland. Uit Frans onderzoek blijkt dat auto's met een airconditioner deze gemiddeld 200 uur per jaar hebben aanstaan. TNO EST heeft uitgerekend de gemiddelde personenauto op jaarbasis circa 570 uur in gebruik is. Wordt verondersteld dat auto's met airconditioner in Nederland deze, door het koudere klimaat, maar 100 uur per jaar gebruiken en dat de gemiddelde rijnsnelheid niet verschilt tussen het rijden met de airco aan en uit, dan bedraagt het percentage van de kilometers dat met de airco aan wordt gereden circa 18%. Voor het percentage van nieuwe personenauto's dat is uitgerust met een airconditioner worden de waarden uit *tabel 1.21B* gehanteerd.

VERSIT+ rijgedrag

Voorheen werd 'Rijgedrag' als aparte correctiefactor meegenomen in de berekeningen van de emissies van wegverkeer. De aparte correctiefactor werd gebruikt omdat het vorige model VERSIT [ref 46: Lefranc, 1999] van TNO EST uitging van data van Eurotesten, welke niet representatief zijn voor het rijden in de praktijk. In het nieuwe model VERSIT+ zijn metingen gebruikt van voertuigen die praktijkpatronen op de rollerbank reden. Hierdoor wordt het effect van het rijgedrag al direct meegenomen in de berekening van de emissiefactoren.

Emissiefactoren verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

N₂O

De emissiefactoren per milieuklasse, brandstofsoort en wegtype van personenauto's zijn gebaseerd op recent onderzoek door TNO [ref 34: Feijen-Jeurissen et al., 2001]. Uit dit onderzoek blijkt dat de modernste benzine-auto's minder N₂O emitteren dan de eerste generatie benzine-auto's met driewegkatalysator. In hoeverre dit verschil te maken heeft met technische vooruitgang of met veroudering kan op basis van de onderzoekresultaten niet worden afgeleid. *Tabel 1.12* geeft de basisemissiefactoren zoals gemeten in het TNO-onderzoek.

Voor overige voertuigcategorieën is gebruik gemaakt van de defaultwaarden zoals gegeven door de IPCC [IPCC, 1996]. Ook deze factoren zijn weergegeven in *tabel 1.12*. Opgemerkt moet worden dat de door de IPCC gegeven emissiefactoren voor zware dieservoertuigen (o.a. vrachtauto's) aanzienlijk hoger zijn dan in het TNO-onderzoek werd gevonden. In het TNO-onderzoek is één meting uitgevoerd aan een zware dieselmotor, waaruit bleek dat de desbetreffende dieselmotor geen meetbare N₂O emiteerde. Desalniettemin worden in de emissiemethodiek (vooralsnog) de IPCC-defaultwaarden gebruikt vanwege het zeer beperkt aantal metingen. De N₂O-emissie door met name zware dieservoertuigen is met zeer grote onzekerheden omgeven.

NH₃

De emissiefactoren per milieuklasse, brandstofsoort en wegtype van personenauto's zijn gebaseerd op recent nog niet gepubliceerd onderzoek door TNO-WT [ref 59: Winkel, 2002]. In het TNO-onderzoek is de NH₃-emissie gemeten van personenauto's die voldoen aan verschillende Euronormeringsklassen. Door de taakgroep verkeer is ervoor gekozen niet emissiefactoren per Euroklasse te hanteren omdat deze gezien de kleine aantallen deze waarden te onzeker zijn, met name bij dieselpersonenauto's. Bij LPG-voertuigen is ervoor gekozen om de gemiddelde emissiefactor voor LPG-auto's met katalysator te berekenen door de verhouding te nemen van de emissiefactor van Euro2 LPG- en Euro2 benzinevoertuigen en deze te vermenigvuldigen met de gemiddelde emissiefactor voor benzineauto's (zie *tabel 1.12*).

De emissiefactoren voor personenauto's zonder katalysator en voor overige wegvoertuigen zijn afkomstig van het emissiemodel COPERT III van de EEA [ref 60: Ntziachristos en Samaras, 2000].

Emissiefactoren verbranding motorbrandstoffen; SO₂, CO₂ en zware metalen

De emissiefactoren zijn afgeleid uit respectievelijk het zwavel-, koolstof- en zwaremetalen gehalte van de motorbrandstoffen.

Tabel 1.27 toont voor verschillende statistiekjaren van de benodigde brandstofkwaliteitsgegevens voor de berekening van emissies van SO₂ en lood. Verondersteld wordt dat 75% van het lood als luchtverontreinigende deeltjes de uitlaat verlaat en 95% van de zwavel wordt omgezet in SO₂. De CO₂-factoren, per brandstofsoort, zijn opgenomen in *tabel 1.28*. De gehalten zware metalen in motorbrandstoffen staan in *tabel 1.26A*. Verondersteld wordt dat het gehalte zware metalen (behalve lood) onafhankelijk is van het statistiekjaar.

Emissiefactoren verdamping motorbrandstoffen

De basisemissiefactoren zijn gegeven in *tabel 1.13*. Deze factoren zijn omgerekend tot gemiddelde factoren per voertuig per dag (zie *tabel 1.14*). De achtergronden m.b.t. de herkomst en keuze van de emissiefactoren is beschreven in hoofdstuk 1.4.1.

Overige emissiefactoren

Stof door slijtage van banden, remvoeringen en wegdek

Tabel 1.15A geeft de toegepaste factoren. Voor de achtergronden wordt verwezen naar hoofdstuk 1.4.1 en voor wat betreft de emissiefactoren van remslijtage naar de RIZA factsheet "emissies remvoeringen" [ref 107: RIZA].

Lekverliezen en verbranding motorolie

Tabel 1.16 geeft een voorbeeldset voor de emissiefactoren van 1996. De basisgegevens voor het omrekenen naar emissiefactoren naar leeftijd van het voertuig staan in *tabel 1.17*. Voor de achtergronden wordt verwezen naar hoofdstuk 1.4.1: lekkage en verbruik.

Tabel 1.31C toont de in de berekeningen gebruikte PAK-emissiefactoren voor gelekte motorolie (gram PAK-component per kg motorolie).

De zware metalen-factoren van motorolie in mg per kg olie (lekkage en verbruik) worden gegeven in *tabel 1.26A*.

1.6.2 IPCC-emissiefactoren

De emissiefactoren voor CO₂ zijn conform de Nederlandse standaardlijst met emissiefactoren t.b.v. de IPCC-berekeningen [ref 67: Vreuls H.H.J., 2004]. *Tabel 1.28* biedt hieruit de factoren die betrekking hebben op het verkeer. De emissiefactoren per brandstofsoort voor CO₂ (in kg/GJ) zijn gebaseerd op het min of meer constante koolstofgehalte van de brandstofsoort en de veronderstelling dat alle koolstof in CO₂ wordt omgezet. Weliswaar vindt geen volledige verbranding plaats, maar ten opzichte van de uitgeworpen hoeveelheid CO₂ zou de correctie verwaarloosbaar zijn [ref 45: Klein, 1992]. Het min of meer constante koolstofgehalte van een brandstofsoort maakt dat de emissiefactoren van CO₂ door de jaren heen onveranderd blijven.

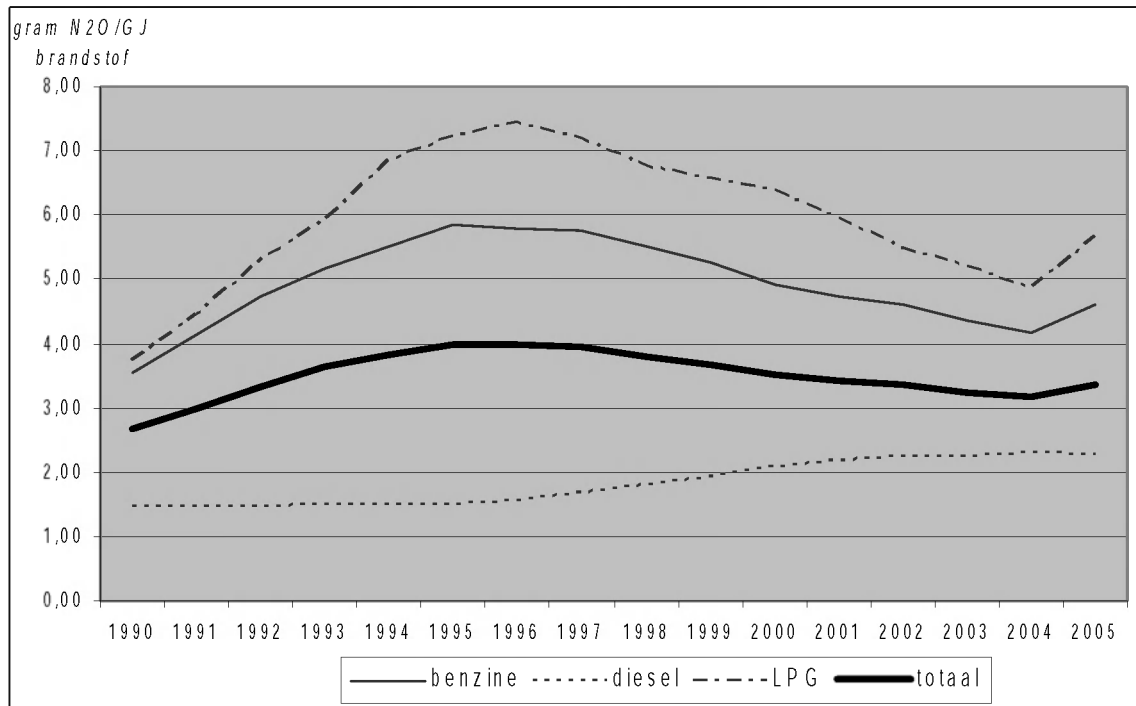
De N₂O- en CH₄-emissiefactoren per brandstofsoort die in het wegverkeer wordt gebruikt zijn sterk afhankelijk van in welk type voertuig, met welke type motor de brandstof wordt gebruikt en hoe met het voertuig wordt gereden. Dit in tegenstelling tot de CO₂-emissiefactoren (in g/GJ brandstof) die alleen afhankelijk zijn van het koolstofgehalte van de brandstof. Vandaar dat de N₂O- en CH₄-emissiefactoren, in tegenstelling tot die van CO₂, wel veranderen door de jaren heen. Er vinden immers voortdurend technische aanpassingen aan voertuigen en brandstoffen plaats. De N₂O-emissiefactoren per brandstofsoort in het wegverkeer worden op de volgende wijze afgeleid:

allereerst wordt per brandstofsoort voor iedere voertuigcategorie die van die brandstof gebruik maakt de N₂O-emissies en CH₄-emissies op Nederlands grondgebied berekend, uitgaande van voertuigkilometers en emissiefactoren op gedesaggregeerd niveau (zie hoofdstuk 1.4.1);

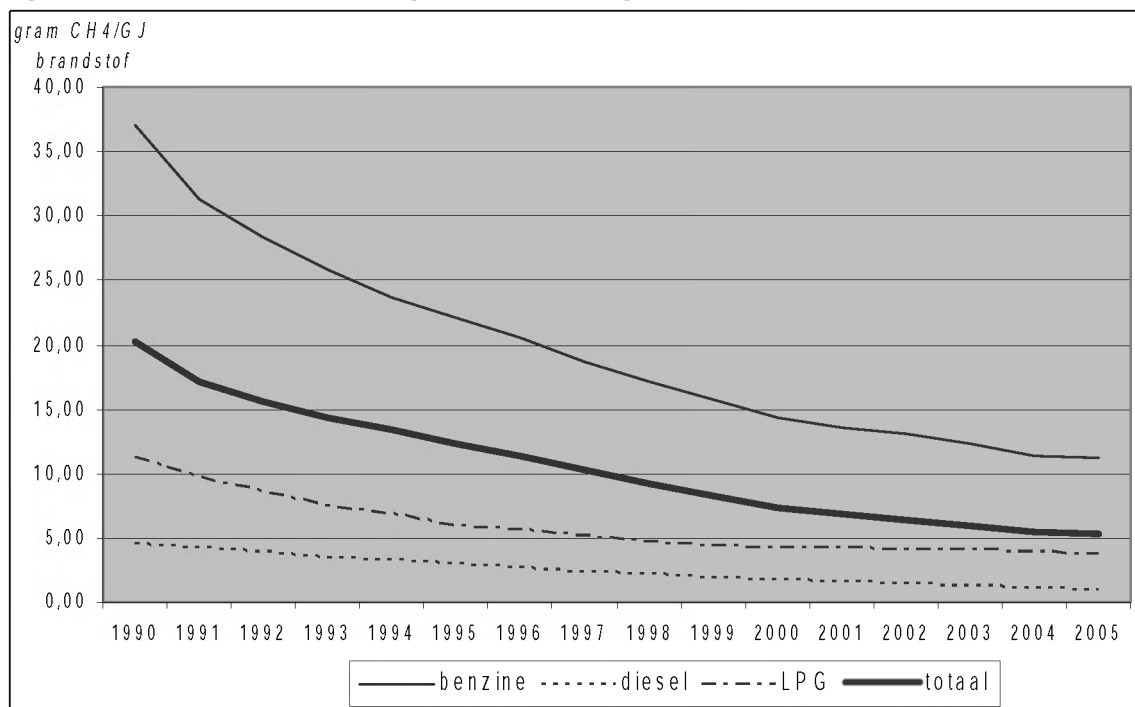
vervolgens wordt per brandstofsoort het energiegebruik berekend van alle wegvoertuigen; vervolgens worden beide op elkaar gedeeld, hetgeen de emissiefactor in gram per GJ brandstof oplevert (*tabellen 1.28 en 9.1 A t/m C*);

De N₂O- en CH₄-factoren zijn per brandstofsoort afgeleid uit de feitelijke emissies en het brandstofverbruik. De onderstaande figuren 1.12 en 1.13 tonen het verloop van deze factoren.

Figuur 1.12 Emissiefactoren wegverkeer N₂O volgens IPCC



Figuur 1.13 Emissiefactoren wegverkeer CH₄ volgens IPCC



1.7 Stofprofielen

1.7.1 VOS door verbranding van motorbrandstoffen

VOS- en PAK-profielen

Bij de VOS-profielen, die gebruikt worden om de VOS-emissies op te splitsen naar component, wordt onderscheid gemaakt naar brandstofsoort. Voor benzinevoertuigen wordt tevens onderscheid gemaakt naar met en zonder katalysator, omdat de katalysator bepaalde VOS-componenten effectiever oxideert dan andere. Het profiel geeft de fracties van de (ca. 40) verschillende VOS-componenten in de totale VOS-emissie. De VOS-profielen per brandstofsoort zijn afkomstig uit door TNO uitgevoerd literatuuronderzoek [ref 55: VROM,1993]. Ze zijn opgenomen in *tabel 1.31A*.

Ook voor de PAK-profielen, uitgedrukt in gram/kg VOS-emissie, is TNO de bron [ref 55: VROM,1993]. *Tabel 1.31C* toont deze per brandstofsoort, waarbij evenals bij de VOS-profielen onderscheid is gemaakt tussen benzine met en zonder katalysator. Daarnaast heeft ook 2-tactbenzine een afwijkend profiel, welke het gevolg is van de verbranding van de in de brandstof aanwezige motorolie.

1.7.2 VOS door verdamping van motorbrandstoffen

Evenals bij de verbrandingsemissies worden de VOS-componenten in de verdampingsemissie berekend met behulp van een VOS-profiel die door TNO is vastgesteld (zie *tabel 1.31A*). Dit profiel is gebaseerd op [ref 55: VROM,1993] maar aangepast omdat het maximum benzeen- en aromaatgehalte van benzine is verlaagd per 1-1-2000 op grond van EU-regelgeving. De aanscherping van de eisen aan benzine is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1J Enkele emissierelevante eisen aan motorbenzine volgens EN228

Parameter	1999	2000
Benzeengehalte, vol. % (maximum)	5	1
Aromaatgehalte, vol.% (maximum)	-	42
Dampspanning zomer kPa (maximum)	80	60
Zwavelgehalte, mg/kg(maximum)	500	150

De verlaging van het benzeen- en aromaatgehalte in benzine heeft direct gevolgen voor het benzeen- en aromaatgehalte in de verdampingsemissies door voertuigen met een benzinemotor en theoretisch ook voor de verbrandingsemissies van deze benzinevoertuigen. Het verband tussen benzeengehalte in benzine en het benzeengehalte in het uitlaatgas is echter niet eenduidig: bij lage snelheden blijkt volgens [ref 66: Heeb et al., 2002] het benzeengehalte in het uitlaatgas met 20-30% af te nemen wanneer het benzeengehalte in benzine daalt van 2 naar 1 vol% terwijl bij hoge snelheden het benzeengehalte in het uitlaatgas juist toeneemt. Omdat deze relatie te complex is om in de EmissieRegistratie te modelleren en omdat de afname van het benzeengehalte in uitlaatgas per saldo relatief gering is, is door de taakgroep verkeer besloten om het benzeengehalte in uitlaatgas niet te wijzigen. Het benzeengehalte in benzine- en benzinedamp is wel aangepast. Tevens is met terugwerkende kracht het toluengehalte in benzine en benzinedamp voor historische jaren gecorrigeerd.

Hoewel er geen structureel onderzoek bekend is met betrekking tot de handhaving van deze internationaal geldende afspraken is op grond van de best beschikbare informatie aangenomen dat er in Nederland geen structurele overtreding van deze eisen aan de motorbenzine optreedt. In België blijkt benzine in 2000 inderdaad minder dan 1 vol% benzeen te bevatten. In 1999 was dat nog meer dan 1 vol% [ref 62, 63: FAPETRO, 1999 en 2000]. Een aantal emissieprofielen gekoppeld aan benzine(damp) die worden toegepast in de EmissieRegistratie zijn daarom aangepast. Op grond van de beschikbare informatie [ref 61: EU, 2002]; [ref 62: FAPETRO, 1999]; [ref 63: FAPETRO, 2000]; [ref 64: Machrafi en Mertens, 1999]; [ref 65: Shell, 2000] is besloten om twee verschillende emissieprofielen te hanteren voor benzine vóór en na 1999 en twee voor benzinedamp, vóór en na 1999. Omdat in 1999 de benzeengehaltes nog niet waren veranderd in Nederland [ref 64: Machrafi en Mertens, 1999] is besloten om de wijziging door te voeren op grond van analyses in België [ref 63:

FAPETRO, 2000] in afwachting van de resultaten van analyses in Nederland die hopelijk in de nabije toekomst zullen worden uitgevoerd. Volgens de Europese regelgeving moet ieder lidstaat elk jaar op 30 juni rapporteren over de brandstofkwaliteit in het voorafgaande jaar. Daarom mag verwacht worden dat in Nederland in de nabije toekomst ook resultaten van analyses bekend zullen worden. Zodra deze resultaten beschikbaar zijn worden deze bestudeerd en zal worden bezien of of er aanleiding is om de emissieprofielen aan te passen. In onderstaande tabel 1K staan de emissieprofielen vermeld voor statistiekjaren 1999 en eerder en 2000 en later.

Tabel 1K Emissieprofiel voor de emissie van benzine (massa%)

	Benzine		Benzinedamp	
	1999 en eerder	2000 en later	1999 en eerder	2000 en later
Benzeen ¹⁾	2,5	0,8	1	0,3
Tolueen	15	12,5	3	2,5
Xyleen	-	-	0,5	0,5
Alifatische koolwaterstoffen (niet gehalogeneerd)	35	60	95	97
Aromatische koolwaterstoffen (niet gehalogeneerd)	65	40	5	3

¹⁾ Bij de omrekening van volume% naar massa% van benzeen is gerekend met een factor 1,2.

1.7.3 Stof door slijtage

Zware metalen door slijtage banden, remmen en wegdek

De samenstelling van slijtsel m.b.t. zware metalen wordt gegeven in *tabel 1.26B*. De hierin opgenomen gegevens over remslijtage zijn afkomstig uit de RIZA factsheet "emissies remvoeringen" [ref 107: RIZA].

1.8 Regionalisering

Regionalisering vindt voor wat de prestaties buiten de bebouwde kom plaats op basis van verkeersintensiteiten. De emissies binnen de bebouwde kom worden verdeeld op basis van inwoneraantallen.

	Allocatie-parameter	Actualisatie
Wegverkeer verbranding, slijtage banden, verdamping, lekkage motorolie	<ol style="list-style-type: none"> 1. autosnelwegen (rijkswegen): voertuigkm per wegvak 2. provinciale wegen: voertuigkm per wegvak 3. binnen de bebouwde kom: inwonersdichtheid (500*500m) 	Driejaarlijks, meest recent in 2007 (gegevens over 2005)

Voor alle wegen geldt dat gegevens over de ligging en de lengte van de weg(vakken) afkomstig zijn uit het Nationaal Wegenbestand (NWB) van de Adviesdienst Verkeer- en Vervoer (AVV) (zie ook 20). De intensiteiten (etmaalgemiddelde aantal voertuigen over het gehele beschouwde jaar x wegvaklengte) zijn voor de autosnelwegen berekend uit door AVV uitgevoerde tellingen. Voor de provinciale wegen en wegen binnen de bebouwde kom betreft het gemodelleerde gegevens, afkomstig uit het Nieuw Regionaal Model (NRM), in beheer bij AVV. Naast tellingen gebruikt dit model sociaal-economische en demografische factoren als bevolkingsdichtheid en opbouw, aanwezige werkgelegenheid en type bedrijven in de omgeving. Voor de intensiteiten binnen de bebouwde kom worden ook gegevens gebruikt uit gemeentelijke verkeersmilieukaarten. De resultaten van het NRM (verkeersintensiteiten) zijn afkomstig van MNP/LOK (Leefomgevingskwaliteit), waar ze dienen als invoer voor geluidsberekeningen.

1.9 Onzekerheden

Dit hoofdstuk geeft een toelichting op inschattingen van de onzekerheden in emissies zoals weergegeven in bijlage 1. De taakgroep verkeer heeft bij het inschatten van de onzekerheden in volumegegevens, emissiefactoren en daaruit resulterend de onzekerheden in emissies, gebruik gemaakt van de indeling volgens US-EPA. De indeling is als volgt:

- A = De data zijn afkomstig van zeer accurate (hoge precisie) metingen.
- B = De data zijn afkomstig van accurate metingen.
- C = De data zijn afkomstig van een gepubliceerde bron zoals overheidsstatistieken of industriële handelscijfers.
- D = De data zijn gemaakt op basis van extrapolatie van andere gemeten activiteiten.
- E = De data zijn gemaakt op basis van extrapolatie van buitenlandse gegevens.

Benadrukt wordt dat de inschattingen van onzekerheden in veel gevallen arbitrair en subjectief zijn. De onzekerheden in de uiteindelijke emissieschattingen zijn daarom slechts indicatief.

1.9.1 Onzekerheden in volumegegevens (bijlage 1A)

Het aantal voertuigen, dat onder andere wordt gebruikt bij de berekening van olie-lekkage en verdampingsemissies, is afkomstig van de RDW. Het RDW registreert alle motorvoertuigen in Nederland waardoor het aantal voertuigen een zeer nauwkeurig gegeven is (A).

Het aantal kilometers (verkeersprestatie) door personenauto's werd tot vorig jaar gemeten in het PersonenautoPanel (PAP). Tegenwoordig is deze informatie afkomstig uit het Onderzoek VerplaatsingsGedrag (OVG/MON). Het betreft een redelijk accurate metingen (A), weliswaar met de nodige onzekerheden doordat bijvoorbeeld de 'veelrijders' zoals leaserijders ondervertegenwoordigd zijn in de steekproef. Bij de overgang van PAP naar OVG is deze onzekerheid vermoedelijk voor een groot deel geëlimineerd.

Het aantal voertuigkilometers door bestelauto's, vrachtauto's, trekkers en autobussen wordt iedere vier jaar door het CBS gemeten middels de BedrijfsvoertuigenEnquete (BVE). Tussenliggende jaren worden in eerste instantie geëxtrapolatied en later (als er weer een BVE heeft plaatsgevonden) geïnterpoleerd. De onzekerheden in de BVE-resultaten zijn groter (B) dan in de OVG-resultaten omdat interpolatie/extrapolatie plaatsvindt. Bovendien is de BVE-steekproef aanmerkelijk kleiner dan de OVG-steekproef.

De onderverdeling van het aantal personenautokilometers naar bouwjaar verhoogt de onzekerheid. De onderverdeling naar wegtypen (binnen de bebouwde kom, landelijke wegen, autosnelwegen) geeft ook een toename van de onzekerheid. Het aantal kilometers op autosnelwegen wordt weliswaar nauwkeurig gemeten, het aantal kilometers op landelijke wegen aanmerkelijk minder nauwkeurig. Het aantal kilometers binnen de bebouwde kom is zelfs een restpost en daarmee aanzienlijk meer onzeker dan het aantal snelwegkilometers. Het aandeel van de wegtypen wordt door gebrek aan informatie voor alle personenauto's, ongeacht leeftijd en brandstofsoort, gelijk verondersteld terwijl mag worden verwacht dat dieselauto's en LPG-auto's meer kilometers rijden en daardoor relatief meer op de autosnelweg rijden. Het niet meenemen van dit aspect verhoogt de onzekerheid in de emissieschattingen per wegtype.

Het specifiek brandstofverbruik van wegvoertuigen werd ook gemeten in PAP en de BVE. Het betreft echter geen daadwerkelijke metingen maar eenmalige schattingen door de respondenten. De onzekerheid in deze schattingen is vermoedelijk aanmerkelijk. Door de grote steekproef wordt aan het brandstofverbruik door personenauto's toch de A-classificering gegeven. De specifieke verbruiken zijn dringend aan herziening toe. Naar verwachting zullen volgend jaar brandstofverbruiksfactoren direct met VERSIT+ bepaald worden.

Het brandstofverbruik per wegtype wordt berekend uit het gemiddelde verbruik door gebruikmaking van modelberekeningen voor de verschillen in brandstofverbruik tussen het rijden op verschillende wegtypen en is daarmee onzekerder dan het gemiddelde verbruik.

Het brandstofverbruik door wegvoertuigen is een berekend gegeven (specifiek brandstofverbruik en verkeersprestatie) en is onzekerder dan beide elementen afzonderlijk. De brandstofafzet aan het wegverkeer wordt vastgesteld aan de hand van onderzoek onder brandstoffeveranciers (oliemaatschappijen) en is relatief nauwkeurig (A).

1.9.2 Onzekerheden in emissiefactoren (bijlage 1B)

Er kan voor wat betreft de onzekerheid in emissiefactoren van wegvoertuigen onderscheid gemaakt worden naar 1) brandstofgerelateerde emissiefactoren, 2) gereguleerde verbrandingsemissiefactoren 3) niet-gereguleerde verbrandingsemissiefactoren, 4) verdampingsemissiefactoren en 5) slijtage-emissiefactoren.

Ad 1: Brandstofgerelateerde emissiefactoren worden toegepast bij de berekening van CO₂, SO₂ en zware metalen. Deze emissies worden berekend door brandstofverbruik te vermenigvuldigen met brandstofgerelateerde emissiefactoren (g/kg brandstof). Van deze emissiefactoren is CO₂ de meest zekere omdat deze slechts afhankelijk is van het koolstofgehalte van brandstoffen en dit koolstofgehalte relatief zeker is. SO₂ is afhankelijk van het zwavelgehalte en aangezien dit de laatste tijd niet structureel wordt gemeten, is het zwavelgehalte van met name benzine erg onzeker. De emissiefactoren voor zware metalen zijn weliswaar gebaseerd op een recent onderzoek, maar zijn desalniettemin onzeker doordat het gehalte zware metalen afhankelijk is van de samenstelling van de geraffineerde aardolie en de brandstofadditieven. Beide kunnen sterk variëren.

Ad 2: Gereguleerde verbrandingsemissiefactoren zijn toegepast bij CO, VOS, NO_x en in het geval van dieselveertuigen ook PM₁₀. Wegvoertuigen wordt reeds meer dan een decennium onderworpen aan emissienormstelling waardoor relatief veel meetresultaten voorhanden zijn. Een voorbeeld is het jaarlijks uitgevoerde Steekproefcontroleprogramma van TNO waarin aan enkele tientallen voertuigen per jaar wordt gemeten. De betrouwbaarheid van de basisemissiefactoren is toegenomen door de invoering van VERSIT+, maar er blijven onzekerheden bestaan ten aanzien van de correctiefactoren voor koude start, veroudering en gebruik van airconditioners.

Ad 3: Niet-gereguleerde verbrandingsemissiefactoren zijn toegepast bij onder andere N₂O en VOS-componenten zoals aromaten (o.a. benzeen) en PAK's. Doordat de gehanteerde profielen dateren uit halverwege de jaren 80 en zowel de brandstofsamenstelling als de motortechnologie sindsdien zijn gewijzigd, is de betrouwbaarheid van deze profielen sterk verminderd. In 2002 wordt naar verwachting een uitgebreid meetprogramma uitgevoerd om de VOS-profielen te actualiseren. De N₂O-emissiefactoren van personenauto's zijn recentelijk nog vastgesteld in een uitgebreid meetonderzoek en zijn daardoor relatief betrouwbaar (B).

Ad 4: Verdampingsemissiefactoren drukken de hoeveelheid verdampte benzine per voertuig per dag uit. Deze is afhankelijk van de leeftijd van het voertuig omdat nieuwe voertuigen moeten voldoen aan strengere eisen voor de maximale verdampingsemissies dan oudere voertuigen. Bovendien is de verdampingsemissie afhankelijk van het gebruik omdat veel korte ritten tot meer verdampingsemissie leiden dan minder lange ritten. Ook de buitentemperatuur is van belang. De verdampingsemissie van wegvoertuigen wordt in Nederland nauwelijks gemeten en emissiefactoren zijn daarom gebaseerd op de emissienormen en op meetresultaten in andere Europese landen.

Ad 5: Slijtage-emissiefactoren zijn afgeleid uit een massabalans en aannames over het gehalte fijn stof in de totale slijtage-massa. Deze aanname is zeer onzeker. Het door de taakgroep verkeer toegepaste zinkgehalte in banden is recent nog onderbouwd door onderzoek door de BLIC, een koepelorganisatie van bandenfabrikanten.

1.9.3 Onzekerheden in de emissies (bijlage 1C)

De onzekerheden in emissieschattingen zijn afgeleid uit de onzekerheid in volumegegevens en emissiefactoren conform de regel dat de onzekerheid van het product van twee onzekere gegevens gelijk is aan de grootste onzekerheid in een van de twee gegevens, dus:

- A * A = A
- A * B = B
- B * A = B
- C * C = C
- A * D = D
- etc.

1.10 Verbeterpunten

1.10.1 Berekeningsmethoden

Geen

1.10.2 Volumegegevens

De verkeersprestaties van bedrijfsvoertuigen en motorfietsen zijn aan een herziening toe. De binnenlandse jaarkilometrages (per voertuig) zijn gebaseerd op verouderde gegevens uit opgeheven enquêtes van het CBS, te weten enquêtering via de Bedrijfsvoertuigenenquête (BVE) en de Motorfietsenquête. Vanaf december 2007 zal gebruik gemaakt gaan worden van het basisbestand Goederenvervoer van het CBS, aangevuld met informatie uit de database van de Nationale Autopas (NAP) en de resultaten van het Mobiliteitsonderzoek Nederland (OVG/MON).

Verder zal nog nader onderzoek moeten worden verricht naar de kwaliteit van de cijfers over de verkeersprestaties van personenauto's op basis van OVG/MON en de NAP.

Een ander belangrijk onderdeel van de emissieberekening, te weten de verdeling van de totale verkeersprestaties naar wegtype, is hard aan herziening toe. De laatste complete dataset dateert van 1996. Voor een betrouwbare dataset is het noodzakelijk dat de totaalkilometrages juist zijn, omdat die bepalend zijn voor de post "bebouwde kom". Zodra bovengenoemde herziening van de totale binnenlandse verkeersprestatie gereed is, zal een geactualiseerde verdeling van de verkeersprestaties worden vastgesteld.

Het komende jaar zal uitgebreid aandacht worden besteed aan de vaststelling van het brandstofverbruik van wegvoertuigen. Momenteel zijn de verbruikscijfers gestoeld op verouderde gegevens die zijn afgeleid uit de BVE en het Personenautopanel (PAP), die beide zijn opgeheven.

1.10.3 Emissiefactoren

VERSIT+ is een empirisch model. Hierdoor is het gewenst om zoveel mogelijk nieuwe meetdata (TNO, internationaal) te gebruiken bij elke model update. Naar verwachting zal voor de update van VERSIT+ in 2007 (versie 3) gebruik gemaakt gaan worden van een grote Europese database met warme real-world emissietesten (ARTEMIS).

VERSIT+ correctie- en toeslagfactoren (veroudering, airco, koude start) zullen ook nauwkeuriger worden bij gebruik van nieuwe meetgegevens als deze beschikbaar komen.

1.10.4 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn erg verouderd. Gezien de vele aanpassingen van motortechniek en brandstofsamenstelling om aan de laatste milieu-eisen te voldoen is een nieuw onderzoek aan te bevelen.

1.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

1.12 Rekenvoorbeelden

1.12.1 Voorbeeldberekening bouwjaaremmissiefactoren

In dit voorbeeld wordt een berekening getoond van de gemiddelde emissiefactoren van benzinepersonenauto's met katalysator van het bouwjaar 2000 die gelden in (het gebruiksjaar) 2005. Deze auto's zijn in 2005 dus 5 jaar oud. Deze bijlage dient slechts als rekenvoorbeeld.

Voor een overzicht van alle bouwjaarfactoren van personenauto's in het gebruiksjaar 2005 wordt verwezen naar CBS-StatLine, Natuur en Milieu/Lucht/Emissiefactoren wegverkeer. In deze publikatie staan tevens de bouwjaarfactoren van andere voertuigcategorieën

De algemene formule voor het vaststellen van de basisemissiefactoren voor CO, VOS, NO_x en PM10 luidt (zie hoofdstuk 1.6.1):

$$\text{Emissiefactor} = \text{BAS}_w + \text{BAS}_w * (\text{VEROUD}_w - 1) + \text{BAS}_w * (\text{ACCESSOIRES} - 1) * \text{AAND}_a + \text{AANT}_k * \text{BASK} * \text{VEROUD}_k$$

Waarin:

- **BAS_w** = emissie per verreden kilometer voor een warme motor, exclusief het effect van veroudering en/of agressief/sportief rijkgedrag
- **VEROUD_w** = het effect van veroudering op "warm rijden", afhankelijk van het gebruiksjaar
- **ACCESSOIRES** = het effect van de aanwezigheid van accessoires, met name airconditioners
- **AAND_a** = aandeel van de verkeersprestatie met ingeschakelde airco
- **AANT_k** = gemiddeld aantal koude starts per verreden kilometer
- **BASK** = extra emissie ten gevolge van het rijden met koude motor
- **VEROUD_k** = het effect van veroudering op de extra emissie door "koud rijden", afhankelijk van het gebruiksjaar

Tabel 1L Benzinepersonenauto's, invoer gebruiksjaar 2005, bouwjaar 2000

	CO			VOS			NO _x			PM10		
	WT1	WT2	WT3	WT1	WT2	WT3	WT1	WT2	WT3	WT1	WT2	WT3
BAS_w												
EURO1	0,91	0,63	1,02	0,031	0,038	0,039	0,165	0,145	0,056	0,005	0,005	0,005
EURO2	0,91	0,63	1,02	0,031	0,038	0,039	0,165	0,145	0,056	0,005	0,005	0,005
EURO3	0,19	0,63	0,43	0,009	0,008	0,011	0,063	0,019	0,032	0,001	0,001	0,008
VEROUD_w												
EURO1	1,50	1,50	1,50	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
EURO2	1,40	1,40	1,40	1,25	1,25	1,25	1,23	1,23	1,23	1,00	1,00	1,00
EURO3	1,25	1,25	1,25	1,20	1,20	1,20	1,15	1,15	1,15	1,00	1,00	1,00
ACCESSOIRES												
EURO1	8,45	12,95	3,82	4,00	3,67	1,67	2,04	1,04	1,15	1,00	1,00	1,00
EURO2	8,45	12,95	3,82	4,00	3,67	1,67	2,04	1,04	1,15	1,00	1,00	1,00
EURO3	1,47	1,37	1,61	1,26	1,11	1,24	1,20	1,10	1,08	1,00	1,00	1,00
BASK												
EURO1	24,04	24,04	n.v.t.	2,08	2,08	n.v.t.	1,15	1,15	n.v.t.	0,033	0,033	n.v.t.
EURO2	17,53	17,53	n.v.t.	2,03	2,03	n.v.t.	0,50	0,50	n.v.t.	0,033	0,033	n.v.t.
EURO3	16,98	16,98	n.v.t.	2,39	2,39	n.v.t.	0,23	0,23	n.v.t.	0,033	0,033	n.v.t.
VEROUD_k												
EURO1	1,25	1,25	n.v.t.	1,15	1,15	n.v.t.	1,21	1,21	n.v.t.	1,00	1,00	n.v.t.
EURO2	1,20	1,20	n.v.t.	1,13	1,13	n.v.t.	1,16	1,16	n.v.t.	1,00	1,00	n.v.t.
EURO3	1,13	1,13	n.v.t.	1,10	1,10	n.v.t.	1,11	1,11	n.v.t.	1,00	1,00	n.v.t.
AANT_k												
Alle	0,150	0,005	0,000	0,150	0,005	0,000	0,150	0,005	0,000	0,150	0,005	0,000

De variabele AANDa (aandeel van de kilometers waarbij een airco is ingeschakeld) kan worden berekend indien bekend is 1) welk percentage van de benzine-personenauto's is voorzien van een airconditioner en 2) hoeveel procent van de kilometers die airco dan is ingeschakeld. Het percentage personenauto's met airconditioning wordt voor bouwjaar 2000 geschat op 68% (tabel 1.21B). Het percentage van de kilometers dat een airconditioner is ingeschakeld is geschat op 17,5%. Hiermee is AANDa gelijk aan 0,119 (= 68/100 x 17,5/100).

Tabel 1L geeft alle in bovenstaande formule in te vullen waarden. Dit resulteert in de basisemissiefactoren per milieuklasse en wegtype (WT1 = bebouwde kom; WT2 = landelijke wegen; WT3 = autosnelwegen) zoals vermeld in tabel 1N. De gewogen gemiddelde emissiefactor voor benzine-personenauto's per wegtype worden vervolgens berekend aan de hand van de aandelen van de voertuigklassen in het totale kilometrage door personenauto's met benzinemotor met bouwjaar 2000 (zie tabel 1M).

Tabel 1M Benzinepersonenauto's van bouwjaar 2000 naar milieuklasse

	EURO1	EURO2	EURO3
Aandeel in voertuigkm (%)	0	50	50

Tabel 1N Emissiefactoren benzinepersonenauto's van bouwjaar 2000

	Wegtype	EURO1	EURO2	EURO3	Gewogen gemiddelde
	<i>gram/voertuigkm</i>				
CO	WT1	6,7	5,2	3,1	4,2
	WT2	2,0	1,9	0,9	1,4
	WT3	1,9	1,8	0,6	1,2
VOS	WT1	0,41	0,39	0,41	0,40
	WT2	0,073	0,070	0,022	0,046
	WT3	0,053	0,051	0,014	0,033
NOx	WT1	0,44	0,31	0,11	0,21
	WT2	0,20	0,18	0,024	0,103
	WT3	0,074	0,070	0,037	0,054
PM10	WT1	0,0100	0,0100	0,0063	0,0081
	WT2	0,0052	0,0052	0,0015	0,0033
	WT3	0,0050	0,0050	0,0076	0,0063

1.12.2 Rekenvoorbeeld verdeling verkeersprestaties naar wegcategorie

Deze paragraaf geeft voor een vereenvoudigde situatie een voorbeeld van hoe de verdeling van het jaarkilometrage kan worden afgeleid uit de samenstelling van het verkeer op de te onderscheiden wegtypen (zie hoofdstuk 1.5.1). We onderscheiden 2 brandstofsoorten, 2 leeftijdsklassen en 2 wegtypen. **Alle cijfers zijn fictief.**

We beginnen met het landelijk (fictief) aantal kilometers per autotype in 2000:

Tabel 10

	aantal auto's (absoluut in mln en relatief)		jaarkilometrage (km)		totaal aantal kilometers (absoluut in mld en relatief)	
	benzine	diesel	benzine	diesel	benzine	diesel
oud	2 (20%)	1 (10%)	10.000	15.000	20 (11%)	15 (8%)
jong	4 (40%)	3 (30%)	15.000	30.000	60 (32%)	90 (49%)
TOTAAL	6 (60%)	4 (40%)			80 (43%)	105 (57%)

Vervolgens stellen we dat de verdeling over de wegtypen van dit totaal aantal kilometers gelijk is aan:

Tabel 1P

	binnen de bebouwde kom		buiten de bebouwde kom		TOTAAL	
	benzine	diesel	benzine	diesel	benzine	diesel
oud	50%	40%	50%	60%	100%	100%
jong	40%	20%	60%	80%	100%	100%

Het totaal aantal kilometers per wegtype en per autotype kunnen dan worden berekend:

Tabel 1Q

	binnen de bebouwde kom			buiten de bebouwde kom		
	benzine	diesel	TOTAAL	benzine	diesel	TOTAAL
oud	10000	6000	16000	10000	9000	19000
jong	24000	18000	42000	36000	72000	108000
TOTAAL			58000			127000
			31%			69%

Het blijkt dat 31% van het totaal aantal personenautokilometers binnen de bebouwde kom wordt afgelegd, en 69% daarbuiten. Deze percentages nemen we in het vervolg als uitgangspunt.

Op basis van bovenstaande tabel kan worden berekend wat de werkelijke samenstelling van het personenautoverkeer is binnen en buiten de bebouwde kom:

Tabel 1R

	binnen de bebouwde kom			buiten de bebouwde kom		
	benzine	diesel	TOTAAL	benzine	diesel	TOTAAL
Oud	17%	10%	28%	8%	7%	15%
jong	41%	31%	72%	28%	57%	85%
TOTAAL	59%	41%	100%	36%	64%	100%

Stel nu: we meten bovenstaande samenstelling op wegen buiten de bebouwde kom. Het percentage van de kilometers dat oude benzineauto's buiten de bebouwde kom heeft gereden kan dan als volgt worden berekend:

$$\begin{aligned} \text{percentage bubeko} &= \frac{\text{gemeten aandeel bubeko}}{\text{aandeel landelijk totaal}} * 69\% \\ &= \frac{8\%}{11\%} * 69\% = 50\% \end{aligned}$$

en de uitkomst is gelijk aan de eerder in de berekening veronderstelde waarde.

Identiek kan het aandeel binnen de bebouwde kom voor jonge dieselauto's als volgt worden berekend:

$$= \frac{31\%}{49\%} * 31\% = 20\%$$

2. BINNENVAART

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de methoden die gebruikt zijn voor het vaststellen van de emissies door de binnenvaart. Met binnenvaart wordt bedoeld: alle gemotoriseerde vaartuigen die zich op de Nederlandse binnenwateren voortbewegen. De binnenvaart omvat o.a. beroepsgoederenvervoer, personenvervoer en recreatievaart.

De emissies door binnenvaart vormen een onderdeel van zowel de feitelijke emissies als de IPCC- en NEC-emissies. Bij de IPCC-emissies worden alleen scheepsverplaatsingen meegenomen waarvan zowel de plaats van vertrek als de plaats van aankomst binnen Nederland liggen. Een en ander overeenkomstig de IPCC-voorschriften. Er worden geen IPCC-emissies door recreatievaart berekend, omdat de afzet aan deze sector niet bekend is. Het is namelijk niet mogelijk onderscheid te maken tussen de afleveringen van motorbrandstoffen aan het wegverkeer en de afleveringen aan de recreatievaart.

2.2 Bijdrage in de nationale emissies

Tabel 2A Aandeel binnenvaart in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	4,3		
CO ₂	1,2	0,4	
N ₂ O	0,1	0,0	
NH ₃	0,0		0,0
NO _x	7,6		10,3
SO ₂	1,7		3,3
NMVOS	3,2		3,3
CH ₄	0,0	0,0	
PM ₁₀	3,1		3,8

Tabel 2B Aandeel binnenvaart in emissies doelgroep verkeer, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	7,0		
CO ₂	5,1	1,6	
N ₂ O	3,0	0,3	
NH ₃	0,3		0,3
NO _x	11		17
SO ₂	3,2		34
NMVOS	11		11
CH ₄	3,4	1,6	
PM ₁₀	6,6		11

2.3 Beschrijving proces

De voortstuwing van binnenvaartschepen die worden ingezet voor goederen en personenvervoer over de binnenlandse vaarwegen in Nederland vindt plaats met behulp van dieselmotoren. De verbrandingsprocessen die plaatsvinden in deze dieselmotoren veroorzaken emissies van luchtverontreinigende stoffen. De belangrijkste stoffen die vrijkomen zijn kooldioxide, stikstofoxiden, deeltjes (PM₁₀), koolmonoxide, koolwaterstoffen, en zwaveldioxide.

Kooldioxide en zwaveldioxide worden veroorzaakt door de oxidatie van de in de brandstof aanwezige koolstof en zwavel. De emissies van deze stoffen zijn daardoor volledig afhankelijk van de gehalten koolstof en zwavel van de brandstof en de hoeveelheid brandstof die wordt verbrand.

Stikstofoxiden worden voornamelijk veroorzaakt door de hoge temperaturen en drukken in de verbrandingsmotoren waardoor de in de lucht aanwezige stikstof zich verbindt met zuurstof. Koolmonoxide, koolwaterstoffen en deeltjes zijn producten van onvolledige verbranding. De emissies van laatstgenoemde stoffen zijn hiermee voornamelijk afhankelijk van de technische eigenschappen van de motoren en de wijze waarop deze motoren worden gebruikt.

De voortstuwing van recreatievaartuigen vindt zowel met benzine- als dieselmotoren plaats. Bij de benzinemotoren kan onderscheid gemaakt worden naar buitenboord-motoren (doorgaans 2-tact), binnenboord-motoren (doorgaans 4-tact). Dieselmotoren zijn binnenboord. De meestverkochte motoren zijn kleine buitenboord-motoren. Benzine-motoren hebben doorgaans een onderwater-uitlaat waardoor een aanzienlijk deel van de geëmitteerde stoffen in het water oplossen en dus niet in de lucht terecht komen. Dieselmotoren hebben een luchtuitlaat. Toch kunnen ook deze waterverontreiniging veroorzaken, namelijk wanneer het motorkoelwater via de uitlaat wordt geloosd.

In het algemeen zijn motoren voor recreatievaartuigen vergelijkbaar met automotoren. Qua technologie en daarmee emissie-eigenschappen lopen ze echter zo'n tien jaar achter.

Omdat veiligheid en dus bedrijfszekerheid van de motor een belangrijke plaats inneemt, met name bij zeegaande boten, zijn de benzinemotoren zeer rijk afgesteld. Hierdoor zijn CO en VOS-emissies een stuk hoger dan bij vergelijkbare motoren voor het wegverkeer. NOx-emissies zijn daarentegen verwaarloosbaar.

Behalve de emissies ten gevolge van de voortstuwing van binnenvaartschepen, vinden ook emissies plaats van vluchtige organische stoffen (VOS) door ontgassing van ladingdampen door binnenvaartschepen op Nederlands grondgebied.

Het ontgassen van ladingtanks naar de buitenlucht wordt ook wel 'ontluchten' genoemd, ter onderscheiding van het ontgassen naar een dampverwerkingsinstallatie. Hoewel de term de handeling niet goed weergeeft zal in dit rapport daarom ook 'ontluchten' gebruikt worden om aan te geven dat ladingdampen naar de buitenlucht worden afgevoerd. In beginsel geldt dat ladingdampen die in een ladingtank achterblijven na lossen, naar de lucht worden afgeblazen met behulp van ventilatoren. Zodoende kan de volgende reis met een schone tank aangevangen worden. Hierop zijn – mede als gevolg van overheidsbeleid – uitzonderingen.

Ladingdampen die vrijkomen tijdens de belading van schepen, behoren toe aan de emissies van de laadinstallatie en worden daarom niet meegenomen in dit rapport. Deze emissies zijn voor het grootste gedeelte onderdeel van de doelgroep industrie (raffinaderijen en chemie). Uitzondering hierop zijn de beladingsemissies van boordboordoverslag.

Alleen de emissies van de 8 belangrijkste product(groep)en zijn berekend. Deze emissies omvatten circa 90% van de totale emissie van deze bron. Grondslag voor deze aanname is de getransporteerde hoeveelheid andere vluchtige organische stoffen en een grove inschatting van de emissiefactoren van deze stoffen.

Geen onderdeel zijn:

- de emissies van ladingdampen via de overdrukventielen;
- incidentele emissies van lading naar water of lucht als gevolg van ongelukken of onzorgvuldig handelen;
- emissies van brandstofdampen uit de bunkertanks.

2.4 Berekeningsmethoden

2.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

Verbranding motorbrandstoffen; CO, NO_x, VOS, fijn stof (PM₁₀), SO₂ en CO₂

Beroepsbinnenvaart

De methode voor de berekening van de emissies is ontwikkeld in het kader van het project Emissieregistratie en –Monitoring Scheepvaart (EMS), dat in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is uitgevoerd (onder andere door TNO) en is gecoördineerd door Rijkswaterstaat-Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV).

De emissies worden berekend door vermenigvuldiging van emissieverklarende variabelen met emissiefactoren. De berekening vindt per basisjaar plaats in twee stappen en wordt per scheepsklasse uitgevoerd. Er worden in totaal 28 scheepsklassen, overeenkomstig de AVV vlootindeling, onderscheiden.

De berekening van de emissies is gebaseerd op het energiegebruik per scheepsklasse. Voor alle 28 scheepsklassen is de vermogensvraag (kW) berekend voor de verschillende vaarwegtypen en rivieren. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen beladen en onbeladen schepen. Daarnaast is de gemiddelde snelheid, die de verschillende scheepsklassen ten opzichte van de het water hebben, vastgesteld in afhankelijkheid van de scheepsklasse en de maximale vaarsnelheid op de route die bevaren wordt.

De algemene formule voor het berekenen van de emissies is de volgende:

Emissie = Aantal . Vermogen . Tijd . Emissiefactor

Specifiek voor 1 scheepsklasse (v,c), al dan niet beladen (b), op iedere afzonderlijke route (r) op de Nederlandse vaarwegen wordt de formule in onderstaand kader gehanteerd voor de berekening van de emissie van stof (s) in 1 richting (d):

Emissie voortstuwingsmotoren =

de som over scheepsklassen, beladingstoestanden, routes en richtingen van:

{aantal scheepspassages maal

gemiddeld gebruikt vermogen maal

gemiddelde emissiefactor maal

lengte route gedeeld door vaarsnelheid}

ofwel

$$E_{v,c,b,r,s,d} = N_{v,c,b,r,d} \cdot Pb_{v,b,r} \cdot L_r / (V_{v,r,d} + V_r) \cdot EF_{v,s} \quad (1)$$

Waarbij:

$E_{v,c,b,r,s,d}$ = Emissie per scheepsklasse, (kg)

$N_{v,c,b,r,d}$ = Aantal schepen van deze scheepsklasse op de route en deze beladingtoestand gevaren in deze richting

$Pb_{v,b,r}$ = gemiddeld vermogen van deze scheepsklasse op de route (kW)

$EF_{v,s}$ = Gemiddelde emissiefactor van de motoren in deze scheepsklasse (kg/kWh)

L_r = Lengte van de route (km)

$V_{v,r}$ = Snelheid gemiddelde schip in deze scheepsklasse op deze route (km/h)

V_r = Stroomsnelheid van het water op deze route (km/h), (kan ook negatief zijn)

v,c,b,r,s,d = indices voor respectievelijk scheepsklasse, geaggregeerde laadvermogensklasse, beladingtoestand, route, stof, en vaarrichting

De combinatie van het aantal schepen, hun vermogen en hun vaartijd is de emissieverklarende variabele. De eenheid van de emissieverklarende variabele is "kWh". De emissiefactor wordt uitgedrukt in "kg/kWh", dezelfde eenheid waarin emissienormen zijn uitgedrukt. . De emissiefactoren zijn afhankelijk van het bouwjaar van de scheepsmotor. Een verdeling van de bouwjaarclassen per scheepsklasse wordt afgeleid uit een bestand van waargenomen schepen op Nederlandse wateren

dat elk jaar door AVV wordt opgesteld. Het bouwjaar van de motor wordt gehaald uit het IVR-schepenbestand. Indien het bouwjaar van de motor niet bekend is wordt als motorbouwjaar het bouwjaar van het schip aangenomen.

De complete invoergegevens voor bovenstaande formule zijn tot dusverre alleen beschikbaar voor het jaar 2002. Om toch te kunnen beschikken over jaarlijkse gegevens worden de emissies geïndexeerd voor het jaarlijkse aantal gevaren kilometers. Het CBS levert hiervoor een bestand aan dat per scheepsgrootteklasse het aantal gevaren kilometers op Nederlands grondgebied bevat. In dit bestand staat tevens een onderscheid naar beladen en onbeladen kilometers.

Voor de doorrekening van bovenstaande formule is een rekenmodel ontworpen. Dit model staat onder beheer van TNO. De berekeningsprotocollen en achtergronden van het EMS, welke via de Actuele Themasites/Overzicht alle themasites/EMS op de site van de AVV kunnen worden geraadpleegd, liggen aan de emissieberekeningen ten grondslag [ref 100: Hulskotte, 2003].

In het protocol voor de binnenvaart wordt onderscheid gemaakt tussen hoofdmotoren en hulpmotoren. Hoofdmotoren zijn bedoeld voor de voortstuwing van het schip. Hulpmotoren zijn nodig voor manoeuvreren (boegschroefmotoren) en het opwekken van elektriciteit voor de bedrijfsvoering en de bedrijfswoning (generatoren).

Geen onderdeel van het protocol zijn:

- de emissies van personenvervoer, recreatievaart en visserij.
- emissies afkomstig van de lading of andere bronnen dan motoren,
- emissies van andere stoffen dan boven genoemd.

In de *tabellen 2.1 t/m 2.6* worden de gebruikte factoren gegeven.

Passagiers- en veerboten

Doordat over deze vaartuigcategorieën geen gegevens vanaf 1995 voorhanden zijn en er geen informatie beschikbaar is over de trend, is besloten de desbetreffende verbruikscijfers vanaf 1994 constant te houden. Uiteraard is het aan te bevelen om op korte termijn nader onderzoek te doen naar het werkelijke verbruik vanaf 1995.

Recreatievaart

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), het aantal recreatievaartuigen verdeeld naar open- en kajuitmotorboten en open- en kajuitzeilboten met het gemiddelde brandstofgebruik per jaar per boottype maal de emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per motortype per hoeveelheid brandstof. De verschillende typen boten zijn uitgerust met een bepaalde verdeling van typen van motoren die bepalend zijn voor de hoogte van de emissiefactoren.

De emissiefactoren zijn gemeten in hoeveelheden emissie per hoeveelheid opgewekte kinetische energie. Door te delen met het specifieke brandstofgebruik (brandstofhoeveelheid benodigd per hoeveelheid opgewekte kinetische energie) wordt een emissiefactor per hoeveelheid brandstof verkregen.

Voor de wateremissies staat de berekening beschreven in de RIZA-factsheet "motoremissies recreatievaart" [ref 108: RIZA, 2005]. De luchtverontreinigende emissies vanuit de recreatievaart zullen daar eveneens in worden opgenomen.

De emissiefactoren voor macrocomponenten (in g/kg brandstof) voor recreatie-vaartuigen met benzine- en dieselmotoren zijn opgenomen in de *tabellen 2.1 t/m 2.6*.

Verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

De verbrandingsemissies op Nederlands grondgebied van N₂O en NH₃ zijn berekend met behulp van IPCC-defaults voor N₂O [ref 68: IPCC, 1997] en emissiefactoren van EEA voor NH₃ [ref 60: Ntziachristos en Samaras, 2000] (*tabel 2.6*). Deze emissiefactoren zijn vermenigvuldigd met het totale brandstofverbruik door de binnenvaart op Nederlands grondgebied.

Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

De berekening van de verbrandingsemissies van VOS- en PAK-componenten, inclusief methaan, vindt plaats met behulp van zogenaamde profielen. Eerst wordt zoals beschreven in paragraaf 1.4.1 de verbrandingsemissies van VOS berekend. De profielen geven de fracties van de verschillende VOS-en PAK-componenten in dit 'totaal'-VOS. Door de totale VOS-emissie te vermenigvuldigen met de fracties uit deze profielen, worden de emissies van individuele VOS- en PAK-componenten geschat.

De emissies van zware metalen worden berekend door het brandstofverbruik te vermenigvuldigen met emissiefactoren die gebaseerd zijn op de metaalgehalten van de scheepsbrandstoffen. De emissiefactoren in gram per kilogram brandstof zijn opgenomen in *tabel 2.6*.

Ontgassing van ladingdampen naar lucht

De berekening van de (VOS-)emissies wordt, per stof, uitgevoerd aan de hand van de volgende formule:

Gewicht VOS (damp) geëmitteerd = massa geloste lading (A) * percentage waarna ontlucht is (B) * verdampingsfactor (C)
--

De benodigde gegevens vallen in drie categorieën uiteen:

- (A) transportgegevens, afkomstig uit statistische informatie;
- (B) gegevens over praktijk van laden en lossen (gedeeltelijk ook gebonden aan voorschriften);
- (C) chemische en fysische gegevens, afkomstig uit literatuur.

In deze formule is het gewicht van de massa van de geloste lading de *emissieverklarende variabele*.

De *emissiefactor* wordt gevormd door vermenigvuldiging van de verdampingsfactor met het percentage van de geloste ladinghoeveelheid waarna ontlucht is.

Een uitgebreide beschrijving van de methodiek is te vinden in het in het kader van het EMS-project opgestelde protocol [ref 99: Bolt, 2003].

2.4.2 IPCC-emissies

Beroepsbinnenvaart

Volgens het IPCC-protocol moeten de broeikasgasemissies van de binnenvaart worden berekend op basis van de geleverde brandstof ten behoeve van scheepsverplaatsingen met aankomst en bestemming in het binnenland. Omdat het niet mogelijk is een scheiding aan te brengen in de brandstofafleveringen voor nationaal en internationaal gebruik, wordt met behulp van het EMS-systeem kan het brandstofverbruik van de nationale verplaatsingen berekend. Hiervoor wordt een bestand gebruikt van CBS dat per scheepsgrootteklasse het aantal vaartuigkilometers op het Nederlands traject bevat waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen nationale en internationale scheepsreizen. Dit wordt vervolgens vermenigvuldigd met dezelfde factoren als gebruikt ten behoeve van de feitelijke emissies.

Passagiers- en veerboten

De IPCC-emissies zijn gelijk gesteld aan de feitelijke emissies. Ook hierbij is het niet mogelijk brandstofafleveringen aan deze categorie schepen af te splitsen van de totale brandstofafleveringen.

Recreatievaart

Er worden geen IPCC-cijfers voor de recreatievaart opgevoerd. Deze zijn inbegrepen in de IPCC-emissies door het wegverkeer. De brandstofafzet die daaraan ten grondslag ligt omvat tevens de aan de recreatievaart afgeleverde brandstoffen.

2.5 Volumegegevens

2.5.1 Feitelijke en NEC-emissies

Beroepsbinnenvaart

Tabel 2.1 geeft de bij de emissieberekeningen gehanteerde brandstofverbruikscijfers.

Voor de basisgegevens voor het berekenen van de emissies van ladingdampen wordt verwezen naar het protocol hierover, dat opgesteld is in het kader van het EMS-project [ref 99: Bolt, 2003].

Passagiers- en veerboten

Doordat over deze vaartuigcategorieën geen gegevens vanaf 1995 voorhanden zijn en er geen informatie beschikbaar is over de trend, is besloten de desbetreffende verbruikscijfers vanaf 1994 constant te houden. Uiteraard is het aan te bevelen om op korte termijn nader onderzoek te doen naar het werkelijke verbruik vanaf 1995. Met name bij de recreatievaart is een aanzienlijke toename van het verbruik te verwachten.

Recreatievaart

De volumegegevens van de recreatievaart staan in tabel 1 van de RIZA factsheet "motoremissies recreatievaart" [ref 108: RIZA, 2005]. De hieruit afgeleide brandstofverbruikscijfers zijn opgenomen in tabel 2.1 van dit methodenrapport.

2.5.2 IPCC-emissies

2.6 Emissiefactoren

2.6.1 Feitelijke en NEC-emissies

Beroepsbinnenvaart

De methodiek voor de bepaling van de emissiefactoren voor de beroepsbinnenvaart is beschreven in het EMS-protocol voor de binnenvaart. Deze leeftijdsafhankelijke emissiefactoren zijn gebaseerd op een TNO-rapport en gegeven in g/kWh.

De tabellen 2.1 t/m 2.6 geven per jaar voor de totale beroepsbinnenvaart afgeleide gemiddelde emissiefactoren uitgedrukt in gram per kg brandstof.

Voor de emissiefactoren voor het berekenen van de emissies van ladingdampen wordt verwezen naar het protocol hierover, dat opgesteld is in het kader van het EMS-project [ref 99: Bolt, 2003].

Passagiers- en veerboten

De tabellen 2.1 t/m 2.6 geven de gemiddelde emissiefactoren uitgedrukt in gram per kg brandstof.

Recreatievaart

De door TNO vastgestelde factoren voor de recreatievaart zijn afkomstig uit de RIZA-factsheet "motoremissies recreatievaart" [ref 108: RIZA, 2005]. Ze zijn opgenomen in de tabellen 2.1 t/m 2.6.

2.6.2 IPCC-emissies

De toegepaste CO₂-factoren zijn conform de Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren [ref 87: Vreuls, 2004].

2.7 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn vastgesteld door TNO (*tabellen 2.7A t/m 2.7C*) [ref 55: VROM, 1993].

2.8 Regionalisering

De (lengtes van) vaarwegvakken zijn afkomstig uit het Nationaal Wegen Bestand (NWB), onderdeel Hoofdwaterwegen. Dit bestand wordt beheerd door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat. CBS levert (via Statline) de gegevens voor aantal en type binnenvaartschepen, en tevens voor de aantallen recreatieschepen (motor- en zeilboten).

De aantallen ligplaatsen in jachthavens zijn afkomstig van het Kennis- en Informatiecentrum Recreatie (KIC).

Tabel 2C Regionalisering emissies binnenvaart

	Allocatie-parameter	Actualisatie
Binnenvaart (op vaarroutes) verbranding, uitloging, verdamping, morsingen	Vaartuig-/Tonkilometer per vaarwegvak (afhankelijk van belading)	Driejaarlijks, meest recent in 2006 (gegevens 2004)
Binnenvaart (in havens) uitloging, morsingen	Aantal binnenkomende schepen per jaar	Driejaarlijks, meest recent in 2005 (gegevens 2003)
Recreatievaart (op vaarroutes) verbranding, uitloging, verdamping, morsingen	Vaartuigkilometer per vaarwegvak	Driejaarlijks, meest recent in 2005 (gegevens 2003)
Recreatievaart (in havens) uitloging, morsingen	Aantal ligplaatsen in jachthavens	Driejaarlijks, meest recent in 2005 (gegevens 2003)

2.9 Onzekerheden

De onzekerheden in emissieschattingen zijn afgeleid uit de onzekerheid in volumegegevens en emissiefactoren conform de regel dat de onzekerheid van het product van twee onzekere gegevens gelijk is aan de grootste onzekerheid in een van de twee gegevens, dus:

- A * A = A
- A * B = B
- B * A = B
- C * C = C
- A * D = D
- etc.

De resultaten staan vermeld in bijlage 1.

2.10 Verbeterpunten

Algemeen

- Het brandstofverbruik van de passagiers- en veerboten is sinds 1994 niet meer vastgesteld. Dit behoeft uiteraard verbetering.
- Er zijn twijfels over de betrouwbaarheid van de gegevens over het aantal recreatievaartuigen en de jaarlijkse vaaruren ervan.

Zwakke punten motoren-emissies beroepsbinnenvaart

- De opbouw van de tabel met de emissieverklarende variabele voor met name de vaarbewegingen op de Waal en de IJssel is sterk voor verbetering vatbaar.
- De leeftijd van de scheepsmotoren is niet goed bekend momenteel aangezien het IVR-bestand niet wordt bijgehouden op dit punt.
- Daarnaast is de weegfactor voor de weging van emissiefactoren (aanname van het aantal vaaruren per leeftijdscategorie) momenteel niet op waarnemingen gebaseerd.
- Ten slotte zijn de emissiefactoren voor fijn stof voornamelijk gebaseerd op schattingen van deskundigen terwijl naar deze sterk in de belangstelling staande stof nauwelijks (praktijk)metingen gedaan blijken te zijn.

Zwakke punten ladingdamp-emissies

Belangrijke onzekerheden zijn:

- Hoe is de onderverdeling naar individuele stoffen binnen de n.e.g.-klassen, oftewel de restcategorieën?
- bij welk gedeelte van de beladingen met een compatibele stof wordt daadwerkelijk de ontgassing vermeden, doordat er een dampverwerkingsinstallatie beschikbaar is en wordt gebruikt?
- welk aandeel van de verlading vindt niet direct aan de wal plaats?
- welke verzadigingsfactor moet voor geloste tanks aangehouden worden en hoe groot zijn de ladingrestanten die alsnog kunnen verdampen?

Belangrijkste verbeterpunten motoren-emissies beroepsbinnenvaart

- Het verdient sterke aanbeveling om de jaarlijkse afleiding van de tabel met vaarbewegingen uit te voeren met behulp van speciaal daarvoor ontwikkelde en geteste software. Indien de basiswaarnemingen aan het scheepvaartverkeer op de Waal hiervoor tekort schieten moet daar zeker iets aan worden gedaan gezien het aandeel van deze vaarweg in het landelijke totaal.
- Het verdient aanbeveling om onderzoek te doen naar de leeftijd van scheepsmotoren en dit te gebruiken als uitgangspunt voor de berekening van de gemiddelde emissiefactoren.
- Het verdient aanbeveling om de emissiefactoren van PM vast te stellen aan de hand van praktijkmetingen.

Belangrijkste verbeterpunten ladingdamp-emissies

Naast betrouwbaarder praktijkgegevens over bovenstaande factoren is afstemming nodig met de berekeningswijze die gevolgd wordt voor de VOS-emissies van de doelgroep industrie.

De berekende emissies moeten consistent zijn en duidelijk moet zijn welke emissies aan de scheepvaart en welke aan de industrie toegerekend worden. De hier voorgestelde berekening maakt onderscheid tussen verschillende vervolgladingen, wat een belangrijk gegeven is bij bepalen van emissies maar ook van de effecten van beleidsmaatregelen.

Na de eerste bepaling tijdens het EMS-project zijn geen berekeningen meer uitgevoerd van deze emissies. Van belang in dit verband is vooral dat er inmiddels maatregelen zijn getroffen die deze emissies beogen te reduceren.

2.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

3. VISSERIJ

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de methoden die gebruikt zijn voor het vaststellen van de emissies door de zee- en kustvisserij.

De emissies door visserij vormen een onderdeel van zowel de feitelijke emissies als de IPCC- en NEC-emissies. Bij de IPCC-emissies worden alle activiteiten meegenomen waarvoor in Nederland brandstoffen zijn ingenomen, te weten dieselolie voor viskotters, diepzeetrawlers en buitenlandse visservaartuigen en stookolie voor diepzeetrawlers. Bij de berekening van de feitelijke en NEC-emissies zijn uitsluitend de afleveringen aan de kottervisserij gebruikt, omdat het hierbij alleen gaat om de emissies op Nederlands grondgebied.

3.2 Bijdrage in de nationale emissies

Tabel 3A Aandeel visserij in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	0,3		
CO ₂	0,3	0,6	
N ₂ O	0,0	0,0	
NH ₃	0,0		0,0
NO _x	2,5		3,5
SO ₂	0,5		1,1
NMVOS	0,3		0,3
CH ₄	0,0	0,0	
PM ₁₀	0,6		0,7

Tabel 3B Aandeel visserij in emissies doelgroep verkeer, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- Emissies ¹⁾	NEC- emissies
	%		
CO	0,5		
CO ₂	1,5	2,7	
N ₂ O	0,3	0,5	
NH ₃	0,1		0,1
NO _x	3,5		5,5
SO ₂	1,0		11
NMVOS	1,0		1,1
CH ₄	1,6	2,6	
PM ₁₀	1,3		2,1

¹⁾ Behoort tot de IPCC-doelgroep Landbouw en visserij.

3.3 Beschrijving proces

Bij de voortstuwing van vissersschepen en het opwekken van elektrisch vermogen aan boord van vissersschepen wordt gebruik gemaakt van dieselmotoren. Deze dieselmotoren kunnen zowel met behulp van dieselolie (een destillaat) als zware stookolie (een residu van het raffinageproces) als brandstof worden aangedreven.

De verbrandingsprocessen die plaatsvinden in deze dieselmotoren veroorzaken emissies van luchtverontreinigende stoffen.

3.4 Berekeningsmethoden

3.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

Bij de berekening van de feitelijke en NEC-emissies worden dezelfde volumegegevens en berekeningswijze gebruikt als bij de berekening van de IPCC-emissies (zie 3.4.2), met dien verstande dat alleen de emissies binnengaats en op het NCP worden meegenomen. Omdat niet bekend is om hoeveel brandstofverbruik het hierbij gaat, is als beste benadering ervoor gekozen om het (totale) brandstofverbruik door de kottervisserij te gebruiken als basis voor de berekening van de feitelijke en NEC-emissies.

Om een inschatting te kunnen doen van het brandstofverbruik op het NCP, is gebruik gemaakt van gegevens van het LEI (Landbouw Economisch Instituut) over het brandstofverbruik door de kottervisserij onder Nederlandse vlag. Het betreft (opgeschaalde) resultaten van een enquête onder 30% van de Nederlandse kottervissers, die worden gerapporteerd in de LEI-publicatie 'Visserij in Cijfers' [ref. 85: Van Wijk *et al.*, diverse jaren]. Het LEI schat in dat circa 75% van dit brandstofverbruik op het NCP plaatsvindt [telefonische mededeling, 27-2-2003], maar dat er ook nog andere soorten Nederlandse vissersschepen en ook buitenlandse vissers op het NCP varen. Verondersteld wordt dat het totale brandstofverbruik door Nederlandse en buitenlandse visserij op het NCP gelijk is aan het totale brandstofverbruik door Nederlandse kottervissers (dus op en buiten het NCP).

De emissies van zware metalen worden berekend door het brandstofverbruik te vermenigvuldigen met emissiefactoren die gebaseerd zijn op de metaalgehalten van de scheepsbrandstoffen.

De berekening van de verbrandingsemissies van VOS- en PAK-componenten, inclusief methaan, vindt plaats met behulp van zogenaamde profielen. Eerst worden de verbrandingsemissies van VOS berekend. De profielen geven de fracties van de verschillende VOS- en PAK-componenten in dit 'totaal'-VOS. Door de totale VOS-emissie te vermenigvuldigen met de fracties uit deze profielen, worden de emissies van individuele VOS- en PAK-componenten geschat

3.4.2 IPCC-emissies

De emissies worden berekend per type brandstof, namelijk voor zware stookolie en dieselolie wordt een aparte berekening uitgevoerd. Er wordt daarbij aangenomen dat dieselolie in 4-taktmotoren wordt gebruikt en zware stookolie in 2-taktmotoren. Voor de berekening van de emissies van de stoffen CO₂, CH₄ en N₂O wordt uitsluitend gebruik gemaakt van de IPCC-standaardemissiefactoren, met uitzondering van de CO₂-emissiefactor voor dieselolie die landenspecifiek is.

De emissieberekening per jaar verloopt volgens volgende formule:

$$\text{Emissie} = \sum b (\text{brandstofgebruik}_b \times \text{stookwaarde}_b \times \text{emissiefactor}_b)$$

Waarbij:

Emissie	(ton/jaar)
brandstofgebruik	(ton/jaar)
stookwaarde	(TJ/ton)
emissiefactor	(ton/TJ brandstof)
b	= type brandstof (dieselolie of stookolie)

3.5 Volumegegevens

Omdat de afzet van brandstoffen aan de visserij in Nederland niet te onderscheiden is in de verkoop van bunkerbrandstoffen zoals geregistreerd door CBS wordt teruggegrepen op berekeningen op basis van scheepsbewegingen. In dit geval worden de basisgegevens verzameld en bewerkt door het Landbouweconomisch instituut (LEI).

Het gaat hierbij om 4 groepen van schepen waarover data met betrekking tot brandstofconsumptie worden verzameld. Deze groepen van schepen staan samengevat in onderstaande tabel 3C.

Tabel 3C Typen van vissersschepen en methoden verzameling brandstofgegevens

Type schip/visserij	Brandstofsoorten	Valt onder IPCC/NEC?	Methode/Bron
Viskotters NL	Diesel	Ja/Ja	Visserij in cijfers
Diepzeetrawlers in NL	Diesel+Stookolie	Ja/Nee	M.b.v. VIRIS
NL Diepzeetrawlers in buitenland	Diesel+Stookolie	Nee/Nee	M.b.v. VIRIS
Buitenlandse vissersschepen in NL	Diesel	Ja/Nee	M.b.v. VIRIS

Het dieseloliegebruik van Nederlandse viskotters wordt met behulp van het Bedrijveninformatienet (BIN) van het LEI verzameld en gepubliceerd in de jaarlijkse publicatie "Visserij in cijfers" [ref. 85: Taal et al., 2003]. De wijze van dataverzameling en bewerking van de overige scheepstypen in bovenstaande tabel wordt hieronder nader toegelicht omdat hierover tot nu toe niet is gepubliceerd.

Een zeer algemeen toegepaste methode in de visserij om het brandstofgebruik te bepalen en, die ook hier is toegepast op de verschillende "typen schip/visserij" uit tabel 3C, luidt als volgt:

Brandstofinname per visserijmethode = som van pk-dagen x brandstofverbruik per pk per dag per schip)

NB. Pk-dagen = Aantal dagen van een schip op zee x aantal paardekrachten (gemiddelde) van het schip).

Ook in het buitenland wordt bovenstaande methode toegepast zie bijvoorbeeld de publicatie "energy consumed by North Atlantic Fisheries" [ref 86: Tyedmers, 2000].

Bovenstaande methode wordt overigens ook voor de viskotters zoals gepubliceerd in "Visserij in cijfers" gebruikt.

Tabel 3.1 geeft de bij de emissieberekeningen gebruikte brandstofverbruikscijfers.

Nederlandse diepzeetrawlers in Nederland en in het buitenland

De Nederlandse visserijvloot van diepzeetrawlers bestond in 2002 uit 17 vaartuigen. Van deze vaartuigen heeft het LEI bedrijfseconomische gegevens verzameld waaronder ook kostengegevens voor de ingenomen brandstof. De hoeveelheden ingenomen brandstof zijn echter niet bekend. Met behulp van gegevens uit VIRIS [ref 81: LNV, 2004] zijn daarvoor, per schip per visreis, zowel de vertrekhavens als de aankomsthavens vastgesteld. Ook is, per schip per visreis, het aantal zeedagen per visgebied vastgesteld.

Bij het bepalen van de locatie van brandstofinname is er van uitgegaan dat er na alle visreizen waarbij vertrek- en aankomsthaven in Nederland lagen, in Nederland brandstof is ingenomen. In alle andere gevallen is er van uitgegaan dat schepen buiten Nederland brandstof hebben ingenomen. Uitgangspunt is dat schepen na afloop van een visreis altijd voltanken.

Met behulp van gegevens van reeds eerder gedaan onderzoek voor de rederijen met diepzeetrawlers heeft het LEI vast kunnen stellen wat de verbruikshoeveelheden brandstof per schip per zeedag zijn geweest in het jaar 2000. Deze verbruikscijfers zijn, ter bepaling van brandstofinname in 2002, toegepast op de zeedagen van de betreffende schepen in het jaar 2002.

Op deze manier kon een goede taxatie van het verbruik van brandstof per schip, en dus de inname per schip, in Nederland worden gemaakt.

Buitenlandse vissersschepen die in Nederland vis aanvoeren

De buitenlandse vissersschepen die in Nederland aanvoeren kunnen worden onderscheiden in vier groepen:

- 'omvlaggers', diepzeetrawlers onder buitenlandse vlag met Nederlands belang
- 'echte' buitenlandse diepzeetrawlers, vergelijkbaar met de Nederlandse
- 'omvlaggers', kotters onder buitenlandse vlag met Nederlands belang
- 'echte' buitenlandse kotters, in veel gevallen vergelijkbaar met de Nederlandse.

Omschrijving van de methode voor alle bovengenoemde groepen

Met behulp van gegevens uit VIRIS zijn, per schip per visreis, zowel de vertrekhavens als de aankomsthavens als het aantal zeedagen vastgesteld.

Bij het bepalen van de locatie van brandstofinname is er van uitgegaan dat na alle visreizen waarbij vertrek- en aankomsthaven in Nederland lagen, er in Nederland brandstof is ingenomen. In alle andere gevallen is er van uitgegaan dat schepen elders brandstof hebben ingenomen. Uitgangspunt is dat schepen na afloop van een visreis altijd voltanken.

Van alle in Nederland aanvoerende "omvlaggers" en "echte" buitenlandse schepen is nagegaan wat het geïnstalleerde hoofdvermogen is geweest in 2002. Daarbij is gebruik gemaakt van bij het LEI reeds bekende gegevens over buitenlandse vaartuigen uit het VIRIS of uit de Gids van visserijvaartuigen (LNV, onbekend) maar aanvullend ook van gegevens vermeld op de website van www.ShipData.nl. Op deze manier kon het geïnstalleerde motorvermogen op de buitenlandse schepen worden vastgesteld en indien nodig een schatting worden gemaakt.

De gemiddelde verbruikscijfers van brandstof per zeedag van de verschillende hoofdmotoren zoals geïnstalleerd op de Nederlandse diepzeetrawlers zijn als leidraad gebruikt voor het schatten van de brandstofinname van deze min of meer vergelijkbare omgevlagde en buitenlandse diepzeetrawlers. Op deze manier kon een goede taxatie van het verbruik van brandstof per schip, en dus de inname per schip, in Nederland worden gemaakt.

3.6 Emissiefactoren

Voor de emissiefactoren door zee- en kustvisserij voor het berekenen van de feitelijke en NEC-emissies wordt gebruikt gemaakt van een recente studie door TNO [ref 101: Hulskotte en Koch, 2000] en een studie door MARIN [ref 102: Tak, 2000]. Onderstaande tabel 3D geeft de emissiefactoren, evenals de gehanteerde bron. De factoren zijn tevens opgenomen in *tabel 3.2*

Tabel 3D Emissiefactoren zee- en kustvisserij

	Emissiefactor (g/kg brandstof)	Bron
NO _x	59,0	Hulskotte en Koch, 2000 (ref 101)
CO	8,0	Idem
NMVOS	2,6	Idem
CH ₄	0,11	Idem
VOS	2,7	Idem
PM ₁₀	1,4	Idem
SO ₂	5,5 ¹⁾	Van der Tak, 2000 (ref 102)
N ₂ O	0,08	IPCC, 1996 (ref 40)
NH ₃	0,01	Ntziachristos, Samaras, 2000 (ref 60)

¹⁾ Komt overeen met een zwavelgehalte van 2750 ppm

Voor het berekenen van de IPCC-emissies is, met uitzondering van CO₂ door verbranding van dieselolie, gebruik gemaakt van de IPCC-defaultfactoren. De CO₂-factor van dieselolie komt voort uit de Nederlandse Nationale emissiefactorenset [ref 87: Vreuls, 2004]. De *tabellen 9.1 A t/m 9.1 C* bevatten de bij de emissieberekeningen gebruikte factoren.

De emissiefactoren voor metalen zijn gelijk aan de voor de zeescheepvaart gebruikte factoren (zie hoofdstuk 4.4.3 en *tabel 4.6*).

3.7 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn vastgesteld door TNO (*tabellen 2.7A t/m 2.7C*) [ref 55: VROM, 1993].

3.8 Regionalisering

3.9 Onzekerheden

De onzekerheden in emissieschattingen zijn afgeleid uit de onzekerheid in volumegegevens en emissiefactoren conform de regel dat de onzekerheid van het product van twee onzekere gegevens gelijk is aan de grootste onzekerheid in een van de twee gegevens, dus:

- A * A = A
- A * B = B
- B * A = B
- C * C = C
- A * D = D
- etc.

De resultaten staan vermeld in bijlage 1.

3.10 Verbeterpunten

Zie het Monitoring Protocol voor de visserij in www.broeikasgassen.nl , 'Monitoring Richtlijnen & Protocollen/1A4'.

3.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

4. ZEEVAART

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de methoden die gebruikt zijn voor het vaststellen van de emissies door de zeevaart. De emissies door zeevaart vormen alleen een onderdeel van de feitelijke emissies.

Met de zeevaart wordt bedoeld: stilliggende zeeschepen in havens, varende en manoeuvrerende zeeschepen op Nederlands grondgebied en zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat (NCP). Binnen bovengenoemde onderdelen wordt tevens onderscheid gemaakt tussen hoofdmotoren en hulpmotoren. Hoofdmotoren zijn bedoeld voor de voortstuwing van het schip. Hulpmotoren zijn nodig voor manoeuvreren (boegschroefmotoren) en het opwekken van elektriciteit voor de bedrijfsvoering zoals laden en lossen en de huisvesting van bedienend personeel of in passagiers in geval van veerboten (generatoren).

4.2 Bijdrage in de nationale emissies

Tabel 4A Aandeel zeevaart in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	3,4		
CO ₂	2,7	-	
N ₂ O	0,2	-	
NH ₃	0,0		-
NO _x	26		-
SO ₂	49		-
NMVOS	2,1		-
CH ₄	0,0	-	
PM ₁₀	19		-

Tabel 4B Aandeel zeevaart in emissies doelgroep verkeer, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	5,6		
CO ₂	12	-	
N ₂ O	7,8	-	
NH ₃	0,6		-
NO _x	36		-
SO ₂	91		-
NMVOS	7,0		-
CH ₄	5,5	-	
PM ₁₀	40		-

4.3 Beschrijving proces

Opwekking van energie in havens vindt plaats met behulp van dieselmotoren en in geval van grote zeeschepen tevens met behulp van boilers.

De voorstuwing van zeeschepen op routes varende op het Nederlands continentaal plat (NCP) en andere routegebonden vaarwegen op het Nederlands grondgebied en opwekking van energie in havens vindt hoofdzakelijk plaats met behulp van dieselmotoren.

Andere motoren die tevens zijn gebaseerd op verbranding van fossiele brandstoffen die nog zelden gebruikt worden zijn gasturbines en stoommachines.

De verbrandingsprocessen die plaatsvinden in al deze motoren veroorzaken emissies van luchtverontreinigende stoffen. De belangrijkste stoffen die vrijkomen zijn kooldioxide, stikstofoxiden, deeltjes (PM₁₀), koolmonoxide, koolwaterstoffen, en zwaveldioxide.

Kooldioxide en zwaveldioxide worden veroorzaakt door de oxidatie van de in de brandstof aanwezige koolstof en zwavel. De emissies van deze stoffen zijn daardoor volledig afhankelijk van de gehalten koolstof en zwavel van de brandstof en de hoeveelheid brandstof die wordt verbrand.

Stikstofoxiden worden voornamelijk veroorzaakt door de hoge temperaturen en drukken de verbrandingsmotoren waardoor de in de lucht aanwezige stikstof zich verbindt met zuurstof. Koolmonoxide, koolwaterstoffen en deeltjes zijn producten van onvolledige verbranding. De emissies van laatstgenoemde stoffen zijn hiermee voornamelijk afhankelijk van de technische eigenschappen van de motoren en de wijze waarop deze motoren worden gebruikt.

4.4 Berekeningsmethoden

4.4.1 Verbranding motorbrandstoffen; CO, NO_x, VOS, fijn stof (PM₁₀), SO₂ en CO₂

De methode voor de berekening van de emissies is ontwikkeld in het kader van het project Emissieregistratie en –Monitoring Scheepvaart (EMS), dat in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is uitgevoerd (onder andere door TNO) en is gecoördineerd door Rijkswaterstaat-Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV).

De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van emissieverklarende variabelen met emissiefactoren

Stilliggende zeeschepen

Als emissieverklarende variabele wordt het aantal schepen genomen dat in een jaar een Nederlandse haven bezoekt. Door middel van een enquête afgenomen aan boord door TNO onder 89 grote zeeschepen in de Rotterdamse haven in 2003 is bepaald wat het gemiddeld brandstofgebruik per type zeeschip per tijdseenheid gedurende de ligduur van de schepen in de haven is (zie bijlage 1 van het EMS-protocol). Dit brandstofgebruik is per type schip gerelateerd aan de maat van het zeeschip gemeten in gros ton (GT). Daarnaast is per type zeeschip bepaald wat de verdeling is van de verschillende brandstoftype over de verschillende typen van motoren en boilers.

Het brandstofgebruik wordt berekend door het aantal bezoekende schepen te vermenigvuldigen met het brandstofgebruik en de ligduur.

$$F_v = N_v \cdot V_v \cdot T_v \cdot E_v(1)$$

Waarbij:

$$F_v = \text{Brandstofgebruik, (kg)}$$

$$N_s = \text{Aantal bezoeken in haven, (.)}$$

$$V_v = \text{Scheepsgrootte, (GT)}$$

$$T_v = \text{Ligduur, (uur/bezoek)}$$

$$E_v = \text{Brandstofgebruik, (kg/GT.uur)}$$

$$v = \text{index voor scheepstype}$$

In een tweede rekenstap wordt vervolgens het totale berekende brandstofgebruik gespecificeerd naar brandstof en motortype/boilers.

$$F_{v,f,m} = f_{v,f} \cdot f_{v,m} \cdot F_v \quad (2)$$

Waarbij

$F_{v,f,m}$ = Brandstofgebruik per scheepstype (s), per brandstof(f) en motortype(m), (kg)

F_v = Brandstofgebruik per scheepstype, (kg)

$f_{v,f}$ = Fractie brandstof (f) per scheepstype (s), (./.)

$f_{v,m}$ = Fractie motoren (m) per scheepstype (s) (./.)

v,f,m = resp. index voor scheepstype, brandstof, motortype

De emissieberekening vindt plaats door emissiefactoren per motortype en brandstof te vermenigvuldigen met het brandstofgebruik.

$$EM_{s,v,f,m} = F_{v,f,m} \cdot EF_{s,f,m} \quad (3)$$

Waarbij:

$EM_{s,v,f,m}$ = Emissie (kg)

$F_{v,f,m}$ = Brandstofgebruik per scheepstype (s), per brandstof(f) en motortype(m), (kg)

$EF_{s,f,m}$ = Emissiefactor per stof (s) brandstof (f) en motortype (m), (kg/kg)

v,f,m,s = resp. index voor scheepstype, brandstof, motortype, stof

Het berekeningsprotocol van het EMS, welke via de Actuele Themasites, Overzicht alle Themasites, EMS op de site van de AVV kan worden geraadpleegd, ligt aan de emissieberekeningen ten grondslag.

Geen onderdeel van dit protocol zijn:

- de emissies van visserij,
- emissies afkomstig van de lading of andere bronnen dan motoren,
- emissies van andere stoffen als boven genoemd.

Varende en manoeuvrerende zeeschepen op het Nederlands grondgebied

Bij de berekeningen worden een aantal onderscheiden gemaakt die van belang zijn voor de rekenmethode:

1. Varen op volle snelheid
2. Varen op gereduceerde snelheid
3. Manoeuvreren in de haven

Varen op kruissnelheid

De emissieberekening van het varen op kruissnelheid gegeven in het protocol voor emissieberekening van zeeschepen varend op het NCP.

De basisgegevens waar in dit protocol gebruik van gemaakt is identiek aan bovengenoemd protocol van stilliggende schepen. Als invoergegeven van dit protocol dient het aantal GT's aan schepen dat is afgemeerd in Nederlandse havens in een bepaald jaar. Bij de deze schepen wordt onderscheid gemaakt in een aantal scheepstypen en een aantal grootteklassen.

Om met deze basisgegevens te kunnen rekenen zijn emissiefactoren afgeleid van de resultaten van de emissieberekeningen op het NCP. Deze emissiefactoren hebben de dimensie van hoeveelheid per GT.kilometer en zijn gespecificeerd in de groepering van scheepstypen die ook in het protocol stilliggen worden gehanteerd en de grootteklassen die beschikbaar zijn vanuit het SAMSON-model dat is gebruikt voor de emissieberekening op het NCP.

$EM_{v,h,s}$	=	$EF_{v,g,s} \cdot FSZ_NLgg_{v,g,h} \cdot N_{v,g} \cdot V_v$	(1)
Waarbij:			
$EM_{v,h,s}$	=	Emissie (kg)	
$EF_{v,g,s}$	=	Emissiefactor scheepstype v per grootteklasse g en per stof (s), (kg/GT.km)	
$FSZ_NLgg_{v,g,h}$	=	Afstand op NL grondgebied per scheepstype s, naar haven h op volle snelheid, (km)	
N_s	=	Aantal bezoeken in haven, (.)	
V_v	=	Scheepsgrootte, (GT)	
v,g,h,s	=	resp. index voor scheepstype, grootteklasse, haven, stof	

De definitie van FSZNLgg staat beschreven in bijlage 1 bij het desbetreffende EMS-protocol.

De afstanden ($FSZ_NLgg_{v,g,h}$) die zijn bepaald voor de Nederlandse havens staan vermeld in bijlage 2 bij dit protocol.

Varen op gereduceerde snelheid

De methode voor het varen op gereduceerde snelheid wijkt enigszins af van de methode voor het varen op kruissnelheid. Ten eerste wordt er rekening gehouden met het feit dat snelheid vermindering leidt tot een veel lager energiegebruik. Daarnaast wordt rekening gehouden met de wetenschap dat de emissiefactoren bij lager vermogen kunnen afwijken van de emissiefactoren voor het varen op kruissnelheid. De afstand die een schip vaart op gereduceerde snelheid is verder nog afhankelijk van het scheepstype, de scheepsgrootte en de haven.

$$EM_{v,h,s} = EF_{v,g,s} \cdot CE_{v,h} \cdot CEF_{p,s} \cdot RSZ_NLgg_{v,g,h} \cdot N_{v,g} \cdot V_v \quad (2)$$

Waarbij:

$EM_{v,h,s}$ = Emissie (kg)

$EF_{v,g,s}$ = Emissiefactor scheepstype v per grootteklasse g en per stof (s), (kg/GT.km)

$CRS_{v,g}$ = Correctiefactor energiegebruik per scheepstype en lengteklasse l bij gereduceerde snelheid, (./.)

$CEF_{p,s}$ = Correctiefactor per stof afhankelijk van %MCR, (./.)

$RSZNLgg_{v,g,h}$ = Afstand op NL grondgebied per scheepstype s, naar haven h op gereduceerde snelheid, (km)

N_s = Aantal bezoeken in haven, (.)

V_v = Scheepsgrootte, (GT)

v,g,l,h,s,p = resp. index voor scheepstype, lengteklasse, haven, stof, MCR%

De definitie van RSZ_NLgg staat beschreven in bijlage 1 bij het desbetreffende EMS-protocol.

De afstanden ($RSZ_NLgg_{v,g,h}$) die zijn bepaald voor de Nederlandse havens staan vermeld in bijlage 2 bij dit protocol.

Manoeuvreren in de haven

De emissieberekening voor manoeuvreren is eveneens afgeleid van de emissieberekening voor varen. De aanvullende aanname is hierbij dat elk scheepstype een gemiddelde kruissnelheid kent tijdens varen. Op deze wijze kan voor elk scheepstype de emissiefactor per gevaren afstand worden omgerekend naar een emissiefactor per tijdseenheid. Dit is nodig omdat niet de gevaren afstand tijdens manoeuvreren als maat voor de emissieberekening wordt genomen maar de gemiddelde manoeuvreertijd die een bepaald scheepstype van een bepaalde haven nodig zal hebben. Hierbij is per scheepstype tevens aanname voor het gemiddelde gebruikte vermogen gehanteerd.

$$EM_{v,h,s} = EF_{v,g,s} \cdot CMan_v \cdot CEF_{p,s} \cdot TMan_{v,g,l,h} \cdot N_{v,g} \cdot V_v \quad (3)$$

Waarbij:

$$EM_{v,h,s} = \text{Emissie (kg)}$$

$$EF_{v,g,s} = \text{Emissiefactor scheepstype v per grootteklasse g en per stof (s), (kg/km)}$$

$$CMan_v = \text{Conversiefactor emissiefactoren per scheepstype en grootteklasse, (km/uur)}$$

$$CEF_{p,s} = \text{Correctiefactor per stof afhankelijk van MCR}$$

$$TMan_{v,l,h} = \text{Manoeuvreertijd per scheepstype s per lengteklasse l in haven h (uur)}$$

$$N_s = \text{Aantal bezoeken in haven, (.)}$$

$$V_v = \text{Scheepsgrootte, (GT)}$$

$$v,g,l,h,s,p = \text{resp. index voor scheepstype, grootteklasse, lengteklasse, haven, stof, MCR\%}$$

De manoeuvreertijden ($TMan_{v,l,h}$) die zijn bepaald voor de Nederlandse havens staan vermeld in bijlage 2 bij het desbetreffende EMS-protocol.

Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

De berekening van de emissies van buitengaats varende zeeschepen vindt plaats door vermenigvuldiging van emissieverklarende variabelen met emissiefactoren. De methode die hierbij gevolgd wordt is globaal beschreven in het EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook [ref 83: Rypdal, 2000] onder de noemer "ship movement methodology"

De berekening vindt per basisjaar plaats in twee stappen en wordt in principe uitgevoerd op basis van reisgegevens van individuele zeeschepen. Middels een GIS-systeem (SAMSON) wordt op basis van reisgegevens bepaald wat per schip de gevaren afstand is op het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) in een bepaald jaar.

Met behulp van de emissie per schip per eenheid gevaren afstand wordt berekend wat de emissie per stof is. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van een aantal scheepskenmerken zoals het vermogen van de hoofdmotor(en), de ontwerpsnelheid, het type motor, het soort brandstof en het bouwjaar van de hoofdmotor(en).

Voor ieder afzonderlijk zeeschip varend op routes op Nederlandse grondgebied geldt de volgende formule voor het energiegebruik:

Energie = Vermogen . Tijd

De tijd wordt berekend door de gevaren afstand te delen door de (ontwerp)snelheid van ieder afzonderlijk schip.

Energiegebruik schip 's' =

Geïnstalleerd vermogen *maal* fractie ingezet vermogen

maal lengte afgelegde weg

gedeeld door snelheid schip

ofwel:

$$E_s = P_s \cdot F_s \cdot L_s / V_s \quad (1)$$

Waarbij:

E_s = Energiegebruik, (Kwh)

P_s = Geïnstalleerd vermogen op dit schip volgens registratie in Lloyds, (Kw)

F_s = Fractie vermogen ingezet (constante 0,85 bepaald door enquête zeeschepen)

L_s = Totale afgelegde weg van dit schip op de geregistreerde routes, (zeemijl)

V_s = Ontwerpsnelheid van dit schip volgens registratie in Lloyds, (zeemijl/uur)

De fractie van het ingezet vermogen ten opzichte van het geïnstalleerde vermogen is op grond van een TNO-enquête in de Rotterdamse haven op 85% bepaald. Het enquête gemiddelde van 89 zeeschepen was 83%. Dit komt goed overeen met de aannames van andere auteurs. In de recente ENTEC-studie [ref 103: Entec, 2000] werd 80% aangenomen. Flodström komt in 1997 op grond van een enquête uitkomsten van 82 schepen van Zweedse rederijen op 81% en een gerealiseerde snelheid van 93% ten opzichte van de ontwerpsnelheid.

De berekening van het brandstofgebruik per schip wordt vervolgens specifiek per motortype, bouwjaar en brandstofsoort berekend:

Brandstofgebruik schip 's' =

Energiegebruik schip 's'
gedeeld door rendement voortstuwingsinstallatie
gedeeld door energie-inhoud brandstof per kg

ofwel:

$$Q_s = E_s / (R_{m,f,y} \cdot W_f) \quad (2)$$

Waarbij:

Q_s = Brandstofgebruik, (kg)
 $R_{m,f,y}$ = Rendement van motortype (m), brandstof(f) en bouwjaar(y), (Kwh/Kwh)
 W_f = Energie inhoud van brandstof (f), (Kwh/kg)

De berekening van de emissies die motorafhankelijk zijn worden vervolgens uitgevoerd door vermenigvuldiging van het energiegebruik met de emissiefactoren per hoeveelheid energie.

Emissie (motortype-afhankelijk) =

Energiegebruik *maal* emissiefactor

ofwel:

$$EM_t = E_s \cdot EF_{t,m,f,y} \quad (3)$$

Waarbij:

EM_t = Emissie van stoffen (t) die motortype afhankelijk zijn, (kg)
 E_s = Energiegebruik, (Kwh)
 $EF_{t,m,f,y}$ = Emissiefactoren van stoffen(t), motortype (m), brandstof(f) en bouwjaar(y), (kg/Kwh)

De berekening van de emissies die brandstofafhankelijk zijn worden vervolgens uitgevoerd door vermenigvuldiging van het brandstofgebruik met de emissiefactoren per hoeveelheid brandstof

Emissie (brandstof-afhankelijk) =

Brandstofgebruik *maal* emissiefactor

$$EM_f = Q_s \cdot EF_{f,b} \quad (4)$$

Waarbij:

EM_f = Emissie van stoffen (f) die brandstof afhankelijk zijn, (kg)
 Q_s = Brandstofgebruik, (kg)
 $EF_{f,b}$ = Emissiefactoren van stoffen(f), brandstof(b), (kg/kg)

4.4.2 Verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

De verbrandingsemissies op Nederlands grondgebied van N₂O en NH₃ zijn berekend met behulp van IPCC-defaults voor N₂O [IPCC, 1997] en emissiefactoren van EEA voor NH₃ [Ntziachristos en Samaras, 2000] (tabel 4.6). Deze emissiefactoren zijn vermenigvuldigd met het totale brandstofverbruik door de binnenvaart op Nederlands grondgebied.

4.4.3 Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

De berekening van de verbrandingsemissies van VOS- en PAK-componenten, inclusief methaan, vindt plaats met behulp van zogenaamde profielen. Eerst wordt zoals beschreven in hoofdstuk 4.4.1 de verbrandingsemissies van VOS berekend. De profielen geven de fracties van de verschillende VOS- en PAK-componenten in dit 'totaal'-VOS. Door de totale VOS-emissie te vermenigvuldigen met de fracties uit deze profielen, worden de emissies van individuele VOS- en PAK-componenten geschat.

De emissies van zware metalen worden berekend door het brandstofverbruik te vermenigvuldigen met emissiefactoren die gebaseerd zijn op de metaalgehalten van de scheepsbrandstoffen. De emissiefactoren in gram per kilogram brandstof zijn opgenomen in tabel 4.6.

4.5 Volumegegevens

4.5.1 Stilliggende zeeschepen

Door CBS wordt jaarlijks de bezoeken van schepen aan Nederlandse havens bijgehouden. Daarbij wordt de voor dit protocol belangrijke onderscheid naar scheepstype en scheepsmaat eveneens geregistreerd. Door AVV wordt uit het zogenaamde publicatie-bestand van CBS een tabel gemaakt met de volgende velden:

- jaar
- scheepstype
- gemeente
- aantal schepen die zijn afgemeerd
- totaal aantal GT

Databank StatLine van het CBS biedt cijfers over de bezoeken van zeeschepen aan de Nederlandse havens (StatLine,Zeevaart; kwartaalcijfers).

4.5.2 Varende en manoeuvrerende zeeschepen op het Nederlands grondgebied

Zie 4.5.1

4.5.3 Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

Op grond van het scheepsreizen bestand van Lloyds Fairplay is met behulp van het routenetwerk van SAMSON van ieder individueel schip te bepalen wat de afgelegde weg is op het Nederlands grondgebied. Dit gegeven dient als invoer voor de emissieberekeningen zoals hierboven zijn omschreven. De procedure die wordt toegepast binnen het SAMSON wordt beschreven in voornoemd MARIN-rapport. Voor nadere informatie wordt verwezen naar het desbetreffende EMS-protocol.

Van de basisdata van het jaar 2000 is tevens bekend wat het havengebied van herkomst en bestemming van de betreffende schepen is geweest. Ongeveer 70% van de scheepsreizen op het NCP is via herkomst of bestemming verbonden aan een Nederlandse haven. Het is dus mogelijk om emissiedata van tussenliggende jaren te interpoleren of te extrapoleren op basis van bezoekgegevens van Nederlandse havens die bij het CBS kunnen worden verkregen.

De emissie van elke scheepsbeweging wordt toegekend aan een haven van herkomst en bestemming.

Hierbij wordt geen verschil gemaakt tussen herkomst of bestemming van het schip. Van de belangrijkste havens wordt vervolgens een trendfactor in de totalen (gemeten in GT) van alle schepen die deze havens hebben aangedaan. Deze trendfactor wordt vervolgens vermenigvuldigd met het aandeel van de emissies dat aan deze haven is toegekend. Onderliggende aanname hierbij is dat de onderlinge verhoudingen in de transportstromen tussen verschillende landen relatief constant zullen zijn.

4.6 Emissiefactoren

De methodiek voor de bepaling van de emissiefactoren voor zeeschepen is beschreven in de EMS-protocollen voor zeeschepen. Deze methodiek wordt hieronder in het kort beschreven.

De *tabellen 4.1-4.6* geven per jaar de voor de zeevaart afgeleide gemiddelde emissiefactoren uitgedrukt in gram (of mg) per kg brandstof.

4.6.1. Stilliggende zeeschepen

De methodiek voor de afleiding van techniekafhankelijke emissiefactoren alsmede het gemiddelde rendement van de scheepsmotoren staat beschreven in een TNO-rapport [ref 104: Oonk, 2003].

De techniek afhankelijke emissiefactoren zijn afgeleid van de gemiddelde emissiefactoren per hoeveelheid brandstof zoals deze zijn berekend voor het varen op zee. Voor de tussenliggende jaren is lineaire interpolatie toegepast. De emissiefactoren na 2000 zijn gelijkgesteld aan die van 2000. Voor de gebruikte waarden wordt verwezen naar het desbetreffende EMS-protocol.

4.6.2 Varende en manoeuvrerende zeeschepen op het Nederlands grondgebied

Emissiefactoren van schepen die varen op gereduceerde snelheid worden afgeleid van de emissiefactoren per afgelegde afstand op zee [ref 105: Marin, 2003] en [ref 106: Hulskotte, 2003]. Als uitgangspunt voor de reductie in energiegebruik dienen de percentages van het maximale continue vermogen (%MCR) die tijdens de nadering van de haven zullen worden gebruikt. Aangezien op zee op 85% van het MCR wordt gevaren komt hier een bepaalde opslag bovenop (% t.o.v. zee). De relatieve snelheid die hierbij gerealiseerd wordt ten opzichte van zee is gelijk aan de derde machtswortel hieruit (propellor law). Het relatieve energieverbruik is vervolgens het product van de relatieve snelheid en het relatieve vermogen.

Voor de gebruikte waarden wordt verwezen naar het desbetreffende EMS-protocol.

4.6.3 Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

De methodiek voor de afleiding van techniekafhankelijke emissiefactoren, alsmede het gemiddelde rendement van de scheepsmotoren staat beschreven in een TNO-rapport [ref 104: Oonk, 2003].

In het kader van het project Emissieregistratie en Monitoring Scheepvaart (EMS) is een deelonderzoek uitgevoerd voor de afleiding van emissiefactoren voor motoren in de zeevaart. Voor de emissiefactoren wordt onderscheid gemaakt tussen:

- motortype: tweetakt of viertakt;
- soort brandstof: lichte stookolie (MDO) of zware stookolie (HFO);
- bouwjaar van de motor;

Voor de gebruikte waarden wordt verwezen naar het desbetreffende EMS-protocol.

4.7 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn vastgesteld door TNO (zie *tabellen 4.7A, B en C*) [ref 55: VROM, 1993].

4.8 Regionalisering

Het Maritime Research Institute Netherlands (MARIN) levert het aantal afgelegde zeemijlen op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Deze worden berekend op basis van gegevens uit het scheepvaartbestand Lloyd's Register. Gegevens over aantal (en type) schepen dat per jaar aanlegt in de diverse Nederlandse havens zijn afkomstig van CBS (Statline)

Tabel 4C Regionalisering emissies zeevaart

	Allocatie-parameter	Actualisatie
Zeescheepvaart (op NCP, excl. zeevisserij) verbranding, morsingen	Aantal afgelegde zeemijlen per 5*5km	Driejaarlijks, meest recent in 2006 (gegevens 2004)
Zeevisserij (op NCP) verbranding, morsingen	Aantal afgelegde zeemijlen per 5*5km	Driejaarlijks, meest recent in 2006 (gegevens 2004)
Zeescheepvaart (in havens, excl. zeevisserij) corrosie, morsingen	Aantal binnenkomende schepen per jaar	Driejaarlijks, meest recent in 2006 (gegevens 2004)
Zeevisserij (in havens) corrosie, morsingen	Aantal binnenkomende schepen per jaar	Driejaarlijks, meest recent in 2006 (gegevens 2004)

4.9 Onzekerheden

De onzekerheden in emissieschattingen zijn afgeleid uit de onzekerheid in volumegegevens en emissiefactoren conform de regel dat de onzekerheid van het product van twee onzekere gegevens gelijk is aan de grootste onzekerheid in een van de twee gegevens, dus:

- A * A = A
- A * B = B
- B * A = B
- C * C = C
- A * D = D
- etc.

De resultaten staan vermeld in bijlage 1.

4.10 Verbeterpunten

4.10.1. Stilliggende zeeschepen

De nauwkeurigheid van de schatting van het brandstofgebruik en de verdeling van brandstoffen over motortypen en apparaten kunnen worden verbeterd door meer enquêtes af te nemen op de zeeschepen.

4.10.2 Varende en manoeuvrerende zeeschepen op het Nederlands grondgebied

- Het uitvoeren van praktijkmetingen aan fijn stof emissie door zeeschepen die varen op zware stookolie.
- Nagaan van de mogelijkheid tot systematische inzameling van data betreffende het zwavelgehalte van brandstoffen.

4.10.3 Zeeschepen op het Nederlands deel van het Continentaal Plat

- Het uitvoeren van praktijkmetingen aan fijn stof emissie door zeeschepen die varen op zware stookolie.
- Mogelijk moet de dienstsnelheid van de schepen iets worden aangepast aan de realiteit
- Een nauwkeuriger benadering van emissies is mogelijk door het introduceren van een reduced speed zone op zee voor grote schepen.
- Nagaan van de mogelijkheid tot systematische inzameling van data betreffende het zwavelgehalte van brandstoffen.
- Het verdient sterke aanbeveling om minimaal elke twee jaar de data van Lloyds in te kopen en te bewerken zodat bovenstaand protocol kan worden toegepast.

4.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

5. RAILVERKEER

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de methoden die gebruikt zijn voor het vaststellen van de emissies door het railverkeer binnen Nederland.

In de Nederlandse nationale emissiestatistiek worden bij railverkeer alleen de verbrandingsemissies ten gevolge van het gebruik van dieselolie meegenomen. De emissies ten gevolge van elektriciteitsverbruik door spoorwegen worden meegenomen bij de sector elektriciteitsproductie. Er is geen verschil in de berekening van de feitelijke/NEC-emissies en de IPCC-emissies. Beide zijn gebaseerd op brandstofafleveringen.

Naast verbrandingsemissies ontstaan ook emissies door slijtage, veroorzaakt door wrijving en vonkerosie, zowel van de stroomafnemers als van de bovenleidingen. Dit resulteert onder andere in emissies van fijn stof, koper en lood bij treinen, trams en metro's.

5.2 Bijdrage in de nationale emissies

Tabel 5A Aandeel railverkeer in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- Emissies
	%		
CO	0,1		
CO ₂	0,1	0,1	
N ₂ O	0,0	0,0	
NH ₃	0,0		0,0
NO _x	0,4		0,6
SO ₂	0,1		0,2
NMVOS	0,0		0,0
CH ₄	0,0	0,0	
PM ₁₀	0,1		0,2

Tabel 5B Aandeel railverkeer in emissies doelgroep verkeer, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- Emissies
	%		
CO	0,1		
CO ₂	0,2	0,3	
N ₂ O	0,1	0,1	
NH ₃	0,0		0,0
NO _x	0,6		0,9
SO ₂	0,2		1,8
NMVOS	0,2		0,2
CH ₄	0,3	0,3	
PM ₁₀	0,3		0,5

5.3 Beschrijving proces

Bij de doelgroep verkeer en vervoer worden alleen de directe emissies van het railverkeer meegenomen. Dat zijn in de eerste plaats de emissies van luchtverontreinigende stoffen veroorzaakt door de verbrandingsprocessen die plaatsvinden in de motoren van diesellocomotieven. Daarnaast ontstaan emissies door slijtageprocessen. Bij elektrisch voortbewogen treinen (zowel voor personen- als goederenvervoer), trams en metro's slijten ten gevolge van wrijving en vonkerosie zowel de stroomafnemers als de bovenleidingen. Dit resulteert onder andere in emissies van fijn stof, koper en lood.

5.4 Berekeningsmethoden

5.4.1 Verbrandingsemissie CO, VOS, NO_x, PM₁₀, SO₂, CO₂ en zware metalen

De verbrandingsemissies van railverkeer worden geraamd door vermenigvuldiging van het brandstofverbruik met emissiefactoren per kg verbruikte brandstof.

5.4.2 Verbrandingsemissies N₂O en NH₃

De verbrandingsemissies op Nederlands grondgebied van N₂O en NH₃ zijn berekend met behulp van IPCC-defaults voor N₂O [ref 68: IPCC, 1997] en emissiefactoren van EEA voor NH₃ [ref 60: Ntziachristos en Samaras, 2000] (zie tabel 5.2). Deze emissiefactoren zijn vermenigvuldigd met het totale brandstofverbruik door het railverkeer met dieselmotoren op Nederlands grondgebied.

5.4.3 PM10 en zware metalen door slijtage bovenleidingen en koolsleepstukken

De basis voor de emissieberekeningen vormt een onderzoek door NS Technisch Onderzoek (nu AEA Technology) in 1992 naar de slijtage van bovenleidingen en van de koolsleepstukken van stroomafnemers van elektrische treinen [ref 72: CTO, 1993]. De totale koperemissie in 1992 werden door NSTO geschat op 20,7 kton, waarvan 3 kton voor rekening kwam van koolsleepstukken.

In combinatie met het door de NS voor dat jaar opgegeven elektriciteitsverbruik (ca. 1200 kWh) en het gegeven dat bovenleidingen voor 100% en koolsleepstukken voor 25% uit koper bestaan, kon hieruit de totale hoeveelheid van bovenleiding en stroomafnemers afkomstige slijtagedeeltes per kWh elektriciteitsverbruik worden afgeleid (bovenleidingen: ca. 15 mg/kWh; koolsleepstukken: ca. 10 mg/kWh). Voor trams en metro's wordt voor de slijtage van bovenleidingen een identieke slijtage per kWh elektriciteitsverbruik verondersteld. De slijtage van stroomafnemers wordt niet meegenomen omdat hierover geen informatie is. Koolsleepstukken bestaan naast koper verder voor 10% uit lood en voor 65% uit koolstof.

Het percentage fijn stof in de totale hoeveelheid slijtagedeeltes wordt op basis van eerder genoemd NSTO-onderzoek geschat op 20%. Deze deeltjes blijven door hun geringe gewicht vermoedelijk in de lucht. Circa 65% van de slijtagedeeltes komt volgens TNO [ref 30: Coenen en Hulskotte, 1998] in de nabije omgeving van het spoor op de bodem terecht terwijl 5% in spoorsloten terecht komt. Het resterende deel van de slijtagedeeltes (10%) komt volgens het NSTO-onderzoek niet in het milieu terecht maar hecht zich aan het treinoppervlak en wordt opgevangen in de wasinstallaties.

5.5 Volumegegevens

De brandstofverbruiksgegevens zijn afkomstig van de NS-reizigers. Zij verzorgen de inkoop van de dieselolie, ook voor de ander spoorwegbedrijven (de tankstations worden beheerd door ProRail).

Tabel 5.1 toont de toegepaste verbruikscijfers.

5.6 Emissiefactoren

5.6.1 Verbrandingsemisatie CO, VOS, NO_x, PM₁₀, SO₂, CO₂ en zware metalen

De emissiefactoren, uitgedrukt in gram emissie per kg verbruikte brandstof, zijn vastgesteld door het MNP (toentertijd het RIVM) [ref 71: RIVM/LAE, 1993] in overleg met de toenmalige NS (zie tabel 5.2). De emissies van zware metalen worden berekend door het brandstofverbruik te vermenigvuldigen met emissiefactoren die gebaseerd zijn op de metaalgehalten van de brandstoffen. De emissiefactoren in gram per kilogram brandstof zijn identiek aan de factoren voor autodieselolie (tabel 1.26A).

5.6.2 Verbrandingsemisaties N₂O en NH₃

De gebruikte emissiefactoren N₂O zijn gelijk aan de IPCC-defaultwaarden [ref 68: IPCC, 1997]. Voor de berekening van de NH₃-emissies is gebruik gemaakt van EEA-waarden [ref 60: Ntziachristos en Samaras, 2000].

5.6.3 PM₁₀ en zware metalen door slijtage bovenleidingen en koolsleepstukken

Zie 5.4.3

5.7 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn vastgesteld door TNO; deze zijn gelijk aan de dieselprofielen voor de binnenvaart (tabellen 2.7 A, B en C) [ref 55: VROM, 1993].

5.8 Regionalisering

Emissies van goederen- en passagiersvervoer over het spoor worden verdeeld naar rato van het aantal voertuigkm per etmaal per spoorwegvak, gemiddeld over een jaar. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in diesel- en elektrische tractie. De intensiteiten worden berekend op basis van gegevens afkomstig van AEA Rail Technologies over aantal en type voertuigen per uur per spoorwegvak.

Tabel 5C Regionalisering emissies railverkeer

	Allocatie-parameter	Actualisatie
Spoorwegen-verbranding	Intensiteiten per spoorwegvak, dieseltractie (voertuigkm)	Driejaarlijks, meest recent in 2004 (gegevens 2002)
Spoorwegen-slijtage koper	Intensiteiten per spoorwegvak, elektrische tractie (voertuigkm)	Driejaarlijks, meest recent in 2004 (gegevens 2002)

5.9 Onzekerheden

De onzekerheden in emissieschattingen zijn afgeleid uit de onzekerheid in volumegegevens en emissiefactoren conform de regel dat de onzekerheid van het product van twee onzekere gegevens gelijk is aan de grootste onzekerheid in een van de twee gegevens, dus:

- A * A = A
- A * B = B
- B * A = B
- C * C = C
- A * D = D
- etc.

De resultaten staan vermeld in bijlage 1.

5.10 Verbeterpunten

De emissiefactoren zijn verouderd (zie 5.6.1). Gezien de grote veranderingen op het spoorwagennet, met name bij het (diesel)goederenverkeer, is een onderzoek naar de noodzaak van een herziening van deze factoren aan te bevelen.

5.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

6. LUCHTVAART

6.1 Inleiding

De Nederlandse emissie-inventarisatie geeft emissieschattingen voor het Nederlands territorium. In het kader van de feitelijke en NEC-emissies worden daarom alleen de volgende aan de luchtvaart gerelateerde emissiebronnen meegenomen:

- vliegtuigemissies tijdens de Landing en Take-off cycles (LTO);
- emissies door het gebruik van Auxiliary Power Units en General Power Units (APU/GPU);
- emissies door op- en overslag van kerosine (kerosene turnover).

De voertuigen met verbrandingsmotoren die actief zijn op de luchthavens (platform traffic) worden niet afzonderlijk meegenomen omdat deze voertuigen reeds zijn inbegrepen bij mobiele werktuigen (zie hoofdstuk 7).

In de Nederlandse emissieopgave berekend volgens het IPCC-protocol, worden bij luchtvaart alleen de emissies door binnenlandse overlandvluchten en terreinvluchten aan Nederland toegekend (zowel de LTO-cyclus als de rest van deze binnenlandse vluchten). De op Nederlands grondgebied gebunkerde brandstoffen (accijnsvrije levering) ten behoeve van internationale vluchten worden in de IPCC-methode niet aan Nederland toeerekend.

6.2 Bijdrage in de nationale emissies

Tabel 6A Aandeel luchtvaart in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC-emissies	NEC-emissies
	%		
CO	1,0		
CO ₂	0,5	0,0	
N ₂ O	0,0	0,0	
NH ₃	0,0		0,0
NO _x	0,7		1,0
SO ₂	0,1		0,2
NMVOS	0,6		0,6
CH ₄	0,0	0,0	
PM ₁₀	0,4		0,5

Tabel 6B Aandeel luchtvaart in emissies doelgroep verkeer, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC-emissies	NEC-emissies
	%		
CO	1,7		
CO ₂	2,0	0,1	
N ₂ O	1,7	0,0	
NH ₃	0,1		0,1
NO _x	1,0		1,6
SO ₂	0,2		2,3
NMVOS	2,1		2,2
CH ₄	1,4	0,3	
PM ₁₀	0,8		1,4

6.3 Beschrijving proces

De LTO-cyclus bestaat uit een viertal fasen, te weten: taxiën (Idle), starten (Take-Off), klimmen tot 3000 voet (Climb-Out), dalen vanaf 3000 voet (Approach). Alle emissies die plaatsvinden boven 3000 voet (ca. 1 km) worden niet meegenomen. In het vervolg van deze paragraaf wordt emissie-inventarisatie voor Schiphol en de overige Nederlandse luchthavens afzonderlijk behandeld.

6.4 Berekeningsmethoden

6.4.1 Feitelijke en NEC-emissies

Verbranding motorbrandstoffen; CO, NO_x, VOS, fijn stof (PM₁₀), SO₂ en CO₂

Schiphol

De verbrandingsemissies van CO, VOS, NO_x, PM₁₀, SO₂, CO₂ en zware metalen door de luchtvaart worden met behulp van het EMASA-model jaarlijks berekend door TNO. Het EMASA-model dat gehanteerd wordt, is ontleend aan de vrijwel universeel gebruikte methode van de Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA) waarop later door ICAO is aangesloten in haar meetprotocollen voor vliegtuigmotoren. Er wordt uitgegaan van een viertal vliegfasen die corresponderen met bepaalde motorinstellingen (Powersettings) van de vliegtuigen (Idle: 7%, Take-Off: 100%, Climbout 85%, Approach 30%). Deze motorinstellingen resulteren in een bepaalde brandstofconsumptie per tijdseenheid. De brandstofconsumptie levert per motortype tevens een bepaalde emissie op (emissiefactor per gewichtseenheid brandstof). In onderstaande vergelijking staat de berekening van de emissie van een bepaalde stof in een jaar weergegeven.

$$Emissie_j = \sum_{p, m, f} LTO_{p, m} * N_p * FUEL_{m, f} * TIM_{p, f} * EF_{m, f}$$

Waarin:

- $Emissie_j$ = Emissie voor een bepaalde stof in een bepaald jaar (kg/jaar)
- $LTO_{p, m}$ = Aantal Landing en Take-Off Cycles per vliegtuig (p) met motor (m) per jaar; (1/j)
- N_p = Aantal motoren per vliegtuig (p);
- $FUEL_{m, f}$ = Brandstofconsumptie van motor (m) in vliegfase (f); (kg/s)
- $TIM_{p, f}$ = Duur (afk. Time in Mode) van vliegfase (f) voor vliegtuig (p); (s)
- $EF_{m, f}$ = Emissiefactor van motor (m) per brandstofhoeveelheid in vliegfase (f); (kg/kg)

In de berekeningen worden circa 100 vliegtuigtypen onderscheiden (*tabel 6.9*). Dit zijn de volgens het jaarlijks verschijnende "Statistical Annual Review" van de Luchthaven Schiphol 100 meest voorkomende vliegtuigtypen op Schiphol (in 2000). De toedeling van vliegtuigmotoren aan de op Schiphol voorkomende vliegtuigtypen vindt hoofdzakelijk plaats aan de hand van de vliegtuig-motorcombinaties in gebruik bij de zogenaamde Home-carriers zoals KLM, Martinair, Transavia.

De brandstofconsumptie per tijdseenheid tijdens de LTO-cyclus, alsmede de bijbehorende brandstofgerelateerde emissiefactoren zijn bekend voor nagenoeg alle belangrijke vliegtuig-motorcombinaties. De emissiefactoren worden bepaald in het kader van de certificering van vliegtuigmotoren met een stuwkracht groter dan 30 kN. Er wordt daarbij een standaardmeetprotocol toegepast dat door ICAO is voorgeschreven [ref 95: ICAO, diverse jaren]. De toegepaste emissiefactoren worden voor EMASA ontleend aan diverse bronnen, o.a. DERA [ref 96: DERA, 1999] en de Federal Aviation Agency Engine Emission Database [ref 97: FAA, 1996] van de EPA. Deze database bevat de meeste gegevens die door ICAO werden gemeten in het kader van certificering van de grotere vliegtuigmotoren. Verder bevat de EMASA-database nog een aantal emissiefactoren van kleinere motoren vastgesteld door EPA en gepubliceerd in de AP42 [ref 98: EPA, 1985].

De duur van de vliegfasen (motorinstellingen) per vliegtuigtype werden voor 1990 als volgt vastgesteld. De tijden van de vliegfasen (behalve de Idle-fase) werden ontleend aan EPA [ref 98: EPA, 1985]. De gemiddelde taxi/idle tijd (Idle) werd berekend aan de hand van nauwkeurige metingen van de

luchthaven [ref 73: Nollet, 1993] en de RLD omtrent taxitijden per afzonderlijke baan gecombineerd met de gebruikspercentages per baan. Voor de zwaardere vliegtuigen (JUMBO-klasse) werd een aparte TIMCODE-categorie (TIM = Time In Mode) geïntroduceerd met iets langere tijden voor de vliegfasen Take-off en Climb-out. Deze informatie werd destijds van de RLD verkregen in het kader van de IMER-studie die ten grondslag ligt aan de PKB. *Tabel 6.10* geeft de voor Schiphol toegepaste TIM-tijden en TIM-categorieën. In het EMASA-model kan gevarieerd worden op de tijd van de IDLE-fase van de vliegtuigen vallend onder de TIMCODE-categorieën JUMBO, TF, TP en TPBUS, hetgeen nagenoeg overeenkomt met de vliegtuigbewegingen van alle commerciële vliegverkeer.

Overige vliegvelden

De overige vliegvelden kunnen worden onderscheiden in:

Civiele luchtvaart:

- regionale vliegvelden: Maastricht, Eindhoven, Rotterdam, Twente en Groningen
- kleine vliegvelden: Lelystad, Ameland, Budel, Hilversum, Hoogeveen, Midden-Zeeland, Noord-Oostpolder, Seppe, Teuge, Texel en Drachten

De emissies van de civiele luchtvaart van bovengenoemde vliegvelden zijn in 2007 bepaald op identieke wijze als hierboven is beschreven voor de luchthaven Schiphol. Als invoer voor deze berekening diende het aantal vliegbewegingen per vliegtuigtype per jaar. De vliegtuigtypen werden afgeleid van de ICAO-code en geassocieerd met een zo goed mogelijk passend vliegtuigtype zoals aanwezig in het EMASA-model. Voor vliegvelden waarvoor in een bepaald jaar geen vliegtuigtypen bekend waren is geïndexeerd met het totaal aantal vliegbewegingen afkomstig van het CBS (Statline). De tijd voor de IDLE-fase werd voor alle vliegvelden en alle vliegtuigtypen op 760 seconden vastgesteld in de berekening.

Militaire luchtvaart

In het verleden zijn ruwe schattingen gemaakt van de emissies van de LTO-cycles van militaire vliegbewegingen. Aangezien het ministerie van Defensie geen detailgegevens beschikbaar kan stellen omtrent de militaire vliegbewegingen is de actualisatie van deze emissies niet mogelijk. Ten behoeve van de berekening van de IPCC-emissie wordt wel de jaarlijkse gebruikte hoeveelheid vliegtuigbrandstof ter beschikking gesteld.

Aangezien de huidige emissies vrijwel zeker veel verschillen van de in het verleden geschatte emissies is besloten om van militaire emissies ten gevolge van LTO-cycles geen recente schattingen meer op te voeren.

Verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

De verbrandingsemissies op Nederlands grondgebied van N₂O en NH₃ zijn berekend met behulp van IPCC-defaults voor N₂O [ref 40: IPCC, 1996] en emissiefactoren van EEA voor NH₃ [ref 60: Ntziachristos en Samaras, 2000] (*tabel 6.7*). Deze emissiefactoren zijn vermenigvuldigd met het totale brandstofverbruik door de luchtvaart tijdens LTO's op Nederlands luchthavens.

Auxiliary Power Units en General Power Units (APU/GPU)

De emissies van interne en externe stroom-aggregaten voor vliegtuigen (Auxiliary Power UNITS en General Power Units) worden berekend aan de hand van de geschatte hoeveelheid brandstof die wordt verbruikt bij de stroomopwekking. De hoeveelheid brandstof die per aankomende en vertrekkende passagier wordt gebruikt is ingeschat op 500 gram per passagier.

In een formule ziet dat er als volgt uit:

$$EMISSIE_{s,j} = PASSAGIERS_j / 2 * EMISSIEFACTOR_s$$

waarbij:

EMISSIE _{s,j}	=	Emissie van stof (s) per jaar (j)
PASSAGIERS _j	=	Aantal passagiers per jaar (j)
EMISSIEFACTOR _s	=	Emissiefactor per eenheid brandstof van stof (s)

Op- en overslag van kerosine

Als gevolg van verdrijving van kerosine-damp bij overladen van brandstof komt een bepaalde hoeveelheid kerosine-damp vrij. De emissies van kerosine worden alleen voor de luchthaven Schiphol berekend aangezien de emissiehoeveelheden op de andere luchthavens verwaarloosbaar zijn. Bij de emissieberekeningen is er van uitgegaan dat het volume dat wordt verdreven, verzadigd is met kerosine-damp. Het volume damp dat wordt verplaatst als gevolg van de overladingsactiviteiten is dus bepalend voor de emissie. Omdat de kerosine op Schiphol meerdere keren wordt overgeladen wordt vermenigvuldigd met een bepaalde factor (de zogenaamde turn-over-factor). Op Schiphol is de gemiddelde turn-overfactor ongeveer 3. Een kubieke meter kerosine-damp bevat ongeveer 12 gram koolwaterstoffen. Dit getal is experimenteel gemeten door TNO. Voor iedere kubieke meter overgeslagen brandstof komt dus ongeveer 36 gram koolwaterstof vrij. In het EMASA-model is de turnover-factor instelbaar al naar gelang de bestaande configuratie van op en overslag van kerosine.

In formule uitgedrukt ziet de berekening er zo uit:

$$EMISSIE_j = VOLUME_j * TURNOVERFACTOR * EMISSIEFACTOR$$

waarbij:

EMISSIE _j	= Emissie (van vluchtige organische stoffen) in een jaar (kg/j)
VOLUME _j	= Volume van de totale hoeveelheid kerosine getankt in een jaar (m ³ /j)
TURNOVERFACTOR	= Aantal malen dat de brandstof wordt overgeslagen
EMISSIEFACTOR	= Het gehalte aan koolwaterstoffen per volume-eenheid (kg/m ³)

Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

De berekening van de verbrandingsemissies van VOS- en PAK-componenten, inclusief methaan, vindt plaats met behulp van zogenaamde profielen. Eerst worden, zoals hierboven beschreven, de verbrandingsemissies van VOS berekend. De profielen geven de fracties van de verschillende VOS- en PAK-componenten in dit 'totaal'-VOS. Door de totale VOS-emissie te vermenigvuldigen met de fracties uit deze profielen, worden de emissies van individuele VOS- en PAK-componenten geschat (tabel 6.7).

De emissies van zware metalen worden berekend door het brandstofverbruik te vermenigvuldigen met emissiefactoren die gebaseerd zijn op de metaalgehalten van de brandstoffen. De emissiefactoren in gram per kilogram brandstof zijn identiek aan de factoren voor autodieselolie (tabel 1.26A), met uitzondering van lood, overige vliegvelden. Daarvoor wordt een factor van 0,01 gram/kg brandstof aangehouden.

6.4.2 IPCC-emissies

Voor de bepaling van de IPCC-emissies wordt gerekend met het geschatte verbruik van (vliegtuig)brandstof ten behoeve van binnenlandse vluchten

De berekening is als volgt:

$$Emissie (kg) = brandstofverbruik * emissiefactor (kg/GJ)$$

6.5 Volumegegevens

6.5.1 Feitelijke en NEC-emissies

Het aantal vliegbewegingen per vliegtuigtype voor 2005 is weergegeven in tabel 6.9. Databank StatLine van het CBS biedt cijfers over het totaal aantal vliegbewegingen op de Nederlandse luchthavens vanaf 1997.

Het brandstofverbruik is afgeleid uit de CO₂-emissies. Tabel 6.1 geeft de bij de emissieberekeningen gehanteerde brandstofverbruikscijfers.

6.5.2 IPCC-emissies

Voor de schatting van het verbruik op binnenlandse vluchten is gebruik gemaakt van het SKRL-rapport van de RLD. Hieruit blijkt dat er 27,9 kton CO₂-emissie in 2000 is van binnenlandse vluchten. In het SKRL-rapport lijkt een fout te zitten in de CO₂-berekening van AVGAS. In plaats van 3,18 is een emissiefactor van 1,45 genomen per kg AVGAS (SKRL-rapport pagina 21). Als je deze fout corrigeert kom je terecht op 41,4 kton CO₂ voor binnenlandse vluchten. Hieruit kan het verbruik worden afgeleid. Er zijn geen gegevens voorhanden om een goede tijdreeks te maken. Aangezien het om een onbeduidende hoeveelheid brandstof gaat is het cijfer constant gehouden gedurende 1990-2004. In de toekomst lijkt het mogelijk een betrouwbaarder cijfer vast te stellen aangezien vanaf 1 januari 2005 accijns afgedragen moet worden voor het gebruik van vliegtuigbrandstoffen op binnenlandse vluchten. Dit biedt mogelijkheden om de gewenste gegevens via het Ministerie van Financiën te verkrijgen.

6.6 Emissiefactoren

Tabel 6.9 geeft voor 2005 per vliegtuigtype de EMASA-emissiefactoren (zie 6.4.1) voor een groot aantal motortype-vliegtuigtype-combinaties. Deze tabel, met een aggregatie van de factoren per vliegfase, geeft een indruk van de verschillen per vliegtuigtype. Voor actuele gegevens kan de ICAO-emissiedatabank (ICAO Aircraft Emissions Databank) worden geraadpleegd. De emissiefactoren voor N₂O en NH₃ zijn de IPCC-defaultwaarden voor N₂O [ref 40: IPCC, 1996] en factoren van EEA voor NH₃ [ref 60: Ntziachristos en Samaras, 2000] (tabel 6.7). Zie hoofdstuk 6.4.1 voor informatie over de emissiefactoren voor op- en overslag van kerosine en het brandstofverbruik van Auxiliary Power Units en General Power Units (APU/GPU).

6.7 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn vastgesteld door TNO (tabellen 6.8 A, B en C) [ref 55: VROM, 1993].

6.8 Regionalisering

Op basis van de vluchtgegevens van de diverse vliegvelden.

6.9 Onzekerheden

De onzekerheden in emissieschattingen zijn afgeleid uit de onzekerheid in volumegegevens en emissiefactoren conform de regel dat de onzekerheid van het product van twee onzekere gegevens gelijk is aan de grootste onzekerheid in een van de twee gegevens, dus:

- A * A = A
- A * B = B
- B * A = B
- C * C = C
- A * D = D
- etc.

De resultaten staan vermeld in bijlage 1.

6.10 Verbeterpunten

De vaststelling van het brandstofverbruik door het binnenlands vliegverkeer ten behoeve van de berekening van de IPCC-emissies, moet worden verbeterd. Het betreft nu een globale schatting.

6.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

7. MOBIELE WERKTUIGEN

7.1 Inleiding

Mobiele werktuigen worden vooral in de landbouw en bouw gebruikt. Het zijn voertuigen die zich met een motor voortbewegen, met name buiten de openbare wegen: tractoren, bulldozers, etcetera.

De IPCC-emissies zijn gelijk aan de feitelijke emissies van broeikasgassen.

Verondersteld is dat uitsluitend gasolie (rode diesel) als brandstof is toegepast. Het verbruik van andere brandstoffen, zoals LPG en benzine is verwaarloosd. In geval van de IPCC-emissies zullen deze brandstoffen zijn meegenomen in de brandstofafzet aan het wegverkeer.

7.2 Bijdrage in de nationale emissies

Tabel 7A Aandeel mobiele werktuigen in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	3,5		
CO ₂	1,3	1,5	
N ₂ O	0,0	0,0	
NH ₃	0,0		0,0
NO _x	6,5		8,9
SO ₂	2,0		4,0
NMVOS	2,2		2,2
CH ₄	0,0	0,0	
PM ₁₀	5,3		6,6

Tabel 7B Aandeel mobiele werktuigen in emissies doelgroep verkeer, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	5,8		
CO ₂	5,7	7,0	
N ₂ O	1,2	1,4	
NH ₃	0,3		0,3
NO _x	9,1		14
SO ₂	3,8		41
NMVOS	7,1		7,7
CH ₄	5,9	6,8	
PM ₁₀	11		19

7.3 Beschrijving proces

De emissies worden veroorzaakt door de verbranding van fossiele brandstoffen in de motoren van de mobiele werktuigen.

7.4 Berekeningsmethoden

7.4.1 Verbranding motorbrandstoffen; CO, NO_x, VOS, fijn stof (PM₁₀), SO₂ en CO₂

De verbrandingsemissies van mobiele werktuigen worden geschat op basis van brandstofverbruik vermenigvuldigd met emissiefactoren in gram/kg brandstof.

7.4.2 Verbranding motorbrandstoffen; N₂O en NH₃

De verbrandingsemissies op Nederlands grondgebied van N₂O en NH₃ zijn berekend met behulp van IPCC-defaults voor N₂O [ref 68: IPCC, 1997] en emissiefactoren van EEA voor NH₃ [ref 60: Ntziachristos en Samaras, 2000] (*tabel 7.2*). Deze emissiefactoren zijn vermenigvuldigd met het brandstofverbruik.

7.4.3 Verbranding motorbrandstoffen; VOS- en PAK-componenten en zware metalen

De berekening van de verbrandingsemissies van VOS- en PAK-componenten, inclusief methaan, vindt plaats met behulp van zogenaamde profielen. Eerst wordt zoals beschreven in hoofdstuk 7.4.1 de verbrandingsemissies van VOS berekend. De profielen geven de fracties van de verschillende VOS- en PAK-componenten in dit 'totaal'-VOS. Door de totale VOS-emissie te vermenigvuldigen met de fracties uit deze profielen, worden de emissies van individuele VOS- en PAK-componenten geschat.

De emissies van zware metalen worden berekend door het brandstofverbruik te vermenigvuldigen met emissiefactoren die gebaseerd zijn op de metaalgehalten van dieselolie. De emissiefactoren in gram per kilogram brandstof zijn opgenomen in *tabel 7.2*.

7.5 Volumegegevens

De brandstofverbruiken (vnl. trekkerolie) van landbouwwerktuigen zijn afkomstig van het Landbouw-economisch Instituut [ref 75: LEI, diverse jaren] voor wat betreft het verbruik in eigen materieel en van het CBS voor wat betreft verhuurbedrijven werkzaam in de agrarische sector (zie *tabel 7.1*). Het brandstofverbruik in de bouwsector is gebaseerd op cijfers van productiestatistieken van de bouwnijverheid [ref 23: CBS]. Hierbij is aangenomen dat alleen gasolie ("rode" dieselolie) is ingezet. Het brandstofverbruik van de overige mobiele werktuigen berust op een zeer grove schatting, gebaseerd op het verschil in de totale inzet van gasolie volgens de NEH minus het verbruik in de landbouw- en bouwsector .

7.6 Emissiefactoren

Met behulp van een eenvoudig bouwjarenmodel zijn voor de macrocomponenten parkemissiefactoren berekend. Hierbij is rekening gehouden met de penetratie van nieuwe werktuigen die voldoen aan emissienormering voor mobiele werktuigen die sinds 1999 van kracht is geworden.

Bij de berekening is gebruik gemaakt van parkomvangcijfers van het aantal landbouwtractoren [LEI], en van nieuwe inzichten in het brandstofverbruik en ongenormeerde emissiefactoren van landbouwtractoren [ref 74: CITEPA, 2003].

7.7 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn vastgesteld door TNO; deze zijn gelijk aan de dieselpromenaden voor de binnenvaart (tabellen 2.7 A, B en C) [ref 55: VROM, 1993].

7.8 Regionalisering

Verdeling van emissies door mobiele werktuigen in de landbouw is gekoppeld aan de oppervlakte van de diverse teelten (bijvoorbeeld graan, aardappelen of mais) waarbinnen ze worden ingezet. Deze oppervlakte wordt afgeleid uit het bestand Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN), waarvan Alterra bronhouder is. Momenteel zijn de gegevens gebaseerd op het LGN5, met 2003/2004 als basisjaar. Actualisatie van gegevens sluit zoveel mogelijk aan bij de actualisatiefrequentie van het LGN (eens per 2-3 jaar).

Voor de niet-landbouwwerktuigen wordt de inwonersdichtheid als maat genomen. Gegevens over het aantal inwoners zijn afkomstig van het CBS.

Tabel 7C Regionalisering emissies mobiele werktuigen

	Allocatie-parameter	Actualisatie
Landbouw, verbranding	Teelten (oppervlakte in m ²)	Driejaarlijks, meest recent in 2004 (gegevens over 2003 en 2004)
Overig, verbranding	Inwonerdichtheid (500*500m)	Driejaarlijks, meest recent in 2004 (gegevens over 2004)

7.9 Onzekerheden

De onzekerheden in emissieschattingen zijn afgeleid uit de onzekerheid in volumegegevens en emissiefactoren conform de regel dat de onzekerheid van het product van twee onzekere gegevens gelijk is aan de grootste onzekerheid in een van de twee gegevens, dus:

- A * A = A
- A * B = B
- B * A = B
- C * C = C
- A * D = D
- etc.

De resultaten staan vermeld in bijlage 1.

7.10 Verbeterpunten

Het zwakste punt bij de berekeningen is de onderverdeling van de totale huisbrandoliepost (rode diesel) uit de Nationale Energiehuishouding. Er is aangenomen dat deze post geheel wordt ingezet bij mobiele werktuigen omdat de andere belangrijke toepassing (oliegestookte verwarmingsinstallaties) nagenoeg is verdwenen.

Verder laat de betrouwbaarheid van de cijfers over landbouwwerktuigen te wensen over, met name het verbruik bij het door loonbedrijven ingezette materieel. Gegevens over deze laatste post zijn sterk verouderd.

Het verbruik in de bouwsector betreft een zeer globale schatting, gebaseerd op (financiële) productiegegevens.

De restpost overige mobiele werktuigen bevat uiteraard de meeste onzekerheden. Er zijn te weinig gegevens voorhanden om deze post "bottom-up" op te bouwen.

7.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

8. Defensie-activiteiten

8.1 Inleiding

De doelgroep Defensie-activiteiten wordt in het kader van de Emissieregistratie alleen opgevoerd bij de IPCC-berekeningen. Het gaat om de emissies van de marine en de luchtmacht ten gevolge van het gebruik van in Nederland ingenomen brandstoffen. Bij de feitelijke emissies zijn de emissies van defensie in principe opgenomen in respectievelijk de zeescheepvaart en de luchtvaart.

In het IPCC-rapport "Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories" [ref 80: IPCC, 2001] staat in paragraaf 2.4.1.3 beschreven dat in principe alle brandstof die wordt gebruikt voor militaire operaties moet worden meegenomen bij de emissie-inventarisatie edoch dat multilaterale operaties niet behoeven te worden meegenomen. Indien het onderscheid niet is te maken moet alle brandstof worden meegerekend

8.2 Bijdrage in de nationale emissies

Tabel 8A Aandeel defensie-activiteiten in nationale emissies, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC-emissies	NEC-emissies
	%		
CO	.		
CO ₂	.	0,2	
N ₂ O	.	0,0	
NH ₃	.		-
NO _x	.		-
SO ₂	.		-
NMVOS	.		-
CH ₄	.	0,0	
PM ₁₀	.		-

Tabel 8B Aandeel defensie-activiteiten in emissies doelgroep verkeer, 2005

	Feitelijke emissies	IPCC-emissies	NEC-emissies
	%		
CO	.		
CO ₂	.	1,0	
N ₂ O	.	1,4	
NH ₃	.		-
NO _x	.		-
SO ₂	.		-
NMVOS	.		-
CH ₄	.	1,3	
PM ₁₀	.		-

8.3 Beschrijving proces

De voortstuwing van Defensie vaartuigen en vliegtuigen vindt plaats door middel van verbrandingsmotoren die gebruik maken van fossiele brandstoffen. De verbranding van fossiele brandstoffen gaat gepaard met emissies van broeikasgassen koolstofdioxide (CO₂), lachgas (N₂O) en methaan (CH₄) en overige stoffen zoals stikstofoxiden (NO_x), koolstofmonoxide (CO), vluchtige organische koolwaterstoffen (VOS), en zwaveldioxide (SO₂) en Fijn stof (PM₁₀).

8.4 Berekeningsmethoden

De berekening van de emissies vindt plaats op basis van de jaarlijks door Defensie geregistreerde verbruikte hoeveelheden van brandstoffen. In dit geval gaat het om scheepsbrandstof en vliegtuigbrandstof.

De algemene formule voor het berekenen van de emissies is:

Emissie = Brandstofhoeveelheid . Emissiefactor

Specifiek per stof en per brandstof geldt:

$EM_{f,s}$	=	V_f	.	$EF_{f,s}$
Waarbij:				
$EM_{f,s}$	=	Emissie van stof (s) en brandstof (f), (kg)		
V_f	=	Brandstofhoeveelheid van brandstof (f), (eenheid)		
$EF_{f,s}$	=	Emissiefactor van stof (s) voor brandstof (f), (kg/eenheid)		

8.5 Volumegegevens

In het kader van het milieujaarverslag rapporteert defensie in mei over de milieubelasting van de brandstofverbruiken van het voorgaande jaar. In april kan reeds een concept totaalverbruik van defensie brandstoffen aan de taakgroep verkeer worden aangeleverd. *Tabel 8.1* geeft de verbruikscijfers vanaf 1990.

8.6 Emissiefactoren

De emissiefactoren die in onderstaande tabellen staan zijn zoveel mogelijk overgenomen van het ministerie van Defensie [ref 92: Oord, 2004]. De IPCC-richtlijnen laten het gebruik van specifieke emissiefactoren voor militaire activiteiten toe.

Daar waar eigen recente inzichten in emissiefactoren afwijken van de emissiefactoren van Defensie, zijn eigen referenties gebruikt. Dit laatste is het geval de recente waarde van lachgas uit scheepsmotoren uit TNO-onderzoek [ref 76: Dernier van der Gon, 2002].

Tabel 8C Emissiefactoren van vliegtuigbrandstof ¹⁾ (ton/TJ).

Stof	Emissiefactor	Referentie
CO ₂	72,9	Defensie standaard [ref 92]
N ₂ O	0,0058	Defensie standaard [ref 92]
VOS	0,1	UBA berichte 6/89 [ref 93]
CH ₄	0,01	Shareef et. al ²⁾ [ref 51]

¹⁾ Vliegtuigbrandstof 42,5 MJ/kg

²⁾ 10% van VOS

Tabel 8D Emissiefactoren van scheepsbrandstof ¹⁾ (ton/TJ).

Stof	Emissiefactor	Referentie
CO ₂	75,25	Defensie standaard [ref 92]
N ₂ O	0,00187	TNO R2002/294, advieswaarde [ref 76]
VOS	0,066	Lloyds MERP [ref 94]
CH ₄	0,00234	TNO R2002/294, advieswaarde ³⁾ [ref 76]

¹⁾ Scheepsbrandstof 42,7 MJ/kg

²⁾ Deze brandstof bestaat uit 100% MGO (marine gasoil)

³⁾ 4% van VOS

Een jaarlijkse bepaling van emissiefactoren is niet nodig. Wel zal gelet moeten worden op eventuele bijstelling van emissiefactoren van broeikasgassen (CO₂, N₂O en CH₄) die worden geadviseerd in IPCC-kader.

8.7 Stofprofielen

De VOS- en PAK-profielen zijn vastgesteld door TNO; deze zijn gelijk aan de dieselfactoren voor de binnenvaart (*tabellen 2.7 A, B en C*) [ref 55: VROM, 1993].

Hiermee zijn de CH₄-factoren uit de VOS-emissiefactoren afgeleid.

8.8 Regionalisering

Niet mogelijk

8.9 Onzekerheden

Onbekend

8.10 Verbeterpunten

Geen

8.11 Verificatie

Er wordt jaarlijks een uitgebreide trendanalyse uitgevoerd, waarbij afwijkingen groter dan 5% ten opzichte van het voorgaande jaar verklaard dienen te worden.

9. IPCC-METHODE

9.1 Inleiding

De emissies van de broeikasgassen CO₂, CH₄ en N₂O door verkeer worden in Nederland op twee manieren berekend: 'bottom-up' en 'top-down'.

'Top down'

In het kader van internationale beleidsinspanningen op het gebied van klimaatverandering, die worden gecoördineerd door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), is het verplicht jaarlijks een emissie-inventarisatie van broeikasgassen uit te voeren. Om overlap tussen gegevens van verschillende landen te voorkomen wordt door de IPCC aanbevolen broeikasgasemissies te berekenen op basis van brandstofafzet [ref 8: Thoughton et al., 1997]. Afzetgegevens van brandstoffen zijn in Nederland, zoals in de meeste andere landen, alleen bekend op geaggregeerd niveau: bijvoorbeeld de totale brandstofafzet naar het totale wegverkeer is bekend. De geaggregeerde afzetgegevens kunnen worden omgerekend naar emissiegegevens per voertuigcategorie; er wordt als het ware van boven naar beneden gerekend, vandaar de benaming 'top-down'. In dit methodenrapport wordt de 'top-down'-methode de IPCC-methode genoemd.

'Bottom-up'

Het energiegebruik en de daarmee gepaard gaande broeikasgasemissies kunnen ook 'bottom-up' worden berekend: energieverbruiks- en broeikasgasemissiefactoren per voertuigcategorie worden met volumegegevens per voertuigcategorie vermenigvuldigd, waarmee per voertuigcategorie het energiegebruik en de broeikasgasemissies bekend zijn. Deze gegevens kunnen worden geaggregeerd tot totaal-emissiecijfers voor verkeer en vervoer: er wordt als het ware van beneden naar boven gerekend, vandaar de benaming 'bottom-up'. In Nederland wordt deze methode in de emissie-inventarisatie van mobiele bronnen al jaren toegepast (zie rest van dit rapport). In dit methodenrapport wordt de 'bottom-up' -methode de NL-grondgebied-methode genoemd, welke gebruikt wordt voor het bepalen van de 'feitelijke' en de 'NEC'-emissies. Dit hoofdstuk beschrijft uitsluitend de IPCC-methode.

9.2 Waarom twee schattingsmethoden?

Er is besloten om voor broeikasgasemissies in de Nederlandse emissiestatistiek beide methoden toe te passen. De redenen zijn tweërlei.

De IPCC inventariseert de wereldwijde broeikasgasemissies. Om dubbeltellingen te voorkomen en om verschillen in rekenmethoden tussen landen te minimaliseren, heeft de IPCC een methode voorgeschreven die gebruik maakt van nationale statistieken over de brandstofafzet in landen. De schattingen voor de totale brandstofafzet aan het wegverkeer zijn vermoedelijk betrouwbaarder dan de schattingen van het totale brandstofverbruik op basis van voertuigkilometers en brandstof-efficiency. Toch kan niet worden volstaan met het alleen toepassen van de 'top-down'-methode, omdat het beleidsmatig noodzakelijk is ook de broeikasgasemissies van de afzonderlijke voertuigcategorieën binnen het wegverkeer te weten. Om de broeikasgasemissies door het wegverkeer te kunnen desaggregeren naar voertuigcategorieën is de 'bottom-up'-methode daarbij onontbeerlijk. Beide methoden moeten daarom worden uitgevoerd.

De tweede reden is dat het sowieso aanbevelenswaardig is om beide methoden toe te passen omdat door het vergelijken van de einduitkomsten van de twee onafhankelijke rekenmethoden zicht wordt gekregen op de betrouwbaarheid van de uiteindelijke broeikasgasemissieschatting door verkeer en vervoer in Nederland. Overigens zijn beide methoden niet zonder meer vergelijkbaar. Paragraaf 9.3 gaat daar verder op in.

9.3 De belangrijkste verschillen tussen de twee methoden

De essentie van het verschil tussen de IPCC-methode en de NL-grondgebied-methode op basis van energiegebruik is dat de IPCC-methode zich baseert op de brandstofverkopen in een land en de NL-grondgebied-methode op het brandstofverbruik op Nederlands grondgebied. Er zijn methodisch echter nog meer verschillen die vooral te maken hebben met de methode van toedeling van emissies aan Nederland. Van groot belang hierbij is een IPCC-aanbeveling: 'International bunker fuels are

combusted in ships at sea and by airplanes (both undertaking international movements) and therefore should be included in global greenhouse gas estimations. Following guidance, the IPCC recommends that every country estimate emissions from international bunker fuels sold within national boundaries, but that these emissions would be reported separately and, as far as possible, excluded from national totals'. Deze aanbeveling is in de IPCC-methode overgenomen. Bij de NL-grondgebied-methode is de benadering anders: deze methode wil een schatting geven van de emissies die plaatsvinden op Nederlands grondgebied. De methode trekt zich niets aan van de kwestie 'gebunkerde c.q. niet-gebunkerde brandstoffen'. De methode kijkt uitsluitend welk deel van de activiteiten van de luchtvaart, zeescheepvaart en binnenvaart op Nederlands grondgebied plaatsvindt. De emissies die door dat deel van de activiteiten worden veroorzaakt worden aan Nederland toegekend. Voor de drie genoemde vervoerwijzen betekent de IPCC-aanbeveling en de NL-grondgebied-methode concreet: voor de categorie luchtvaart wordt bij de NL-grondgebied-methode de emissies aan Nederland toegekend die plaatsvinden tijdens de LTO (Landing, Take-Off)-cyclus van alle vliegtuig-bewegingen op Nederlandse luchthavens (zie hoofdstuk 6). In de IPCC-methode worden alleen de emissies door binnenlandse overlandvluchten en terreinvluchten aan Nederland toegekend (zowel LTO-cyclus als de rest van deze binnenlandse vluchten).

De op Nederlands grondgebied gebunkerde brandstoffen (accijnsvrije levering) ten behoeve van internationale vluchten worden in de IPCC-methode niet aan Nederland toegerekend. De bunkeremissies wel door de IPCC geïventariseerd maar niet aan individuele landen toegerekend; voor de categorie binnenvaart worden bij de NL-grondgebied-methode de emissies meegenomen van de binnen Nederland afgelegde vaartuigkilometers. In de IPCC-methode dienen alleen de emissies in de binnenlandse binnenvaart (herkomst en bestemming binnen Nederland) als nationale emissies te worden beschouwd. Op dit moment worden de nationale binnenvaartemissies berekend uitgaande van de binnenlandse brandstofafleveringen aan de binnenvaart. Echter, alle beroepsbinnenvaart, zowel die in het binnenlands als in het internationaal vervoer, mag sinds het begin van de jaren 80 accijnsvrij 'bunkeren'. De door de binnenlandse binnenvaart gebunkerde brandstoffen worden dus niet meegenomen voor de berekening van de Nederlandse broeikasgasemissies en dit is strikt genomen niet conform de IPCC-richtlijn. De cijfers over de bunkerafzet geven echter geen inzicht in het aandeel binnenlands en internationaal vervoer. Vooralsnog is ervoor gekozen het verschil met de IPCC-richtlijnen niet te corrigeren omdat onvoldoende betrouwbare informatie is over de broeikasgasemissies door de binnenlandse binnenvaart.

Voor de categorie zeescheepvaart worden bij de NL-grondgebied-methode de emissies meegenomen van varende en stilliggende schepen in Nederlandse havens (zie hoofdstuk 4) en op de Westerschelde. De op Nederlands grondgebied gebunkerde brandstoffen (accijnsvrije levering) ten behoeve van zeescheepvaart dienen conform de IPCC-richtlijnen niet aan Nederland te worden toegekend. Wel dient de bunkering door vissersschepen in Nederland bij het nationale totaal opgeteld te worden.

9.4 Emissiefactoren voor IPCC-methode.

In de *tabellen 9.1 A, B en C* wordt een overzicht gegeven van de emissiefactoren en omrekeningsfactoren die gebruikt zijn in de berekening van de broeikasgassen conform de IPCC-voorschriften. Voor de achtergronden en verdere informatie wordt verwezen naar de site www.broeikasgassen.nl.

10. VERANDERINGEN T.O.V. VORIGE VERSIES RAPPORT

De belangrijkste methodiekwijzigingen van de laatste 4 jaar zijn vermeld in tabel 10.1. De cijfermatige consequenties van de wijzigingen die zijn doorgevoerd in de Emissieregistratie van voorjaar 2007 over de periode 1990 t/m 2005 worden getoond in tabel 10.2.

Referenties

1. CBSa. Meerdere jaargangen. De mobiliteit van de Nederlandse Bevolking (jaarlijks), CBS, StatLine, Voorburg/Heerlen. Alle cijfers worden gepubliceerd in CBS-Statline.
2. CBSb, meerdere jaargangen. Het bezit en gebruik van personenauto's, Voorburg/Heerlen. *Niet meer gepubliceerd sinds statistiekjaar 1999, i.v.m. opheffing van het PersonenAutoPanel (PAP). Er wordt momenteel een nieuwe statistiek ontwikkeld op basis van gegevens van de Nationale AutoPas (NAP) en de statistiek "Mobiliteit van de Nederlandse Bevolking".*
3. CBSc, meerdere jaargangen. Het bezit en gebruik van bedrijfsvoertuigen, CBS, Voorburg/Heerlen. *Wordt niet meer gepubliceerd i.v.m. opheffing van de Bedrijfsvoertuigen-enquête (BVE). Er wordt momenteel een nieuwe statistiek ontwikkeld op basis van het Basisbestand Goederenvervoer van het CBS.*
4. Brink, R.M.M. van den, 1996. Deeltjesemissie door wegverkeer, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven
5. CROW, 1997. Hergebruik van asfalt met teer, CROW, Ede, januari 1997.
6. Roovaart, J.van den, 2000. Notitie over gebruik van ZOAB t.b.v. taakgroep Verkeer, RIZA
7. Feenstra, J.F., P.J.F. van der Most, 1985. Diffuse bronnen van waterverontreiniging, IVM-rapport E85/15, Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam
8. Thoughton, J.T. et al, 1997. (J.T. Thoughton, L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Tréanton, I. Mamaty
9. Baas, 1991. Literatuuronderzoek naar de lachgasemissie door het wegverkeer, TNO-IMW-rapport R91/322.
10. Barbusse, S., D. Clodic, J.P. Roumegoux, 1998. Mobile air conditioning. Measurement and simulation of energy and fuel consumption. The Earth Technology Forum, Washington DC, 1998.
11. Brink, R.M.M. van den, 1997. Memo 17-12-'97.
12. Brink, R.M.M. van den, 1999. Notitie PAK's in wegdekslijtage, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 26 oktober 1999
13. Brink, R.M.M. van den, et al, 2000. R.M.M. van den Brink (RIVM), N.L.J. Gense (TNO-WT), J.A.P.Klein (CBS). Nieuwe Berekeningsmethodiek Emissies Wegverkeer. Paper voor het tweede Colloquium Verkeer, Milieu en Techniek (RIVM) op 29 juni 2000.
14. Brink, R.M.M. van den, 2001. Inventarisatie broeikasgasemissies Verkeer en vervoer, RIVM-notitie, 19 maart 2001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven
15. Carter en Bradow, 1984.
16. Cavalini, P.M., L. Hendrickx, A.J. Rooijers, 1995. Verschillen tussen groepen automobilisten met betrekking tot milieurelevant gedrag, Milieu, nr. 1995/1, pp. 18-25
17. CBSa. Statistiek van Motorvoertuigen. SDU/uitgeverij/CBS-publikaties, Den Haag.
18. CBSb. Verkeersprestatie op het verharde Nederlandse wegennet, Maandstatistiek Verkeer en Vervoer. SDU/uitgeverij/CBS-publikaties, Den Haag.
19. CBSc, 1993. Motorrijden in Nederland, Cijfers over bezit en gebruik. Voorburg/Heerlen.
20. CBSf, meerdere jaargangen. Statistiek van het Personenvervoer. CBS, Voorburg/Heerlen.
21. CBSg, meerdere jaargangen. Energieverbruik in het wegverkeer, Maandstatistiek Verkeer en Vervoer. SDU/uitgeverij/CBS-publikaties, Den Haag
22. CBSi, meerdere jaargangen. Nederlandse Energiehuishouding (NEH), Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, verschijnt jaarlijks.
23. CBSj. Interne gegevens Centraal Bureau voor de Statistiek (niet gepubliceerd).
24. CBSn. 1990-1994: Jaarboek toerisme en vrijetijdsbesteding / Centraal Bureau voor de Statistiek, Hoofdafdeling Sociaal-Culturele Statistieken. SDU/uitgeverij/CBS-publikaties, Den Haag. Vanaf 1995 samengegaan met: Toerisme in cijfers en voortgezet als: Toerisme en recreatie in cijfers.
25. CBS, 1988. Inkomend toerisme: toeringcarpassagiers in Nederland. A.Maas, W.E. Bernelot Moens. Sociaal-culturele berichten 1988-3.
26. CBS, 1992. Luchtverontreiniging, emissies door wegverkeer, 1980-1990. SDU/uitgeverij/CBS-publikaties, Den Haag.
27. CBS, 1993. Luchtverontreiniging, emissies door wegverkeer, methodiek vaststelling emissiefactoren.
28. CBS, 1995. Inkomend toerisme. Index: feiten en cijfers over onze samenleving, juli 1995.
29. CBS, 1999. EMMOB-files, Emissies Mobiele Bronnen, Emissiejaarrapport 97/98, CD-ROM, Voorburg, Mei 1999.

30. Coenen, P.W.H.G., J.H.J. Hulskotte, 1998, Onderzoek naar de emissies naar oppervlaktewater van railverkeer in de provincie Zuid-Holland, rapportnr. TNO-MEP-R098/C01, TNO-MEP, Apeldoorn, april 1998
31. Consumentenbond, 1993. Geciteerd in: Adviesbureau Milieudata, 1997.
32. CORINAIR, 1999. Atmospheric Emission Inventory Guidebook: Road Transport, Chapter B760, EMEP/CORINAIR, September 1999 (<http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR/en/group07.pdf>)
33. Egglestone, S., Goriben, N., Joumard, R., Rijkeboer, R., Zamaras, Z., Zierock, K.-H., 1989. Summary Report of the Corinair Working Group on Emission Factors for calculating 1985 Emissions from Road Traffic. Berlijn, EnviCon.
34. Feijen-Jeurissen, M., H. Oonk, N. Gense, 2001. N2O emissions from automobile sources: - emissions and trends, TNO-MEP, Apeldoorn, March 2001
35. Gense, N.L.J., 2000 Driving style, fuel consumption and tail pipe emissions. Final report. TNO report: 00.OR.VM.021.1/NG., TNO Automotive, Delft, March 2000.
36. Gense, N.L.J., I.R. Wilmink, I. De Vlieger, 1999. Emissies en Files, tweede conceptrapport, TNO report: 99.OR.VM.023.1/NG., TNO Automotive, Delft, March 2000.
37. Harmelen, A.K. van, et al. Emissies en Afval in Nederland. Jaarrapport 1998 en ramingen 1999. CCDM, Rapportagereeks Doelgroepmonitoring nr. 6, november 2000.
38. Harrington, W., V. Mc.Connell, A. Ando., 2000. Are vehicle emission inspection programs living up to expectations?, Transportation Research Part D, Vol. 5, pp. 153-172, 2000.
39. Hildemann, 1991, Consumentenbond, 1993 en Polasek, 1994. In: Adviesbureau Milieudata, 1997.
40. IPCC, 1996. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories .Volume 3, Inventory Reference Manual, Revised 1996 Bracknell (UK): IPCC WGI Technical Support Unit.
41. Janssen van de Laak, W.H., 1997. Afstromend regenwater, een probleem?, in: J.A. Annema en R.M.M. van den Brink (red.).
42. Joumard, R., R. Vidon, C. Pruvost, P. Tassel, G. de Soete, 1995. Changes in pollutant emissions from passenger cars under cold start conditions, The French National Institute for Transport and Safety Research (INRETS), Bron Cedex, March 1995.
43. Kågeson, P. , 1998. Cycle-Beating and the EU Test Cycle for Cars, European Federation for Transport and Environment (T&E), Brussels, November 1998.
44. Keuken, M.P., J. Baas, 1997. "Fijn stof emissies door wegverkeer; resultaten meetcampagne in 1996", TNO-MEP, Delft, mei 1997.
45. Klein, J.A.P., 1992. Luchtverontreiniging Emissies door Wegverkeer. Methodiek Vaststelling Emissiefactoren, Publikatiereeks Statistische Onderzoekingen M45, SDU/uitgeverij/CBS-publikaties, Den Haag (rapport opgesteld door het CBS in opdracht van Rijkswaterstaat).
46. LeFranc, F., 1999. Update VERSIT light duty vehicles, TNO Automotive, Delft, May 1999.
47. Milieudata, Adviesbureau, 1997. 'Metalen in brandstoffen voor wegverkeer", oktober 1997.
48. Most, P.F.J. van der, C.Veldt, 1992. Emission Factors Manual Parcom-Atmos, Emission factors for air pollutants 1992. TNO-MEP, Apeldoorn, december 1992.
49. RAI. Segmentenoverzicht, personenwagens op registratiedatum. RAI Vereniging, Amsterdam
50. Rogge, 1993. Geciteerd in: Adviesbureau Milieudata, 1997 (rekenkundig gemiddelde).
51. Shareef, G.S., W.A. Butler, L.A. Bravo, M.B. Stockton, 1988, Air emissions species manual, Vol. I: Volatile organic compound (VOC) species profiles. Radian Corp., EPA report 450/2-88-003a.
52. STOWA, 1998, Emissies uit scheepsmotoren, STOWA-rapport 98-12, Harlingen
53. TNO, vanaf 1990. Steekproefcontroleprogramma, jaarrapporten vanaf 1989-1990, TNO-Wegtransportmiddelen/TNO-Industrie en Techniek (www.tno.nl/industrie_en_techniek/markten/automotive_and_transporta/powertrains/environmental_studies_and/), Delft
54. TRL, 1998. The inspection in in-use cars in order to attain minimum emissions of pollutants and optimum energy efficiency, Detailed Report 6 – Remote Sensing, Transport Research Laboratory
55. VROM, 1993. Publikatiereeks Emissieregistratie. Emissiefactoren Vluchtige organische stoffen uit verbrandingsmotoren. no. 10, april 1993, Den Haag.
56. Wilbers, P., 1994. De econometer; een praktijkproef, Traffic Test, Veenendaal, november 1994
57. WSV, 1994
58. Zonneveld, E.A., 1991. Emissiefactoren van kooldioxide en de kooldioxide-uitwerp door het stoken van fossiele brandstoffen, 1975-1989. Kwartaalbericht Milieustatistiek 1991/1, 25-26 (CBS), Den Haag, Sdu-uitgeverij/CBS-publikaties

59. Winkel, R.G., 2002. NH3 emission results of Dutch car park, draft report, TNO-Automotive, Delft, February 2002
60. Ntziachristos, L., Z. Samaras, 2000. COPERT III; Computer Programme to calculate emissions from road transport, methodology and emission factors (version 2.1), European Energy Agency (EEA), Copenhagen, November 2000
61. EU, 2002. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, C 145 E/71, 18-6-2002
62. FAPETRO, 1999. Verslag van de activiteiten van het fonds voor de analyse van petroleumproducten
63. FAPETRO, 2000. Verslag van de activiteiten van het fonds voor de analyse van petroleumproducten
64. Machrafi, H., W. Mertens, 1999. Verslag van het onderzoek naar het benzeen, studentverslagen TU Eindhoven
65. Shell, 2000. Technische achtergrondinformatie over Shell Pura, Afdeling Technical Support Fuels, 2000/CSS/086
66. Heeb, N.V., A.-M. Forss, M. Weilenman, 2002. Pre- and post-catalyst-, fuel-, velocity- and acceleration- dependent benzene emission data of gasoline-driven Euro-2 passenger cars and light duty vehicles, Atmospheric Environment, Vol. 26, pp. 4745-4756.
67. Vreuls H.H.J., The Netherlands: list of energy carriers and standard CO₂ -emission factors, SenterNovem, 2004
68. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Emission Inventories, Reference Manual.
69. MNP, 2005. Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2003, National Inventory Report 2005. RIVM report 773201009 / 2005
70. EG, 2003. Besluit van de Raad van de Europese Unie betreffende de toetreding van de Europese Gemeenschap tot het Protocol van 1998 inzake vermindering van verzuring, eutrofiëring en ozon op leefniveau bij het Verdrag van 1979 betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand (2003/507/EG). Publicatieblad van de Europese Unie L179/1 van 17-7-2003.
71. RIVM/LAE, 1993. Notitie E.Rab over informatie van NS over emissiefactoren voor dieselgedreven materiaal, Bilthoven.
72. CTO, 1993, Project koperemissie spoorwegverkeer, deel I, II en III, Nederlandse Spoorwegen, Centrum voor Technisch Onderzoek, Utrecht
73. Nollet, 1993. Taxitijden t.b.v. PMMS-werkgroep 4 (herziene versie), NV Luchthaven Schiphol, AOM93/025.RH, 23 februari 1993
74. CITEPA, 2003. Off Road Land-Based Diesel Engines, Draft Background Document on the sector, Paris, May 2003.
75. LEI, diverse jaren. Rapporten Landbouw-Economisch Instituut
76. Denier van der Gon H.A.C., Hulskotte, J.H.J., Emissiefactoren voor methaan en lachgas uit de luchtvaart en de scheepvaart, TNO-rapport R2003/294, (2002)
77. Harmelen, A.K., Koch, W.R., CO₂ emission factors for fuels in the Netherlands, TNO R2002/174, (2002)
78. Hulskotte J, Protocol voor de vaststelling van het brandstofgebruik en de broeikasgasemissies van de visserij in Nederland conform de IPCC-richtlijnen TNO-rapport 3 2004/391, 2004.
79. IPCC, Revised 1996 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, reference manual, (1996)
80. IPCC, IPCC Good practice Guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories, (2001)
81. LNV, data uit VIRIS (visserij registratie en informatiesysteem), directie visserij (2004)
82. LNV, Gids van visserij vaartuigen, directie visserij, (jaar onbekend)
83. Rypdal et al., EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, (2000)
84. ShipData, website met gegevens over vissersschepen, www.shipdata.nl (2004)
85. Taal, C. et al., Visserij in cijfers, jaarlijks rapport 2000 t/m 2004, LEI, Den Haag. Laatste rapport gepubliceerd in 2005 (nr. PR.05.10)
86. Tyedmers, P., Energy Consumed by North Atlantic Fisheries (www.mgmt.dal.ca/sres/pdfs/Energy_Tyedmers1.pdf), in Zeller, D., R. Watson, and D. Pauly (eds.), Fisheries Impacts on North Atlantic Ecosystems: Catch, effort and national/regional datasets, Fisheries Centre Research Reports 9(3), 12-34, (2003)
87. Vreuls, H.H.J., Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren. SenterNovem (2004). Zie www.broeikasgassen.nl ('Achtergrondinformatie bij de NIR-rapportages en emissie-inventarisaties').
88. VROM, Methode voor de berekening van broeikasgasemissies, Publicatierreeks Emissieregistratie, Nr 37, 1997

89. Bunkerworld, TWI - Data Archive & Latest TWI Figures (www.bunkerworld.com), (2004)
90. Hoen, A., R.M.M. van den Brink, J.A. Annema (2006) Verkeer en vervoer in de Welvaart en Leefomgeving, Achtergronddocument bij Emissieprognoses Verkeer en Vervoer, MNP rapportnr. 500076 002, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven
91. Smit, R., R. Smokers, E. Schoen, A. Hensema, 2006. A new modelling approach for road traffic emissions: VERSIT+LD – Background and Methodology. TNO report 06.OR.PT.016.1/RS, TNO Science and Industry, Powertrains, Delft, July 14, 2006.
92. Oord, J.C.M. van, Ministerie van Defensie, Persoonlijke Mededelingen. Excel-bestand 13-4-2006.
93. Weyrauther, G. et.al., Ermittlung der Abgasemissionen aus dem Flugverkehr über der Bundesrepublik Deutschland. UBA-Berichte 6/89.
94. Lloyds Register, 1990. Marine Exhaust Emissions Research Programme, Steady Operations, London, 1990.
95. ICAO, diverse jaren, International Civil Aviation Organisation. International standards and recommended practices environmental protection, annex 16 to the convention on international civil aviation, first edition 1981.
96. DERA, 1999, Second revised edition of the ICAO Aircraft Engine Exhaust Emissions Databank, 8 February 1999.
97. FAA, 1996, Federal Aviation Agency, Federal Aviation Air Emissions Databank version 2.1.
98. EPA, 1985, Environmental Protection Agency, Compilation of air pollution emission factors, volume 2, Mobile sources, 4th edition.
99. Bolt, E., EMS-protocol Emissies door Binnenvaart: Ontgassing van ladingdampen naar lucht. Project Emissieregistratie en Monitoring Scheepvaart. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam, 1 oktober 2003.
100. Hulskotte, J., E. Bolt, D. Broekhuizen, EMS-protocol Emissies door Binnenvaart: Verbrandingsmotoren. Project Emissieregistratie en Monitoring Scheepvaart. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam, 22 november 2003.
101. Hulskotte, J., R. Koch, 2000, Emissiefactoren zeeschepen. TNO-MEP, rapport R 2000/221, TNO, Apeldoorn.
102. Tak, C. van der, Actualisatie T0-emissies. Marin Rapport nr. 16196.620/2, 10 juli 2000.
103. Entec, 2002 European Commission, Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, ENTEC Limited, July 2002.
104. Oonk et. al., Emissiefactoren van zeeschepen voor de toepassing in de jaarlijkse emissieberekeningen, TNO-MEP R2003/438, oktober 2003
105. MARIN, 2003, Emissieberekening routegebonden scheepvaartverkeer op NCP, op basis van aangepaste bronbestanden en emissiefactoren, Rapport Nr 18717.620.1, 25 juli 2003
106. Hulskotte et.al., 2003, Emissies door verbrandingsmotoren van zeeschepen op het Nederlands Continentaal Plat, EMS protocol, november 2003
107. RIZA. Factsheet "emissies remvoeringen".
www.rijkswaterstaat.nl/rws/riza/wateremissies/Bibliotheek/Documenten/Diffuse_bronnen/DBR_factsheet_emissies_remvoeringen.pdf
108. RIZA, 2005. Factsheet "motoremissies recreatievaart" Te downloaden via [website RIZA](#).
109. AVV, 2007. Verkeersprestatie op rijkswegen in 2001. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer. Te downloaden via [website AVV](#).
110. NAP, 2006. Nationale Autopas. www.autopas.nl
111. Smit, R., Smokers, R., Schoen, E. & Hensema, A. (2006a) *A New Modelling Approach for Road traffic Emissions – VERSIT+ Light Duty*, TNO Report 06.OR.VM.016.1/RS.
112. Smit, R., Van Mieghem, R. & Hensema, A. (2006b) *Algemene PM₁₀, NO_x en NO₂ emissiefactoren voor Nederlandse Snelwegen*, TNO Rapport 06.OR.PT.029.1/RS.
113. Smit, R., Smokers, R., Rabé, E., 2007. A new modelling approach for road traffic emissions: VERSIT+, Transp. Res. Part D, *Submitted*.
114. Weilenmann, M (2005) Impact of Air Conditioning on Emissions of Gasoline Euro-3 Passenger Cars – Preliminary Report, EMPA, Dübendorf.
115. Riemersma, I.J. & Smokers, R. (2004) Ontwikkeling van het Versit+ HD emissiemodel, TNO, Delft.

Tabel A
Aandeel doelgroep verkeer in nationale emissies, 2004

	Feitelijke emissies	IPCC- emissies	NEC- emissies
	%		
CO	61		
CO ₂	22	22	
N ₂ O	2,9	2,8	
NH ₃	1,9		1,9
NO _x	72		62
SO ₂	54		10
NMVOS	30		29
CH ₄	0,3	0,3	
PM ₁₀	47		35

Bron: CBS, StatLine

Tabel B
Emissiebronnen per soort rapportage

	Feitelijke Emissies ¹⁾	IPCC- Emissies ²⁾	NEC- Emissies ³⁾
1. WEGVERKEER	x	x	x
2. BINNENVAART			
Goederen, internationaal	x		x
Goederen, nationaal	x	x	x
Passagiers- en veerboten	x	x	x
Recreatievaart	x		x
3. VISSERIJ			
Viskotters Nederlands-diesel	x	x	x
Diepzeetrawlers Nederlands-diesel		x	
ViskottersBuitenlands-diesel		x	
Diepzeetrawlers (stookolie)		x	
4. ZEEVAART			
Binnengaats	x		
Op het NCP	x		
5. RAILVERKEER			
Passagiers	x	x	x
Goederen	x	x	x
6. LUCHTVAART			
Nationaal, AVGAS	x	x	x
Nationaal, kerosine	x	x	x
Internationaal, kerosine	x		x
7. MOBIELE WERKTUIGEN			
Landbouw	x	x	x
Bouw	x	x	x
Overige	x	x	x
8. DEFENSIE-ACTIVITEITEN			
Schepen		x	
Vliegtuigen		x	

¹⁾ Alle stoffen.

²⁾ CO₂, N₂O en CH₄.

³⁾ NMVOS, SO₂, NO_x, NH₃ en PM₁₀

Tabel C Emissieoorzaak-codes Emissieregistratie, processen doelgroep verkeer

EO-CODE	Werkveld 22: MOBIELE BRONNEN VOLGENS IPCC
010244004	Gebruik trekkers vr. opleggers, IPCC, autosnelweg overig wegverkeer
010245004	Gebruik vrachtauto, IPCC, autosnelweg overig wegverkeer
010246004	Gebruik motorfiets, IPCC, autosnelweg overig wegverkeer
010262004	Gebruik autobus, IPCC, landel.weg overig wegverkeer
010020104	Gebruik pers.auto benzine, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010020204	Gebruik pers.auto benzine kat, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010020404	Gebruik pers.autos diesel idi, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010020504	Gebruik pers.autos LPG, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010021104	Gebruik bestelauto benzine, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010021204	Gebruik bestelauto benzine kat, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010021404	Gebruik bestelauto diesel idi, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010021504	Gebruik bestelauto LPG, IPCC, beb. kom personen/best.auto
010040104	Gebruik pers.auto benzine, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010040204	Gebruik pers.auto benzine kat, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010040404	Gebruik pers.autos diesel idi, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010040504	Gebruik pers.autos LPG, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010041104	Gebruik bestelauto benzine, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010041204	Gebruik bestelauto benzine kat, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010041404	Gebruik bestelauto diesel idi, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010041504	Gebruik bestelauto LPG, IPCC, autosnelweg personen/best.auto
010060104	Gebruik pers.auto benzine, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010060204	Gebruik pers.auto benzine kat, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010060404	Gebruik pers.autos diesel idi, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010060504	Gebruik pers.autos LPG, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010061104	Gebruik bestelauto benzine, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010061204	Gebruik bestelauto benzine kat, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010061404	Gebruik bestelauto diesel idi, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010061504	Gebruik bestelauto LPG, IPCC, landel.weg personen/best.auto
010222004	Gebruik autobus, IPCC, beb. kom overig wegverkeer
010223104	Gebruik spec.vrtg.benzine, IPCC, beb. kom overig wegverkeer
010223404	Gebruik spec.vrtg.diesel di, IPCC, beb. kom overig wegverkeer
010224004	Gebruik trekkers vr. opleggers, IPCC, beb. kom overig wegverkeer
010225004	Gebruik vrachtauto, IPCC, beb. kom overig wegverkeer
010226004	Gebruik motorfiets, IPCC, beb. kom overig wegverkeer
010227004	Gebruik bromfiets, IPCC, beb. kom overig wegverkeer
010242004	Gebruik autobus, IPCC, autosnelweg overig wegverkeer
010243104	Gebruik spec.vrtg.benzine, IPCC, autosnelweg overig wegverkeer
010243404	Gebruik spec.vrtg.diesel di, IPCC, autosnelweg overig wegverkeer
010263104	Gebruik spec.vrtg.benzine, IPCC, landel.weg overig wegverkeer
010263404	Gebruik spec.vrtg.diesel di, IPCC, landel.weg overig wegverkeer
010264004	Gebruik trekkers vr. opleggers, IPCC, landel.weg overig wegverkeer
010265004	Gebruik vrachtauto, IPCC, landel.weg overig wegverkeer
010266004	Gebruik motorfiets, IPCC, landel.weg overig wegverkeer
010267004	Gebruik bromfiets, IPCC, landel.weg overig wegverkeer
020010604	Spoorwegen - vrachtvervoer verbranding IPCC
020030104	Spoorwegen diesel personenv. verbranding IPCC
023010604	Binnenscheepvaart - verbranding IPCC
023030104	Binnenvaart vrachtvervoer verbranding IPCC
040110104	Mobiele werktuigen landbouw - verbranding IPCC

EO-CODE	Werkveld 22: MOBIELE BRONNEN VOLGENS IPCC (vervolg)
040110604	Mobiele werktuigen overig - verbranding IPCC
040110804	Mobiele werktuigen, bouwsector verbranding IPCC
E30121604	Vliegvelden IPCC
E30123604	Vliegvelden schiphol IPCC
E30010604	Vliegvelden - schiphol verbranding IPCC <1998
E30020604	Vliegvelden - overige velden (incl. militaire) verbranding idle, take off, IPCC
024010304	Visserij: Brandstofgebruik van buitenlandse viskotters, IPCC
024010204	Visserij: Brandstofgebruik van diepzeetrawlers, IPCC
024010104	Visserij verbranding, Nederlandse kottervisserij en binnenvisserij IPCC
024010404	Defensie: Brandstofgebruik van schepen en vliegtuigen, IPCC

EO-CODE	Werkveld 25: WEGVERKEER
010243603	Bandenslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010243702	Lekkage motorolie spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010243703	Lekkage motorolie spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010243901	Wegdekslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010243902	Wegdekslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010243903	Wegdekslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010244001	Gebruik trekkers vr. opleggers, autosnelweg overig wegverkeer
010244301	Remslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244601	Bandenslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244602	Bandenslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244603	Bandenslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244702	Lekkage motorolie trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244703	Lekkage motorolie trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244901	Wegdekslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244902	Wegdekslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010244903	Wegdekslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010245001	Gebruik vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245301	Remslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245601	Bandenslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245602	Bandenslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245603	Bandenslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245702	Lekkage motorolie vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245703	Lekkage motorolie vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245901	Wegdekslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245902	Wegdekslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010245903	Wegdekslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010246001	Gebruik motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246301	Remslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246601	Bandenslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246602	Bandenslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246603	Bandenslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246702	Lekkage motorolie motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246703	Lekkage motorolie motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246901	Wegdekslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246902	Wegdekslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246903	Wegdekslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010249301	Verdamping benzine spec.vrtg, autosnelweg
010249601	Verdamping benzine motorfiets, autosnelweg

EO-CODE	Werkveld 25: WEGVERKEER (vervolg)
010262001	Gebruik autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262301	Remslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262601	Bandenslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262602	Bandenslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262603	Bandenslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262702	Lekkage motorolie autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262703	Lekkage motorolie autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262901	Wegdekslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010262902	Wegdekslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010020101	Gebruik pers.auto benzine, beb. kom personen/best.auto
010020201	Gebruik pers.auto benzine kat, beb. kom personen/best.auto
010020301	Remslijtage pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010020401	Gebruik pers.autos diesel idi, beb. kom personen/best.auto
010020501	Gebruik pers.autos LPG, beb. kom personen/best.auto
010020601	Bandenslijtage pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010020612	Bandenslijtage pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010020712	Lekkage motorolie pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010020901	Wegdekslijtage pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010020912	Wegdekslijtage pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010021101	Gebruik bestelauto benzine, beb. kom personen/best.auto
010021201	Gebruik bestelauto benzine kat, beb. kom personen/best.auto
010021301	Remslijtage best.auto, beb. kom personen/best.auto
010021401	Gebruik bestelauto diesel idi, beb. kom personen/best.auto
010021501	Gebruik bestelauto LPG, beb. kom personen/best.auto
010021601	Bandenslijtage best.auto, beb. kom personen/best.auto
010021612	Bandenslijtage best.auto, beb. kom personen/best.auto
010021712	Lekkage motorolie best.auto, beb. kom personen/best.auto
010021901	Wegdekslijtage best.auto, beb. kom personen/best.auto
010021912	Wegdekslijtage best.auto, beb. kom personen/best.auto
010029001	Verdamping benzine pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010029101	Verdamping benzine best.auto, beb. kom personen/best.auto
010040101	Gebruik pers.auto benzine, autosnelweg personen/best.auto
010040201	Gebruik pers.auto benzine kat, autosnelweg personen/best.auto
010040301	Remslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040401	Gebruik pers.autos diesel idi, autosnelweg personen/best.auto
010040501	Gebruik pers.autos LPG, autosnelweg personen/best.auto
010040601	Bandenslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040602	Bandenslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040603	Bandenslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040702	Lekkage motorolie pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040703	Lekkage motorolie pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040901	Wegdekslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040902	Wegdekslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040903	Wegdekslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041101	Gebruik bestelauto benzine, autosnelweg personen/best.auto
010041201	Gebruik bestelauto benzine kat, autosnelweg personen/best.auto
010041301	Remslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041401	Gebruik bestelauto diesel idi, autosnelweg personen/best.auto
010041501	Gebruik bestelauto LPG, autosnelweg personen/best.auto
010041601	Bandenslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto

EO-CODE	Werkveld 25: WEGVERKEER (vervolg)
010041602	Bandenslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041603	Bandenslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041702	Lekkage motorolie best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041703	Lekkage motorolie best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041901	Wegdekslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041902	Wegdekslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041903	Wegdekslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010049001	Verdamping benzine pers.auto, autosnelweg
010049101	Verdamping benzine best.auto, autosnelweg
010060101	Gebruik pers.auto benzine, landel.weg personen/best.auto
010060201	Gebruik pers.auto benzine kat, landel.weg personen/best.auto
010060301	Remslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060401	Gebruik pers.autos diesel idi, landel.weg personen/best.auto
010060501	Gebruik pers.autos LPG, landel.weg personen/best.auto
010060601	Bandenslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060602	Bandenslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060603	Bandenslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060702	Lekkage motorolie pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060703	Lekkage motorolie pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060901	Wegdekslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060902	Wegdekslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060903	Wegdekslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010061101	Gebruik bestelauto benzine, landel.weg personen/best.auto
010061201	Gebruik bestelauto benzine kat, landel.weg personen/best.auto
010061301	Remslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061401	Gebruik bestelauto diesel idi, landel.weg personen/best.auto
010061501	Gebruik bestelauto LPG, landel.weg personen/best.auto
010061601	Bandenslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061602	Bandenslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061603	Bandenslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061702	Lekkage motorolie best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061703	Lekkage motorolie best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061901	Wegdekslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061902	Wegdekslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061903	Wegdekslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010069001	Verdamping benzine pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010069101	Verdamping benzine best.auto, landel.weg personen/best.auto
010222001	Gebruik autobus, beb. kom overig wegverkeer
010222301	Remslijtage autobus, beb. kom overig wegverkeer
010222601	Bandenslijtage autobus, beb. kom overig wegverkeer
010222612	Bandenslijtage autobus, beb. kom overig wegverkeer
010222712	Lekkage motorolie autobus, beb. kom overig wegverkeer
010222901	Wegdekslijtage autobus, beb. kom overig wegverkeer
010222912	Wegdekslijtage autobus, beb. kom overig wegverkeer
010223101	Gebruik spec.vrtg.benzine, beb. kom overig wegverkeer
010223301	Remslijtage spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer
010223401	Gebruik spec.vrtg.diesel di, beb. kom overig wegverkeer
010223601	Bandenslijtage spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer
010223612	Bandenslijtage spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer
010223712	Lekkage motorolie spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer

EO-CODE	Werkveld 25: WEGVERKEER (vervolg)
010223901	Wegdekslijtage spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer
010223912	Wegdekslijtage spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer
010224001	Gebruik trekkers vr. opleggers, beb. kom overig wegverkeer
010224301	Remslijtage trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010224601	Bandenslijtage trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010224612	Bandenslijtage trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010224712	Lekkage motorolie trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010224901	Wegdekslijtage trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010224912	Wegdekslijtage trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010225001	Gebruik vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010225301	Remslijtage vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010225601	Bandenslijtage vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010225612	Bandenslijtage vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010225712	Lekkage motorolie vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010225901	Wegdekslijtage vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010225912	Wegdekslijtage vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010226001	Gebruik motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010226301	Remslijtage motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010226601	Bandenslijtage motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010226612	Bandenslijtage motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010226712	Lekkage motorolie motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010226901	Wegdekslijtage motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010226912	Wegdekslijtage motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010227001	Gebruik bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010227301	Remslijtage bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010227601	Bandenslijtage bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010227612	Bandenslijtage bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010227712	Lekkage motorolie bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010227901	Wegdekslijtage bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010227912	Wegdekslijtage bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010229201	Verdamping benzine autobus, beb. kom overig wegverkeer
010229301	Verdamping benzine spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer
010229401	Verdamping benzine trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010229501	Verdamping benzine vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010229601	Verdamping benzine motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010229701	Verdamping benzine bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010242001	Gebruik autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242301	Remslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242601	Bandenslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242602	Bandenslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242603	Bandenslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242702	Lekkage motorolie autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242703	Lekkage motorolie autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242901	Wegdekslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242902	Wegdekslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242903	Wegdekslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010243101	Gebruik spec.vrtg.benzine, autosnelweg overig wegverkeer
010243301	Remslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010243401	Gebruik spec.vrtg.diesel di, autosnelweg overig wegverkeer
010243601	Bandenslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer

EO-CODE	Werkveld 25: WEGVERKEER (vervolg)
010243602	Bandenslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010262903	Wegdekslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010263101	Gebruik spec.vrtg.benzine, landel.weg overig wegverkeer
010263301	Remslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263401	Gebruik spec.vrtg.diesel di, landel.weg overig wegverkeer
010263601	Bandenslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263602	Bandenslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263603	Bandenslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263702	Lekkage motorolie spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263703	Lekkage motorolie spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263901	Wegdekslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263902	Wegdekslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010263903	Wegdekslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010264001	Gebruik trekkers vr. opleggers, landel.weg overig wegverkeer
010264301	Remslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264601	Bandenslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264602	Bandenslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264603	Bandenslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264702	Lekkage motorolie trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264703	Lekkage motorolie trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264901	Wegdekslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264902	Wegdekslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264903	Wegdekslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010265001	Gebruik vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265301	Remslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265601	Bandenslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265602	Bandenslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265603	Bandenslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265702	Lekkage motorolie vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265703	Lekkage motorolie vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265901	Wegdekslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265902	Wegdekslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265903	Wegdekslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010266001	Gebruik motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266301	Remslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266601	Bandenslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266602	Bandenslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266603	Bandenslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266702	Lekkage motorolie motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266703	Lekkage motorolie motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266901	Wegdekslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266902	Wegdekslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266903	Wegdekslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267001	Gebruik bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267301	Remslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267601	Bandenslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267602	Bandenslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267603	Bandenslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267703	Lekkage motorolie bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267901	Wegdekslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer

EO-CODE	Werkveld 25: WEGVERKEER (vervolg)
010267902	Wegdekslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267903	Wegdekslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010269201	Verdamping benzine autobus, landel.weg overig wegverkeer
010269301	Verdamping benzine spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010269401	Verdamping benzine trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010269501	Verdamping benzine vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010269601	Verdamping benzine motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010269701	Verdamping benzine bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267702	Lekkage motorolie bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267303	Remslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010267302	Remslijtage bromfiets, landel.weg overig wegverkeer
010266303	Remslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010222312	Remslijtage autobus, beb. kom overig wegverkeer
010223312	Remslijtage spec.vrtg., beb. kom overig wegverkeer
010061302	Remslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010061303	Remslijtage best.auto, landel.weg personen/best.auto
010227312	Remslijtage bromfiets, beb. kom overig wegverkeer
010226312	Remslijtage motorfiets, beb. kom overig wegverkeer
010060303	Remslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010060302	Remslijtage pers.auto, landel.weg personen/best.auto
010041303	Remslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010041302	Remslijtage best.auto, autosnelweg personen/best.auto
010262302	Remslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010245303	Remslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010262303	Remslijtage autobus, landel.weg overig wegverkeer
010263302	Remslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010246302	Remslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010246303	Remslijtage motorfiets, autosnelweg overig wegverkeer
010265303	Remslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010265302	Remslijtage vrachtauto, landel.weg overig wegverkeer
010263303	Remslijtage spec.vrtg., landel.weg overig wegverkeer
010264302	Remslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010264303	Remslijtage trekkers, landel.weg overig wegverkeer
010243303	Remslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010243302	Remslijtage spec.vrtg., autosnelweg overig wegverkeer
010224312	Remslijtage trekkers, beb. kom overig wegverkeer
010225312	Remslijtage vrachtauto, beb. kom overig wegverkeer
010040302	Remslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010040303	Remslijtage pers.auto, autosnelweg personen/best.auto
010020312	Remslijtage pers.auto, beb. kom personen/best.auto
010021312	Remslijtage best.auto, beb. kom personen/best.auto
010266302	Remslijtage motorfiets, landel.weg overig wegverkeer
010244302	Remslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010245302	Remslijtage vrachtauto, autosnelweg overig wegverkeer
010244303	Remslijtage trekkers, autosnelweg overig wegverkeer
010242303	Remslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer
010242302	Remslijtage autobus, autosnelweg overig wegverkeer

EO-CODE	Werkveld 26: OVERIGE MOBIELE BRONNEN
020010601	Spoorwegen - vrachtovervoer verbranding
020020601	Spoorwegen - slijtage van stroomafnemers
020020602	Spoorwegen - slijtage van stroomafnemers
020020603	Spoorwegen - slijtage van stroomafnemers
020030101	Spoorwegen diesel personenv. verbranding
020080101	Spoorwegen-metro-sneltram vonkerosie van bovenleidingen
020080102	Spoorwegen-metro-sneltram vonkerosie van bovenleidingen
020080103	Spoorwegen-metro-sneltram vonkerosie van bovenleidingen
020310601	Spoorwegen - vonkerosie bovenleidingen
020310602	Spoorwegen - vonkerosie bovenleidingen
020310603	Spoorwegen - vonkerosie bovenleidingen
024010101	Visserij verbranding, Nederlandse kottervisserij en binnervisserij
040110101	Mobiele werktuigen landbouw - verbranding
040110601	Mobiele werktuigen overig - verbranding
040110801	Mobiele werktuigen, bouwsector verbranding
050010601	Uitlaatgassen recreatievaart, benzine - verbranding
050110601	Uitlaatgassen recreatievaart, diesel - verbranding
050120601	Verdamping benzine recreatievaart
EO-CODE	Werkveld 27: ZEESCHEEPVAART
025990601	Zeescheepvaart - varende zeeschepen, verbrandingsemisies
027990601	Zeescheepvaart - varende zeeschepen op NCP, verbrandingsemisies
034010601	Stilliggende schepen
EO-CODE	Werkveld 26: BINNENVAART
023000101	Binnenvaart nationaal - verbranding
023000201	Binnenvaart nationaal duwvaart - verbranding
023000301	Binnenvaart passagiers- en veerboten - verbranding
023000601	Binnenvaart ontgassing van ladingdampen
023001101	Binnenvaart internationaal - verbranding
023001201	Binnenvaart internationaal duwvaart - verbranding
023010601	Binnenscheepvaart - verbranding
023030101	Binnenvaart vrachtovervoer verbranding
EO-CODE	Werkveld 8: CIVILIE VLEGVELDEN LTO'S INDIVIDUEEL
E30021601	Vliegvelden - overige velden (incl. militaire) op- en overslag van brandstof
E30121601	Overige vliegvelden
E30121701	Overige vliegvelden LTO-Take Off+Idle, excl. militair
E30121801	Overige vliegvelden LTO-Climb Out+Approach, excl. militair
E30991001	Schiphol, vliegverkeer-take off
E30991101	Schiphol, vliegverkeer-climb out
E30991201	Schiphol, vliegverkeer-approach
E30991301	Schiphol, vliegverkeer-idle
E30991401	Schiphol, vliegverkeer-APU/GPU
E30991501	Schiphol, vliegverkeer-kerosine overslag/tanken

Bijlage 1 Kwaliteitscoderingen

A. Kwaliteitscoderingen volumegegevens emissies door mobiele bronnen

	Wegverkeer					totaal	
	personen auto's	lichte bedrijfs-voertuigen	zware bedrijfs-voertuigen	brom-fietsen	motor-tweewielers		
Aantal vervoermiddelen	A	A	A	B	A		
Verkeersprestatie							
per bouwjaar	B	C	C	D	D		
per wegtype	B	C	C	D	D		
totaal	A	B	B	B	B		
Brandstofinzet							
specifiek verbruik	A	B	B	C	C		
verbruik per bouwjaar	B	C	C	D	D		
verbruik per wegtype	C	C	C	D	D		
verbruik	B	C	C	C	C		
afzet (IPCC)	B	C	C	C	C	A	
	Binnenvaart		Zeevaart	Rail-vaart	Luchtvaart	Mobiele werktuigen	totaal
	beroeps- binnen- vaart	recre- atie- vaart	(binnen- gaats)	ver- keer	Schip -hol	land- bouw overig	
Aantal vervoermiddelen		C					
Kilometers				B			
Vliegbewegingen				A	B		
Scheepsbewegingen		D	C				
Brandstofinzet							
specifiek verbruik		N					
Verbruik	C	D	D	B	C	C	B
afzet (IPCC)	B			B	N	B	D
							E
							E

Verklaring coderingen (methode US-EPA)

A= De data zijn afkomstig van zeer accurate (hoge precisie) metingen.

B= De data zijn afkomstig van accurate metingen.

C= De data zijn afkomstig van een gepubliceerde bron zoals overheidsstatistieken of industriële handelscijfers.

D= De data zijn gemaakt op basis van extrapolatie van andere gemeten activiteiten.

E= De data zijn gemaakt op basis van extrapolatie van buitenlandse gegevens.

N= Niet van toepassing of niet bekend.

B. Kwaliteitscoderingen emissiefactoren mobiele bronnen

	Wegverkeer					totaal
	personen auto's	lichte bedrijfsvoertuigen	zware bedrijfsvoertuigen	Brom-Fietsen	motortweewielers	
Verbrandingsemissies						
CO/VOS-totaal	C	C	C	D	D	
NO _x	B	B	B	D	D	
fijn stof	C	C	C	E	E	
N ₂ O	C	C	D	E	E	
SO ₂	C	C	C	C	C	C
CO ₂	A	A	A	A	A	A
VOS-/PAK-profielen	D	D	D	D	D	D
Dioxines	E	E	E	E	E	E
Metalen	D	D	D	D	D	D
Verdampingsemissies						
Totaal	D	D	D	D	D	
VOS-profiel	D	D	D	D	D	D
Overige emissies						
bandenslijtsel, fijn stof	E	E	E	E	E	
bandenslijtsel, metalen	E	E	E	E	E	
Remvoeringslijtsel, fijn stof	E	E	E	E	E	
Remvoeringslijtsel, metalen	E	E	E	E	E	
wegdekslijtsel, fijn stof	E	E	E	E	E	
wegdekslijtsel, metalen	E	E	E	E	E	
wegdekslijtsel, PAK	E	E	E	E	E	
lekverliezen motorolie	E	E	E	E	E	E
verbruik motorolie, metalen	E	E	E	E	E	
Overige factoren						
Veroudering	N	N	N	N	N	
koude start	D	D	D	D	D	
Rijgedrag	N	N	N	N	N	
Accessoires	N	N	N	N	N	
veroudering cannister	N	N				
Naar compartiment						
Verbrandingsemissies	E	E	E	E	E	E
slijtsel banden, etc.	E	E	E	E	E	E
Olielekkage	E	E	E	E	E	E

	Binnenvaart	Zee-recreatievaart	Railverkeer	Luchtvaart	Mobiele werktuigen			totaal
	beroepsbinnenvaart	(binnen)vaart	(binnen)keer	Schip-hol	landbouw	Overig bouw	overig	
Verbrandingsemissies								
CO/VOS-totaal	C	D	C	D	C	D	D	D
NO _x	B	D	C	C	B	C	D	D
fijn stof	D	E	E	E	E	E	E	E
N ₂ O	E	E	E	E	E	E	E	E
SO ₂	A	A	C	A	C	C	A	A
CO ₂	A	A	A	A	A	A	A	A
VOS-/PAK-profielen	D	D	D	D	D	D	D	D
Dioxines	E	E	E	E	E	E	E	E
Metalen	D	D	D	D	D	D	D	D
Verdampingsemissies								
Totaal	N	D	N	N				N
VOS-profiel	N	D	N	N				N
slijtage bovenleidingen				C				
Naar compartiment								
Verbrandingsemissies	E	E	E	E				
slijtage bovenleidingen				E				

C. Kwaliteitscoderingen emissies door mobiele bronnen

		Wegverkeer						
		personen- auto's	lichte bedrijfs- voertuigen	zware bedrijfs- voertuigen	brom- fietsen	motor- twee- wielers	totaal	
Verbranding								
CO/VOS	totaal	C	C	C	D	D	C	
	per bouwjaar	C	C	C	D	D		
	per wegtype	C	C	C	D	D	C	
NO _x	totaal	B	B	B	D	D	B	
	per bouwjaar	B	C	C	D	D		
	per wegtype	B	C	C	D	D	C	
fijn stof	totaal	C	C	C	E	E	C	
	per bouwjaar	C	C	C	E	E		
	per wegtype	C	C	C	E	E	C	
N ₂ O	totaal	E	E	E	E	E	E	
NH ₃	totaal	E	E	E	E	E	E	
CH ₄	totaal	D	D	D	D	D	D	
SO ₂	totaal	B	C	C	C	C	B	
	per bouwjaar	B	C	C	D	D		
	per wegtype	C	C	C	D	D	C	
CO ₂ (NL-gg)	totaal	B	C	C	C	C	B	
	per bouwjaar	B	C	C	D	D		
	per wegtype	C	C	C	D	D	C	
CO ₂ (IPCC)	totaal	B	C	C	C	C	A	
VOS/PAK-comp.	totaal	D	D	D	D	D	D	
Metalen	totaal	D	D	D	D	D	D	
Verdamping	totaal	D	D	D	D	D	D	
	VOS-componenten	D	D	D	D	D	D	
Overig								
bandenslijtsel, fijn stof	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
bandenslijtsel, metalen	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
remslijtsel, fijn stof	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
remslijtsel, metalen	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
Wegdekslijtsel, fijn stof	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
Wegdekslijtsel, metalen	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
Wegdekslijtsel, PAK	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
Lekverliezen motorolie	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	
verbr. Motorolie, metalen	totaal	E	E	E	E	E	E	
	naar compartiment	E	E	E	E	E	E	

	Binnenvaart beroeps- binnen- vaart	Zee- recre- atie- vaart	Zee- vaart (binnen- gaats)	Rail- ver- keer	Lucht- vaart Schip- hol	Overig	Mobiele werktuigen			Totaal
							land- bouw	overig	totaal	Verkeer en Vervoer
Verbranding										
CO/VOS	C	D	D	D	C	D	D	D	E	E
NO _x	C	D	D	C	B	C	D	D	E	E
fijn stof	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
N ₂ O	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
NH ₃	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
CH ₄	D	D	D	D	D	D	D	D	E	E
SO ₂	C	D	D	B	C	C	B	D	E	E
CO ₂ (NL-gg)	C	D	D	B	C	C	B	D	E	E
CO ₂ (IPCC)	B			B			B	D	E	E
VOS/PAK-compon.	D	D	D	D	D	D	D	D	E	E
Metalen	D	D	D	D	D	D	D	D	E	E
Verdamping		D								
VOS-component.		D								
Slijtage										
Bovenleidingen naar compartiment				C	E					

