

# Verkenning mobiele werktuigen

## 1 Inleiding

### Aanleiding



Mobiele werktuigen<sup>1</sup>, zoals heftrucks, graafmachines e.d. dragen vooral in het stedelijk gebied aanmerkelijk bij aan de luchtvervuiling. De uitstoot van fijn stof, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> is 15% tot 20% van de totale emissie van het wegverkeer (bron: CBS Statline, 2009). Ze hebben tot nu toe nog weinig aandacht gekregen. Zowel de milieuefficiëntie van de voertuigen zelf als door de kwaliteit van de toegepaste brandstoffen zijn sterk achtergebleven bij het wegverkeer. Bij mobiele werktuigen is daarom nog een grote milieuwinst te behalen.

De grootste gezondheidsschade treedt op bij werknemers op de bouwplaats zelf, zij ademen de meeste luchtvervuiling in door de korte afstand tot de bronnen. Ook het binnenstedelijke milieu wordt op bouwplaatsen door mobiele werktuigen belast. Voor landbouwvoertuigen speelt dit minder, deze emissies zijn vooral van belang door hun bijdrage aan regionale achtergrondconcentraties en voor de boeren en loonwerkers zelf. Loonwerkers worden evenals mensen op de bouwplaats in principe beschermd via de Arboret. Gemeenten en de bouwsector hebben veel belang bij vermindering van de uitstoot door de mobiele werktuigen. Hierdoor nemen lokale piekconcentraties af én verminderd het aantal gezondheidsproblemen en knelpunten voor de bouw.

Voor u ligt een verkenning over mobiele werktuigen. We beschrijven achtereenvolgens wat mobiele werktuigen zijn, welke lucht-emissies ze uitstoten, de relevante wet- en regelgeving, de maatschappelijke kosten en een aantal oplossingsrichtingen om de luchtemissies te voorkomen of te beperken.

## 2 Probleemschets emissies door mobiele werktuigen

### 2.1 Wat zijn mobiele werktuigen?

Onder mobiele werktuigen verstaat men een bonte verzameling van machines die wordt ingezet op een bepaalde locatie. Het zijn motorisch aangedreven machines c.q. voertuigen, in het algemeen zonder kentekenbewijs, die niet of bij uitzondering op de openbare weg mogen (uitgezonderd landbouwtractors).

Voorbeelden van mobiele werktuigen zijn:

1. Bouw- en utiliteitsmachines: mobiele kranen, heftrucks, hoogwerkers, compressors, aggregaten, funderingsmachines, verreikers;
2. Grondverzetmachines: bulldozers, graaflaadcombinaties, hydraulische graafmachines, rups- en wiellaadschoppen, dumpers;
3. Wegenbouwmachines: asfaltinstallaties, asfaltdakwerinstallaties, asfaltfreesinstallaties, graders, scrapers, trilplaten, uitzet-/laserapparatuur, walsen;
4. Landbouwvoertuigen: tractoren, sproeiwagens, grasmaaiers.



<sup>1</sup> Mobiele werktuigen worden ook wel eens mobiele bronnen genoemd. Dit is echter een verwarrende term, omdat het CBS, NMP, PBL e.a. onder de mobiele bronnen wagens, schepen, vliegtuigen, treinen en mobiele werktuigen verstaan. Wij zullen bij deze benaming aansluiten en alleen het begrip mobiele werktuigen gebruiken.

In Nederland zijn er ongeveer 250.000 mobiele werktuigen. Daarvan wordt ongeveer 5% verhuurd via leasebedrijven.

## 2.2 Brandstoffen

De meeste mobiele werktuigen gebruiken rode diesel als brandstof. Daarnaast zijn er mobiele werktuigen (bijvoorbeeld heftrucks) die LPG als brandstof hebben of een elektrische aandrijving hebben.

### Rode diesel

Rode diesel is de brandstof voor al het andere verkeer dan wegverkeer en pleziervaart; dat wil zeggen voor mobiele werktuigen (waaronder tractoren) binnenvaart en dieseltreinen. Het is een belastingtechnische term, omdat voor rode diesel een lagere accijns<sup>2</sup> (€ 0,2536 per liter) wordt betaald dan voor blanke diesel voor het wegverkeer<sup>3</sup> (€ 0,4185 per liter). Om fraude te voorkomen is aan de rode diesel een rode kleurstof toegevoegd. De gemiddelde prijs van blanke diesel aan de pomp is € 1,019 per liter (prijspeil 28 januari 2008, website BP). Rode diesel kost aan de pomp € 0,909.

Er zijn twee verschillende soorten rode diesel<sup>4</sup>:

- Gasolie: dit is een dieselolie gebaseerd op huisbrandolie. Deze wordt vooral gebruikt in de landbouw, omdat hij goedkoper is dan dieselolie (momenteel € 0,11 per liter. Het prijsverschil schommelt, in 2007 was het prijsverschil namelijk € 0,03). Het zwavelgehalte is maximaal 2000 ppm. Het marktaandeel van deze dieselolie ligt momenteel rond de 20%. (bron: persoonlijke mededeling BWMT).
- EN590 dieselolie: dit is schonere en kwalitatief hoogwaardigere dieselolie. De dieselolie moet worden getankt voor de nieuwste mobiele werktuigen die voldoen aan de Europese Emissie eis Stage IIIa, (is gedifferentieerd in werking getreden vanaf 2006), anders treedt er motorbeschadiging op. Het marktaandeel van deze dieselolie ligt rond de 80% (persoonlijke mededeling BWMT).

De volgende tabel geeft een overzicht van enkele EU-normen:

	Gasolie	Dieselolie EN 590 <sup>5</sup>
Dichtheid (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>6</sup>	830 - 860	820 - 845
Cetaangetal <sup>7</sup>	Min. 48	Min. 51
Zwavelgehalte (ppm)	Max. 2000	Max. 50

Vanaf januari 2011 mag conform de Europese brandstofkwaliteitsrichtlijn (98/70/EC) gasolie en dieselolie maximaal 10 ppm zwavel bevatten. Een andere ontwikkeling is dat de brandstofproducenten de CO<sub>2</sub>-inhoud van de brandstoffen moet beperken. In 2020 moet op basis van dezelfde richtlijn de CO<sub>2</sub>-inhoud met 6% ten opzichte van de CO<sub>2</sub>-inhoud in 2010 zijn teruggebracht. Dit kan door bijvoorbeeld biobrandstoffen aan de diesel toe te voegen.

<sup>2</sup> Accijns, energiebelasting en voorraadheffing.

<sup>3</sup> Accijns en voorraadheffing. Over blanke diesel hoeft geen energiebelasting te worden betaald.

<sup>4</sup> Daarnaast is er nog een aantal opgewaarde diesels op de markt zoals traxx.

<sup>5</sup> De normen voor dieselolie EN 590 gelden ook voor de blanke diesel die in het verkeer wordt gebruikt.

<sup>6</sup> De dichtheid van een materiaal geeft aan hoeveel massa van dat materiaal aanwezig is in een bepaald volume.

<sup>7</sup> Het cetaangetal is een referentiewaarde, waarmee van een brandstof de bereidheid tot zelfontbranding, onder druk en aanwezigheid van zuurstof, wordt aangeduid. In het algemeen geldt: hoe hoger het cetaangetal, des te beter een dieselmotor erop loopt.

## 2.3 Emissies

### *Emissies mobiele werktuigen totaal*

Het aandeel van mobiele werktuigen in de uitstoot van vervuilende stoffen is aanzienlijk. In 2007 bedroeg de uitstoot van NO<sub>x</sub> van mobiele werktuigen 26,8 miljoen kg, tegen 179,7 miljoen kg uit het totaal van mobiele bronnen<sup>8</sup>. Voor fijn stof (PM10) bedroegen deze cijfers in 2007 2,14 miljoen kg resp. 10,8 miljoen kg (CBS, 2009). De uitstoot van mobiele werktuigen bedraagt dus orde van grootte 15% (NO<sub>x</sub>) resp. 21% (PM10) van die van de sector verkeer en vervoer binnenslands. De omvang van de uitstoot van mobiele werktuigen is de afgelopen jaren geleidelijk afgenomen, net als de uitstoot van het totale verkeer. Het aandeel van de mobiele werktuigen in de totale emissies blijft daardoor gelijk (CBS, 2009).

### Emissies mobiele bronnen 2007 (in mln kg)

Mln kg/(%)	CO	VOS	NO <sub>x</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Mobiele bronnen*	292,5	42,49	<b>179,7</b>	<b>10,8</b>	<b>13,81</b>	36702	2,234	1,356
Mobiele werktuigen` totaal	18,3 (6,3%)**	3,7 (8,7%)	<b>26,8</b> <b>(14,9%)</b>	<b>2,14</b> <b>(19,8%)</b>	<b>2,28</b> <b>(16,5%)</b>	2378 (6,4%)	0,16 (7,1%)	0,019 (1,4%)

Bron: Centraal Bureau voor de statistiek (2009)

\* Mobiele bronnen exclusief scheepvaart op Nederlands continentaal plat

\*\* Percentage van totale emissie verkeer en vervoer binnenland

### Emissies mobiele werktuigen 2007 (in mln kg)

Mln kg/(%)	CO	VOS	NO <sub>x</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Mobiele werktuigen totaal	18,3	3,7	26,8	2,14	2,28	2378	0,16	0,019
Mobiele werktuigen landbouw**	11,3 (62%)*	2,27 (61%)	16,5 (62%)	1,32 (62%)	1,4 (61%)	1463 (62%)	0,10 (61%)	0,012 (63%)
Mobiele werktuigen bouw	2,7 (15%)	0,5 (15%)	3,9 (15%)	0,31 (14%)	0,33 (14%)	346 (15%)	0,02 (14%)	0,003 (16%)
Mobiele werktuigen overig	4,4 (24%)	0,9 (24%)	6,4 (24%)	0,51 (24%)	0,55 (24%)	569 (25%)	0,04 (24%)	0,005 (26%)

Bron: Centraal Bureau voor de statistiek (2009)

\* Percentage van totale emissie mobiele werktuigen

\*\* Inclusief verhuurbedrijven t.b.v. landbouw

De helft van de emissies is afkomstig van landbouwwerktuigen (tractoren) en de andere helft van mobiele werktuigen in de bouw en overig. Het is daarbij van belang te bedenken dat het gebruik van mobiele werktuigen in de bouw in het algemeen plaatsvindt in een stedelijke en dus dichtbevolkte omgeving. De effecten ervan zijn dus verhoudingsgewijs groot.

<sup>8</sup> Mobiele bronnen in Nederlands (wegverkeer, binnenvaart, visserij, spoorwegen, luchtvaart, zeevaart binnengaats) exclusief scheepvaart op Nederlands continentaal plat.

## Verkenning mobiele werktuigen

### Emissies per voertuig

De uitstoot van fijn stof per mobiele werktuig is gemiddeld 2,9 g/kg brandstof (voor personenauto's is dit gemiddeld 0,6 g/kg brandstof). De uitstoot van NO<sub>x</sub> 35,8 g/kg brandstof (voor personenauto's is dit gemiddeld 6,1 g/kg brandstof) (CBS, 2009).

De volgende cijfers zijn van machines die de grootste uitstoot hebben:

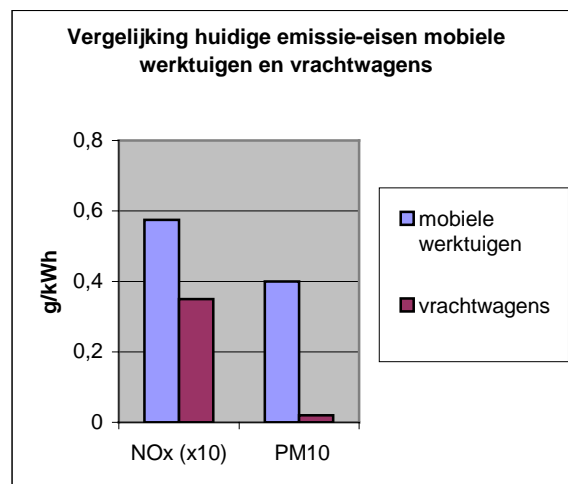
Machine	In ton PM10/per machine per jaar
Bouw: Kraantelescoop vanaf 100 ton	640
Bouw: Kraanrups vanaf 100 ton	496
Bouw: Kraantelescoop tot 100 ton	440
Bouw: Kraanrups tot 100 ton	432
Bouw: Aggregaat vanaf 20kVa	400
Bouw: Funderingsmachine	371
Tractor als vergelijking	10

Bron: Breman-Talsma (2006)

De bedrijfstak met absoluut de grootste emissies is de landbouw. De emissies vinden over het algemeen in het buitengebied plaats, aan deze emissies worden minder mensen blootgesteld, het levert uiteraard wel een bijdrage aan de achtergrondconcentraties. De bedrijfstak met de grootste uitstoot per machine is de bouw. Daarop volgend het grondverzet.

### Normering mobiele werktuigen

Net als de Euronormen voor voertuigen bestaan er voor de motoren van mobiele werktuigen normen, de zogenaamde Stage- of Fase-normen voor mobiele werktuigen. Per vermogenscategorie worden uitstootnormen aan de werktuigen opgelegd. Voor mobiele werktuigen gelden sinds 1997 EU-richtlijnen (97/68/EC, 2000/25/EC en 2002/88/EC) die normen bevatten voor de maximale uitstoot van luchtverontreiniging per vermogensklasse in gram/kWh. Er is sprake van invoering in vier fasen van gaandeweg strenger wordende emissienormen. De derde fase verloopt in twee stappen: Stage IIIA voor motoren met een variabel toerental gaat in in 2006/2008 en Stage IIIB in 2011/2013. De vierde fase gaat in in 2014 (EU-richtlijnen 2004/26/EC en 2005/13/EC). De normen voor dieselmotoren van mobiele werktuigen met een constant vermogen treden later in werking. Soms wordt ook wel naar de Amerikaanse TIER-normen verwezen, deze lopen niet gelijk aan de Stage-normen. Stage IIIA staat gelijk aan TIER III en Stage IIIB aan TIER IV.



Voor mobiele werktuigen met een vermogen tussen 19-37 kW (de kleinere werktuigen) gaan de Stage-normen minder ver dan voor de werktuigen met een groter vermogen. De kleine mogen maximaal 0,6 gr/kW PM 10 uitstoten, terwijl voor de andere de norm maximaal 0,025 gr/kW PM 10 is (Stage IIIB ev.)<sup>9</sup>. Dit betekent dat een mobiel werktuig van 19 kW (Stage IIIa) net zoveel fijn stof uitstoot (absoluut gezien 11,4 gr/h) als een mobiel werktuig uit Fase IIIB van 450 kW (stoot 11,2 gr/h uit).

<sup>9</sup> Stage IIIB en verder gelden niet voor kleine mobiele werktuigen.

Om te voldoen aan de Stage IIIB-eis moet op de meeste mobiele werktuigen een gesloten roetfilter worden geplaatst om aan de fijn stofnorm te voldoen.

De normen van fase I tot en met IIIA zijn duidelijk minder streng dan die voor vrachtwagens. Pas in fase IV (2013/2014) komen de normen ongeveer op het niveau van de Euro V-normen voor vrachtwagens<sup>10</sup> (die overigens al in 2008/2009 zijn ingaan). Daarnaast dient men te bedenken dat deze werktuigen in het algemeen een zeer lange levensduur hebben. Het duurt dus – zonder aanvullende maatregelen – nog zeer vele jaren na 2014 voordat het hele machinepark is aangepast aan de strengste normen.

De volgende tabellen geven een overzicht van de eisen voor mobiele werktuigen:

Tabel: EU emissie-eisen voor mobiele werktuigen

Geldende en toekomstige emissie-eisen aan niet voor de weg bestemde mobiele werktuigen na het van kracht worden van richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG, houdende de introductie van fasen IIIA, IIIB en IV en van voorschriften voor de motoren voor diesellocomotieven en binnenvaartschepen.

Dieselmotoren anders dan motoren met een constant toerental							
Motor	Motorvermogen	Datum ingang	Datum ingang	grenswaarden		in g/kWh	
Cat	in kW	weigeren	verbod				
Stage I		typekeuring <sup>11</sup>	verkoop <sup>12</sup>	CO	NOx	HC	PM
A	130 – 560	01-07-1998	01-01-1999	5,0	9,2	1,3	0,54
B	75 – 130	01-07-1998	01-01-1999	5,0	9,2	1,3	0,70
C	37 – 75	01-07-1998	01-01-1999	6,5	9,2	1,3	0,85
Stage II							
D	18 – 37	01-01-2000	01-01-2001	5,5	8,0	1,5	0,80
E	130 – 560	01-01-2001	01-01-2002	3,5	6,0	1,0	0,20
F	75 – 130	01-01-2002	01-01-2003	5,0	6,0	1,0	0,30
G	37 – 75	01-01-2003	01-01-2004	5,0	7,0	1,3	0,40
Stage IIIA					(HC + NOx) <sup>13</sup>		
H	130 – 560	01-07-2005	01-01-2006	3,5	4,0		0,20
I	75 – 130	01-01-2006	01-01-2007	5,0	4,0		0,30
J	37 – 75	01-01-2007	01-01-2008	5,0	4,7		0,40
K	19 – 37	01-01-2006	01-01-2007	5,5	7,5		0,60
Stage IIIB					HC	NOx	
L	130 – 560	01-01-2010	01-01-2011	3,5	0,19	2,0	0,025
M	75 – 130	01-01-2011	01-01-2012	5,0	0,19	3,3	0,025
N	56 – 75	01-01-2011	01-01-2012	5,0	0,19	3,3	0,025
					(HC + NOx)		
P	37 – 56	01-01-2012	01-01-2013	5,0	4,7		0,025
Stage IV					HC	NOx	
Q	130 – 560	01-01-2013	01-01-2014	3,5	0,19	0,4	0,025
R	56 – 130	01-01-2014	01-10-2014	5,0	0,19	0,4	0,025

<sup>10</sup> Zie bijlage voor toelichting op Euronormen.

<sup>11</sup> 'Datum ingang weigering typekeuring' wil zeggen de datum vanaf wanneer geen typekeuring meer mag worden verleend indien niet aan de eisen van de desbetreffende fase wordt voldaan.

<sup>12</sup> 'Datum ingang verbod verkoop' wil zeggen de datum vanaf wanneer de verkoop niet langer is toegestaan indien niet blijkt een typegoedkeuring aan de eisen van de desbetreffende fase wordt voldaan. In bepaalde gevallen geldt een overgangsregeling voor motoren die op het moment van ingang van scherpere eisen aantoonbaar tot de handelsvoorraad behoren en als zodanig zijn aangemeld bij de RDW.

<sup>13</sup> '(HC + NOx)' wil zeggen de grenswaarde waaraan de gesommeerde uitstoot van HC en NOx moet voldoen.

Dieselmotoren met een constant toerental							
Motor Cat	Motorvermogen in kW	Datum ingang weigeren	Datum ingang verbod	grenswaarden		in g/kWh	
Stage I		typekeuring <sup>14</sup>	verkoop <sup>15</sup>	CO	NOx	HC	PM
A	130 – 560	01-07-1998	01-01-1999	5,0	9,2	1,3	0,54
B	75 – 130	01-07-1998	01-01-1999	5,0	9,2	1,3	0,70
C	37 – 75	01-07-1998	01-01-1999	6,5	9,2	1,3	0,85
Stage II							
D	18 – 37	01-01-2000	01-01-2001	5,5	8,0	1,5	0,80
E	130 – 560	01-01-2001	01-01-2002	3,5	6,0	1,0	0,20
F	75 – 130	01-01-2002	01-01-2003	5,0	6,0	1,0	0,30
G	37 – 75	01-01-2003	01-01-2004	5,0	7,0	1,3	0,40
Stage IIIA					(HC + NOx) <sup>16</sup>		
H	130 – 560	01-01-2010	01-01-2011	3,5	4,0		0,20
I	75 – 130	01-01-2010	01-01-2011	5,0	4,0		0,30
J	37 – 75	01-01-2011	01-01-2012	5,0	4,7		0,40
K	19 – 37	01-01-2010	01-01-2011	5,5	7,5		0,60

Bron: <http://www.dieselnet.com/standards/eu/offroad.html#s3>

Voor Stage I en Stage II zijn de data overgenomen anders dan motoren met een constant toerental. In de richtlijn en 97/68/EG worden geen afzonderlijke invoeringsdata genoemd. Wel voor Stage IIIa in de richtlijn 2004/26/EG. Voor Stage IIIB en IV zijn in de richtlijn geen invoeringsdata voor motoren met een constant toerental opgenomen.

In de praktijk blijken motoren niet altijd te voldoen aan de klasse die wordt opgegeven. Dit wordt toegeschreven aan de wijze waarop de motor wordt gemonteerd in het werktuig. Als het niet goed wordt gemonteerd (schuin) dan kan de emissie hoger uitkomen. Deskundigen geven aan dat dit tot een factor twee kan oplopen<sup>17</sup>. Wat de omvang van dit probleem daadwerkelijk is, is onduidelijk. Omdat veel mobiele werktuigen op oneffen terrein worden gebruikt, kan hetzelfde effect optreden. Er is hier verder geen onderzoek naar gedaan.

Om aan de hogere emissienormen te voldoen, worden de brandstofsysteemen aangepast. Dit betekent vooral gefaseerd inspuiten op hogere druk. Om deze hogere druk te kunnen opbouwen, moeten de componenten van het systeem met een grotere precisie op elkaar worden afgestemd, hetgeen een kwalitatief betere brandstof vraagt. Immers zwavel zorgt voor een smerende werking van de brandstof. Dieselolie met EN590-norm voldoet aan de voorwaarden.

#### *Overzicht maatschappelijk kosten mobiele werktuigen*

De maatschappelijke kosten van luchtverontreiniging van oude mobiele werktuigen (Stage I) liggen een factor 8 hoger dan maatschappelijke kosten van nieuwe schone mobiele werktuigen (Stage IIIB, verplicht vanaf 2011). De maatschappelijke kosten van bijvoorbeeld een 10 jaar oude hoogwerker zijn € 260.000, terwijl de maatschappelijke kosten van een nieuwe en schone hoogwerker € 33.000 zijn. Als de maatschappelijke kosten worden vergeleken met de bedrijfskosten (onder-

<sup>14</sup> 'Datum ingang weigering typekeuring' wil zeggen de datum vanaf wanneer geen typekeuring meer mag worden verleend indien niet aan de eisen van de desbetreffende fase wordt voldaan.

<sup>15</sup> 'Datum ingang verbod verkoop' wil zeggen de datum vanaf wanneer de verkoop niet langer is toegestaan indien niet blijkt een typegoedkeuring aan de eisen van de desbetreffende fase wordt voldaan. In bepaalde gevallen geldt een overgangsregeling voor motoren die op het moment van ingang van scherpere eisen aantoonbaar tot de handelsvoorraad behoren en als zodanig zijn aangemeld bij de RDW.

<sup>16</sup> '(HC + NOx)' wil zeggen de grenswaarde waaraan de gesommeerde uitstoot van HC en NOx moet voldoen.

<sup>17</sup> stakeholdersbijeenkomst mobiele werktuigen van 7 mei 2007 georganiseerd door het ministerie van VROM.

## Verkenning mobiele werktuigen

houd, brandstof), dan zijn de maatschappelijke kosten van oude machine 10 keer zo hoog als de bedrijfskosten. Bij nieuwe zuinige machines liggen de bedrijfskosten ongeveer gelijk aan de maatschappelijke kosten.

Vanuit dit oogpunt is het maatschappelijke gezien kosteneffectief om oude werktuigen uit de roulatie te nemen en te vervangen door nieuwe werktuigen. Ook roetfilters zijn vanuit maatschappelijk oogpunt kosteneffectief, omdat de maatschappelijke kosten fors afnemen.

De volgende tabellen onderbouwen de gegevens.

### Bedrijfskosten mobiele werktuigen

Uitgegaan wordt van een levensduur van 10.000 uur per machine. De all-in kosten voor een mobiele werktuig van een bedrijf zijn als volgt (Bron: BMWT)

<i>Machine vermogen</i> KW	<i>Draaiuren</i>	<i>Bedrijfskosten</i> per uur	<i>Bedrijfskosten</i> 10.000 draaiuren
Heftruck 19	10.000	pm	
Heftruck 37	10.000	pm	
Graafmachine 75	10.000	€ 1,06	€ 10.600
Wiellader 150	10.000	€ 1,58	€ 15.800
Hoogwerker 300	10.000	€ 2,48	€ 24.800

### Maatschappelijke kosten luchtverontreiniging

De maatschappelijke kosten van de uitstoot van wegverkeer zijn als volgt (Bron: Richtlijn inzake bevordering schone en energiezuinige wegvoertuigen COM (2007) 817 final).

Dit is onafhankelijk van het vermogen.

<i>CO<sub>2</sub></i>	<i>NO<sub>x</sub></i>	<i>NMHC</i>	<i>PM10</i>
€ 0,02	€ 0,0044	€ 0,002	€ 0,087

### Maatschappelijke kosten mobiele fijn stof en NO<sub>x</sub> van werktuigen

Als op basis van de maatschappelijke kosten voor fijn stof en NO<sub>x</sub> worden berekend voor de verschillende klassen mobiele werktuigen (Stage-eisen), dan ontstaat het volgende plaatje:

Maatschappelijke kosten fijn stof-uitstoot				
<i>Vermogen</i> kW	<i>Stage I</i> <i>machines tus-</i> <i>sen 9 jaar en 5</i> <i>jaar</i>	<i>Stage II</i> <i>machines tussen</i> <i>7 jaar en 2 jaar</i>	<i>Stage IIIa</i> <i>nieuwe machines 2011</i>	<i>stage IIIB</i> <i>verplicht van</i>
Heftruck 19 <sup>18</sup>		€ 13.224	€ 9.918	
Heftruck 37	€ 27.362	€ 12.876	€ 12.876	€ 805
Graafmachine 75	€ 45.675	€ 19.575	€ 19.575	€ 1.631
Wiellader150	€ 70.470	€ 26.100	€ 26.100	€ 3.263
Hoogwerker 300	€ 140.940	€ 52.200	€ 52.200	€ 6.525

De installatie van een gesloten roetfilter is te vergelijken met de sprong van Stage II en IIIa naar Stage IIIb. De prijs van een gesloten roetfilter loopt uiteen van € 5.500 tot € 10.000 (inclusief onderhoud, zie [www.topcats.nl](http://www.topcats.nl)). De maatschappelijke opbrengsten zijn 2 tot 4 hoger; de opbrengst loopt uiteen van € 12.000 tot € 45.000.

<sup>18</sup> Voor 19 kW mobiele werktuigen zijn er geen Stage-normen gedefinieerd.

De maatschappelijke kosten van NOx zijn:

<i>Maatschappelijke kosten NOx</i>				
<i>Vermogen</i>	<i>Stage I</i>	<i>Stage II</i>	<i>Stage IIIa</i>	<i>Stage IIIB</i>
<i>kW</i>	<i>Machines tussen 9 jaar en 5 jaar</i>	<i>Machines tussen 7 jaar en 2 jaar</i>	<i>Nieuwe machines</i>	<i>Verplicht van 2011</i>
Heftruck 19		€ 6.688	€ 6.270	
Heftruck 37	€ 14.978	€ 11.396	€ 7.652	€ 7.652
Graafmachine 75	€ 30.360	€ 19.800	€ 13.200	€ 10.890
Wiellader 150	€ 60.720	€ 39.600	€ 26.400	€ 13.200
Hoogwerker 300	€ 121.440	€ 79.200	€ 52.800	€ 26.400

De totale kosten voor luchtverontreiniging zijn:

<i>Maatschappelijke kosten fijn stof en NOx</i>				
<i>Vermogen</i>	<i>Stage I</i>	<i>Stage II</i>	<i>Stage IIIa</i>	<i>Stage IIIB</i>
<i>KW</i>	<i>Machines tussen 9 jaar en 5 jaar</i>	<i>Machines tussen 7 jaar en 2 jaar</i>	<i>Nieuwe machines</i>	<i>Verplicht van 2011</i>
Heftruck 19		€ 19.912	€ 16.188	
Heftruck 37	€ 42.339	€ 24.272	€ 20.528	€ 8.456
Graafmachine 75	€ 76.035	€ 39.375	€ 32.775	€ 12.521
Wiellader 150	€ 131.190	€ 65.700	€ 52.500	€ 16.463
Hoogwerker 300	€ 262.380	€ 131.400	€ 105.000	€ 32.925

## 2.4 Blootstelling

Mobiele werktuigen worden zowel in de open lucht als in gesloten ruimten gebruikt. In beide situaties is de Arbeidsomstandighedenwet van toepassing op de dieselmotoremissies.

### *Gezondheidsrisico's*

Dieselmotoremissies (DME) bevatten vaste deeltjes (de 'rook') en gassen. Een deel daarvan zijn kankerverwekkende stoffen: roet en Polycyclisch Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's). Dieselrook bevat ongeveer honderden verschillende verbindingen, waarvan tientallen een schadelijke uitwerking kunnen hebben op de longen. Roet ontstaat bij onvolledige verbrandingsprocessen. De samenstelling van roetdeeltjes kan verschillen; vele, en dus ook schadelijke, stoffen zoals gedeeltelijk verbrande olie en zwavelzuur, hechten zich gemakkelijk aan koolstof.

Ook de PAK's hechten zich aan de roetdeeltjes. Het inademen van stof met PAK levert grote gezondheidsrisico's op, van huidirritaties tot luchtwegaandoeningen. Uit onderzoek blijkt dat werknemers die veel in de buurt van dieselmotoren werken een verhoogde kans<sup>19</sup> op longkanker hebben (Bron: FNV 2007).

### *Blootstelling in arbeidssituaties*

Voor dieselmotoren is onderzoek gedaan naar de blootstelling aan DME in veel voorkomende arbeidssituaties (Bron: Singels et al., 2004). De volgende gegevens zijn relevant<sup>20</sup>:

<sup>19</sup> 1 op 10.000 werknemers krijgt jaarlijks een carcinogene aandoening.

<sup>20</sup> Dit onderzoek betreft blootstelling van DME uit diverse bronnen, waaronder vrachtwagen, schepen, voertuigen en mobiele werktuigen.

<i>Arbeidssituaties</i>	<i>Locatie</i>	<i>Regelmaat (w/m/v)</i>	<i>Aantal blootgestelden (schatting)</i>	<i>Hoogte blootstelling (microgram EC<sup>21</sup>/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Blootstelling (L/M/H)</i>
Overslag in de haven	Binnen/buiten	Veel	10.000 – 20.000	20-50	Hoog
Overslag, distributie, veilingen	Binnen	Veel	25.000 – 50.000	20 – 50	Hoog
Asfalteerders	Buiten	Veel	4000	10 – 20	Midden
Werkzaamheden in de bouw	Buiten	Veel	250.000 (15.000 machinisten)	5 – 10	Laag
Agrarische sector	Buiten	Middel	195.000 tractoren	5 – 10	Laag

FNV Bouw en FNV Bondgenoten hebben onderzoek uitgevoerd onder zo'n 600 leden. Dit onderzoek toont aan dat bijna de helft van hen elke dag meer dan 2 uur DME op de werkplek inademt. Nog eens 20% zegt dagelijks DME in te ademen. Vooral in de haven worden de werknemers zwaar belast door DME (ook door andere bronnen dan mobiele werktuigen (zoals vrachtwagens en schepen)) (Bron: FNV, 2007).

#### *Normen voor blootstelling*

Er bestaat op dit moment nog geen gezondheidkundige advieswaarde voor de uitstoot van DME. De Gezondheidsraad had gepland dit in 2007 vast te stellen, maar tot op heden is dit nog niet gedaan. Onbekend is wanneer de Gezondheidsraad dit wel gaat doen. DME zijn al wel als kankerverwekkend geclassificeerd en staan op de SZW-lijst van kankerverwekkende stoffen en processen (Bron:Staatscourant, 17 december 2003). Dat er nog geen norm is vastgesteld voor DME, betekent niet dat werkgevers, niets hoeven te doen. Elk bedrijf moet zelf een bedrijfsnorm voor DME opstellen (overleg tussen werkgever en werknemer). Deze norm dient te liggen tussen 0,16 µg (voorlopige streefwaarde<sup>22</sup>) en 50 µg (voorlopige verbodswaarde<sup>23</sup>) elementair koolstof (EC) per m<sup>3</sup> lucht. Als de werkgever dat niet heeft gedaan, dan zal de Arbeidsinspectie in de handhaving de achtergrondconcentratie ter plaatse als grenswaarde hanteren (Bron: Ministerie van SoZaWe, 2007). Onder achtergrondniveau wordt verstaan de concentratie DME (die niet wordt veroorzaakt door de eigen bedrijfsactiviteiten) in de directe omgeving van en buiten de omsloten ruimte waarin emissie van dieselmotor aangedreven voertuigen of arbeidsmiddelen plaatsvindt. In drukke stedelijke gebieden ligt de achtergrond waarde op gemiddeld 20 µg en in niet-stedelijke gebieden op gemiddeld 2-3 µg EC per m<sup>3</sup> lucht.

Voorop staat de verplichting van de werkgever om blootstelling aan een kankerverwekkende stof of proces als DME zoveel mogelijk te vervangen door een niet-kankerverwekkende stof of proces. Dit kan bijvoorbeeld door heftrucks op diesel te vervangen door heftrucks op LPG of elektriciteit. Als vervanging van arbeidsmiddelen die DME uitstoten technisch niet mogelijk is, dan dient de werkgever de blootstelling te beheersen tot een zo laag mogelijk niveau. Dit kan bijvoorbeeld door installatie van een roetfilter. Als daarmee nog de norm niet wordt gehaald, dan moet de werkgever extra maatregelen nemen. De invulling van 'een zo laag mogelijke blootstelling' is begrensd; een werkgever hoeft geen verdere beheersmaatregelen meer te treffen wanneer de blootstellingsconcentratie is teruggebracht tot het achtergrondniveau ter plaatse (Standpunt staatssecretaris SoZaWe verwoord in brief van 1 september 2006 aan onder andere VNO-NCW).

<sup>21</sup> EC = elementair koolstof: de maat waarmee DME worden gemeten.

<sup>22</sup> De streefwaarde is de waarde waarbij 1 op 100.000 werknemers jaarlijks een carcinogene aandoening krijgt.

<sup>23</sup> De verbodswaarde is de waarde waarbij 1 op 10.000 werknemers jaarlijks een carcinogene aandoening krijgt.

De maatregelen moeten worden genomen op basis van een Risico Inventarisatie & Evaluatie (RI&E) en van de stand der techniek.

#### *Binnensituaties*

Tot op heden zijn vooral maatregelen in binnensituaties getroffen. Dat komt ook omdat de Arbeidsinspectie tot nu toe een actief controlebeleid voert voor DME in binnensituaties. Vanaf 2007 zal de Arbeidsinspectie inspecteren op DME in omsloten ruimtes, d.w.z. in een ruimte met drie of meer wanden en een dak. Een omsloten ruimte kan ook een scheepsruim zijn (Bron: FNV, 2007).

In binnenruimten mogen geen heftrucks op diesel rijden met een lastvermogen < 4 ton. De heftrucks rijden daar op elektriciteit of LPG met uitlaatgaskatalysator. Als dat om bedrijfstechnische redenen niet mogelijk is, dan moet een bedrijf maatregelen nemen die de uitstoot per machine of voertuig met een dieselmotor met minimaal 70% terugdringen. Dit kan onder andere door een gesloten roetfilter te installeren waarmee dit percentage wordt gehaald (Bron: SoZaWe, 2007). Als hiermee nog niet de norm worden gehaald, dan moet de werkgever extra maatregelen nemen.

#### *Buitensituaties*

Voor buitensituaties geldt dat de Arbeidsinspectie alleen komt inspecteren als werknemers een klacht hebben ingediend. Dat ontslaat bedrijven niet van de verplichting om maatregelen te treffen die ook daar de blootstelling aan DME terugdringen tot de afgesproken norm of de achtergrondwaarde.

### **3 Oplossingsrichtingen**

#### **3.1 Overzicht maatregelen**

Om de emissies van mobiele werktuigen te voorkomen of te beperken kunnen maatregelen worden ingevoerd. Deze maatregelen zijn onder te verdelen in:

1. Bronmaatregelen
  - Brandstoffen;
  - Schone mobiele werktuigen;
  - Periodiek onderhoud en keuringen;
  - Gedrag.
2. Blootstelling en effectmaatregelen.

De volgende tabel geeft een overzicht van de maatregelen

<b>Naam</b>	<b>Milieurendement</b>
Elektrische voertuigen	100% PM <sub>10</sub> en 100% NO <sub>x</sub> reductie op de werkplek
LPG voertuigen	90% PM <sub>10</sub> en 50% NO <sub>x</sub> reductie op de werkplek
Dieselolie EN590 (zwavelarme brandstoffen)	Tot 500x minder zwavel, minder directe PM <sub>10</sub> -uitstoot, ook zijn zwavelarme brandstoffen noodzakelijk voor een goede werking van de roetfilters
Stage IIIb in plaats van Stage IIIa	90 - 95% PM <sub>10</sub> -reductie Circa 50% NO <sub>x</sub> -reductie
Versneld vervangen oudere wagens	Variabel
Regelmatig onderhoud	Circa 10 - 15% PM <sub>10</sub> - en NO <sub>x</sub> -reductie
Opleiding en training personeel	Variabel, tot circa 40% reductie PM <sub>10</sub> en NO <sub>x</sub>
Backstop op voertuigen monteren	Variabel; indicatie 10 - 15% PM <sub>10</sub> - en brandstofreductie
Roetfilters	Minimaal 70% PM <sub>10</sub> reductie, in de praktijk is dit 90 - 95%

### 3.1.1 Bronmaatregelen

#### **Bronmaatregelen: brandstoffen**

Voor wat betreft de brandstoffen zijn er twee soorten maatregelen mogelijk:

1. Het vervangen van de diesel door een ander type brandstof waardoor de luchtmissies afnemen. Het gaat daarbij om elektriciteit, LPG, aardgas en biobrandstof;
2. Het gebruik maken van een hogere kwaliteit diesel (dieselolie EN590), die de luchtmissies doen afnemen.

#### Elektriciteit

Het vervangen van diesel door elektrisch aangedreven motoren is vooral te zien in het gebruik van mobiele werktuigen (heftrucks) in binnensituaties. Daarnaast zijn er onder andere ook machines zoals elektrische kranen en kleine heimachines. Deze komen echter beperkter voor. Voor heftrucks is het technisch mogelijk voor heftrucks met een lastvermogen tot maximaal 6 ton. Aan het gebruik van elektrische heftrucks zijn nadelen verbonden zoals bijvoorbeeld opladen waardoor ze minder inzetbaar zijn en minder trekkracht hebben. Dit leidt er ertoe dat de elektrische heftrucks niet in elke bedrijfssituatie toepasbaar zijn.

De luchtmissies op de werkplek worden door de elektrische heftruck tot nul teruggebracht. Voor binnenruimten zijn op basis van de Arbowet elektrische heftrucks of heftrucks op LPG met uitlaatgaskatalysator met een lastvermogen tot maximaal 4 ton verplicht (Bron: Interne instructie Arbeidsinspectie Dieselmotoremissies (DME) in omsloten ruimten, Arbeidsinspectie 2007).

#### LPG

LPG kan ook worden gebruikt als brandstof voor heftrucks. Vooral in binnensituaties wordt dit toegepast. Technisch gezien is het mogelijk voor heftrucks met een lastvermogen tot maximaal 12 ton. De meeste heftrucks op LPG zitten in de rang van 4,6 tot 8 ton hefvermogen. De luchtmissies op de werkplek nemen naar verwachting voor PAK met 100%, NO<sub>x</sub> met 50% en voor PM10 met 90% af. Het brandstofverbruik is hoger, omdat de druktanks van LPG meer gewicht met zich meebrengen.

De penetratiegraad van de diverse brandstofsysteem qua heftrucks is voor binnenruimten (bestaand park) als volgt (Bron: Mondelinge mededeling Van Loon):

- 50% Elektrische heftrucks;
- 30% Diesel heftrucks;
- 20% LPG heftrucks.

Voor de buitensituaties worden vooral dieselheftrucks gebruikt, vanwege het grotere vermogen dat daar over het algemeen nodig is. Elektrische en LPG-heftrucks kunnen dit vermogen in beperkte mate leveren.

#### Aardgas

Mobiele werktuigen op aardgas (CNG, Compressed Natural Gas) zijn nog niet beschikbaar. Op dit moment worden wel proeven gedaan met vuilniswagens op aardgas. Voordat deze optie voor mobiele werktuigen beschikbaar is, zal enige tijd duren. Daarbij speelt tevens het ontbreken van de infrastructuur voor aardgas, hetgeen een grote investering vraagt. Qua afname van luchtmissies is aardgas naar verwachting iets schoner dan LPG.

#### Dieselolie EN590

Dieselolie die voldoet aan de EN590-norm is zwavelarm (50 ppm). De zwavelarme dieselolie is zonder problemen toepasbaar in mobiele werktuigen en zelfs beter voor de motor. Motoren die vallen binnen de klasse Stage IIIa en hoger hebben deze dieselolie nodig, wil de motor niet beschadigd raken. De dieselolie is in Nederland goed beschikbaar. Omdat de prijs enkele centen hoger ligt, wordt deze minder afgenomen.

### Biodiesel

Aan diesel kan 20% biobrandstof worden toegevoegd. Hierdoor nemen de roetdeeltjes met 10% af (Bron: FNV 2007), de uitstoot van NO<sub>x</sub> neemt met 10 tot 20% toe. De diesel kan worden gebruikt zonder dat de motor behoeft te worden omgebouwd.

De kosten voor biodiesel liggen op € 0,60 – € 0,70 per liter (zonder accijns). Momenteel is de infrastructuur voor biodiesel in Nederland nog niet aanwezig, het kan maar op een beperkt aantal plaatsen worden getankt. Daarnaast is vanuit milieuoogpunt biodiesel van de zogenaamde eerste generatie niet aan te bevelen. In het productieproces van de biodiesel is de milieubelasting groot, waardoor het emissievoordeel teniet wordt gedaan. Biodiesel van de tweede generatie is daarom aan te bevelen. Deze is momenteel nog in ontwikkeling en niet verkrijgbaar.

In de literatuur wordt gesproken over nog andere soorten brandstoffen of toevoegingen, zoals synthetische diesels, diesel-wateremulsies en het toevoegen van brandstofadditieven (Bron: Van Zeebroeck, 2004). Deze blijken in de praktijk niet te worden toegepast. Het is respectievelijk veel duurder, logistiek niet toepasbaar en levert andere milieuproblemen op, zoals extra uitstoot van metaaloxiden (Bron: Mondelinge mededeling Verbeek, TNO).

### **Bronmaatregelen: schone mobiele werktuigen**

De motortecnische ontwikkelingen voor mobiele werktuigen op diesel zullen op hoofdlijnen de ontwikkelingen volgen van vrachtwagenmotoren om zodoende te kunnen gaan voldoen aan de aankomende aanscherping van normen die de EU stelt aan de uitstoot van luchtmissie van mobiele werktuigen (Stage IIIB). De volgende technische maatregelen zijn onder meer mogelijk (of binnenkort mogelijk):

- Interne maatregelen, zoals optimalisatie verbrandingsruimte en 4 kleppen per cilinder;
- Aanpassing brandstofinjectionssysteem (bijv. common-rail, elektronische inspuitpomp), optimale verstuivers, hogere inspuitdruk;
- Montage intercooler.

Door de motor aan te passen, kan fijn stof worden teruggebracht tussen de 10 en 40%. Dit vraagt echter wel extra onderhoud en meer periodieke keuring aan de motor.

Inmiddels is er een aantal werktuigen op de markt aanwezig die voldoen aan Stage IIIB. Deze zijn op dit moment nog geen gemeengoed. De internationale producenten zijn deze werktuigen op dit moment aan het ontwikkelen. De verwachting is dat ze pas meer gangbaar worden op het moment dat de Stage IIIB in werking treedt (Bron: Mondelinge mededeling Van Loon).

### **Bronmaatregelen: onderhoud en periodieke keuringen**

Via onderhoud en periodieke keuringen kan de conditie van de motor op peil blijven. De verwachting is dat dit een emissiereductie tussen 10 en 40% kan opleveren (Bron: Van Zeebroeck, 2004). In de praktijk is het onderhoud van de machines beperkt, waardoor hoe ouder de machine wordt, hoe meer emissies hij gaat uitstoten. Er zijn verschillende systemen aanwezig om om het onderhoud en de keuringen mee te volgen en te certificeren.

### **Bronmaatregelen: opleiding en training**

Door opleiding en training van de bedieners van mobiele werktuigen (chauffeurs, machinisten, etc.) kan het gedrag van hen veranderen, waardoor de mobiele werktuigen op een efficiëntere wijze worden gebruikt. Berekend is dat dit een fijn stof-reductie van 10% kan opleveren. Op basis van het VCA (VeiligheidsCertificaat Aannemers) zijn aannemers al verplicht hier invulling aan te geven. De training en opleiding kan meer toegespitst worden op duurzaam gebruik van mobiele werktuigen. Hulp daarbij kunnen track systemen zijn, die precies bijhouden hoe de motor loopt en hoe hij bedient wordt (Bron: Mondelinge mededeling Van Loon).

### **Bronmaatregelen: backstop**

Mobiele werktuigen staan regelmatig stationair te draaien zonder dat ze gebruikt worden; er zijn veel wachtmomenten. De motoren worden dan niet uitgezet. Er zijn systemen op de markt die ervoor zorgen dat de motor automatisch afslaat als deze gedurende bepaalde tijd uitstaat.

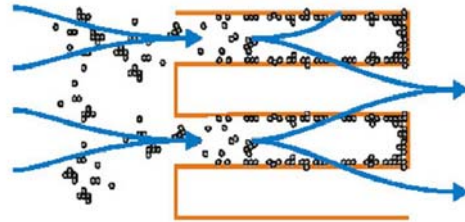
### 3.1.2 Blootstelling en effectmaatregelen

#### Roetfilters

Via roetfilters kan het fijn stof worden opgevangen. Er zijn gesloten roetfilters en half-openroetfilters. In het buitenland zijn normen voor roetfilters vastgesteld: de zgn. Vert-lijst<sup>24</sup>, waarin Zwitserland, Duitsland, Oostenrijk en andere landen samenwerken.

#### Gesloten roetfilters

Het meest toegepaste systeem is een 'wall flow' filter. Het filterelement is van een poreus keramisch materiaal gemaakt. De kanalen zijn steeds aan één zijde afgesloten; het kanaal waar de uitlaatgassen instromen is aan de achterkant afgesloten, de uitgangkanalen zijn aan de voorkant afgesloten. Hierdoor wordt het gas gedwongen door de poreuze wanden te gaan. Deze poreuze wanden (wall) hebben een zeer kleine doorlaat waardoor het roet hier niet langs kan en achterblijft. Er worden reducties gehaald van 95 tot 99%.



#### Regeneratie filters (affabriek filters)

Op deze manier raakt een dergelijk filter na verloop van tijd verzadigd. In plaats van het filter steeds te vervangen, zoals met een oliefilter, wordt het filter geregenereerd. Als al het roet in het filter blijft zal ieder filter na ongeveer 70 draaiuren verstopt zijn. Dat is in de praktijk niet het geval. Het roet wordt namelijk 'herverbrandt' en omgezet in het onschadelijke koolstofdioxide. Dit herverbranden heet regenereren en vindt plaats bij relatief hoge temperaturen. De temperatuur die nodig is om roet te verbranden is minimaal 550 graden Celsius. Deze temperatuur kan alleen gehaald worden als er 'actieve' regeneratiestrategieën worden toegepast. Bijvoorbeeld door extra brandstof in de uitlaatslag te spuiten, of door het roetfilter elektrisch te verwarmen.

#### Regeneratie filters (Retrofit)

Voor filters die achteraf ingebouwd worden moet dit anders worden opgelost. Ze zijn niet aangesloten op het motorsysteem, waardoor actieve regeneratie niet mogelijk is. Om een roetfilter in de na-uitrusting (retrofit) te kunnen laten regenereren zijn filters met edelmetalen in de 'wall' het meest geschikt. Hierdoor krijgt het filter een katalytische werking waardoor de zelfontbranding van het roet al plaats vindt vanaf een filtertemperatuur van 250 graden Celsius. Deze temperatuur moet regelmatig gehaald worden zodat de regeneratie spontaan intreedt.

#### Half-open roetfilters (roetkatalysator-filter)

Een open structuur betekent dat de uitlaatgassen ongehinderd door kunnen stromen. Er zijn dus geen kanalen met gesloten uiteinden. Dit maakt de kans op dichtslibben kleiner. Echter de 'omzettingsgraad' van deze roetkatalysator is ook lang niet zo hoog dan van een 'wall-flow' filter. Er wordt hooguit 60% vermindering gehaald als alle omstandigheden optimaal zijn. De reductiecapaciteit vermindert bij niet optimale omstandigheden snel tot omstreeks 10%. Deze filters voldoen dus niet aan de eisen van de Arboret, die minimaal 70% reductie vereist.



<sup>24</sup> VERT: Verminderung der Emissionen von Realmaschinen im Tunnelbau. Dit is een project van de Schweizerische Unfallversicherungsanstalt SUVA, Tiefbaugenossenschaft München (TBG), Allgemeine Unfallversicherungsanstalt Österreich (AUVA) en het Zwitserse Bundesamt für Umwelt (BAFU).

### Opsteekfilters

Naast filters die permanent op de uitlaat van machines worden geplaatst zijn er ook filters voor tijdelijk gebruik. Deze filters worden opsteekfilters genoemd. Indien voertuigen of bouwmachines met een permanente filter worden uitgerust wordt in iedere situatie de fijn stof-emissie gereduceerd. Bij het gebruik van opsteekfilters wordt fijn stof alleen slechts gereduceerd als de filter op de machine is geplaatst. Opsteekfilters zijn niet regenererbaar. Het filtermateriaal moet periodiek worden vervangen. De kosten van de filters liggen tussen de € 200 en € 500 per stuk. Er zijn filters die aan de VERT-eisen voldoen.

### Beschermingsmaatregelen

Om te voorkomen dat werknemers fijn stof inademen zijn beschermingsmaatregelen mogelijk. Hieronder wordt een aantal opgesomd:

- In sommige gevallen is *bronaafzuiging* van uitlaatgassen mogelijk, bijvoorbeeld bij stationair gebruik van een werktuig of machine met dieselmotor zoals een aggregaat. Als mobiliteit van het voertuig vereist is in een (half)besloten ruimte, is het vaak mogelijk op meerdere punten flexibele afzuigsystemen te plaatsen.
- Maak bij het werken in (half)besloten ruimtes gebruik van ventilatiesystemen die de uitlaatgassen afzuigen en verse lucht aanvoeren.
- Richt bij buitenmaterieel de uitlaten omhoog, zodat de werknemer niet van onderaf aan de uitlaatgassen wordt blootgesteld.
- Probeer het werk zo te plannen en te organiseren dat tijdens het gebruik van dieselmachines zo weinig mogelijk mensen in de directe omgeving aanwezig zijn. Scheidt het materieel van de werkplek. Plaats stationair draaiende machines en voertuigen zoveel mogelijk buiten de (half)besloten ruimte.
- Houd als bestuurder van een dieselveertuig de ramen gesloten; zeker als de uitlaat zich aan de voorzijde van het voertuig bevindt.
- Zet bij het laden en lossen van voertuigen de motor uit, laat motoren niet onnodig lang stationair draaien.
- Gebruik dieselveertuigen met beleid: vaak remmen en weer optrekken produceert meer uitlaatgassen en dus een sterkere luchtverontreiniging. Rijd rustig en beheerst (Bron: FNV, 2007).

## 4 Nederlands beleid

### Subsidieregeling roetfilters

Vanaf 1 januari 2008 tot en met 1 december 2009 geldt een subsidie voor gesloten roetfilters op mobiele machines. De subsidie bedraagt 5% van de kosten per roetfilter met een maximum van € 5.000.

In aanmerking voor subsidies komen; verreiker of telescooplader, hoogwerker, mobiele kraan, ruw terrein heftruck, laadschop, shovel of wiellader, graafmachine, graaflaadcombinatie, bulldozer, dumper, scraper of schraper, grader, asfalt-afwerkinstallatie, asfaltfreesinstallatie, wals. Alleen werktuigen die zijn uitgerust met een motor met een vermogen van minimaal 75 kW en maximaal 560 kW vallen onder deze subsidieregeling. Verder dienen de werktuigen te beschikken over een typegoedkeuring op basis van Fase II of Fase III A van richtlijn 97/68/EG. Meer informatie over de regeling staat op <http://www.senternovem.nl/srmw>.

### Duurzaam inkopen

Vanaf 2010 is de rijksoverheid verplicht al zijn inkopen duurzaam te doen. Gemeenten, provincies en waterschappen hebben toegezegd in 2010 75% van de inkopen duurzaam zijn.

Wat duurzaam is, is vastgelegd in minimumeisen en gunningscriteria per productgroep. Voor mobiele werktuigen zijn 2 productgroepen relevant; De inkoop van mobiele werktuigen en uitbesteding mobiele werktuigen. Aan de minimumeisen moeten alle inkopen voldoen. Voor de gunningscriteria hoeft dat niet, maar de voorkeur zou wel moeten uitgaan naar aanbieders die ook aan de gunningscriteria voldoen.

## Verkenning mobiele werktuigen

Voor nieuwe machines is de minimumeis dat ze voldoen aan Fase IIIa en voorzien zijn van een roetfilter, bovendien moet er een gebruiksprotocol worden meegeleverd gericht op energiebesparing. Als gunningscriteria geldt Fase IIIb.

Voor de inzet van mobiele werktuigen bij uitbesteding gelden andere eisen, afhankelijk van vermogen, de plek, de duur van de inzet varieert dit van Fase I zonder roetfilter tot Fase II met roetfilter. Zie <http://www.senternovem.nl/duurzaaminkopen/Criteria/>.

In 2009 worden de overheidscriteria voor mobiele werktuigen eisen herzien, in overeenstemming met de eisen in van de coalitie schone lucht in de bouw.

## Literatuur

- Breman-Talsma (2006), Verslag expertmeeting Mobiele Machines d.d. 30 juni 2006
- Brief van dhr. J.J.M. Uijlenbroek aan VNO-NCW, algemeen directeur Arbeidsinspectie d.d. 6 september 2005
- Croezen et al. (2006), Stofemissies in de bouw(keten), CE, Delft, april 2006
- De Graauw et al., Is uw werkplek dieselrookvrij? QA, Den Haag, november 2006
- FNV (2007), Arbowijzer 24, Vlam in de pijp, werken zonder dieseluitlettingsgassen, Woerden, 2007
- Ministerie SoZaWe (2007), Interne instructie Arbeidsinspectie Dieselmotoremissies (DME) in omsloten ruimten, Den Haag 2007
- Oonk et al. (2006), Een onderschatte bron van fijn stof-emissie? In: Milieudossier 2006-1
- Overzicht BMWt (Brancheorganisatie van importeurs van Bouwmachines, Magazijninrichtingen, Wegenbouwmachines en Transportmaterieel) t.b.v. expertmeeting Mobiele Machines d.d. 30 juni 2006
- Sadler, Construction and its impact on Air Quality Exceedances, London, zj.
- SenterNovem (2003), Criteria Duurzaam inkopen: Transport middelen, Utrecht 2003
- Singels et al. (2004), Stand der techniek dieselmotoremissies, CE, Delft, september 2004
- Van Zeebroeck et al. (2005), Emissie door niet voor de weg bestemde mobiele machines in het kader van internationale rapportering, TNO, Transport & Mobility, Leuven 1 juli 2005

## Bijlage - Toelichting Euronormen

Er zijn verschillende euroeisen voor respectievelijk<sup>25</sup>:

1. Personenwagens
2. Bestelwagens (Class I)  $\leq 1305$  kg
3. Bestelwagens (Class II) 1305 – 1760 kg
4. Bestelwagens (Class III)  $\geq 1760$  kg
5. Vrachtwagens

Daarbinnen is er weer verschil tussen benzine- en dieselluitvoeringen.

### Personen en bestelwagens

De verschillende eisen worden met Euro 1, Euro 2 etc. aangeduid (Arabische cijfers). De eenheid is gram per kilometer. Momenteel geldt voor alle categorieën de Euro 4-eis. Dit betekent voor personenwagens een eis van 0,025 g/km PM 10 en voor de zwaardere bestelwagens 0,04 en 0,06 g/km PM10. In september 2009 treedt voor personenwagens en de lichtere bestelwagens Euro 5 in. Een jaar later (september 2010) volgen de zwaardere bestelwagens. De eis wordt dan 0,005 g/km PM 10 voor alle categorieën.

### Vrachtwagens

De eisen worden aangeduid met Euro I, Euro II, etc. (Romeinse cijfers). De meeteenheid is g per kWh. Momenteel geldt de Euro V-eis. Dit betekent ondermeer dat uitstoot van PM10 maximaal 0,02 g/kWh mag zijn. Ten opzichte van Euro IV is in Euro V vooral de NO<sub>x</sub> aangescherpt (van 3,5 naar 3,0 g/kWh).

### Lage emissie voertuigen

Daarnaast zijn er normen vastgelegd voor Enhanced Environmental friendly Vehicles (EEV), CNG en LPG motoren. Voertuigen die deze motoren hebben, moeten aan een aantal eisen voldoen. De EEV eisen liggen tussen Euro V en VI in.

Er is voor zowel bestelwagens als vrachtwagens materieel op de markt dat voldoet aan de Euro 5- en Euro V- en EEV-eisen. VROM subsidieert via een speciale subsidieregeling Euro V- en EEV- voertuigen.

### Milieuzones

De eisen voor vrachtwagens voor milieuzones zijn:

- Voertuigen met Euro 0 en I mogen niet worden gebruikt, voertuigen met Euro II en III mogen alleen met roetfilter worden gebruikt. Euro IV en V mogen gewoon worden gebruikt (mits niet ouder dan 13 jaar).
- Vanaf 1 januari 2010 mogen Euro II-voertuigen niet meer worden gebruikt en Euro III-voertuigen die ouder zijn dan 8 jaar. Na 1 juli 2013 mogen ook deze Euro III-voertuigen niet meer worden gebruikt.

---

<sup>25</sup> Zie voor een overzicht van de emissie-eisen: [www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com).