

Dossier Fijnstof (dieselemissie)

Opgesteld door:
Dick Heederik
Jaap Maas
Helger Siegert
Peter Wielaard

11 mei 2009

Inhoudsopgave

1. Beschrijving onderwerp	4
1.1 Beschrijving onderwerp.....	4
1.2 Psychosociale aspecten.....	5
1.3 Omvang problematiek.....	6
2. Relevante werksituaties	6
2.1 Relevante branches en beroepen.....	6
2.2 Relevante beroepen.....	7
3. Inventarisatie- en evaluatie	7
3.1 Risico-inventarisatie.....	7
3.2 Meting van DME.....	8
4. Wetgeving	9
4.1 Arbowet.....	9
4.2 Arbobesluit.....	11
4.3 Arboregelingen.....	11
4.4 Overige nationale regelgeving.....	11
4.5 Europese regelgeving.....	12
5. Beleid	12
5.1 Arboconvenanten.....	12
5.2 CAO afspraken.....	12
5.3 Brancheafspraken.....	12
5.4 Standaardisatie en normalisatie.....	12
5.5 Certificering.....	12
6. Beheersmaatregelen	12
6.1 Arbeidshygiënische strategie.....	12
6.1.1 Bronmaatregelen.....	13
6.1.2 Organisatorische maatregelen.....	13
6.1.3 Technische maatregelen.....	13
6.1.4 Persoonlijke beschermingsmiddelen.....	14
6.2 Psychosociale aspecten van beheersmaatregelen.....	14
6.3 Implementatie van beheersmaatregelen.....	14
7. Medisch onderzoek	15
7.1 Gezondheidseffecten en beroepszieken.....	15
7.1.1 De bedrijfsarts en DME.....	15
7.1.2 Gezondheidseffecten.....	15
7.1.3 Beroepsziekten.....	17
7.1.4 Kwetsbare groepen.....	17
7.2 Diagnostiek.....	18
7.2.1 Begeleiding/behandeling.....	18
7.2.2 Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek.....	20
8. Werkgeversverplichtingen	20

9. Werknemersverplichtingen	21
9.1 Wettelijke verplichtingen	21
10. Werknemersrechten	21
11. Praktijkverhalen: voorbeelden van blootstelling aan DME in Nederland	22
12. Referenties	22
13. Referentie auteurs	23
14. Peer review	23

1. Beschrijving onderwerp

1.1 Beschrijving onderwerp

Achtergrond, definities en afbakening dieseldampen en fijn stof

Dieselemisies en fijn stof zijn overlappende en samenhangende begrippen. De term dieselmotor emissies wordt vooral in het arbeidsomstandigheden en arbeidshygiëneveld gehanteerd. Het begrip fijn stof wordt van oudsher vooral voor deeltjesvormige verontreiniging in het buitenmilieu gehanteerd. Doordat het begrip fijn stof ook in de populaire media meer en meer wordt gehanteerd wordt het ook vaker teruggevonden in de werkomgeving. Duidelijk is dat fijn stof een breed generiek begrip is terwijl de definitie van DME specifieker is en alleen emissies van dieselmotoren samenhangt. Kennis over effecten van blootstelling aan fijn stof voor het grootste deel samenhangt met blootstelling aan stof afkomstig van verkeeremissies en industriële verbrandingsprocessen in stedelijk gebied. De dieselcomponent bepaalt in dit geval voor een belangrijk deel van de kennis over de gezondheidseffecten. De term fijn stof wordt voor buitenlucht problematiek ook wel gebruikt voor stof in bijvoorbeeld de agrarische industrie en voor emissies afkomstig van bijvoorbeeld intensieve veehouderijen. Effecten zoals die gezien worden als gevolg van blootstelling aan DME of fijn stof van verkeeremissies kunnen niet zonder meer worden geëxtrapoleerd naar andere arbeidssituaties of omgevingen. Het zelfde is van toepassing op bijvoorbeeld las- en metaaldampen. Ook deze ontstaan door condensatieprocessen en in de deeltjes grootte verdeling zijn zeer kleine deeltjes sterk vertegenwoordigd. Hoewel het gezondheidsrisico, ten dele, ongetwijfeld samenhangt met blootstelling aan de extreem kleine en grote aantallen deeltjes, en daarmee parallellen bestaan met DME, wordt het risico zeker ook medebepaald door de samenstelling van de deeltjes. De toxiciteit is een optelsom van grootte, vorm, aantallen deeltjes, samenstelling van de deeltjes en zal dus ook naar verwachting voor verschillende vormen van fijnstof kunnen verschillen. Omdat fijnstof vooral een begrip van toepassing op het buitenmilieu is, wordt in de rest van dit document uitgegaan van DME.

Dieseldampen

Dieselmotor emissies (DME) zijn het gevolg van verbrandingsprocessen van diesel die in een dieselmotor plaatsvinden. Het resulterend dieseldamp mengsel is complex en bestaat uit toxische en irriterende gassen waaronder aldehydes (bijvoorbeeld formaldehyde), ketonen, stikstofoxides (NO en NO₂), koolmonoxide, enkelvoudige aromaten (benzeen, toluen, styreen) en deeltjesvormige verontreiniging. De deeltjesvormige diesel emissies bestaan uit elementair koolstof, zware metalen (arseen, seleen, beryllium, chroom en andere), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs), polychloorbifenylen (PCB). Welke samenstellende componenten met name verantwoordelijk zijn voor de toxicologische eigenschappen is niet bekend. Omdat de deeltjes worden gevormd door verbrandings- en condensatieprocessen zijn de meeste zeer klein. Naar schatting 90% van de deeltjes is kleiner dan 1 µm en aan het oppervlak van de deeltjes zijn honderden chemische verbindingen geadsorbeerd waarvan sommigen verdacht mutageen of carcinogeen zijn. De samenstelling van dieselmotor emissies varieert heel sterk en is afhankelijk van onder andere de samenstelling van de diesel brandstof, karakteristieken van de diesel motor, de belasting, het type smeerolie. Verschillen tussen motoren kunnen dus groot zijn. Ook is de dieselmotor technologie is afgelopen decennia dramatisch veranderd en daarmee is ook de samenstelling van het diesel emissie mengsel over de tijd sterk veranderd. Anderzijds is de verandering in samenstelling een zeer gradueel proces, sterk afhankelijk van de samenstelling van het machine- en wagenpark in de samenleving.

Fijn stof

Fijn stof is een generieke term die verwijst naar een complex mengsel van deeltjes van verschillende grootte en van diverse chemische samenstelling (zoals mineralen, vezels, zouten, organometalverbindingen en koolwaterstoffen). Fijn stof is een vorm van inhaleerbare deeltjes-vormige luchtverontreiniging. Een veel gebruikte Engelstalige afkorting voor [fijnstof](#) is 'PM' ('particulate matter'). Er wordt gesproken van PM₁₀ voor deeltjes met een doorsnede tot 10 micrometer of van PM_{2,5} voor deeltjes met een doorsnede kleiner dan 2,5 micrometer. De grovere fractie uit het PM₁₀ stof (tussen de 2,5-10 micrometer) bestaat vooral uit deeltjes die het gevolg zijn van mechanische processen en opwaaiend bodemstof. De fijnere fractie (< 2,5 micrometer) bestaat vooral uit deeltjes die het gevolg zijn van verbrandingsprocessen waaronder dieselroet. Deze fractie vormt 60-90% van de PM₁₀. De precieze

samenstelling van het PM10 en PM2,5 stof varieert en is sterk afhankelijk van tijd (op de dag, seizoen) en plaats (stad, platteland). Fijn stof komt bij inademing in de luchtwegen en longen terecht. Vooral de kleinere deeltjes kunnen tot diep in de longen doordringen en in de bloedbaan terechtkomen. Fijn stof kan op verschillende manieren in de lucht terechtkomen. Er wordt een primaire en een secundaire fractie onderscheiden. De primaire fractie bestaat uit deeltjes afkomstig van menselijk handelen (transport, industrie, landbouw) of natuurlijke processen (zeezoutdeeltjes, bodemstof). De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer worden gevormd na chemische reacties in de lucht.

Fijn stof verblijft, afhankelijk van de grootte van de deeltjes, dagen tot weken in de lucht en kan zich over afstanden van duizenden kilometers verplaatsen. Zeker 45% van het fijn stof in Nederland wordt veroorzaakt door menselijk handelen. Een derde deel is afkomstig uit Nederland zelf, tweederde deel is afkomstig van buitenlandse bronnen. De belangrijkste bronnen van door menselijk handelen ontstaan fijn stof zijn het verkeer (40%), de industrie (23%) en de landbouw (20%). Fijn stof ontstaat als gevolg van verbrandingsprocessen in bijvoorbeeld auto's (vooral DME), elektriciteitscentrales, industriële en particuliere stookinstallaties. Ook kan fijn stof afkomstig zijn van op- en overslag van kolen, erts en granen en van slijtage van autobanden en wegen. Huishoudens leveren ook een aanzienlijke bijdrage door het stoken met allesbranders en open haarden).

Nano deeltjes

Een belangrijk deel van de diesel of fijn stof deeltjes is zeer klein en kan als nano- deeltjes worden aangemerkt. Er moet in dit geval een onderscheid worden gemaakt met de discussie over mogelijke gezondheidsrisico's van blootstelling aan synthetische nano-deeltjes. In dit laatste geval gaat het om deeltjes die in fabricage processen worden gesynthetiseerd op een zodanige wijze dat ze bepaalde wenselijke eigenschappen bezitten die toepassing in industriële processen of medische toepassingen mogelijk maakt.

1.2 Psychosociale aspecten

Algemeen

Naast gezondheidkundige effecten kunnen door of tijdens het werken in een omgeving met fijn stof of DME ook psychosociale effecten optreden. In het dossier "Algemeen Stoffenbeleid" worden deze effecten uitgewerkt. In dit dossier is onder andere informatie te vinden over een Engels onderzoek naar de psychosociale gevolgen van ongevallen en gezondheidsincidenten. Beschreven wordt wat de effecten zijn voor zowel het slachtoffer als voor de familie van het slachtoffer. Ook wordt stilgestaan bij de lessen die getrokken kunnen worden uit de Bijlmerramp. Angst voor een mogelijke blootstelling aan gevaarlijke stoffen of de angst die kan bestaan na een daadwerkelijke blootstelling worden eveneens beschreven in dit algemene dossier. Werkstress kan grote gevolgen hebben voor het functioneren van medewerkers en kan leiden tot inschattingfouten, blootstelling en ongevallen. Dit fenomeen wordt in relatie met gevaarlijke stoffen uitgewerkt in het algemene dossier. De wijze waarop medewerkers de risico's bij het werken met gevaarlijke stoffen zien (risicoperceptie) is essentieel voor het gedrag van medewerkers. In paragraaf 3.2 van het dossier "Algemeen Stoffenbeleid" wordt een aanzet gegeven voor de beschrijving van dit fenomeen. Bij de beschrijving van maatregelen in hoofdstuk 8 wordt dit verder uitgewerkt. Bedacht moet worden dat blootstelling aan diesel emissies een complex fenomeen is. Enerzijds kan blootstelling een vrijwillige en vermijdbare component hebben (als deelnemer aan het wegverkeer), terwijl tegelijkertijd blootstelling kan plaatsvinden in de werkomgeving die niet vrijwillig is en minder eenvoudig te vermijden. Naar de betekenis voor de risicoperceptie in verschillende situaties met een verschillende context is geen onderzoek gedaan maar het lijkt niet onredelijk te veronderstellen dat factoren als vermijdbaarheid en vrijwilligheid een potentiële rol spelen.

De algemene tekst is te raadplegen in het dossier "[Algemeen Stoffenbeleid](#)", paragraaf 1.2 Psychosociale aspecten.

Gezondheidsklachten en verzuim

Uit onderzoek (Geurts et al, 1991) is bekend dat individuele werknemers gezondheidsklachten eerder aan het werk toeschrijven als deze ook bij andere werknemers aanwezig zijn. Vooral bij de combinatie van het

zelf ervaren van klachten, bijvoorbeeld als gevolg van blootstelling aan DME of fijn stof, én het waarnemen van klachten bij anderen gaat dit gepaard met [attributie](#) van klachten aan het werk. Attributie van klachten aan het werk levert een significante bijdrage aan de verzuimtendentie van werknemers.

1.3 Omvang problematiek

Recente schattingen geven aan dat de in Nederland aan dieseldampen blootgestelde populatie relatief groot is. Hoog blootgestelde categorieën werknemers zijn te vinden in overslag, distributie, transport en garages waarbij blootstelling als gevolg van het proces plaatsvindt. De omvang van de risicopopulatie in deze bedrijfstakken betreft zeker 80.000-180.000 werknemers. Daarnaast zijn er nog grote aantallen blootgestelde werknemers te vinden in de agrarische sector en bouw (>200.000) ook door blootstelling aan machines en voertuigen. De blootstelling van deze groepen is lager omdat de blootstelling intermitterend is. Samen met de -licht verhoogd- blootgestelde populatie kantoormedewerkers langs snel- en invalswegen -die blootstaan aan verkeersemissies maar niet direct werken met DME producerende bronnen-, is de potentieel blootgestelde populatie in Nederland groter dan 1.000.000 werknemers.

Diesel dampen kunnen verschillende gezondheidseffecten veroorzaken. De volgende effecten zijn in de literatuur beschreven (meerdere evidence based bronnen zijn hiervoor beschikbaar: [een review van het Health Effect Institute](#), [Health and Safety Executive brochure](#), de website van het Amerikaanse [Environmental Protection Agency](#) en ook de [NIOSH website](#), waarop een thematische pagina over effecten van dieseldampen:

- Oogirritatie;
- Cardiovasculaire effecten;
- Luchtwegklachten;
- Ontstekingsreacties en longfunctieveranderingen mogelijk samenhangend met COPD en astma;
- Longkanker.

Opvallend is dat sterke aanwijzingen bestaan dat gecombineerde blootstelling aan dieseldeeltjes en allergenen (gras en boompollen in de buitenlucht) tot een verhoogd risico op allergie lijkt te leiden dan blootstelling aan allergenen alleen. Deze effecten lijken waarschijnlijk omdat door blootstelling aan dieseldeeltjes ook effecten op het immuunsysteem zijn vastgesteld.

Dieselmotoremissies (DME) worden door het International Agency for Research on Cancer (IARC), een instelling van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO), als “2A: *Probably carcinogenic to humans*” geclassificeerd. Klik [hier](#). Door de Arbeidsinspectie worden DME in het beleid praktisch als kankerverwekkend beschouwd.

2. Relevante werksituaties

2.1 Relevante branches en beroepen

Uit de literatuur is bekend dat diverse beroepsgroepen in verschillende industrieën blootgesteld zijn aan DME. Een tweetal stand der techniek studies die afgelopen jaren in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid in Nederland zijn uitgevoerd geven informatie over de blootstelling in Nederland in een breeds scala aan arbeidssituaties, klik [hier](#) en [hier](#). Blootstelling aan diesel vindt plaats in beroepen waar met zware machines wordt gewerkt, in de wegenbouw, het grondverzet, garages, transport zowel over land als over water, de agrarische sector en dergelijke. Veel blootstellingssituaties spelen zich af in de buitenlucht. In de regel is in dat geval de blootstelling lager. Maar blootstelling kan zich ook binnen afspelen in fabrieks- en opslaghallen. In principe is dan de blootstelling hoger, maar wordt mede sterk bepaald door de aanwezige controle technologie en ventilatie. Op grond van buitenlandse literatuur over blootstellingsniveaus en contacten met sleutelfiguren uit branches is onderstaande tabel geproduceerd met schattingen van het aantal blootgestellten in Nederland. Daarnaast is potentieel ook van een grote risicopopulatie sprake in kantoorgebouwen langs verkeersknooppunten en snelwegen. Door het bouwbeleid van afgelopen decennia langs snelwegen is de omvang van deze populatie snel opgelopen en is naar schatting sprake van bijna een miljoen werknemers. De blootstelling van deze groep

is niet zo hoog als in industriële situaties, maar duidelijk verhoogd ten opzichte van achtergrondniveaus in de Nederlandse situatie waarbij opgemerkt moet worden dat achtergrond niveaus in Nederland feitelijk al verhoogd zijn ten opzichte van de buitenlandse situatie door de hoge urbanisatiegraad.

Overzicht van arbeidssituaties met indicaties van blootstellingen en aantallen blootgestelden (Singels e.a., 2004).

Arbeidssituatie	Lokatie	Frequentie	Aantal blootgestelden	Gemiddelde blootstelling $\mu\text{g EC}/\text{m}^3$
Overslag in de haven	Binnen/buiten	Vaak	10.000-20.000	20-50
Overslag, distributie, veilingen	Binnen	Vaak	25.000-50.000	20-50
Veerbootpersoneel	Binnen/buiten	Weinig	1000-1500	20-50
Mechaniciëns bouwtesten	Binnen	Gemiddeld	100-250	20-50
Garagepersoneel	Binnen	Gemiddeld	40.000-60.000	20-50
Vuilnismannen	Buiten	Veel	12.000	10-20
Grondpersoneel vliegvelden	Buiten	Veel	2000-4000	10-20
Busremises	Binnen	Weinig	25.000	10-20
Vrachtwagenchauffeurs	Binnen	Vaak	100.000-200.000	5-10
Werkzaamheden in de bouw	Buiten	Vaak	50.000 15.000 machinisten	5-10
Agrarische sector	Buiten	Gemiddeld	Ca 200.000 tractoren	5-10
Rangeerterreinen inclusief machinisten	Buiten	Gemiddeld	?	5-10
Defensie	Buiten	Weinig	500	5-10
Wegenwacht	Buiten	Veel	1100	5-10
Off shore	Buiten	Veel	1000	5-10
Kantoorpersoneel langs snelwegen	Binnen	veel	900.000	5-10
Bediening noodaggregaten	Binnen	weinig	?	5-10

2.2 Relevante beroepen

Zie paragraaf 2.1

3. Inventarisatie- en evaluatie

3.1 Risico-inventarisatie

Uitgangspunten

Een risico-inventarisatie en evaluatie voor dieselmotoren emissies kent een aantal eenvoudige stappen. Allereerst het vaststellen van bronnen van dieselmotoremissies, waaronder heftrucks, vrachtwagens, generatoren, en dergelijke in de werkomgeving. Vervolgens is van belang om vast te stellen wat de bronsterkte is. Voor bijvoorbeeld motoren speelt het vermogen een doorslaggevende rol. Bijkomende factoren zijn of blootstelling continu plaatsvindt, binnen of buiten, de aard van de ventilatie, aanwezigheid eventuele beheersmaatregelen en dergelijke.

Schatten van de DME concentratie

Een onderscheid moet worden gemaakt tussen situaties in de buitenlucht en binnensituaties. Voor inschatting van de concentratie dieseldeeltjes in de lucht in (gedeeltelijk) omsloten ruimten bestaat een modelmatige benadering die ontwikkeld is in Duitsland door het BIA ("Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit"). Voor andere situaties zijn geen modellen voorhanden en moet altijd worden gemeten. Het model voor omsloten ruimten heeft als uitgangspunt wat men wel een "box" model. Op grond van de diesel emissie in de "box" en de ventilatie kan de dieselconcentratie globaal worden ingeschat. De emissie is een functie van:

- de specifieke roetemissie per voertuig,
- het nominaal en het gevraagde vermogen,
- het gebruik van roetfilter en type filter,
- de relatieve verblijftijd van de voertuigen in de ruimte,
- het aantal voertuigen.

De ventilatie wordt bepaald door het volume van de ruimte, het ventilatievoud en de effectiviteit van de ventilatie. De concentratie wordt voorspeld in de elementair koolstofconcentratie [CDME in mg/m³] en is volgens de [Duitstalige handleiding TRGS 554](#) te berekenen.

De methode is geschikt om te onderzoeken waar in een bedrijf hoog belaste situaties bestaan. Het kan daarbij gebruikt worden om situaties (relatief) met elkaar te vergelijken. Ook kan het effect van maatregelen globaal worden doorgerekend. Echter, het model levert schattingen van de blootstelling en de uitkomsten worden voor een belangrijk deel bepaald door de aannames die aan het model ten grondslag liggen. Een belangrijke aanname is bijvoorbeeld dat van perfecte menging in de ruimte van de verontreiniging wordt uitgegaan. In de praktijk zal dit niet het geval zijn en kunnen lokaal hogere concentraties optreden dan voorspeld. Het meten van de blootstelling blijkt noodzakelijk, om een goed beeld te krijgen of om schattingen te kalibreren. Alleen in geval van zeer lage concentraties kunnen metingen achterwege blijven.

3.2 Meting van DME

Meetmethoden

Er zijn meerdere methoden beschikbaar om diesel deeltjes in de lucht te meten. Bij voorkeur worden deze toegepast in combinatie met persoonlijke monsternamen van de deeltjes met draagbare meetapparatuur. Ook worden wel meetmethoden voor bepaling van de concentratie fijn stof toegepast maar deze hebben het nadeel dat ook andere dan dieseldeeltjes worden gemeten. Voor de werkomgeving is de meest relevante deeltjesfractie die kan worden gemeten het respirabel stof. Hiervoor zijn methoden beschikbaar die gebruik maken van cyclonen. In het algemene milieu is op dit moment meting van de PM₁₀ maar beter de PM_{2.5} fractie voor verkeers- en dieselemisies het meest voor de hand liggend. Gebruikelijke apparatuur voor deze metingen is de Harvard impactor. Om in de buitenlucht specifiek het dieselaandeel in geval van stofmetingen te kunnen vaststellen is bijvoorbeeld wel de zwarting van filters als maat voor de blootstelling gehanteerd.

Omdat verondersteld werd dat polycyclische aromatische verbindingen in DME mogelijk verantwoordelijk zijn voor het carcinogene effect, is veel werk verricht aan het meten van merkers van deze polycyclische aromaten in de lucht. Als merker is wel de oplosbare organische fractie gemeten (in het Engels Soluble Organic Fraction (SOF), met benzeen als oplosmiddel om de polycyclische verbindingen te extraheren. Meting van het SOF is relatief aspecifiek en ongevoelig. Wisselingen in de samenstelling van een dieseldamp mengsel worden niet snel gedetecteerd en de methode is niet goed toepasbaar bij blootstellingsniveaus die maar beperkt zijn verhoogd ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Een alternatief is daarom meting van 1-nitropyreen in de lucht. De hoeveelheid 1-nitropyreen is gerelateerd aan toxische respons in in-vitro test systemen en zelf mutageen en is daarom gezien als geschikte marker van blootstelling aan DME. Gezien het uitgangspunt van het toxische stoffenbeleid voor kankerverwekkende stoffen (in principe nul blootstelling ten opzichte van een referentie) mag op de werkplek geen blootstelling plaatsvinden in concentraties boven de detectiegrens van de bepalingmethode. Als detectiegrens wordt voor de bepaling van 1-nitropyreen met massa spectrometrie uitgegaan van 20 picogram 1-nitropyreen per m³ lucht. Dit is natuurlijk een

generieke benadering omdat de detectiegrens in de praktijk afhankelijk is van onder andere de gekozen monstername methode en de middelingstijd van de meting.

De meest gehanteerde meetmethode is tegenwoordig meting van elementair koolstof in de lucht. Dieseldeeltjes bestaan voor een groot deel uit koolstof of koolstofhoudende verbindingen en daarom wordt de hoeveelheid elementair koolstof in respirabel stof wel als maat genomen voor de blootstelling. Andere verbrandingsprocessen (sigaretten, conventionele verbrandingsmotoren) leiden ook tot verhoogde elementair koolstof niveaus evenals achtergrond blootstelling aan biologisch stof in overslag of composteerbedrijven. Overschatting van de blootstelling in geval van aanwezigheid van andere bronnen is onvermijdelijk en hier moet in de meetstrategie rekening mee worden gehouden door bijvoorbeeld voldoende metingen naar vaststelling van de achtergrond concentratie elementair koolstof uit te voeren in specifieke situaties. Met een goede meetstrategie moet dan de bijdrage van de DME emissies worden ingeschat. Overigens worden grotere organische deeltjes vaak niet meegenomen bij monster name van respirabel stof en dit verkleint de kans op interferentie door andere bronnen vervolgens weer aanzienlijk. Voor de monster name en analyse bestaan protocollen in Duitsland en de Verenigde Staten (NIOSH) die in de literatuur zijn beschreven (zie paragraaf normalisatie). De arbeidsinspectie accepteert als maten voor dieselblootstelling de concentratie 1-nitropyreen als indicator van de blootstelling aan DME, 1-hydroxypyreen in urine als biomarker van de blootstelling aan DME en de elementair koolstofblootstelling.

4. Wetgeving

4.1 Arboret

[Hoofdstuk 4 van het Arboret](#) is in zijn geheel gewijd aan toxische stoffen en biologische agentia. Het is weinig zinvol om hier de volledige tekst op te nemen, maar een beknopt overzicht met per afdeling de belangrijkste paragrafen is wel praktisch. Dit maakt het gemakkelijker om de exacte wettelijke bepalingen te raadplegen en toe te passen.

Zorgplicht

Paragraaf 2 van afdeling 1 gaat in op de zorgplicht van de werkgever, nadere verplichtingen met betrekking tot de RI&E en de verplichting om het gevaar zo veel mogelijk te reduceren. Het komt er kortweg op neer dat de werkgever verplicht is om de aard, mate en duur van de blootstelling te bepalen conform geschikte, geharmoniseerde methoden en vervolgens maatregelen moet treffen om die blootstelling zo veel mogelijk te reduceren. Artikel 4.1.c geeft een aantal mogelijkheden om dit laatste te realiseren. De werkgever is verplicht minimaal deze maatregelen te nemen. De door hem getroffen maatregelen dienen bovendien in overeenstemming te zijn met de stand van de wetenschap en de techniek.

Grenswaarden

Diesel wordt door de Arbeidsinspectie feitelijk beschouwd als carcinogeen. Voorop staat de verplichting van de werkgever om blootstelling te voorkomen door kankerverwekkende stoffen en processen zoveel mogelijk te vervangen door niet-kankerverwekkende stoffen en processen waarbij geen kankerverwekkende stoffen vrijkomen. Indien dit niet mogelijk is moet een zo laag mogelijke blootstelling worden nagestreefd en voor diesel wordt in dat geval uitgegaan van een streefwaarde die gelijk is aan de heersende achtergrondblootstelling ter plaatse. Voor diesel is geen grenswaarde vastgesteld. Derhalve ligt bij werkgevers de verplichting deze zelf af te leiden als ze (nog) niet aan het streefniveau kunnen voldoen. Echter, een zelf af te leiden grenswaarde mag niet hoger uitkomen dan het verbodsniveau; de concentratie van de blootstelling waar in ieder geval niet boven mag worden gekomen. Deze is vastgesteld op een niveau van 50 µg elementair koolstof (EC) per m³ lucht. De berekeningswijze van dit verbod- en streefniveau is te vinden in paragraaf 7.1.2.

Voor diesel geldt dat een voorstel voor een grenswaarde in principe is te verwachten. Voor het grenswaarden beleid is nog relevant dat diesel als stof zonder eigenaar wordt beschouwd. Ter informatie kan nog worden opgemerkt dat wel eerder grenswaarden zijn voorgesteld. In Duitsland is – bij gebrek aan wettelijke grenswaarde – tijdelijk als praktijknorm de zogenaamde TRKwaarde gehanteerd

('Technische Richt Concentration') van $100\mu\text{g per m}^3$ (= $0,1 \text{ mg per m}^3$) elementair koolstof. Deze TRK was echter gebaseerd op wat technisch mogelijk leek en heeft geen gezondheidkundige betekenis. Overigens is deze TRK per 1 januari 2005 weer ingetrokken. In de Verenigde Staten is een aantal jaren geleden een grenswaarde van $20\mu\text{g elementair koolstof per m}^3$ voorgesteld, maar dit voorstel is ook weer ingetrokken.

Arbeidshygiënische strategie

Artikel 4.4 van paragraaf 3 gaat in op de arbeidshygiënische strategie. Deze schrijft voor dat in eerste instantie gezocht moet worden naar beschermingsmaatregelen zo dicht mogelijk bij de bron. Beschermingsmaatregelen verder van de bron zijn pas toegestaan als maatregelen hoger in de arbeidshygiënische strategie redelijkerwijs niet mogelijk zijn of onvoldoende bescherming bieden. De te hanteren volgorde is:

1. toepassen van een minder schadelijke stof;
2. technische maatregelen of veranderingen in werkprocessen;
3. collectieve beschermingsmaatregelen bij de bron of organisatorische maatregelen;
4. persoonlijke beschermingsmiddelen.

Voor diesel geldt dat voor de Arbeidsinspectie deze strategie in detail is uitgewerkt in een interne leidraad. Het is zinvol van deze leidraad kennis te nemen bij het plannen en nemen van beheersmaatregelen (15), klik [hier](#).

De nadruk ligt op eliminatie met name in situaties waarbij in afgesloten ruimten worden gewerkt. Is dit niet mogelijk dan gelden voor de Arbeidsinspectie de volgende uitgangspunten. Bij dieselmotor aangedreven arbeidsmiddelen waarvoor vervanging technisch nog niet mogelijk is, moeten voorzieningen zijn getroffen om de blootstelling aan DME te voorkomen of te beperken tot een door de werkgever te stellen grenswaarde/zo laag mogelijk niveau. Aan deze verplichting kan worden voldaan door:

- directe afvoer van DME d.m.v. een directe aansluiting op de uitlaat naar een veilige plek buiten de omsloten ruimte;
- het aanbrengen van een adequaat roefilter. Voor de mate van reductie via een roefilter wordt voorgeschreven dat voor roefilters het gravimetrische afvangrendement tenminste 70% moet bedragen;
- de inzet/aanschaf van vrachtwagens met Euronorm 4 of 5 dieselmotoren;

Als het om technische redenen niet mogelijk blijkt te zijn om te voldoen aan bovenstaande maatregelen dan moeten (aanvullende) maatregelen worden getroffen conform de arbeidshygiënische strategie zoals:

- mechanisch gedwongen plaatselijk afzuiging, zo nodig aangevuld door algemene ventilatie;
- motor in omsloten ruimte niet langer dan strikt noodzakelijk laten draaien;
- compartimentering;
- na het parkeren op druk brengen van de remmen d.m.v. een compressor;
- aangepaste routing.

De verlaging moet leiden tot niveaus onder de door werkgevers en werknemers overeengekomen grenswaarde voor diesel. Ontbreekt een grenswaarde van werkgeverszijde dan wordt het achtergrondniveau ter plaatse als grenswaarde gehanteerd.

Ongewilde gebeurtenissen

Paragraaf 4 van hoofdstuk 4 gaat in op de maatregelen die de werkgever moet nemen om ongewilde gebeurtenissen te voorkomen en de gevolgen te beperken als er toch zo'n gebeurtenis plaatsvindt. Artikel 4.6 geeft bijvoorbeeld aan dat:

- de hoeveelheid materiaal moet worden beperkt;
- omstandigheden die kunnen leiden tot een ongewilde calamiteit moeten worden voorkomen;
- de gevolgen voor medewerkers zo veel mogelijk moeten worden beperkt.

Artikel 4.7 geeft de eisen waaraan noodplannen moeten voldoen.

Arbeidsgezondheidskundig onderzoek

Paragraaf 5 geeft aan wanneer medewerkers bij blootstelling aan chemische stoffen recht hebben op een Arbeidsgezondheidskundig Onderzoek. Dat is in ieder geval voor aanvang en na afloop van de

blootstelling. Daarnaast geeft deze paragraaf van het Arbobesluit weer aan welke eisen dat onderzoek en de registratie in dossiers moeten voldoen.

Voorlichting en Onderricht

Paragraaf 6 geeft aan dat medewerkers die kunnen worden blootgesteld aan chemische stoffen moeten worden voorgelicht. Deze voorlichting moet zijn afgestemd op de resultaten van de risico-inventarisatie zoals die wordt voorgeschreven in het Arbobesluit. Het moet in ieder geval ingaan op de volgende onderwerpen:

- de mogelijke gevaren van de blootstelling;
- de aard van de blootstelling;
- de grenswaarden;
- de te treffen voorzorgsmaatregelen om blootstelling te voorkomen of ze veel mogelijk te reduceren;
- de te treffen voorzorgsmaatregelen om ongewilde gebeurtenissen te voorkomen;
- de hygiënische maatregelen;
- het dragen en gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen;
- de te nemen maatregelen indien zich een ongewilde gebeurtenis voordoet.

Het arbobesluit geeft naast bovenstaande algemene bepalingen nog een aantal bepalingen voor specifieke stoffen en bijzondere groepen medewerkers, zie [dossier Algemeen Stoffenbeleid](#), paragraaf 4.2.

4.2 Arbobesluit

Er zijn geen specifieke artikelen in het arbobesluit met betrekking tot fijnstof. Wel zijn er artikelen met betrekking tot Carcinogene, reprotoxische en mutagene stoffen (CRM). Zie [dossier CRM](#).

In dit besluit worden de volgende onderwerpen behandeld:

- grenswaarden, arbeidshygiënische strategie en ventilatie behandeld, specifiek voor kankerwekkende en R42 stoffen.
- in artikel 4.11 tot en met 4.24 staan specifieke eisen met betrekking tot kankerverwekkende stoffen (definities; vastleggen en beoordelen van gegevens; grenswaarden en voorkomen of beperken van blootstelling en AGS).
- aanvullende inventarisatieverplichtingen

4.3 Arboregelingen

Paragraaf 4.20c van de arboregeling wijst een aantal processen aan als kankerverwekkende processen. Daarbij gaat het onder andere om processen waarbij dieselmotoremissies vrijkomen.

4.4 Overige nationale regelgeving

In de Nederlandse en Europese regelgeving gesteld dat een kankerverwekkende stof moet worden vervangen door een niet-kankerverwekkende. Als dat technisch niet mogelijk is dan moeten er beheersmaatregelen worden getroffen om de blootstelling zo laag mogelijk te laten zijn. Hierbij geldt de stand der techniek:

- vervanging van dieselemissiebronnen binnen het bedrijf indien technisch mogelijk;
- anders reduceren van blootstelling door reductie van emissies en/of reductie van de concentratie in de werkomgeving middels maatregelen tot een zo laag mogelijk niveau voor zover de stand der techniek dit toelaat.
- In volgorde van prioriteit betreft het verlagen van emissies of blootstellingconcentraties de volgende maatregelcategorieën:
- het bij de bron voorkomen of terugbrengen op een niveau waarop geen schade aan de gezondheid kan optreden met name door de productie en het gebruik van kankerverwekkende stoffen plaats te doen vinden in een gesloten systeem;
- het op doeltreffende wijze verwijderen van kankerverwekkende stoffen door plaatselijke
- luchtafvoer (afzuiging) zonodig aangevuld met algemene ventilatie;

- het beperken tot een zo laag mogelijk niveau; bijvoorbeeld door het scheiden van mens en bron (beperken van blootstellingstijd, aantal blootgestelde individuen en/of de hoeveelheid DME);
- het beschikbaar stellen en gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen; dit is echter een tijdelijke oplossing zolang gezocht wordt naar meer structurele en betere oplossingen.

De minimaal te realiseren reductie wordt in een '[Interne instructie van de Arbeidsinspectie](#) nader omschreven (15). Daarin wordt gesteld dat als vervanging van het dieselmotoraangedreven arbeidsmiddel technisch niet mogelijk is dan worden'..maatregelen verlangd om de uitstoot aan DME in omsloten ruimten (binnenruimten) te voorkomen of met tenminste 70% te reduceren door het plaatsen van een roetfilter.

Het Nederlandse beleid sluit met deze inspanningsverplichting zonder harde concentratielimiet of emissielimiet aan bij het beleid in Duitsland en Groot-Brittannië waar ook een inspanningsverplichting zonder grenswaarde wordt gehanteerd. Hamvraag in het beleid is wat in de verschillende bedrijfstakken die actuele 'stand der techniek' is voor het voorkomen van of beheersen van blootstelling aan DME op de werkplek. Deze vraag is nog niet in detail beantwoord en moet in arbocatalogi worden uitgewerkt.

4.5 Europese regelgeving

Zie paragraaf 4.4.

5. Beleid

5.1 Arboconvenanten

DME emissies zijn geen thema geweest in de Arboconvenanten. Informatie over een grote reeks geëvalueerde arboconvenanten is te vinden op de volgende [website](#).

5.2 CAO afspraken

Er zijn geen CAO afspraken gevonden die betrekking hadden op DME.

5.3 Brancheafspraken

Tot op heden zijn er nog geen afspraken over DME binnen Arbo catalogi.

5.4 Standaardisatie en normalisatie

Voor de meting van DME zijn verschillende methoden beschikbaar. De meest gebruikelijke methode op dit moment is meting van elementair koolstof in respirabel stof monsters. Protocollen voor de meetmethoden zijn via internet te vinden, klik [hier](#) en [hier](#).

5.5 Certificering

Certificeringseisen in relatie tot DME expositie zijn er niet.

6. Beheersmaatregelen

6.1 Arbeidshygiënische strategie

De arbeidshygiënische strategie is relevant voor alle belastende factoren op het werk en heeft een zekere volgende hiërarchie. De meest voorkomende maatregelen voor DME worden onderverdeeld naar type maatregel hieronder kort besproken. Voor gedetailleerder overzichten wordt naar de Stand der Techniek documenten verwezen die in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid zijn opgesteld: klik [hier](#) en [hier](#).

Daarnaast is het verstandig gebruik te maken van een [interne instructie van de arbeidsinspectie](#) waarin voor uiteenlopende situaties de uitgangspunten van het beleid staat beschreven zolang geen grenswaarde voor diesel voorhanden is. De werkgever is relatief vrij is het realiseren van een zo laag mogelijk blootstelling maar moet zich wel aan het kader houden zoals beschreven is in de paragraaf over grenswaarden.

6.1.1 Bronmaatregelen

Ter vervanging van dieselmotoremissies kan in eerste instantie gekeken worden naar het inzetten van alternatieve brandstoffen en motoren, zoals elektrische motoren, en motoren op LPG en aardgas. Voor binnensituaties is de elektrische heftruck tot 4 ton lastvermogen, en in voorkomende gevallen tot 6 ton, vaak een goede optie. In buitensituaties is het rijden op LPG of aardgas een alternatief voor diesel, maar niet voor alle typen voertuigen en machines. De emissies en resulterende concentratie elementair koolstof zijn dan veel lager dan in geval van DME. De inzet van LPG en aardgas stuit in de praktijk vaak op praktische bezwaren. De beschikbaarheid, de veiligheid of de toepasbaarheid in een specifieke bedrijfssituatie kan problemen opleveren. Aanscherping in normstelling van dieselmotoren en stimuleringsbeleid rond alternatieve brandstoffen zorgt er voor dat rond het jaar 2010 de effecten op luchtkwaliteit van de verschillende brandstoffen niet veel meer zullen verschillen. Voor de lange termijn geldt dat de toekomstige samenstelling van de zogenaamde 'brandstofmix' nog onbekend is. Daarom moet bij het doen van investeringen rekening worden gehouden met de lange termijn ontwikkelingen. Tot de vervangingsmaatregelen binnen garages kunnen zogenaamde elektrisch verrijdbare bruggen en de rolschaatsen gerekend worden. Deze worden nog niet op grote schaal toegepast en de inzet en het effect is afhankelijk van de aard en de inrichting van de garage. Klik [hier](#).

6.1.2 Organisatorische maatregelen

Theoretisch vallen aanzienlijke effecten te behalen met het treffen van organisatorische beheersmaatregelen waarbij mens en bron gescheiden worden en werknemers korter, minder vaak of op een grotere afstand blootgesteld worden aan DME. Hier kan worden gedacht aan alternatieve dienstroosters, optimaal positioneren van werknemers ten opzichte van DME-bronnen, optimale routeplanning van voertuigen, rekening houden met de windrichting bij uitvoering van werkzaamheden buiten, enzovoorts. Gedragsmaatregelen zoals de motor niet meer vooraf opwarmen (door stationair draaien), lang stationair draaien in onbelaste periodes, goedonderhoud en aangepast rijgedrag, kunnen eveneens leiden tot een bescheiden verlaging van DME. Klik [hier](#).

6.1.3 Technische maatregelen

Om de blootstelling aan dieselmotoremissies te beheersen zijn een aantal opties aan te bevelen. Aroma-at-arme brandstof voor andere dan personenwagens is voorlopig nog niet op de markt beschikbaar. Daarom is inzet van roetfilters of opzetfilters de eerste in aanmerking komende maatregel om de blootstelling te reduceren. Permanente roetfilters zijn een effectieve en breed toepasbare oplossing voor gezondheidsproblemen door fijn stof. Daarbij is deze maatregel vergelijkbaar met de ontwikkeling rond het wegverkeer waardoor geprofiteerd kan worden van schaaffecten. Voor werksituaties waarin de DME-bronnen niet onder beheer van de werkgever vallen, is een tijdelijke opsteekfilter een alternatief.

Toepassing van overdruk filtersystemen, puntafzuiging en ventilatie in binnenruimtes komt in tweede instantie in aanmerking. Puntafzuiging, welke met name in garages al vrijwel overal wordt toegepast, is daarbij duidelijk effectiever dan de (dure) algemene ventilatiesystemen.

Concluderend kan worden gesteld dat er in veel arbeidssituaties een beperkt aantal vervangingsmogelijkheden mogelijk zijn, met name voor de wat lichtere motoren in bouw en havens, alsmede voor heftrucks in binnensituaties. Er bestaan diverse – wat breder toepasbare – vervangingsmaatregelen, maar de effectiviteit van beheersmaatregelen moet niet worden overschat. Aangevoeld is dat beheersmaatregelen bij huisvuilinzameling het gezondheidsrisico aanzienlijk kunnen beperken. Voor andere arbeidssituaties zal het effect van de ingezette maatregelen sterk afhangen van de situatie ter plekke, waarbij andere, niet beheersbare factoren – zoals weersomstandigheden,

voorbijrijdend verkeer en de opeenstapeling van diffuse bronnen van grote invloed kunnen zijn en leiden tot variatie in achtergrondconcentraties en effect van maatregelen. Voor sommige investeringen moet rekening worden gehouden met ontwikkelingen op aanpalende beleidsterreinen (verkeer, milieu, energie). Klik [hier](#).

6.1.4 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Persoonlijke beschermingsmiddelen worden niet aanbevolen in geval van DME. Naar de toepassing van dit type maatregelen is wel gezocht, maar deze zijn niet aangetroffen in de praktijk van de meest voorkomende arbeidssituaties. Gezien het karakter van DME (zeer fijne partikels) lijken de op de markt beschikbare beschermingsmiddelen niet voldoende effectief. Daarnaast is het beschikbaar stellen en gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen slechts een tijdelijke oplossing en moet gezocht worden naar structurele oplossingen. Klik [hier](#).

6.2 Psychosociale aspecten van beheersmaatregelen

Algemeen

Belangrijk aspect bij het treffen van beheersmaatregelen is de perceptie van het gevaar, de blootstelling aan DME en/of fijn stof en de gevolgen daarvan, bij de doelgroep. Over deze risicoperceptie is bij de beschrijving van psychosociale aspecten al kort stilgestaan, zie dossier [Algemeen Stoffenbeleid](#), paragraaf 6.2. Risicoperceptie wordt verder uitgewerkt in het dossier “Algemeen Stoffenbeleid”. Hiernaast wordt in dit algemene dossier stilgestaan bij de mogelijkheden om over risico's te communiceren (risicocommunicatie) en zodoende de perceptie te beïnvloeden. Aspecten die naar voren komen zijn in dit deel van het algemene dossier onder andere:

- De woordvoerder in het communicatieproces
- Doelstellingen van het proces
- Doelgroep
- Verwachtingen
- Eenduidigheid
- Openheid

Naast risicoperceptie en –communicatie wordt in het dossier “Algemeen Stoffenbeleid” ook stilgestaan bij het begrip veiligheidscultuur en een methodiek om het gedrag met betrekking tot veiligheid te beïnvloeden (Behaviour Based Safety).

Zie voor een algemene beschrijving van psychosociale aspecten van beheersmaatregelen het dossier [algemeen stoffenbeleid](#), paragraaf 6.2.

6.3 Implementatie van beheersmaatregelen

Algemeen

Helaas bestaat er geen “altijd goed” recept voor de implementatie van beheersmaatregelen. Wel zijn er verschillende uitgangspunten en werkwijzen die de kansen op een succesvolle introductie doen toenemen. In het dossier “Algemeen Stoffenbeleid” worden verschillende van deze uitgangspunten en werkwijzen uitgewerkt. Zo wordt hier onder andere stilgestaan bij de volgende aspecten:

- Commitment
- Communicatie
- Rol van leidinggevenden
- Individuele verschillen

Bij het invoeren van maatregelen is het niet alleen van belang om oog te hebben voor de structuur van een organisatie en de samenhang tussen verschillende maatregelen maar ook voor het stadium van

ontwikkeling in een organisatie. In het dossier "[Algemeen Stoffenbeleid](#)" worden deze zaken verder uitgewerkt.

Bij de beïnvloeding van gedrag kan gebruik gemaakt worden van verschillende mechanismen. In het algemene dossier worden onder andere attributie en risicoperceptie beschreven. Verder wordt verwezen naar achterliggende stromingen en invloeden. Tot slot wordt in het dossier "Algemeen Stoffenbeleid" stilgestaan bij de programma's Versterking van Arbeidsveiligheid (SZW) en Hearts and Minds.

In het dossier [Algemeen Stoffenbeleid](#) kunt u een en ander vinden.

7. Medisch onderzoek

7.1 Gezondheidseffecten en beroepszieken

7.1.1 De bedrijfsarts en DME

Blootstelling aan DME geeft aanleiding tot veel arbeidsgelateerde gezondheidsklachten. Veel van de ernstiger gezondheidseffecten (kanker) treden pas op aan het einde of na het werkzame leven. De bedrijfsarts neemt dus mogelijk vooral acute (irritatie) en (sub-) chronische effecten (astma, COPD) waar en het beeld op de gezondheidsrisico's van de werknemers op basis van periodiek medisch onderzoek is als gevolg hiervan per definitie beperkt. In de risico-inventarisatie moet er ook rekening mee worden gehouden dat de monitoring van eventuele (niet kwaadaardige) gezondheidsklachten een zaak is die zorgvuldige opzet vergt en hoge eisen stelt aan de kwaliteit van de uitvoering van het periodiek medisch onderzoek. Voor meer informatie over de rol van de bedrijfsarts, zie het dossier [Algemeen Stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7. Om de gezondheidsrisico's te beperken is monitoring van de blootstelling en vervolgens beheersing van de blootstelling cruciaal. Juist de carcinogene risico's vragen een inschatting van het blootstellingsrisico, omdat alleen aan de hand hiervan de gezondheidsrisico's zijn in te schatten.

7.1.2 Gezondheidseffecten

Er zijn meerdere kwalitatief goede literatuurbronnen beschikbaar over diesel waaronder reviews en zelfs een aantal meta-analyses: review van het [Amerikaanse Environmental Protection Agency](#), [een review van het Health Effect Institute](#) en zie ook deze [Health and Safety Executive brochure](#). De volgende klachten en gezondheidseffecten zijn in de literatuur beschreven:

- Oogirritatie;
- Cardiovasculaire effecten (2, 5);
- Luchtwegklachten (1);
- Ontstekingsreacties en longfunctieveranderingen mogelijk samenhangend met COPD en astma (1, en hieronder genoemde bronnen);
- Longkanker en blaaskanker (3, 4, 5, 8, 9, 10).

Diesel, en andere brandstoffen ook vaak gebruikt als oplos of ontvettingsmiddel. Dus naast blootstelling van fijnstof via de lucht kan er ook sprake zijn van blootstelling aan diesel via de huid en de slijmvliezen. Dit laatste valt overigens buiten het bestek van dit dossier.

Het inademen van DME en fijn stof kan leiden tot verergering van klachten aan de luchtwegen zoals hoesten en benauwdheid. De ademhaling wordt moeilijker en er ontstaat kortademigheid. Door inademing van fijn stof vermindert de longfunctie. Een gevolg kan zijn een stijging van het aantal en verergering van astma-aanvallen (1). Fijnstof versterkt de werking van zwaveldioxide (SO₂) en kan PAC (polycyclic aromatic compounds) en zware metalen bevatten. Omdat ademen meer moeite kost, kunnen klachten bij mensen met hart- en vaatziekten toenemen en verergeren (2), en er bestaat een grotere kans op opname in een ziekenhuis.

Opvallend is dat sterke aanwijzingen bestaan dat gecombineerde blootstelling aan dieseldeeltjes en allergenen (gras en boompollen in de buitenlucht) tot een verhoogd risico op allergie lijkt te leiden dan

blootstelling aan allergenen alleen. Deze effecten lijken waarschijnlijk omdat door blootstelling aan dieseldeeltjes ook effecten op het immuunsysteem zijn vastgesteld.

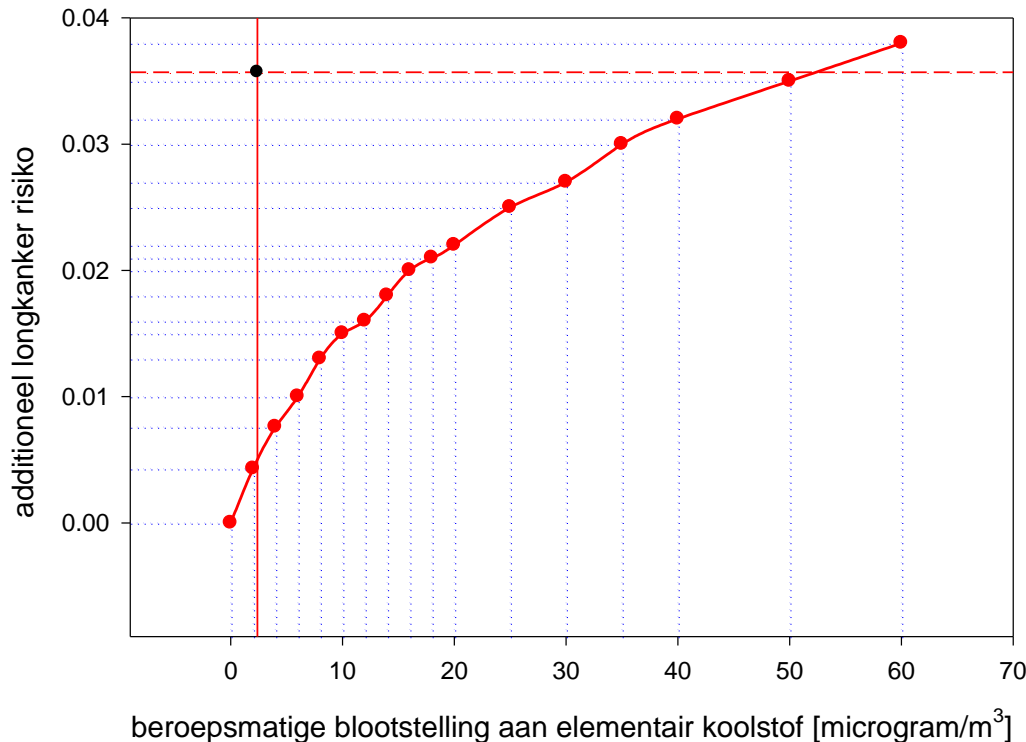
Er bestaan sterke aanwijzingen dat blootstelling aan Dieselmotoremissies (DME) geassocieerd zijn met het ontstaan van kanker. In epidemiologische studies worden associaties tussen blootstelling aan DME met long- en blaaskanker gevonden. Een [meta-analyse](#) laat een relatief risico van 1,47 zien voor longkanker op basis van de studies waarin voor roken is gecorrigeerd (10).

Voor blaaskanker is in een [meta-analyse](#) ook een verhoogd risico gevonden met hoge dieselblootstelling (8), maar effecten van verstoringen van variabelen konden in deze analyse niet goed worden meegenomen en dus is minder duidelijk of deze associatie causaal is. In de Verenigde Staten loopt op dit moment een grote studie naar het risico op kanker door blootstelling aan diesel die een aantal bestaande onzekerheden moet wegnemen.

DME wordt door het International Agency for Research on Cancer (IARC), een instelling van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO), als "2A: *Probably carcinogenic to humans*" geassocieerd: klik [hier](#). Door de Arbeidsinspectie worden DME feitelijk als kankerverwekkend beschouwd ([Interne instructie Arbeidsinspectie](#)). Nationale en internationale organisaties die zich bezighouden met normgeving en classificatie van chemische stoffen zoals in Nederland de Gezondheidsraad en het IARC gaan minder ver. Komende jaren zijn (her-) evaluaties te verwachten door zowel de Gezondheidsraad als het IARC en hoewel de uitkomsten niet vaststaan is classificatie als carcinogeen niet onwaarschijnlijk. Ook op grond van internationaal onderzoek lijkt het gerechtvaardigd om uit te gaan van humaan carcinogene risico's die optreden als gevolg van blootstelling aan diesel. De Gezondheidsraad werkt aan een advies, dat waarschijnlijk in de loop van 2009 gepubliceerd zal worden. Een aspect dat in de context van normgeving nog relevant is, is het feit dat diesel een stof zonder eigenaar is.

Vooruitlopend op de beoordeling door de Gezondheidsraad zijn wel berekeningen uitgevoerd om het levenslange risico op longkanker als gevolg van blootstelling aan DME in te schatten: klik [hier](#). Hiervoor is een studie gebruikt onder vrachtwagenchauffeurs die gebruik maakt van blootstellingsmetingen op basis van meting van elementair koolstof (8). Deze studie van Steenland is een zogenaamde patiënt-controle studie voor longkanker en controles afkomstig uit bestanden van de 'Teamster Union'. In deze studie is later in een additionele studie de expositie geschat. Op basis van deze blootstelling respons relatie en Nederlandse sterftegegevens verkregen voor 1990-1999 uit de WHO database van het IARC te Lyon, Frankrijk, is de kans op sterfte door beroepsmatige dieselblootstelling berekend met een zogenaamde overlevingsanalyse, de methode die bij voorkeur ook door de Gezondheidsraad wordt gevolgd bij het vaststellen van risicogetallen voor kankerverwekkende stoffen.

Risico op longkanker na blootstelling aan dieselmotoremissies gedurende het gehele arbeidsleven. De blootstelling is uitgedrukt in de concentratie elementair koolstof gemiddeld over een werkdag (Singels e.a., 2004).



Op basis van deze analyse is door de Arbeidsinspectie besloten dat de uitstoot in ieder geval niet mag leiden tot een hogere concentratie dan 50 µg elementair koolstof (EC) per m³ lucht, het verbodsniveau. Bij dit niveau van blootstelling is het extra risico op (long-)kanker 1 per 10.000 per jaar gedurende een werkzaam leven van 40 jaar en dit risico wordt normaliter als uitgangspunt genomen voor de berekening van de blootstelling waarbij het risico als streefniveau wordt beschouwd. Daarnaast heeft men op basis van deze berekeningen vastgesteld dat het streefniveau gelijk aan de plaatselijk heersende achtergrondconcentratie is.

7.1.3 Beroepsziekten

Voor meer algemene gegevens over beroepsziekten van gevaarlijke stoffen, zie het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7. Op de website van het Nederlands centrum voor Beroepsziekten (NCvB) staan

- de [registratielijst beroepslongaandoeningen](#)
- de [registratierichtlijn voor irritatie van de luchtwegen](#).
- de [registratierichtlijn voor beroepsastma](#).

7.1.4 Kwetsbare groepen

Voor algemene informatie over kwetsbare groepen, zie dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), paragraaf 7.1.3.

Gevoeligheid voor fijnstof kan ook het gevolg zijn van een combinatie van een reeds aanwezige medische aandoening en blootstelling. Dit is afhankelijk van de stof. Dit moet worden ingeschat op basis van een adequate multidisciplinaire RI & E. Risicogroepen met een verhoogde kwetsbaarheid specifiek voor fijnstof zijn (niet limitatief):

- werknemers met klachten van atopisch klachten;
- werknemers met een allergische constitutie;
- werknemers met bestaande of pre-existente longproblematiek;
- werknemers met chronische vaat en hart klachten.

7.2 Diagnostiek

De mogelijkheden voor diagnostisch onderzoek zijn afhankelijk van de stoffen waaraan blootstelling plaatsvindt en de daarbij beschreven medische effecten. Een goede registratie en surveillance is hierbij belangrijk. Goede surveillance stelt zeer hoge eisen aan de uitvoering. Voor DME kan hierbij nog worden opgemerkt dat de te verwachten gezondheidseffecten in de meeste gevallen multicausaal zijn en niet specifiek met DME in verband kunnen worden gebracht. Ook andere oorzaken zijn bekend zoals leefstijlfactoren als roken of andere beroepsmatige blootstellingen. Daarom kan in individuele gevallen niet eenvoudig een verband met DME worden gelegd. Om op groepsniveau een verband te leggen is epidemiologisch onderzoek noodzakelijk dat aan strenge kwaliteitseisen moet voldoen. In de reguliere ARBO-praktijk zal hieraan niet eenvoudig kunnen worden voldaan.

Diagnostiek beroepsgebonden luchtwegafwijkingen

In de NVAB [richtlijn Astma en COPD](#) wordt uitgebreid ingegaan op de onderwerpen diagnostiek, behandeling en prognose. Hieronder een korte, puntsgewijze samenvatting op hoofdlijnen.

Bij het afnemen van de anamnese zijn de volgende aspecten van belang:

Collega's met soortgelijke klachten?

Verbetering buiten het werk in weekenden en vakanties (Hierbij moet worden opgemerkt dat deze vraag, ook bij beroepsmatige fijnstof blootstelling, niet altijd onderscheidend hoeft te zijn omdat fijnstofniveaus in Nederland vrijwel overal verhoogd zijn (vooral in stedelijke gebieden maar ook langs snelwegen en industriegebieden nabij België en Duitsland)

Constitutioneel eczeem (relevanter voor blootstelling aan diesel in vloeistofvorm), allergie, atopie in de voorgeschiedenis;

Roken;

Andere (pre)-existente aandoeningen (zie kwetsbare groepen);

Bedrijfsgeneeskundige anamnese:

soort werk;

specifieke blootstelling;

hobby;

Lichamelijk onderzoek

Eventueel aanvullend onderzoek, zoals:

peak flow-meting;

specifieke huidtesten;

inhalatie-provocatietest;

bloedonderzoek.

Conform een advies van de [Gezondheidsraad](#) worden COPD patiënten daarnaast geadviseerd zich te laten vaccineren tegen seizoensinfluenza ('grieprik'). Zie ook [NVAB richtlijn seizoensinfluenza](#). Verder heeft Stichting arbobouw een richtlijn ontwikkeld hoe om te gaan met beroepsgerelateerde luchtwegaandoeningen (7).

In het arbokennisnet dossier "[irriterende stoffen](#)", hoofdstuk 7, kan er meer informatie gevonden worden hoe om te gaan met werknemers bekend met luchtwegproblematiek. .

7.2.1 Begeleiding/behandeling

Longaandoeningen

Bedrijfsgeneeskundige interventies bij beroepslongaandoeningen kennen drie mogelijkheden. Na afweging van alle relevante feiten kan het volgende geadviseerd worden:

1. Continuering eigen werkzaamheden;
2. Vermindering blootstelling;
3. Niet meer belastbaar voor eigen werk.

Voor een volledig overzicht van de argumenten wordt verwezen naar de NVAB richtlijn Astma en COPD. Ingeval van niet-optimale behandeling en/of indien bovengenoemde interventies onvoldoende resultaat opleveren kan de werknemer worden verwezen naar de longarts. Dit kan bijvoorbeeld een longarts zijn met specifieke expertise op het gebied van beroepsastma, via het [Kenniscentrum voor luchtwegaandoeningen NKAL](#)

Re-integratie

De longklachten kunnen aanleiding geven tot klachten waarmee de bedrijfsarts rekening dient te houden tijdens het re-integratietraject. Hieronder een, niet limitatieve lijst, van mogelijke beperkingen die zich kunnen voor doen:

- Psychologische beperkingen: acceptatieproblematiek
- Sociale beperkingen: door bijvoorbeeld energetische problemen, neiging tot sociaal isolement;
- Fysische beperkingen: slecht kunnen tegen temperatuurswisselingen, vochtigheid of koude;
- Dynamische beperkingen: Minder in staat tot het verrichten van fysieke werkzaamheden
- Statische beperkingen: meestal geen beperkingen;
- Tijdsbeperkingen: door conditionele klachten, verminderde duurbelasting. Aangewezen op regelmatige pauzes.

Re-integreren en chronische beperking

Ziekten zoals COPD geven aanleiding tot chronische beperkingen. Vaak zijn het beperkingen van energetische (conditionele) aard. In dat geval kan het verstandig zijn om al in een vroeg stadium van het re-integratietraject een arbeidsdeskundige te consulteren. De arbeidsdeskundige kan op basis van het functieprofiel en de functionele mogelijkhedenlijst (FML) onderzoeken of:

- 1) betrokkene kan terugkeren in zijn eigen functie (al dan niet met tijdsbeperking)
- 2) terugkeer in een aangepaste functie en
- 3) indien er geen benutbare mogelijkheden zijn, hoe het re-integratietraject in de opmaat naar een mogelijke UWV beoordeling kan worden vormgegeven

Re-integreren en kanker

Uit de literatuur blijkt een mogelijke relatie is tussen fijnstof blootstelling en kanker. Echter, dit treedt vaak op latere leeftijd op en het zal het altijd onmogelijk zijn een sluitende causale relatie aan te tonen in een individueel geval. Wel is op basis van kennis over de blootstelling gedurende het arbeidsleven en een bekende blootstelling-respons relatie een kans te berekenen dat het optreden van kanker met DME samenhangt.

In algemene zin, bij re-integrerende werknemers die behandeld zijn voor kanker, moet rekening gehouden worden met lange termijn effecten van de behandeling, Hierbij kan gedacht worden aan klachten zoals vermoeidheid en conditionele beperkingen. Ook is er in deze categorie sprake van een verhoogd risico op stemmingsstoornissen, zoals een depressie. Voor bepaalde, veel voorkomende, ziekten heeft de beroepsvereniging van de bedrijfsartsen richtlijnen ontwikkeld (zie bedrijfsgeneeskundige richtlijnen)

Bedrijfsgeneeskundige richtlijnen

De Nederlandse vereniging van arbeids- en bedrijfsgeneeskunde heeft een aantal richtlijnen ontwikkeld, gericht op diverse arbeidsgerelateerde aandoeningen. Onderstaand overzicht bevat een aantal richtlijnen die ook relevant kunnen zijn in het kader van medische begeleiding van fijnstof:

- [Astma en COPD](#)
- [Ischemische hartziekten](#)

Naast bovengenoemde richtlijnen zijn er nog een aantal andere richtlijnen beschikbaar. Deze kunnen gevonden worden op: <http://nvab.artsennet.nl>

7.2.2 Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek

Keuringen en gevaarlijke stoffen

Omdat de stoffen toxisch en mogelijk carcinogeen zijn, is het uitgangspunt geen of een zeer geringe blootstelling. Dit is echter niet altijd mogelijk. Periodiek gericht preventief onderzoek kan helpen de gezondheid van de medewerkers te bewaken. Middels een intredeonderzoek kan de individuele uitgangssituatie worden vastgelegd en met het PMO kan dit over de tijd vervolgd worden. Voor diesel zijn weinig specifieke aanknopingspunten te geven.

Aanstellingskeuring

Tenzij er sprake is van aparte wetgeving, is een aanstellingskeuring altijd op vrijwillige basis. Zie hiervoor op de website van de NVAB [aanstellingskeuringen](#) en het arbokennisdossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7.

Intredeonderzoek

Algemene informatie intredeonderzoek: zie dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), Geen aanleiding tot een intredeonderzoek. Voorkomen is beter dan genezen.

PMO

Bedrijfsartsen werkzaam in risicobedrijven of branches die niet worden geconfronteerd met diesel of fijnstof gerelateerde klachten worden geadviseerd zelf actief op zoek te gaan naar werknemers met (beginnende astmatische en benauwdheids) klachten. Het onderzoek kan worden uitgevoerd door middel van vragenlijsten, aangevuld met lichamelijk onderzoek. Ten slotte met er beleid ontwikkeld worden met als doel het roken zoveel mogelijk te ontmoedigen. Algemene informatie Preventief Medisch Onderzoek (PMO): zie dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7.

Biologische monitoring

Algemene informatie biologische monitoring: zie dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), Voor diesel wordt wel biologische monitoring toegepast door meting van het gehalte 1-hydroxypyreen in urine, als biomarker van de blootstelling aan DME. In geval van biomonitoring moet altijd een goed gedefinieerde referentiegroep of een controlegroep in hetzelfde bedrijf worden geselecteerd die niet aan DME wordt blootgesteld waarmee de blootgestelden kunnen worden vergeleken.

Vroegdiagnostiek

Zie dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7.

Aanvullend onderzoek

Bij werknemers van wie de PMO resultaten aanleiding geven, of die al klachten hebben ontwikkeld waarvan vermoed wordt dat ze door het werk zijn veroorzaakt, kan aanvullend onderzoek plaatsvinden. Als de bedrijfsarts dat niet zelf kan, wordt de werknemer daarvoor verwezen naar de andere deskundige, bijvoorbeeld de [Polikliniek mens en arbeid](#), het [NECOD](#) of het [Kenniscentrum voor luchtwegaandoeningen NKAL](#).

8. Werkgeversverplichtingen

Wettelijke verplichtingen

Artikel 3 van de Arbowet stelt algemene eisen met betrekking tot veilig werken en het beschermen van de geestelijke en lichamelijke gezondheid van de mens. Doel is ongevallen op het werk te voorkomen, evenals ziekte(verzuim) door arbeidsgebonden factoren. De werkgever dient een zo goed mogelijk arbeidsomstandighedenbeleid te voeren waarbij de actuele stand van de wetenschap en professionele dienstverlening in acht wordt genomen.

9. Werknemersverplichtingen

9.1 Wettelijke verplichtingen

De Arbowet, hoofdstuk 2, artikel 11 beschrijft de algemene verplichtingen van de werknemer. In de gewijzigde versie van januari 2007 is een belangrijke verplichting opgenomen, namelijk: "De werknemer is verplicht om in zijn doen en laten op de arbeidsplaats overeenkomstig zijn opleiding en de door de werkgever gegeven instructies, naar vermogen zorg te dragen voor zijn eigen veiligheid en gezondheid en die van de andere betrokken personen."

Gezondheidsschade voorkomen

Ter preventie van gezondheidsschade zijn werknemers verplicht om:

- arbeidsmiddelen op de juiste wijze te gebruiken;
- de ter beschikking gestelde persoonlijke beschermingsmiddelen op de juiste wijze te gebruiken en na gebruik op de daartoe bestemde plaats op te bergen;
- mee te werken aan voor hen georganiseerd voorlichting/onderricht;
- de door hen opgemerkte gevaren voor de veiligheid of de gezondheid terstond ter kennis te brengen aan de werkgever of degene die namens deze ter plaatse met de leiding is belast.

Gedragsregel

Kort samengevat is de werknemer verplicht zich zo te gedragen dat de eigen gezondheid niet in gevaar gebracht wordt. Dit betekent voorlichting en onderricht volgen en daar waar mogelijk toepassen, beschikbaar gestelde arbeidsmiddelen op een juiste wijze en verantwoorde wijze gebruiken en daar waar zich knelpunten m.b.t. gezondheidsrisico's voordoen deze terstond melden zodat maatregelen kunnen worden getroffen.

10. Werknemersrechten

De rechten van de individuele werknemer staan vermeld in de Arbowet, zie dossier [Repeterende handelingen](#). In het kader van goed arbobeleid is een werkgever o.a. verplicht de medewerker Preventief Medisch Onderzoek aan te bieden. De medewerker kan echter niet worden verplicht aan dit arbeidsgezondheidskundig onderzoek deel te nemen en de medische informatie uit het PMO mag alleen na goedkeuring van de medewerker aan de werkgever worden verstrekt.

Rechten medezeggenschapsorgaan

In Hoofdstuk 3 van de Arbo-wet wordt aangegeven wat wordt verstaan onder samenwerking met, en de bijzondere rechten van de ondernemingsraad, de personeelsvertegenwoordiging en de belanghebbende werknemers en de regeling ten aanzien van deskundige bijstand. Artikel 14 en 14a zijn artikelen aangaande maatwerkregeling aanvullende deskundige bijstand bij specifieke taken op het gebied van preventie en bescherming.

RI&E

In aanvulling op artikel 13 laat de werkgever zich bijstaan door één of meer deskundige personen ten behoeve van het toetsen van de risico-inventarisatie en -evaluatie en het opstellen van het plan van aanpak. De ondernemingsraad of het medezeggenschapsorgaan heeft hierin een adviserende rol naar de werkgever en dient dan ook te worden betrokken bij de keuze en mag indien gewenst de uitvoerende partij(en) tijdens de uitvoering begeleiden.

Plan van Aanpak

Na de uitvoering van de risico-inventarisatie en evaluatie en het opstellen van het plan van aanpak dienen deze ter goedkeuring aan de ondernemingsraad of het medezeggenschapsorgaan te worden voorgelegd. Na akkoord worden RI&E en Plan van Aanpak binnen de organisatie bekend gemaakt. Is er geen ondernemingsraad of personeelsvertegenwoordiging dan wordt het advies direct bekend gemaakt aan de belanghebbende werknemers.

Verzuimbegeleiding

De ondernemingsraad of medezeggenschapsraad heeft een adviserende rol als het gaat om de keuze van de uitvoerende partij die wordt ingeschakeld voor de begeleiding van werknemers die door ziekte niet in staat zijn hun arbeid te verrichten, met inbegrip van de bijstand bij de uitvoering van de in de sociale verzekeringswetten gestelde regels.

11. Praktijkverhalen: voorbeelden van blootstelling aan DME in Nederland

Globaal gezien ondersteunen de Nederlandse meetgegevens de in het buitenland gevonden niveaus. Als voorbeeld zijn recente meetgegevens uit de 'stand der techniek studies' hieronder gegeven. Klik [hier](#) en [hier](#).

Resultaten van dieselmetingen bij een aantal specifieke beroepsgroepen afkomstig van een tweetal stand der techniek onderzoeken (Singels e.a., 2004)

Huisvuilophaler	Soort wagen	N	AM ($\mu\text{g EC/m}^3$)	GM ($\mu\text{g EC/m}^3$)	GSD ($\mu\text{g EC/m}^3$)	Range ($\mu\text{g EC/m}^3$)
	Diesel	10	39,4	23,8	2,44	10,3-196
	Roet filter	6	7,5	7,4	1,20	5,8-10,1
	Aardgas	6	15,1	13,0	1,82	5,5-32,3
Asfalteerders	Oude machnie	10	7,8	7,5	1,41	2,9-9,8
	Nieuwe machine	10	22,5	20,6	1,55	11,9-36,5

De metingen voor de huisvuilophalers laten zien dat reductie van de blootstelling met 50% mogelijk lijkt door maatregelen als door aardgas aangedreven vuilniswagens of het plaatsen van roetfilters. De metingen verricht bij de oude en nieuwe asfalteermachine laten geen effect zien van de getroffen beheersmaatregel; de toepassing van nieuwere apparatuur. Lokale omstandigheden zoals aanwezigheid van wegverkeer of andere machines voorzien van dieselmotoren (walsen, grondverzetmachines, vrachtwagens e.d.) en meteorologische condities verstoren het beeld en hebben geleid tot beperkt informatieve meetresultaten. Uitspraken over de effectiviteit van beheersmaatregelen bij de wegenbouwers zijn op basis van de beperkte meetserie en de complexe blootstellings situatie met meerdere bronnen van DME niet eenvoudig aan te geven en met metingen te onderbouwen.

Metingen bij drie groothandels in bouwmaterialen en metaalproducten laten zien dat medewerkers bij deze bedrijfstakken, met name magazijnmedewerkers, worden blootgesteld aan DME als gevolg van emissies op de werkplek (Singels e.a. 2007). Het gaat naar schatting om grote aantallen werknemers, ca 175.000 in totaal. De persoonlijk gemeten gemiddelde DME-blootstelling in de groothandelmagazijnen bedraagt 11-46 $\mu\text{g EC/m}^3$ (microgram elementaire koolstof per kubieke meter) voor magazijnmedewerkers. Uit de in deze studie uitgevoerde metingen blijkt dat bij twee groothandels meerdere malen magazijnmedewerkers zijn blootgesteld aan een concentratie van 50 $\mu\text{g EC/m}^3$ of meer. De verwachting is dat andere bouwmarkten binnen de sector vergelijkbaar zijn met de hier bemeeten bedrijven en dat dus van een hoge blootstelling aan DME sprake is.

12. Referenties

De meeste artikelen in buitenlandse wetenschappelijke tijdschriften waarnaar hier verwezen wordt zijn te vinden via de website [PUBMED](#).

- (1) Wade JF, III, Newman LS. Diesel asthma. Reactive airways disease following overexposure to locomotive exhaust. *J Occup Med* 1993; 35(2):149-154.
- (2) Brook RD. Cardiovascular effects of air pollution. *Clin Sci (Lond)* 2008; 115(6):175-187.
- (3) Parent ME, Rousseau MC, Boffetta P, Cohen A, Siemiatycki J. Exposure to diesel and gasoline engine emissions and the risk of lung cancer. *Am J Epidemiol* 2007; 165(1):53-62.
- (4) Muscat JE. Carcinogenic effects of diesel emissions and lung cancer: the epidemiologic evidence is not causal. *J Clin Epidemiol* 1996; 49(8):891-892.
- (5) Lewtas J. Air pollution combustion emissions: characterization of causative agents and mechanisms associated with cancer, reproductive, and cardiovascular effects. *Mutat Res* 2007; 636(1-3):95-133.
- (7) [Richtlijn Luchtwegaandoeningen](#). 2006. Stichting Arbeid.
- (8) Steenland et al., Diesel exhaust and lung cancer in the trucking industry: exposure-response analyses and risk assessment. *Am J Ind Med.* 1998 Sep;34(3):220-8.
- (9) Boffetta P, Silverman DT. A meta-analysis of bladder cancer and diesel exhaust exposure. *Epidemiology.* 2001 Jan;12(1):125-30.
- (10) Lipsett M, Campleman S. Occupational exposure to diesel exhaust and lung cancer: a meta-analysis. *Am J Public Health.* 1999 Jul;89(7):1009-17.
- (11) [HEALTH EFFECT INSTITUTE](#). Research direction to improve estimates of human exposure and risk from Diesel exhaust. HEI, USA, 2002.
- (12) Geurts, S.A.E., Buunk, A.P. & Schaufeli, W.B. (1991). Sociale vergelijkingsprocessen en verzuimtendentie: In R.W. Meertens. A.P. Buunk & R. van der Vlist (Red.). *Sociale Psychologie & voorlichting en maatschappelijke problemen* (pp. 106-119). Amsterdam: Vuga.
- (13) Singels K, Warringa GEA, Boon BH, Kromhout H, Heederik D, Veldhof R. [Stand der techniek dieselmotorenemissies](#). Eindrapport, Delft, september 2004. In opdracht van het Ministerie voor Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
- (14) Croezen HJ, Singels M, Vlaanderen JJ, Kromhout H, Cnossen A. [Stand der techniek – dieselmotorenemissies Op- en overslag \(groothandel, metaal\)](#) Eindrapport nummer 382, februari 2007. Ministerie SZW, Den Haag.
- (15) [Interne instructie Arbeidsinspectie Dieselmotorenemissies \(DME\) in omsloten ruimten](#). Versie Versie van 27 maart 2007.

13. Referentie auteurs

Dick Heederik (arbeidshygiënist)
 Jaap Maas (bedrijfsarts)
 Peter Wielaard (veiligheidskundige)
 Helger Siegert (arbeids- en organisatiedeskundige)

14. Peer review

Dit arbodossier is beoordeeld door:
 Remko Houba, NKAL