

# Samenvatting

**De sector verkeer is een grote uitstoter van gezondheidsschadelijke stoffen als NO<sub>x</sub>, vluchtige organische stoffen en fijnstof. Hoe kleiner de fijnstofdeeltjes, hoe meer verkeer hieraan bijdraagt. De uitstoot van verkeer is de afgelopen jaren meer gedaald dan in andere sectoren. De dalingen komen vooral door het Europese beleid op dit gebied. De voor de Euro 6- en Euro VI-normen beschikbare technieken, zoals roetfilters en SCR-katalysatoren, zijn zeer effectief. Als deze technieken goed en blijvend worden toegepast, kunnen ze de uitstoot, en de concentraties van stoffen in de lucht, ook in de toekomst verder terugbrengen. Hiernaast zijn in de binnenvaart en zeescheepvaart nog goedkope technische maatregelen mogelijk. Omdat de concentratie van stoffen in de lucht mede wordt bepaald door de uitstoot in het buitenland en door de vorming van stoffen in de lucht, liggen ook oplossingen in andere sectoren dan (binnenlands) verkeer voor de hand. Er is nog geen beleid dat zich richt op het slijtagestof van het wegverkeer, waaronder metalen uit banden en remmen. Er zijn aanwijzingen van schadelijkheid van dit slijtagestof, al zijn de echte gezondheidseffecten nog niet goed bekend.**

Het beleid gericht op de verbetering van de luchtkwaliteit, komt in een volgende fase. De huidige beleidsdoelen, op basis van Europese emissiequota en maximale concentraties van stoffen in de lucht, worden in Nederland inmiddels vrijwel allemaal gehaald. Het ministerie van IenM werkt op dit moment aan een visie op het toekomstige beleid, zowel generiek als voor specifieke sectoren. Hierbij komt gezondheid meer centraal te staan, zoals het kabinet in zijn 'Aanpak modernisering milieubeleid' van maart 2014 heeft aangekondigd.

In deze publicatie gaat het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) in op de relatie tussen luchtkwaliteit en verkeer. Verkeer is een grote uitstoter van sommige stoffen waarvan bekend is dat ze schadelijk zijn voor de volksgezondheid.

Deze studie geeft globaal inzicht in de huidige en toekomstige bijdrage van verkeer aan de emissies en de concentraties van stoffen in de lucht. Hiernaast gaat de studie in op de gezondheidseffecten van deze stoffen, wat hierover bekend is, en op de vraag hoe en in welke mate emissies door het verkeer (kosteneffectief) kunnen worden verminderd. De sector 'verkeer' wordt hier breed opgevat: behalve wegverkeer, binnenvaart, luchtvaart en spoor verstaan we hieronder ook mobiele machines in de (land)bouw en dergelijke. Voor de zeevaart kijken we alleen naar de bijdrage aan de concentraties in de lucht; de emissies blijven buiten beschouwing omdat deze in de Europese emissiequota niet meetellen. Met deze studie wil het KiM het ministerie van IenM voeding geven voor haar visievorming over het toekomstig luchtkwaliteitsbeleid en specifiek de rol van het verkeer daarbij.

## Luchtbeleidsdoelen binnen bereik

Nederland haalt de vier nationale emissiequota (NEC, *national emission ceilings*) voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOS en NH<sub>3</sub> die gelden voor de periode 2010-2019. De quota begrenzen de uitstoot binnen Nederland van elke stof tot een bepaald aantal kilotonnen per jaar. Daarnaast zijn er Europese normen voor de maximale concentratie van stoffen in de lucht, gemeten in microgram per kubieke meter lucht; deze gelden per jaar of per dag. Ook deze concentratienormen worden in Nederland bijna allemaal gehaald. Wel is er nog een beperkt aantal overschrijdingen op het gebied van NO<sub>2</sub> en fijnstof (PM<sub>10</sub>). De overschrijdingen van de NO<sub>2</sub>-concentratienorm komen vooral voor bij binnenstedelijke wegen in de Randstad met veel verkeer. Bij fijnstof zijn vooral industrie en intensieve landbouw nog een bron van overschrijding.

Dat de huidige wettelijke grenzen worden gehaald, betekent niet dat er geen gezondheidsschade meer is. Over het algemeen bestaan er geen drempelwaarden waaronder een bepaalde stof geen gezondheidseffect meer oplevert. Bij het vaststellen van de concentratienormen en de emissiequota in de EU is een politieke afweging gemaakt die ook rekening houdt met andere effecten dan alleen gezondheid, zoals economische effecten.

Verwacht wordt dat in de EU de concentratienormen weer ter discussie komen te staan. De Europese Commissie wil op termijn de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) realiseren, die in bijna alle gevallen strenger zijn dan de huidige Europese concentratienormen.

De emissiequota staan ter discussie. De Europese Commissie heeft in 2013 voorstellen gedaan voor enerzijds de aanscherping van de bestaande NEC-plafonds voor  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) en anderzijds de instelling in 2020 en 2030 van twee nieuwe plafonds, namelijk voor  $\text{PM}_{2,5}$  en  $\text{CH}_4$ .

### Huidige bijdrage van verkeer

De sector 'verkeer' veroorzaakt relatief veel emissies van  $\text{NO}_x$ , NMVOS en fijnstof. Deze is zelfs de grootste bron van  $\text{NO}_x$ -uitstoot in Nederland. Binnen de sector is het wegverkeer de grootste bron, en hierbinnen vooral de personen-, vracht- en bestelauto's. Bij fijnstof geldt: hoe kleiner de deeltjes, hoe meer het verkeer bijdraagt aan de totale uitstoot. Aan de emissies van  $\text{PM}_{2,5}$  draagt het verkeer circa 40% bij, aan die van ultrafijnstof ( $\text{PM}_{0,1}$ ) meer dan 90%. Dit is een belangrijk aandachtspunt, omdat de gezondheidseffecten per deeltjesgrootte lijken te verschillen (zie hieronder).

Aan de gemiddelde concentratie van  $\text{NO}_2$  in de lucht draagt het binnenlands verkeer momenteel voor 40% bij. De bijdrage aan de concentraties  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  is geringer, circa 10%. Bepaalde fracties van fijnstof, zoals metalen (afkomstig van slijtage van banden en remmen), roet en ultrafijnstof, hebben een grote correlatie met het wegverkeer en komen langs drukke wegen sterk geconcentreerd voor. Met de afstand tot de weg nemen de concentraties hiervan snel af.

### Gezondheidseffecten verbonden aan verkeer

Inademing van fijnstof,  $\text{NO}_2$  en NMVOS – stoffen waaraan verkeer een substantiële bijdrage levert – kan leiden tot ziekte en vroegtijdige sterfte. Deze stoffen kunnen ook leiden tot een reactie in de lucht waarbij andere gezondheidsschadelijke stoffen ontstaan, zoals ozon of secundair fijnstof. Fijnstof is een mengsel waarvan de componenten een verschillend gezondheidseffect kunnen hebben. Daarbij spelen deeltjesgrootte en chemische eigenschappen een rol. Hoe kleiner de deeltjes, hoe makkelijker ze aan de beschermingsmechanismen van het menselijk lichaam kunnen ontsnappen en hoe makkelijker toxische deeltjes in de lucht eraan kunnen hechten. Eén van de schadelijker fracties binnen fijnstof is roet, dat ontstaat bij verbrandingsprocessen. Waarschijnlijk zijn het vooral de aan roet verbonden stoffen die schadelijk zijn.

Omdat roet deels ultrafijn is, kan het diep in de longen doordringen en zo tot gezondheidsproblemen leiden. Ook voor het slijtagestof, waaronder metalen uit banden en remmen, en het ultrafijnstof afkomstig van het verkeer zijn er aanwijzingen van schadelijkheid, al zijn de echte gezondheidseffecten nog niet goed bekend. Ultrafijnstofdeeltjes zijn zo klein dat ze ook via de longen in de bloedbaan kunnen doordringen en zo andere organen kunnen bereiken. Doordat het oppervlak van ultrafijnstofdeeltjes relatief groot is, hebben toxische stoffen in de lucht meer mogelijkheden om zich eraan te hechten. Naar de gezondheidsrisico's van aldehyden, die in verband worden gebracht met de toepassing van biobrandstoffen, loopt een Europees onderzoek. Maar van een groot aantal andere stoffen in de lucht zijn de gezondheidseffecten nog niet onderzocht; hierover bestaat geen literatuur.

Er is weinig bekend over de specifieke gezondheidseffecten per vervoermiddel of modaliteit. Is het bijvoorbeeld ongezonder om emissies in te ademen van een brommer of van een auto? Beide stoten een mengsel aan stoffen uit. De kennis over de mate van blootstelling aan stoffen en over de daaruit volgende gezondheidseffecten ontbreekt grotendeels. Een complicerende factor is dat er ook binnen modaliteiten grote verschillen zijn in uitstootmengsels, al naar gelang het gebruikte type brandstof, het type motor, de Euroklasse, de ouderdom van het vervoermiddel, het opvoeren (bij brommers) en dergelijke.

### Toekomstverwachtingen verkeersemissies en effect op concentraties

De emissies van verkeer van stoffen waarvoor nationale emissieplafonds bestaan zijn bij huidig beleid aan het dalen. De dalingen bij de verkeerssector zijn over het algemeen groter dan bij andere sectoren die onder de NEC-plafonds vallen. De  $\text{SO}_2$ -emissie door verkeer is al laag. De daling bij de andere stoffen treedt vooral op bij het wegverkeer, met de Europese uitlaatemissienormen voor wegvoertuigen als grootste drijvende kracht. Deze normen gelden voor nieuwe wegvoertuigen en dringen door sloop en

vervanging van oudere voertuigen geleidelijk door in het totale wagenpark. Onder invloed van de Euro-normen worden nieuwe dieselauto's (personen-, vracht-, bestel-) uitgerust met roetfilters die zeer effectief zijn om de uitstoot van fijnstof te verminderen. De concentratie van  $PM_{2,5}$  komt in 2030 naar verwachting in de buurt van de WHO-advieswaarde, die de helft lager ligt dan de huidige Europese norm. Voorwaarde is wel dat roetfilters niet uit de auto's worden verwijderd. De APK ziet hier nu niet op toe. Met de nieuwe Euro VI-norm worden vrachtwagens voor  $NO_x$  een factor tien schoner. Bij personenauto's en bestelauto's is de Euro 6-norm minder effectief om de  $NO_x$ -uitstoot te beperken, omdat de praktijk-emissies op de weg sterk afwijken van de normemissies. Er loopt een Europees beleidsproces om een nieuwe testprocedure in te voeren. Het is nog onzeker wat hiervan het effect zal zijn. In Nederland is het aandeel dieselauto's in het personenautopark relatief beperkt ten opzichte van dat in de buurlanden.

De meest recente Euronormen voor wegvoertuigen bevatten ook een norm voor het aantal deeltjes (*particle number*, PN) dat uit de uitlaat komt. Deze norm beperkt vooral de uitstoot van ultrafijnstof, omdat dat in aantallen de grootste bijdrage levert aan fijnstof. Roet is een belangrijke component van ultrafijnstof. De PN-norm is te halen met een geavanceerd roetfilter. Verwacht wordt dat, als gevolg van de PN-norm, de roetconcentratie in Nederland het komende decennium zal halveren. Het wegverkeer levert dan net zo'n grote bijdrage aan de roetconcentratie in de steden als de houtstook bij huishoudens.

De slijtage-emissies van het wegverkeer worden met de huidige normen niet aangepakt en stijgen naar verwachting licht, in gelijke tred met de groei van het verkeer. Bij voortzetting van de huidige trend is slijtagestof over een paar jaar een grotere bron van (primaire) fijnstof dan de verbrandingsprocessen in voertuigen.

De Euronorm voor brommers wordt in 2017 aangescherpt. Verwacht wordt dat tweetaktbrommers, die relatief veel vluchtige organische stoffen uitstoten, deze norm niet kunnen halen. Viertaktbrommers, die in principe wel aan de eisen kunnen voldoen, zullen onder de aangescherpte norm veel schoner worden dan de huidige generatie brommers. Vooral de uitstoot van fijnstof en ultrafijnstof van brommers zal sterk gaan dalen. Momenteel dragen brommers binnen de stad enkele procenten bij aan de concentraties van fijnstof en  $NO_x$  van het wegverkeer.

### Mogelijke reductiemaatregelen in de verkeerssector

De technieken die beschikbaar zijn voor de huidige Euro 6- en Euro VI-normen (voor personen-, bestel-, vrachtauto's en bussen), zijn zeer effectief om de uitstoot van  $NO_x$  en fijnstof, inclusief ultrafijnstof, door het wegverkeer terug te brengen. Het gaat hierbij vooral om roetfilters en SCR-katalysatoren. Er is geen zicht op technieken die voorbij Euro 6 en Euro VI nog een significante reductie mogelijk maken, voor zover die al gewenst zijn gezien de grote effectiviteit van de huidige beschikbare maatregelen. Voor de emissiereductie is het vooral van belang de huidige beschikbare technieken goed en blijvend toe te passen. Dit kan onder andere door een betere testcyclus bij personenauto's, zodat de emissies in de praktijk (blijvend) voldoen aan de norm, het controleren op de verwijdering van roetfilters en het zorgen voor regelmatige aanvulling van de speciale vloeistof die nodig is voor de werking van SCR-katalysatoren. Bij brommers stimuleren de toekomstige Euronormen een (verdere) verschuiving van tweetakt- naar vier-takt- en elektrische brommers.

De goedkoopste overblijvende technische reductiemaatregelen zijn te vinden bij de binnenvaart – waar nog weinig SCR wordt toegepast – en zeescheepvaart. Het verminderen van scheepvaartemissies heeft effect op de buitenluchtconcentraties op land.

Er zijn ook andere mogelijkheden dan motortechniek om de uitstoot van vervuilende stoffen naar de lucht te beperken. Denk aan efficiëntie in het vervoer, logistieke oplossingen en minder autogebruik.

Het is onzeker of het onderdeel mobiliteit van het SER Energieakkoord niet alleen kan leiden tot de reductie van  $CO_2$  maar ook tot die van  $NO_x$  en  $PM_{10}$  in de verkeerssector. Dit hangt sterk af van de manier waarop het  $CO_2$ -doel wordt gehaald. Bij toepassing van alternatieve aandrijfsystemen, zoals elektrische voertuigen, kan een sterke reductie optreden van  $NO_x$  en fijnstof, tot wel 50%. Bij toepassing van bio-brandstoffen is er nauwelijks effect op  $NO_x$  en fijnstof. Substantiële effecten van het SER Akkoord op de luchtkwaliteit, zoals grote aantallen alternatieve voertuigen, zijn pas na 2030 te verwachten.

## Beleidsaangrijpingspunten en (nieuwe) indicatoren

### Emissieplafonds versus concentraties in de lucht

De beleidsaangrijpingspunten voor het halen van nationale emissiequota en concentratienormen verschillen op onderdelen. Emissiereducties in Nederland heeft soms maar een beperkt effect op de concentratie van een stof in de lucht. Dat komt doordat die concentratie ook wordt bepaald door buitenlandse bronnen en door de secundaire vorming van stoffen uit andere stoffen.

Voor het halen van de NEC-emissieplafonds voor 2030 die de Europese Commissie voorstelt, ligt in Nederland emissiereductie in andere sectoren meer voor de hand dan in de verkeerssector. Dit komt omdat in andere sectoren goedkopere maatregelen te vinden zijn. Een uitzondering is de toepassing van SCR-katalysatoren in de binnenvaart, die relatief goedkoop is en waarmee nog een groot effect te behalen is. Dit is de enige verkeersmaatregel die is meegenomen in de recente kostenbatenanalyse (KBA) door het PBL van de voorgestelde emissieplafonds. Deze KBA heeft een positieve uitkomst (Smeets et al., 2015). Als zeevaartemissies mee zouden tellen in de nationale plafonds, conform het voorstel van de Europese Commissie, zouden ook hier nog kosteneffectieve maatregelen te vinden zijn.

De grootste maatschappelijke baten in de KBA komen van reducties die in het buitenland worden gerealiseerd, onder invloed van de daar geldende emissieplafonds. Dit type luchtbeleid, op basis van emissieplafonds per EU-lidstaat, is voor Nederland dus kosteneffectief omdat het Europees wordt gevoerd; emissiereductie alleen in Nederland is dat mogelijk niet.

Voor een verlaging van de fijnstofconcentratie in Nederland wordt een vermindering van de uitstoot van  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$  (in binnen- en buitenland) als de meest effectieve manier gezien, effectiever dan een vermindering van het rechtstreeks uitgestoten fijnstof. Dit geldt niet specifiek voor verkeer.  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$  veroorzaken secundair fijnstof, dat een achtergrondconcentratie vormt van fijnstof in Nederland. Secundair fijnstof vormt momenteel ongeveer één derde van de totale fijnstofmassa.

### Geografisch schaalniveau van beleidsmaatregelen

De Europese uitlaatemissienormen richten zich op de emissies van *nieuwe* voertuigen in Europa; ze werken vertraagd door in het totale Europese wagenpark. Voor rechtstreekse effecten op het *bestaande* park zijn nationaal of decentraal beleid beter geschikt, bijvoorbeeld fiscaal beleid, subsidies, het instellen van milieuzones en dergelijke.

Maatregelen die plaatselijk worden getroffen voor emissiereductie (bijvoorbeeld verkeersomleiding of een plaatselijke snelheidsbeperking) hebben maar weinig invloed op de concentratie van  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ . Op de concentratie van ultrafijnstof ( $\text{PM}_{0,1}$ ) en roet langs de betreffende wegen kunnen ze een groter effect hebben, omdat die sterker zijn gecorreleerd aan het verkeer op die wegen. De gezondheidswinst van dit type maatregelen betreft dus vooral personen die direct in de buurt van deze wegen verblijven.

### Nieuwe stoffen of fracties van stoffen

Slijtagestof van het wegverkeer, waaronder metaaldeeltjes afkomstig van banden en remmen, worden met de bestaande uitlaatemissienormen niet aangepakt. Ze tellen wel mee in de nationale emissieplafonds. De omvang is gerelateerd aan de verkeersomvang en stijgt licht. Gezondheidseffecten zijn nog niet goed bekend.

Er is behoefte aan een goede probleembeschrijving voor slijtage-emissies, zowel de omvang van de emissies als de gezondheidseffecten. Over oplossingsrichtingen voor vermindering van de slijtage-emissies is nog weinig nagedacht.

Er zijn literatuurbronnen die pleiten voor specifiek beleid voor roet. De nieuwe eisen die de Euronormen stellen op het gebied van deeltjesaantallen (PN), komen hieraan al tegemoet.

We zijn in de literatuur geen nieuwe stoffen tegengekomen die buiten de huidige regulering vallen en wel dringend om regulering vragen. Hierbij geldt de kanttekening dat de gezondheidseffecten van veel stoffen in de lucht überhaupt niet zijn onderzocht. De WHO acht de huidige kennis over ultrafijnstof nog onvoldoende om een veilige concentratiewaarde te bepalen. Er loopt momenteel Europees onderzoek naar aldehyden, omdat biobrandstof steeds vaker wordt toegepast. Aldehyden vallen onder NMVOS en hebben specifieke gezondheidseffecten.

In de literatuur zijn evenmin pleidooien gevonden om onderdelen van de huidige regulering te laten vervallen. De WHO pleit er expliciet voor om de concentratienormen voor zowel  $PM_{10}$  als  $PM_{2,5}$  in stand te houden, omdat de mogelijke gezondheidseffecten van het grove en het fijne deel van fijnstof van elkaar verschillen.