



MNP Rapport 500091001/2007

**Kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen voor een schonere
lucht**

W.L.M. Smeets, W.F. Blom, A. Hoen, B.A. Jimmink, R.B.A.
Koelemeijer, J.A.H.W. Peters, R. Thomas, W.J. de Vries

Contact:

Winand Smeets

Luchtkwaliteit en Europese Duurzaamheid LED

Winand.Smeets@mnp.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de Directeur van het Milieu en Natuur
Planbureau, in het kader van project M/500091 Kosteneffectiviteit van Europees en Nationaal
Luchtbeleid

Abstract

Possibilities for a cost-effective policy on air pollution at national level

Air quality in the Netherlands with respect to particulate matter (PM₁₀) and nitrogen dioxide (NO₂) can be improved up to 2015 through an number of extra national (and local) measures. Such measures can be implemented relatively quickly, contrary to implementation under a further reaching European policy including source measures and emission ceilings, which will only be fully effective over a longer period of time. National measures are road pricing, technical measures in the storage and handling of bulk goods, soot filters and deNO_x technology for inland shipping, advanced dust abatement techniques in industry and placement of air scrubbers in the larger pig and poultry housing systems. In view of the improvement in exposure of the population to PM₁₀, these national measures are more cost-effective than introducing more stringent European emission standards (Euro6/VI) for road vehicles.

From 2015 onwards, the European emission reduction policies will be important for further improvement of air quality in the Netherlands. However, the health benefits of European source measures for sparsely populated countries, or countries bordering on Europe, are considerably lower than in the Netherlands. For this reason it remains to be seen if a political majority supporting (additional) European source measures emerges.

Keywords: cost-effectiveness, measures, particulate matter, nitrogen dioxide, exposure

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Samenvatting | 7 |
| 1 Inleiding | 15 |
| 2 Aanpak | 19 |
| 2.1 Aanpak algemeen | 19 |
| 2.2 Vergelijking kosteneffectiviteit van maatregelen | 23 |
| 2.3 Vergelijking effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid | 26 |
| 3 Kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen voor een schonere lucht | 29 |
| 3.1 Emissies | 31 |
| 3.2 Luchtkwaliteit voor fijn stof (PM ₁₀) en stikstofdioxide (NO ₂) langs snelwegen | 41 |
| 3.3 Blootstelling aan fijn stof (PM ₁₀) | 51 |
| 4 Conclusies | 61 |
| 5 Literatuur | 63 |
| Bijlage 1 Maatregelen voor PM₁₀-emissiereductie | 65 |
| Bijlage 2 Maatregelen voor NO_x-emissiereductie | 67 |
| Bijlage 3 Maatregelen voor SO₂-emissiereductie | 69 |
| Bijlage 4 Maatregelen voor NH₃-emissiereductie | 71 |

Samenvatting

Een strenger nationaal en/of Europees emissiebeleid is nodig om de luchtkwaliteit in Nederland te verbeteren, en om de afgesproken juridisch bindende Europese doelen – voor emissies en voor luchtkwaliteit – tijdig te kunnen realiseren. Dit rapport verkent daartoe de kosteneffectiviteit van mogelijke aanvullende nationale en Europese bronmaatregelen in het jaar 2020. Het gaat hierbij om maatregelen die verder gaan dan het vaststaand beleid. Gelet op de onderscheiden doelen van luchtbeleid zijn er verschillende manieren om de kosteneffectiviteit van maatregelen te beschrijven. Meestal wordt de kosteneffectiviteit beschreven in termen van emissiereducties. In deze studie is de kosteneffectiviteit van maatregelen becijferd voor een drietal eindpunten:

- De vermindering van de nationale emissies, gelet op de realisatie van bestaande en aangescherpte indicatieve Europese emissieplafonds.
- De vermindering van de blootstelling aan PM₁₀ onder de Nederlandse bevolking, gelet op de hiermee samenhangende vervroegde sterfte en algemene gezondheidsklachten onder de Nederlandse bevolking.
- De verlaging van de concentraties PM₁₀ en NO₂ nabij snelwegen, gelet op het probleem dat Nederland momenteel ervaart met de overschrijding van de Europese grenswaarden voor deze stoffen.

Als eerste ordent dit rapport de maatregelen naar kosteneffectiviteit voor elk van de hiervoor genoemde eindpunten. De kosteneffectiviteit van aanvullende Europese maatregelen bij wegvoertuigen wordt hierbij vergeleken met de kosteneffectiviteit van andere nationaal te implementeren maatregelen. Als tweede adresseert het rapport de vraag in hoeverre Nederland voor een verdere verbetering van de luchtkwaliteit voor PM₁₀ en NO₂ afhankelijk is van een verdergaand Europees emissiebeleid, of vice versa in hoeverre er met alleen extra Nederlandse maatregelen nog milieuwinst valt te behalen. Daartoe is de effectiviteit van een Europese aanpak vergeleken met die van een nationale aanpak alleen. Twee uiterste beleidsvarianten zijn vergeleken. Bij de beleidsvariant ‘nationaal emissiebeleid’ is aangenomen dat Nederland alleen aanvullende maatregelen treft, en de rest van Europa verder niets doet. Bij de variant ‘Europees emissiebeleid’ is aangenomen dat ook andere EU-landen de emissies vergaand verminderen met positieve effecten voor de luchtkwaliteit in Nederland.

Berekeningen zijn uitgevoerd voor het jaar 2020 en hebben de begin 2006 door het MNP gerapporteerde referentieraming als vertrekpunt. Maart 2007 heeft het MNP deze raming bijgesteld. Hoewel de cijfers hierdoor op punten wijzigen, doet dit geen afbreuk aan de algemene bevindingen gepresenteerd in dit rapport. Milieueffecten en kosten van reeds vastgestelde maatregelen zijn meegenomen in de referentieraming, en zijn in deze studie verder niet geëvalueerd. Bij deze vaststaande maatregelen gaat het om maatregelen zoals de Euro5-emissienormering voor personen- en bestelauto's, de harde maatregelen uit het Prinsjesdagpakket 2005 gericht op de verkeerssector en de onlangs afgesproken SO₂-maatregelen bij de energiesector en raffinaderijen. De invoering van de Euro5-emissienorm voor nieuwe personen- en besteldieselauto's en het ‘harde’ Prinsjesdagpakket 2005 zijn

eerder door het MNP beoordeeld als effectieve maatregelen met significante effecten op de luchtkwaliteit voor fijn stof. De invoering van de Euro5-emissienorm per 2009/2011 maakt de invoering van een roetfilter voor dieselauto's noodzakelijk.

Deze studie richt zich op de technische mogelijkheden voor een nog verdergaand luchtbeleid. Hierbij is gekeken naar de invoering van scherpere Europese emissienormen voor lichte en zware wegvoertuigen (Euro6/VI), en aanvullende nationale maatregelen bij andere emissiebronnen dan het wegverkeer zoals de binnenvaart, mobiele werktuigen, landbouw, industrie en op- en overslagbedrijven. De enige niet-technische maatregel die is onderzocht is de invoering van een kilometerheffing voor licht en zwaar wegverkeer. Voor personen- en bestelauto's gaat het om een naar tijd en plaats gedifferentieerde kilometerheffing voor personen- en bestelauto's conform het eindbeeld beprijzen uit de Nota Mobiliteit. Voor vrachtverkeer is gekeken naar een naar Euroklasse gedifferentieerde heffing in lijn met het optiedocument verkeersemissies. Lokale maatregelen, zoals snelheidsbeperking, instelling van milieuzones, verkeersmanagement-maatregelen, parkeerbeleid, de inrichting van distributiecentra, de plaatsing van schermen langs wegen en het overkappen van snelwegen, zijn niet meegenomen. Uit nationale en internationale studies blijkt dat ook deze lokale maatregelen kosteneffectief kunnen zijn in het verlagen van concentraties langs snelwegen en drukke straten.

De kosteneffectiviteit van maatregelen is een belangrijk selectie criterium bij politieke afwegingen, maar niet het enige. Bij politieke keuzes spelen vele andere aspecten van maatregelen een rol, zoals maatschappelijk draagvlak, instrumenteerbaarheid, de gevolgen voor de concurrentiepositie van sectoren en de verdeling van de lasten over sectoren. Deze aspecten zijn in deze studie verder niet geanalyseerd.

Baten van een verdergaand Europees emissiebeleid in Nederland zijn relatief hoog

Het Europese luchtbeleid is erop gericht om de negatieve effecten van luchtverontreiniging op mens en milieu tot een minimum te beperken. Op 21 september 2005 heeft de Europese Commissie haar Thematische Strategie voor de aanpak van luchtverontreiniging gepresenteerd. Deze strategie formuleert nieuwe verdergaande milieumambities voor het jaar 2020. Deze ambities zijn geformuleerd voor de gehele EU25 als procentuele verbetering in 2020 ten opzichte van 2000. Europese doelen richten zich op vervroegde sterfte door blootstelling aan fijn stof en ozon, en negatieve effecten op ecosystemen door verzuring en vermisting. Zo streeft de Europese Commissie naar een vermindering van de sterfte van Europeanen door fijn stof met 47 procent in 2020 ten opzichte van 2000. Om de gestelde milieumambities zeker te stellen voorziet de Europese Commissie in strengere *emissieplafonds* (revisie van de bestaande Europese NEC-richtlijn) en in *aangescherpte Europese bronregelgeving* voor specifieke sectoren.

Het Europese beleid voor emissieplafonds en bronregelgeving hangt nauw met elkaar samen. Op dit moment werkt de Europese Commissie aan nieuwe aangescherpte Europese emissieplafonds (geldig vanaf 2020). Uitgaande van de in de Thematische Strategie geformuleerde milieumambities zoekt de Europese Commissie naar de meest kostenoptimale verdeling van maatregelen over de EU25 als geheel, ongeacht het land waar de maatregelen worden getroffen. Doordat maatregelen niet overal in Europa evenveel milieu- en gezondheidsbaten opleveren, zullen de nieuwe nationale emissieplafonds waarschijnlijk niet

overall in Europa even streng uitpakken. In dunbevolkte landen, landen aan de grenzen van Europa of landen met een klein areaal aan gevoelige natuur zijn de gezondheids- en milieubaten van aanvullende Europese bronmaatregelen kleiner dan in andere EU-landen. Gelet hierop zijn maatregelen in deze landen dus relatief duur. Voor deze landen zullen naar verwachting dan ook minder strenge emissieplafonds worden vastgesteld dan voor andere landen. Bezien vanuit een Europees perspectief is het daarom nog maar de vraag hoe groot het politieke draagvlak binnen Europa zal blijken te zijn voor verdergaande Europese brongerichte maatregelen. Als slechts een beperkt aantal landen een maatregel nodig heeft om de emissieplafonds te halen, is een streng Europees bronbeleid niet waarschijnlijk en ook niet kosteneffectief. In dit geval zal het emissieplafond in de betreffende landen met nationale maatregelen moeten worden gerealiseerd. Wanneer een meerderheid van EU-landen een maatregel nodig heeft, is het waarschijnlijk en kosteneffectief dat er uniforme Europese regels komen. Een Europees bronbeleid geeft in zo'n geval schaalvoordelen met dalende kosten, en voorkomt ook eventuele marktverstoringen.

Met het oog op de lopende revisie van de Europese emissieplafonds is Nederland voorstander van een effectief Europees bronbeleid. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen dat Nederland een land is met een hoge bevolkingsdichtheid en relatief veel natuur die gevoelig is voor verzuring en eutrofiëring. De gezondheids- en milieuwinst van bestrijdingsmaatregelen in Nederland zijn daardoor relatief hoog vergeleken bij andere EU-landen. Hierdoor zullen de emissieplafonds voor Nederland voor na 2010 naar verwachting ook relatief strenger worden vastgesteld dan die voor de meeste andere landen. Het is dan ook waarschijnlijk dat Nederland voor de realisatie van deze plafonds meer dan andere EU-landen aangewezen zal zijn op aanvullende nationale maatregelen.

Europese emissieplafonds: kosteneffectieve oplossingen en effectiviteit van nationaal versus Europees emissiebeleid?

In de Europese NEC-richtlijn zijn nationale emissieplafonds (geldig vanaf 2010) opgenomen voor de emissies van luchtverontreinigende stoffen. Nieuwe aangescherpte NEC-emissieplafonds zijn in voorbereiding (geldig vanaf 2020).

Kosteneffectieve oplossingen om de emissies te verminderen zijn te vinden bij het wegverkeer (invoering kilometerheffing), de landbouw (luchtwaters bij grotere varkens- en pluimveestallen), op- en overslagbedrijven (voorkomen van verstuiving van stof), de industrie (SO₂- en NO_x-maatregelen) en de binnenvaart (verdergaande retrofit van roetfilters en SCR-deNO_x-bestrijdingstechnologie). Schonere wegvoertuigen (Euro6/VI emissie-eisen voor licht/zwaar wegverkeer) zijn relatief duur om de emissies te verlagen.

De Europese Commissie voorziet in verdergaande Europese technische maatregelen bij het wegverkeer. Scherpere emissienormen voor personen- en bestelauto's (Euro6) zijn inmiddels afgesproken (van kracht vanaf 2014) en scherpere emissienormen voor vrachtoertuigen (EuroVI) zijn in voorbereiding. Het is echter nog niet duidelijk hoe groot het draagvlak is binnen Europa voor aanvullende Europese bronmaatregelen bij overige sectoren zoals de industrie en de landbouw. Uit deze studie blijkt dat Nederland desgewenst, als Europa niet ver genoeg wil gaan met het formuleren van nieuwe bronregelgeving voor deze sectoren, voldoende eigen nationale mogelijkheden heeft om zowel de bestaande (geldig vanaf 2010) als de indicatieve emissieplafonds (geldig vanaf 2020) te kunnen realiseren. In het bijzonder voor SO₂ en NH₃ zijn er extra beleidsinspanningen nodig om de emissieplafonds te halen. In

de periode 2010-2020 zijn extra maatregelen bij de industrie en/of het wegverkeer nodig om het bestaande SO₂-emissieplafond (geldig vanaf 2010) te halen. Vanaf 2015 zijn, bij een verdergaande liberalisering van het Europese landbouwbeleid en de hiermee verbonden groei van de melkveesector, ook extra NH₃-maatregelen bij de landbouw nodig om het bestaande (geldig vanaf 2010) en het wat strengere indicatieve NH₃-emissieplafond (geldig vanaf 2020) te halen.

Jaarlijkse kosten voor aanvullende maatregelen in 2020 lopen op van circa € 100 miljoen voor bestaande emissieplafonds (geldig vanaf 2010) naar circa € 250 miljoen voor de voorlopige emissieplafonds (geldig vanaf 2020) die momenteel circuleren binnen de Europese Commissie. De jaarlijkse kosten van € 250 miljoen zijn inclusief de kosten van de onlangs afgesproken Euro6 NO_x-emissienormen voor personen- en bestelauto's. De kosten exclusief Euro6 NO_x-emissienormen bedragen circa € 100 miljoen per jaar. Kosten voor het vastgestelde luchtbeleid bedragen circa € 3 miljard per jaar. Kosten van een maximaal technisch haalbaar pakket aan maatregelen bedragen circa € 1 miljard per jaar.

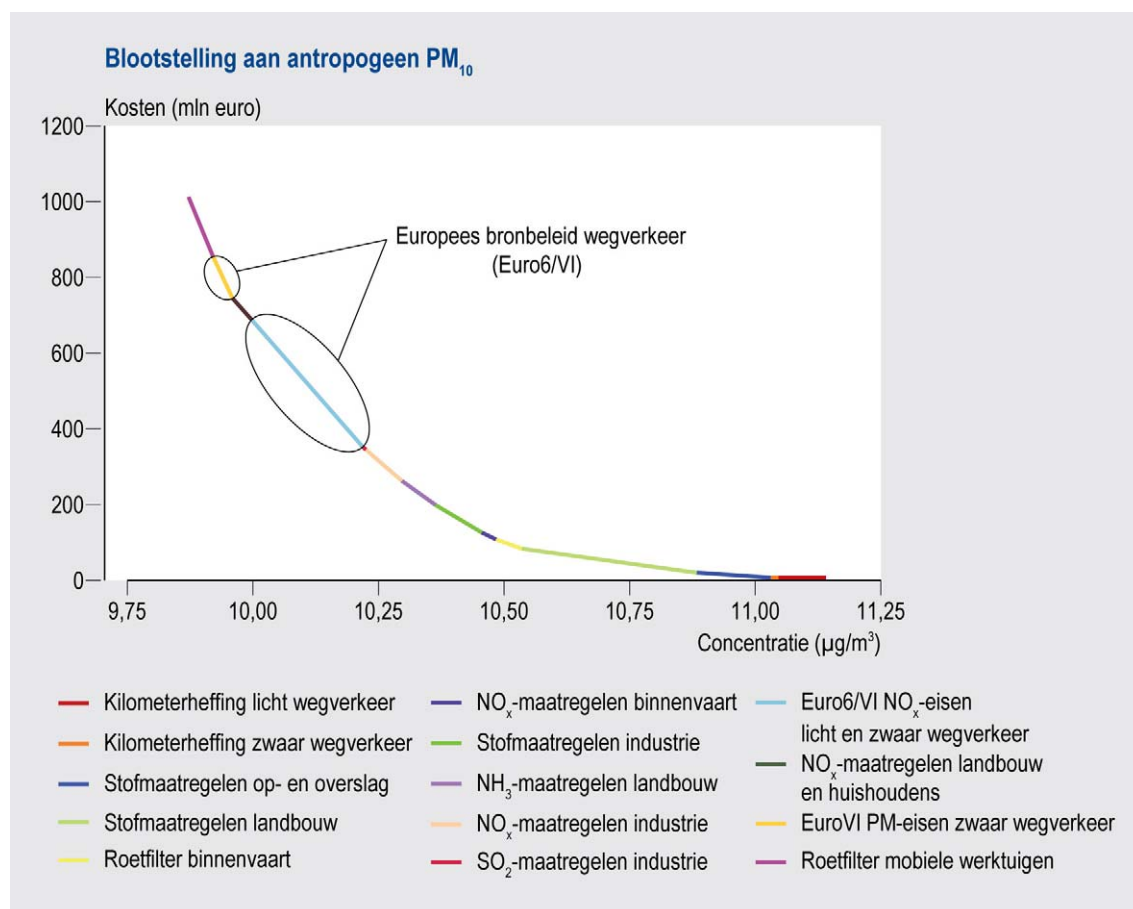
Vermindering PM₁₀-blootstelling Nederlanders: kosteneffectieve oplossingen en effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid?

Fijn stof in de lucht hangt samen met vroegtijdige sterfte en een toename van de ziektelast onder de Nederlandse bevolking. Dit onderdeel van de studie richt zich op de blootstelling aan het door de mens veroorzaakte (ofwel antropogeen) PM₁₀. Meerdere bronnen in binnen- en buitenland dragen bij aan dit probleem. In deze studie wordt – in lijn met de aanbevelingen van de Wereldsgezondheidsorganisatie – het PM₁₀ van al deze antropogene bronnen als even relevant voor de gezondheid beschouwd, omdat er nog onvoldoende wetenschappelijke onderbouwing is om hierin te kunnen differentiëren.

Uit de resultaten (Figuur S.1) blijkt dat prijsbeleid bij het wegverkeer (invoering kilometerheffing) de meest kosteneffectieve maatregel is om de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan PM₁₀ te verminderen. Hierna volgen maatregelen gericht op reductie van *primair* fijn stof bij de op- en overslag van bulkgoederen (tegengaan diffuse emissies), bij de landbouw (luchtwassers op grotere varkens- en pluimveestallen), bij binnenvaartschepen (verdergaande retrofit van roetfilters) en bij de industrie (geavanceerde stofbestrijdingstechnieken). De verdergaande retrofit van SCR-deNO_x-technologie bij binnenvaartschepen is ongeveer even kosteneffectief als de verdergaande retrofit van een roetfilter bij binnenvaartschepen. Andere maatregelen zijn minder kosteneffectief om de PM₁₀-blootstelling te verbeteren. Het gaat dan om maatregelen gericht op de vermindering van de emissies van de *secundaire* fijnstofprecursors SO₂, NO_x en NH₃, zoals aangescherpte Euro6/VI NO_x-emissie-eisen voor wegvoertuigen en aanvullende SO₂-, NO_x- en NH₃-maatregelen bij de industrie, de landbouw en de kleine stationaire bronnen.

Opvallend is dat scherpere EuroVI emissie-eisen voor fijn stof bij vrachtvoertuigen op het niveau van een roetfilter het minst kosteneffectief zijn om de blootstelling van de bevolking aan PM₁₀ te verminderen. Merk hierbij op dat de inschatting van het effect van scherpere EuroVI emissienormen bij vrachtvoertuigen op de blootstelling nog voorlopig van aard is. Gedetailleerde berekeningen op een hogere resolutie zijn nodig om dit resultaat voor vrachtvoertuigen te bevestigen. Scherpere fijnstofemissienormen voor vuilnisauto's en bussen die voornamelijk in de bebouwde kom rondrijden (daar waar mensen wonen) zijn

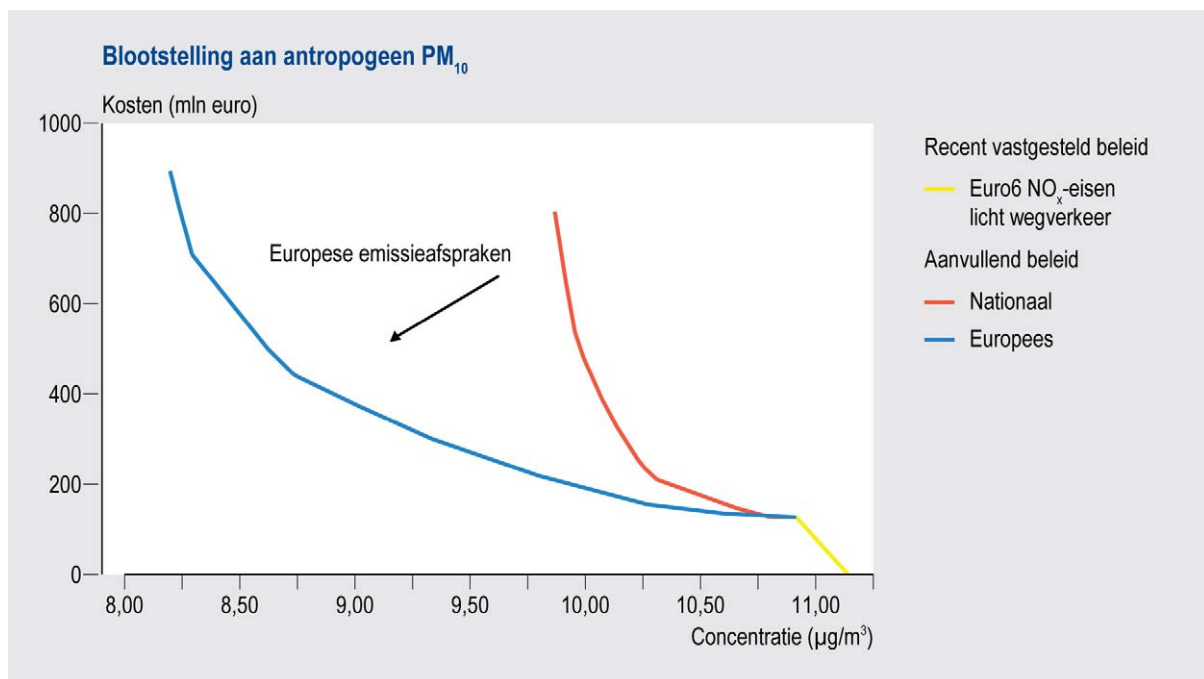
waarschijnlijk wel kosteneffectief (in vergelijking tot andere maatregelen) om de blootstelling aan fijn stof te verminderen.



Figuur S.1 Kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen in Nederland in 2020 voor het verminderen van de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan antropogeen PM₁₀. De figuur laat zien dat scherpere Europese emissienormen voor wegvoertuigen (Euro6/VI) relatief duur zijn in vergelijking tot nationale maatregelen bij andere sectoren. De figuur heeft uitsluitend betrekking op het milieueffect en de kosten van binnenlandse emissiereducties. De naar bevolking gewogen concentratiedaling over Nederland is gebruikt als maat voor blootstelling en gezondheidsschade door antropogeen PM₁₀.

Omdat fijn stof voor meer dan de helft komt aanwaaien uit het buitenland is een verdergaand Europees emissiebeleid voor Nederland op de lange termijn (na 2015) belangrijk om de PM₁₀-blootstelling van de bevolking verder terug te dringen. Berekeningen voor 2020 (Figuur S.2) laten zien dat gemiddeld over alle sectoren met een verdergaande Europese aanpak, waarbij de emissies in binnen- en buitenland dalen, een circa 2-3 maal grotere winst in PM₁₀-blootstelling kan worden gerealiseerd dan met een nationale aanpak alleen. Op de korte termijn (tot 2015) zijn de effecten van een verdergaand Europees emissiebeleid echter nog zeer beperkt, en is Nederland vooral aangewezen op extra nationale (en lokale) maatregelen. Dit komt doordat een verdergaand Europees emissiebeleid qua uitwerking en implementatie een lange tijd nodig heeft voordat dit volledig effect sorteert.

Tegen de achtergrond van de referentieraming voor 2020 bedraagt de technische haalbare extra winst in blootstelling aan antropogeen PM₁₀ in 2020 (en hiermee verbonden sterfte en ziektelast gegeven de veronderstelling dat alle PM₁₀ even relevant is) circa 10% met alleen extra Nederlandse maatregelen en 25% met een verdergaand Europees emissiebeleid.



Figuur S.2 Kostencurve voor Nederland voor het verminderen van de PM₁₀-blootstelling langs snelwegen in 2020 bij een 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. De nationale beleidsvariant houdt uitsluitend rekening met extra maatregelen in Nederland terwijl de Europese beleidsvariant rekening houdt met vergelijkbare extra maatregelen in binnen- en buitenland. De figuur laat zien dat gemiddeld over alle sectoren een Europees emissiebeleid voor Nederland circa twee tot drie maal effectiever is omdat dan ook de import van luchtverontreiniging uit het omringende buitenland wordt verminderd. De onlangs in EU-verband vastgestelde aangescherpte Euro6-NO_x-emissie-eisen voor personen- en bestelauto's zijn afzonderlijk als geel lijnstukje gepresenteerd.

PM₁₀-knelpunten: kosteneffectieve oplossingen en effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid?

Zonder extra maatregelen wordt de grenswaarde voor PM₁₀ – ook met extra derogatie-termijnen op grond van de nieuwe EU-richtlijn voor luchtkwaliteit – niet overal tijdig gehaald. Het aantal PM₁₀-knelpunten zal in de komende jaren door bestaand beleid wel fors verminderen. De Europese grenswaarde voor PM₁₀ is volgens de huidige EU-wetgeving van kracht vanaf 2005, met een mogelijkheid voor derogatie tot 2010 op grond van de nieuwe EU-richtlijn voor luchtkwaliteit die nog in voorbereiding is. Met de nu vastgestelde nationale en Europese maatregelen daalt het aantal PM₁₀-knelpunten met ongeveer driekwart in de periode tot 2010. In het toetsjaar 2010 concentreren de problemen met PM₁₀-knelpunten zich alleen nog op de meest hardnekkige knelpunten. Het gaat hierbij om snelwegen rondom grote steden en de drukste binnenstedelijke straten in vooral de Randstad. In de periode tot 2015 daalt het aantal PM₁₀-normoverschrijdingen verder.

Uit de analyse blijkt dat de hiervoor besproken kostenoptimale strategie voor de verbetering van de blootstelling van de bevolking aan PM₁₀ over het algemeen ook kosteneffectieve oplossingen oplevert voor de vermindering van het aantal PM₁₀-knelpunten. Strengere Europese PM₁₀-emissienormen voor vrachtvoertuigen (roetfilter) vormen een uitzondering. Deze maatregel heeft namelijk een veel groter effect op de PM₁₀-concentratie langs snelwegen dan op de PM₁₀-blootstelling. Dit wordt verklaard doordat de PM₁₀-concentratie

nabij snelwegen aanzienlijk verhoogd is door de emissies van het lokale wegverkeer. Deze lokale concentratieverhoging zorgt ervoor dat strengere fijnstofemissienormen (in vergelijking tot andere maatregelen) relatief kosteneffectief zijn gelet op PM₁₀-normoverschrijdingen maar relatief duur voor het verminderen van de PM₁₀-blootstelling van de Nederlandse bevolking. De toepassing van roetfilters bij vuilnisauto's en bussen die voornamelijk in de binnenstad rondrijden, daar waar mensen wonen, is in alle gevallen kosteneffectief.

Door de aanzienlijke bijdrage van het lokale wegverkeer aan de PM₁₀-concentraties langs snelwegen is Nederland voor het terugdringen van de PM₁₀-concentratie langs snelwegen minder afhankelijk van emissiereducties in het buitenland dan hiervoor is beschreven voor PM₁₀-blootstelling. Niettemin is de bijdrage van het buitenland aanzienlijk, ook als het gaat om de PM₁₀-concentratie langs snelwegen. Berekeningen voor 2020 laten zien dat gemiddeld over alle sectoren met een verdergaand Europees emissiebeleid, waarbij de emissies in binnen- en buitenland dalen, een circa anderhalf maal grotere daling in PM₁₀-concentraties langs snelwegen kan worden gerealiseerd dan met een nationale aanpak alleen. De afhankelijkheid van Europees emissiebeleid is voor PM₁₀-normoverschrijdingen daarmee niet wezenlijk anders dan hiervoor besproken is onder PM₁₀-blootstelling. Op de lange termijn (na 2015) kan een Europees emissiebeleid een significante bijdrage leveren aan de verbetering van de PM₁₀-luchtkwaliteit langs snelwegen. Tot 2015 is Nederland echter vooral aangewezen op verdergaande nationale (en lokale) maatregelen.

NO₂-knelpunten: kosteneffectieve oplossingen en effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid?

De grenswaarde voor NO₂ zal, evenals voor fijn stof, met het nu vastgestelde nationale en internationale beleid niet overal tijdig worden gehaald. Het aantal NO₂-knelpunten zal in de komende jaren door bestaand beleid wel fors afnemen. De Europese grenswaarde voor NO₂ is volgens de huidige EU-wetgeving geldig vanaf 2010, met een mogelijkheid voor derogatie tot 2015 op grond van de nieuwe EU-richtlijn voor luchtkwaliteit. In de periode tot 2015 daalt het aantal NO₂-knelpunten met het nu vastgestelde beleid met ongeveer driekwart. Problemen met NO₂-knelpunten in het toetsjaar 2015 concentreren zich, evenals bij fijn stof, alleen nog op de meest hardnekkige knelpunten. Ook hier gaat het om snelwegen rondom grote steden en de drukste binnenstedelijke straten in vooral de Randstad. In de periode tot 2020 lost het probleem zich verder op.

De emissies van het lokale wegverkeer domineren in belangrijke mate het probleem met NO₂-knelpunten. Kosteneffectieve oplossingen zijn hoofdzakelijk te vinden bij het wegverkeer (prijnsbeleid en schonere voertuigen) en in mindere mate bij de binnenvaart (deNO_x-technologie). Maatregelen bij de industrie, mobiele werktuigen en de kleine stationaire bronnen hebben een klein effect tegen relatief hoge kosten.

Voor NO₂-normoverschrijdingen geldt, evenals voor PM₁₀-normoverschrijdingen en PM₁₀-blootstelling, dat Nederland op de korte termijn (tot 2015) weinig kan verwachten van een verdergaand Europees emissiebeleid. De effecten van een Euro6/VI-NO_x-emissienormering voor lichte/zware wegvoertuigen zullen pas op de lange termijn (vanaf 2015) merkbaar zijn. Tot 2015 is Nederland vooral aangewezen op een verdergaand nationaal (en lokaal) beleid.

Afweging nationale en Europese maatregelen

De Nederlandse luchtkwaliteit voor fijn stof (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂) zal tot 2015 vooral verbeterd kunnen worden door een aantal extra nationale (en lokale) maatregelen te nemen. Dergelijke maatregelen kunnen relatief snel worden uitgevoerd. Dit in tegenstelling tot een verdergaand Europees emissiebeleid, zoals bronmaatregelen en emissieplafonds, dat lange tijd nodig heeft om volledig effect te sorteren. De nationale maatregelen zijn: invoering van de kilometerheffing, technische maatregelen bij de op- en overslag van bulkgoederen, een verdergaande retrofit van roetfilters en SCR-deNO_x-technologie bij binnenvaartschepen, verbeterde stofbestrijdingstechnieken bij de industrie en luchtwassers op grotere varkens- en pluimveestallen. Deze nationale maatregelen zijn gelet op de verbetering van de blootstelling van de bevolking aan PM₁₀ kosteneffectiever dan de invoering van scherpere Europese emissienormen (Euro6/VI) voor wegvoertuigen. Jaarlijkse kosten voor deze extra nationale maatregelen bedragen circa € 200 miljoen.

Na 2015 blijft Europees emissiebeleid belangrijk om de Nederlandse luchtkwaliteit nog verder te verbeteren. De gezondheidsbaten van Europese bronmaatregelen zijn in dunbevolkte landen of landen aan de grenzen van Europa echter aanzienlijk lager dan in Nederland. Het is daarom nog maar de vraag of er – naast scherpere Europese emissienormen voor wegvoertuigen – een politieke meerderheid voor verdergaande Europese bronmaatregelen bij andere sectoren zal blijken te zijn.

De trage doorwerking van nieuwe Europese bronregelgeving in vergelijking tot nationale maatregelen wordt verklaard door het lange Europese besluitvormingstraject en doordat de Europese bronregelgeving (veelal) betrekking heeft op *nieuwe* voertuigen en installaties. Nationale maatregelen daarentegen zijn sneller door te voeren en richten zich ook op de retrofit en versnelde vervanging van bestaande voertuigen en installaties. Zo treedt een aangescherpte Europese emissieregelgeving voor vrachtauto's (EuroVI, in voorbereiding) niet eerder in werking dan vanaf 2014. Pas hierna zullen de oudere vrachtvoertuigen geleidelijk aan worden vervangen door schonere EuroVI-voertuigen. De milieuwinst van een verdergaande Europese regelgeving in 2015 is hierdoor nog zeer beperkt. Voor andere sectoren en bronnen is het beeld vergelijkbaar. Ten slotte is het zo dat van aangescherpte Europese emissieplafonds op de korte termijn (tot 2015) nog weinig kan worden verwacht omdat deze emissieplafonds pas van kracht worden met ingang van 2020.

1 Inleiding

Aanleiding onderzoek naar effecten en kosten van aanvullende maatregelen voor een schonere lucht

Luchtverontreiniging leidt tot gezondheidsklachten, vroegtijdige sterfte en schade aan natuurlijke ecosystemen. Om deze negatieve effecten te verminderen, zijn in EU-verband normen voor de luchtkwaliteit vastgelegd en zijn er grenzen gesteld aan de nationale emissies van luchtverontreiniging. Concreet gaat het om normen voor de concentratie fijn stof (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂), en om nationale emissieplafonds voor de stoffen zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH₃) en vluchtige organische stoffen (NMVOS). Voor fijn stof (PM₁₀ of PM_{2,5}) zijn geen emissieplafonds afgesproken. Nederland zal met het reeds ontwikkelde nationale en Europese beleid waarschijnlijk niet tijdig aan alle EU-verplichtingen kunnen voldoen. Vooral knellend zijn de daggrenswaarde voor PM₁₀ (geldig vanaf 2005) en de jaargrenswaarde voor NO₂ (geldig vanaf 2010) en de emissieplafonds voor SO₂ en NH₃ (geldig vanaf 2010). Met het nu vastgestelde nationale en internationale beleid worden deze doelen niet tijdig gehaald. In het voorstel van de Europese Commissie voor een nieuwe luchtkwaliteitrichtlijn wordt onder voorwaarden een derogatietermijn voorgesteld van maximaal 5 jaar voor de realisatie van de grenswaarden voor PM₁₀ en NO₂. In dat geval zou in 2010 aan de grenswaarde voor PM₁₀ en in 2015 aan de grenswaarde voor NO₂ moeten worden voldaan. Hoewel de situatie hierdoor fors zal verbeteren worden ook dan de Europese luchtkwaliteitsnormen niet overal tijdig gehaald (Velders et al., 2007, MNP, 2007).

Sinds 2001 moeten bestuursorganen bij tal van ruimtelijke plannen de luchtkwaliteitsnormen voor PM₁₀ en NO₂ in acht nemen. Dit heeft de laatste jaren aanleiding gegeven tot bestuurlijke problemen rond de realisatie van bouwplannen. Bouwplannen werden geblokkeerd of moesten worden bijgesteld wegens het overschrijden van de Europese grenswaarden. Het probleem met de luchtkwaliteit is daarmee niet alleen een gezondheidskundig en milieuprobleem, maar ook een bestuurlijk-juridisch probleem. Hiermee is een nieuwe dimensie ontstaan in de problematiek rondom luchtverontreiniging. Het beleid in Nederland is er nu op gericht de effecten voor gezondheid en natuur te verminderen en de bestuurlijke problemen op te lossen. Het betreft een complexe materie waarbij het beleid een afweging moet maken tussen maatregelen bij diverse sectoren en op verschillende bestuurlijke schaalniveaus (Europees, nationaal en lokaal). Informatie over de effecten en kosten van verdergaande bestrijdingsmaatregelen is hierbij van groot belang.

Vraagstelling

Dit rapport adresseert drie actuele problemen rondom luchtverontreiniging:

- het probleem van de overschrijding van de Europese emissieplafonds;
- het probleem van de overschrijding van de Europese grenswaarden voor PM₁₀ en NO₂ langs snelwegen; en
- het gezondheidskundige probleem van de ziektelast en vroegtijdige sterfte dat samenhangt met blootstelling aan PM₁₀.

Gelet op deze problemen verkent dit rapport de milieueffecten en kosten van aanvullende nationale en Europese beleidsopties. Hierbij gaat het steeds om extra maatregelen boven op het vaststaand nationaal en Europees beleid. Berekeningen zijn uitgevoerd voor het zichtjaar 2020. Allereerst ordent het rapport de maatregelen naar kosteneffectiviteit voor elk van de hiervoor genoemde problemen. De kosteneffectiviteit van Europese maatregelen bij wegvoertuigen wordt hierbij vergeleken met de kosteneffectiviteit van andere nationaal te implementeren maatregelen. Als tweede adresseert het rapport de vraag in hoeverre Nederland voor een verdere verbetering van de luchtkwaliteit afhankelijk is van een verdergaand Europees emissiebeleid, of vice versa in hoeverre er met alleen extra Nederlandse maatregelen nog milieuwinst valt te behalen.

Vertrekpunt voor de analyse is de begin 2006 door het MNP gerapporteerde referentieraming (Velders et al., 2006). Deze raming is gebaseerd op het Global Economy (GE) scenario en gaat uit van een relatief gunstige economische ontwikkeling. Nederland heeft het GE-scenario ingebracht bij de Europese onderhandelingen over aanpassing van de Europese NEC-richtlijn voor emissieplafonds. Maart 2007 heeft het MNP de referentieraming bijgesteld. Hoewel het cijfermateriaal hierdoor op onderdelen is gewijzigd, doet dit geen afbreuk aan de algemene bevindingen gepresenteerd in dit rapport. Milieueffecten en kosten van reeds vastgestelde maatregelen zijn verwerkt in de referentieraming, en zijn in deze studie niet afzonderlijk becijferd. Bij deze vaststaande maatregelen gaat het o.a. om de Euro5-emissienormering bij personen- en bestelauto's, de harde maatregelen uit het Prinsjesdagpakket 2005 gericht op de verkeerssector en de onlangs afgesproken SO₂-maatregelen bij de energiesector en raffinaderijen. De invoering van de Euro5-emissienormen voor nieuwe personen- en besteldieselauto's (per 2009/2011) en het harde Prinsjesdagpakket 2005 zijn eerder door het MNP gekwantificeerd als effectieve maatregelen met een fors effect op de luchtkwaliteit voor fijn stof (Wesselink et al., 2006; MNP, 2006). De invoering van de Euro5-PM-norm (per 2009/2011) maakt de invoering van een roetfilter noodzakelijk.

Voorliggende studie richt zich op de mogelijkheden voor een verdergaand emissiebeleid. De geselecteerde maatregelen zijn overgenomen uit het in 2006 door het MNP en ECN gerapporteerde optiedocument (Daniëls en Farla, 2006). Het merendeel van de onderzochte maatregelen is technisch van aard. Concreet gaat het om strengere Europese emissienormen (Euro6/VI) voor lichte/zware wegvoertuigen en diverse technische maatregelen bij andere emissiebronnen dan het wegverkeer zoals de binnenvaart, mobiele werktuigen, landbouw, industrie en op- en overslagbedrijven. Voor het wegverkeer is daarnaast ook gekeken naar de mogelijke effecten van de invoering van een kilometerheffing voor licht en zwaar wegverkeer. Voor personen- en bestelauto's gaat het om een naar tijd en plaats gedifferentieerde kilometerheffing voor personen- en bestelauto's conform het eindbeeld beprijzen uit de Nota Mobiliteit deel III (Besseling et al., 2005). Voor vrachtverkeer is gekeken naar een naar Euroklasse gedifferentieerde heffing in lijn met het optiedocument verkeersemisies (Van den Brink et al., 2004).

Het PM₁₀ in de lucht bestaat uit een complex mengsel van stofdeeltjes van verschillende grootte en chemische samenstelling. In deze studie wordt het antropogeen PM₁₀ van alle bronnen als even relevant voor de gezondheid beschouwd, omdat er nog onvoldoende wetenschappelijke onderbouwing is om hierin te kunnen differentiëren. Het fijn stof van

natuurlijke oorsprong is waarschijnlijk minder schadelijk, en is bij de inschatting van de PM₁₀-blootstelling buiten beschouwing gelaten.

De studie kent zijn beperking omdat maatregelen alleen zijn beoordeeld op het aspect kosteneffectiviteit. Bij politieke afwegingen spelen vele andere voor- en nadelen van maatregelen een rol zoals politiek en maatschappelijk draagvlak, duurzaamheid en gevolgen voor de concurrentiepositie van sectoren. Deze aspecten zijn in deze studie niet onderzocht. Daarnaast kijkt deze studie alleen naar maatregelen die op nationaal of Europees schaalniveau kunnen worden ingevoerd. Specifieke op de lokale situatie toegespitste maatregelen, zoals de instelling van milieuzones, parkeerbeleid, verkeersmanagementmaatregelen, de inrichting van distributiecentra, schermen en overkappen van snelwegen, zijn niet onderzocht. Dit soort maatregelen is nog volop in ontwikkeling.

Er is in deze studie gerekend voor het zichtjaar 2020 omdat dit jaar centraal staat bij de Europese onderhandelingen over een aanscherping van de bestaande emissieplafonds. Daarnaast is voor dit jaar gekozen omdat een vergelijking van extra nationaal en Europees emissiebeleid op de korte termijn (tot 2015) weinig interessant is, omdat de effecten van extra Europees emissiebeleid op deze korte termijn zeer beperkt zijn. Het onderhandelingsproces over nieuwe aangescherpte Europese emissieplafonds (geldig vanaf 2020) is in 2007 gestart.

Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is als volgt. Hoofdstuk 2 geeft informatie over de aanpak van de studie. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten voor de drie geadresseerde problemen. Paragraaf 3.1 behandelt de kosteneffectiviteit van maatregelen in termen van emissiereducties. Paragraaf 3.2 geeft de kosteneffectiviteit van maatregelen in termen van de concentratiedaling langs snelwegen. Paragraaf 3.3 beschrijft de kosteneffectiviteit van maatregelen in termen van de vermindering van blootstelling aan PM₁₀. In hoofdstuk 4 worden de belangrijkste conclusies op een rijtje gezet.

2 Aanpak

Dit hoofdstuk is verdeeld in drie paragrafen. Paragraaf 2.1 behandelt de algemene opzet en uitgangspunten van de studie. Paragraaf 2.2 geeft de gevolgde aanpak voor beantwoording van de eerste vraagstelling, te weten de (kosten)effectiviteit van extra nationale en Europese maatregelen. Paragraaf 2.3 behandelt de aanpak voor beantwoording van de tweede vraagstelling, te weten de mate waarin Nederland voor een verdere verbetering van de luchtkwaliteit afhankelijk is van een verdergaand Europees emissiebeleid.

2.1 Aanpak algemeen

Eindpunten

Deze studie definieert allereerst het gebruikte achtergrondscenario voor het jaar 2020. Vervolgens becijfert deze studie de effecten (milieuwinst) en kosten van mogelijke extra maatregelen in het zichtjaar 2020. De effecten zijn becijferd voor drie verschillende eindpunten:

- De vermindering van de nationale emissies, gelet op de realisatie van de Europese emissieplafonds.
- De verlaging van de concentraties PM₁₀ en NO₂ nabij snelwegen, gelet op de overschrijding van de Europese grenswaarden langs verkeersgerelateerde hotspots.
- De vermindering van de gemiddelde blootstelling aan PM₁₀ onder de Nederlandse bevolking, gelet op de hiermee samenhangende vervroegde sterfte en algemene gezondheidsklachten onder de Nederlandse bevolking.

Luchtverontreiniging heeft ook nadelige gevolgen voor natuurlijke ecosystemen. De kosteneffectiviteit van maatregelen voor het terugdringen van de schade aan natuurlijke ecosystemen is in deze studie niet onderzocht.

Referentieraming

Het gebruikte achtergrondbeeld geeft een raming van de emissies, concentraties en fijnstofblootstelling in het jaar 2020 na doorwerking van het vastgestelde nationale en Europese beleid. Bij deze vaststaande maatregelen gaat het om maatregelen zoals de invoering van de Euro5-emissienormering bij personen- en bestelauto's (per 2009/2011), de harde maatregelen uit het Prinsjesdagpakket van 2005 en de onlangs afgesproken SO₂-maatregelen bij de energiesector en raffinaderijen. Het gebruikte achtergrondbeeld houdt nog geen rekening met de toekomstige doorwerking van de onlangs afgesproken Euro6-NO_x-emissienormering bij personen- en bestelauto's.

Het gebruikte achtergrondbeeld komt – afgezien van de inmiddels afgesproken SO₂-maatregelen bij de energiesector en raffinaderijen – volledig overeen met de begin 2006 door het MNP gerapporteerde GCN-referentieraming (Velders et al., 2006). De SO₂-maatregelen

zijn als enige uitzondering in voorliggende studie wel verwerkt in het achtergrondscenario, terwijl dit in de GCN-referentieraming van 2006 nog niet het geval was. De GCN-referentieraming is gebaseerd op het Global Economy (GE) scenario en gaat uit van een relatief gunstige economische ontwikkeling. In het vervolg van dit rapport wordt het in deze studie gebruikte achtergrondbeeld, dus inclusief de SO₂-maatregelen bij de energiesector en raffinaderijen, aangemerkt als de 2006-referentieraming.

Ook voor de toekomstige ontwikkeling van de buitenlandse emissies is een achtergrondbeeld gedefinieerd. Gebruik is gemaakt van de emissieramingen bij vaststaand beleid afkomstig van IIASA. Deze zogenaamde Current Legislation (CLE) ramingen houden rekening met vastgestelde Europese maatregelen zoals de Euro5-emissionnormen bij personen- en bestelauto's en met het afgesproken nationaal beleid in de afzonderlijke EU-landen.

Marginale kostencurven

Om de centrale vragen te kunnen beantwoorden, zijn er marginale kostencurven gemaakt voor de drie onderscheiden eindpunten: emissies, concentraties en fijnstofblootstelling. Deze kostencurven geven de *extra* kosten die in Nederland gemaakt moeten worden om een *extra* hoeveelheid milieuwinst eveneens in Nederland te verwezenlijken. Hoe steiler de helling van de lijn, hoe minder gunstig de kosteneffectiviteit van een maatregel. In de kostencurven gaat het steeds om de effecten en kosten van extra maatregelen ten opzichte van wat er met het vaststaande beleid reeds wordt bereikt. De kostencurven zijn opgesteld voor het jaar 2020. Met behulp van de kostencurven kan voor de drie eindpunten afzonderlijk worden nagegaan wat een kosteneffectieve volgorde van extra maatregelen is, en hoe hoog de kosten bij benadering oplopen om in 2020 voldoende effect te hebben – gegeven de Europese doelen die gesteld zijn. Daarnaast geven de kostencurven inzicht in het maximaal haalbare technische potentieel.

Kosten maatregelen

Kosten van additionele binnenlandse maatregelen zijn op twee manieren te benaderen: vanuit het perspectief van de nationale overheid (nationale of maatschappelijke kosten) of vanuit het perspectief van de eindverbruikers ofwel de bedrijven en burgers (eindverbruikerskosten). In deze studie is gekeken naar de nationale kosten (VROM, 1994). De kostenschattingen voor alle maatregelen houden geen rekening met de externe effecten en welvaartsbatens die toe te rekenen zijn aan een verbeterde luchtkwaliteit. De kostenschattingen voor onderzochte technische maatregelen zijn overgenomen uit het optiedocument (Daniëls en Farla, 2006). Hierbij zijn de investeringskosten en operationele kosten meegenomen, evenals de kosten die toe te rekenen zijn aan een verhoogd energiegebruik. De kosten- en batencijfers voor invoering van de kilometerheffing zijn overgenomen uit de beschikbare kosten-batenanalyses uitgevoerd door het Centraal Planbureau (Besseling et al., 2005). Hierbij is er wel rekening gehouden met de externe effecten en welvaartsbatens voor niet-milieu gerelateerde problemen zoals de doorstroming, verkeersveiligheid en geluidsoverlast. Voor wat betreft de kosten van een kilometerheffing is er rekening gehouden met de implementatiekosten van de kilometerheffing en het welvaartverlies dat toegeschreven kan worden aan een verminderde mobiliteit.

Er is nog veel onduidelijk over de kosten van aanvullende technische maatregelen ter vermindering van de NO_x-emissies bij personenauto's en vrachtauto's (Euro6/VI-emissionormen voor NO_x). In deze studie worden de jaarlijkse kosten voorlopig geschat op € 10,- per kg NO_x (Beck et al., 2004). Ook voor mobiele werktuigen wordt uitgegaan van deze kosten.

De kosten van scherpere EuroVI-emissionormen voor fijn stof bij vrachtvoertuigen zijn veel beter bekend. In deze studie wordt uitgegaan van strenge normen die de toepassing van een roetfilter noodzakelijk maken. De jaarlijkse kosten zijn geschat op € 275,- per kg PM₁₀.

Modellerings luchtkwaliteit PM₁₀ en NO₂

De becijferde emissiereducties zijn met behulp van atmosferisch-chemische transportmodellen doorvertaald naar concentraties luchtverontreiniging (PM₁₀ en NO₂). Veranderingen in de rurale en stedelijke achtergrondconcentraties zijn berekend op een 5*5 km grid met het OPS-model (Van Jaarsveld, 2004). In de directe nabijheid van snelwegen (tot circa 100 m) is de PM₁₀ en NO₂-concentratie extra verhoogd vanwege de lokale emissies van het wegverkeer. Voor de modellering van deze lokale concentratiebijdrage is het CAR-model gebruikt (Jonkers en Teeuwisse, 2006). Omdat het praktisch gezien onmogelijk bleek om alle maatregelen afzonderlijk door te rekenen, zijn afzonderlijke maatregelen (met een vergelijkbare kosteneffectiviteit in termen van emissiereducties) soms sectorgewijs gebundeld tot maatregel- of optiepakketten.

Het effect van maatregelen op de PM₁₀- en NO₂-concentratie langs snelwegen is berekend voor een beperkt aantal meest vervuilde snelwegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam. De gemiddelde concentratieverlaging langs deze meest vervuilde snelwegvakken is in deze studie gebruikt als indicator voor de (kosten-)effectiviteit van maatregelen als het gaat om de vermindering van het aantal PM₁₀- en NO₂-knelpunten. De snelwegvakken zijn – afzonderlijk voor PM₁₀ en NO₂ – geselecteerd op basis van het rapport van Velders uit 2006 (Velders et al., 2006). Concreet gaat het voor beide stoffen om een aantal hardnekkige snelwegvakken waar volgens de 2006-referentieraming (na doorwerking van het vastgestelde beleid) in 2020 mogelijk nog steeds overschrijdingen van respectievelijk de PM₁₀-norm en NO₂-norm kunnen voorkomen. Effecten op de concentraties zijn berekend op een afstand van 25 meter uit de weg.

Modellerings PM₁₀-blootstelling en gerelateerde gezondheidseffecten

Deze studie kijkt naast de luchtkwaliteit nabij snelwegen ook naar de blootstelling aan het door de mens veroorzaakte PM₁₀ in de lucht ofwel het antropogeen PM₁₀. Het fijn stof van natuurlijke oorsprong is waarschijnlijk minder schadelijk, en is bij de inschatting van PM₁₀-blootstelling buiten beschouwing gelaten.

Het antropogeen PM₁₀ in de lucht bestaat uit een complex mengsel van stofdeeltjes van verschillende grootte en chemische samenstelling. In deze studie wordt het antropogeen PM₁₀ van alle bronnen als even relevant voor de gezondheid beschouwd, omdat er nog onvoldoende wetenschappelijke onderbouwing is om hierin te kunnen differentiëren. Wel wordt vaak aangenomen dat de kleinere fractie van het PM₁₀ (met een diameter kleiner dan

2,5 micrometer) schadelijker is dan het grovere deel van het fijn stof (met een diameter tussen 2,5 en 10 micrometer). Ook zijn er vermoedens dat het verbrandingsgerelateerde PM₁₀ mogelijk meer gezondheidsrelevant is dan andere fracties. PM_{2,5} is hier niet afzonderlijk onderzocht omdat de gegevensbasis van metingen, emissiedata en maatregelen voor PM_{2,5} in Nederland op dit moment nog beperkt is.

De naar bevolkingsdichtheid gewogen PM₁₀-concentratiedaling over Nederland is in deze studie gebruikt als maat voor de gemiddelde PM₁₀-blootstelling en hiermee samenhangende gezondheidsschade onder de Nederlandse bevolking. De indicator representeert de gemiddelde PM₁₀-concentratie waar Nederlanders aan worden blootgesteld. Deze is afgeleid door de gemodelleerde PM₁₀-concentratiedaling over Nederland in een grid van 5*5 km te vermenigvuldigen met de hoeveelheid inwoners in dat grid. Het saldo over alle grids is opgeteld en gedeeld door de totale bevolking. Een concentratieverlaging in dichtbevolkte verstedelijkte gebieden telt hierdoor proportioneel zwaarder mee dan een concentratieverlaging in dunbevolkt ruraal gebied.

Veranderende inzichten

Ramingen voorspellen niet de toekomst. De ramingen van emissies en luchtkwaliteit worden jaarlijks door het MNP bijgesteld vanwege nieuwe, betere inzichten. Zoals aangegeven zijn de effecten van maatregelen in deze studie beoordeeld tegen de achtergrond van de referentieraming uit 2006. Maart 2007 heeft het MNP deze raming opnieuw bijgesteld (Velders et al., 2007). Hoewel het referentiepunt en de berekende milieueffecten van maatregelen hierdoor op onderdelen iets kunnen wijzigen, doet dit geen afbreuk aan de algemene bevindingen en conclusies van dit rapport. Waar relevant voor de conclusies wordt hier in de tekst nader bij stilgestaan.

Euro6-emissienormering voor personen- en bestelauto's

In deze studie is gekeken naar een drietal aanvullende Europese maatregelen voor wegvoertuigen:

- (De inmiddels afgesproken) Euro6 emissienorm voor NO_x bij personen- en bestelauto's.
- scherpere EuroVI emissienormen voor NO_x bij vrachtvoertuigen (in voorbereiding).
- scherpere EuroVI emissienormem voor fijn stof bij vrachtvoertuigen (in voorbereiding).

Maatregelen zijn in alle kostencurven geordend naar kosteneffectiviteit, met uitzondering van de Euro6-NO_x-emissienormering voor personen- en bestelauto's. Omdat deze maatregel inmiddels door de EU is vastgesteld, is deze maatregel in de Figuren 3.2, 3.4, 3.6 en 3.8 als eerste gepresenteerd. Het gaat hierbij om de figuren waarbij de potentiële effectiviteit van de nationale en de Europese beleidsvariant met elkaar worden vergeleken. In de overige figuren, waarbij de kosteneffectiviteit van strengere Europese emissienormen is vergeleken met mogelijke nationale maatregelen, zijn alle bestudeerde maatregelen, dus inclusief de Euro6-NO_x-emissienormering voor personen- en bestelauto's, geordend naar kosteneffectiviteit.

Milieueffecten van een kilometerheffing

Zolas hiervoor is aangegeven houdt het in deze studie gebruikte achtergrondbeeld (Velders et al., 2006) nog geen rekening met de toekomstige doorwerking van de vorig jaar afgesproken Euro6-NO_x-emissie-eisen voor lichte wegvoertuigen. Dit betekent dat de effecten van een

kilometerheffing zijn ook nog ingeschat uitgaande van een relatief vuil autopark voor zover het gaat om de emissies van NO_x. Hierdoor zijn de NO_x-gerelateerde milieueffecten van een kilometerheffing in deze studie overschat. De effecten van een kilometerheffing voor de luchtkwaliteit hangt namelijk af van de uitgangssituatie. Beprijzen leidt tot minder gereden kilometers. Hoe schoner het voertuigpark hoe geringer het effect van een volumevermindering op de luchtkwaliteit. Berekeningen geven aan dat de overschatting significant is in termen van NO_x-emissiereducties (Figuur 3.1) en de NO₂-concentratiedaling langs snelwegen (Figuur 3.5). Voor beide eindpunten geldt dat het in de figuren gepresenteerde effect van een kilometerheffing met circa een factor 10 wordt overschat. In termen van PM₁₀-emissiereducties (Figuur 3.1), de PM₁₀-concentratie langs snelwegen (Figuur 3.3) en PM₁₀-blootstelling (Figuur 3.7) is de overschatting beperkt en niet relevant voor het eindresultaat.

Baten van een kilometerheffing

Invoering van een kilometerheffing levert hoge netto baten ofwel negatieve kosten op. De hoge baten van een kilometerheffing zijn moeilijk met de kosten van andere maatregelen in een figuur te presenteren. Om reden van de inzichtelijkheid van de figuren zijn de negatieve kosten van een kilometerheffing daarom in de figuren niet weergegeven. De effecten in termen van emissiedaling en concentratievermindering zijn wel in de figuren opgenomen. De netto baten van de introductie van een kilometerheffing zijn wel gepresenteerd in Tabel 3.5.

2.2 Vergelijking kosteneffectiviteit van maatregelen

Toelichting aanpak

Als eerste is in dit rapport voor de drie onderzochte eindpunten (emissies, concentraties snelwegen en blootstelling) de kosteneffectiviteit van aanvullende Europese bronmaatregelen bij wegvoertuigen vergeleken met de kosteneffectiviteit van andere nationaal te implementeren maatregelen. Hierbij is gekeken naar de kosten van extra emissiereducties (in Nederland) en de hierdoor veroorzaakte milieueffecten (eveneens in Nederland). Dit betekent dus dat de verbetering van de luchtkwaliteit ten gevolge van aangescherpte Europese emissie-eisen (Euro6/VI) voor wegvoertuigen in dit onderdeel van de studie alleen betrokken is op de binnenlandse emissiereducties. Aldus heeft de berekening van de kosteneffectiviteit voor nationaal en Europees te implementeren maatregelen eenzelfde grondslag en zijn de resultaten voor afzonderlijke maatregelen goed vergelijkbaar. Het resultaat van de berekeningen geeft aan wat in de Nederlandse situatie de meest kosteneffectieve volgorde van maatregelen is. Resultaten van de analyse zijn getoond in Tabel 3.1 en de Figuren 3.1, 3.3, 3.5 en 3.7.

Toelichting maatregelen algemeen

Een overzicht van de beschouwde maatregelen is gegeven in de bijlagen B1 t/m B4 voor respectievelijk de stoffen PM₁₀, NO_x, SO₂ en NH₃. De beschouwde maatregelen zijn hier per stof gegroepeerd. De bijlagen geven naast een korte beschrijving van de maatregelen ook informatie over de kosteneffectiviteit van maatregelen in termen van kosten per kilogram emissiereductie. Hierna wordt allereerst een algemene toelichting gegeven bij de

beschouwde maatregelen waarna per stof een korte opsomming wordt gegeven van de beschouwde maatregelen.

In deze studie evalueert het MNP maatregelen die ingrijpen op de emissies van fijn stof (PM_{10}), stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO_2), ammoniak (NH_3) en vluchtige organische stoffen (NMVOS). De NO_2 -concentratie in de lucht is direct gekoppeld aan de emissies van stikstofoxiden (NO_x). Daar staat tegenover dat de PM_{10} -concentratie in de lucht een complex mengsel is dat bestaat uit stofdeeltjes van natuurlijke en menselijke oorsprong. Het antropogene fijnstofdeel wordt onderscheiden in een direct bij de bron uitgestoten primair fijnstofdeel en een secundair deel dat in de lucht wordt gevormd uit de precursors SO_2 , NO_x en NH_3 . De emissies van NMVOS zijn alleen mee in beschouwing genomen voor zover het gaat om het eindpunt emissies. NMVOS draagt daarnaast ook in beperkte mate bij aan de fijn stof concentratie in de lucht. Deze effecten zijn hier niet meegenomen omdat nog onvoldoende kennis beschikbaar is om dit goed te kunnen modelleren.

Voor de emissiereducties en netto kosten van de *kilometerheffing* bij het lichte wegverkeer baseert deze studie zich op berekeningen van het CPB (Besseling et al., 2005). Het CPB heeft verschillende vormen van prijsbeleid voor personen- en bestelauto's doorgerekend op hun effecten voor congestie, verkeersveiligheid en milieu. Voor deze studie is uitgegaan van een naar tijd en plaats gedifferentieerde kilometerheffing voor personen- en bestelauto's conform het eindbeeld beprijzen uit de Nota Mobiliteit deel III. Het gaat om een vlakke kilometerheffing van gemiddeld 3,4 eurocent/km die een groot deel van de vaste autobelastingen vervangt in combinatie met een uniforme congestieheffing (naar tijd en plaats) van 11 eurocent/km. Voor het vrachtverkeer is gekeken naar een naar Euroklasse gedifferentieerde heffing in lijn met maatregel N8.4. uit het optiedocument verkeersemissies (Van den Brink et al., 2004).

Voor de *aanvullende nationale bronmaatregelen* is een selectie gemaakt uit de maatregelen van het door MNP en ECN opgestelde optiedocument (Daniëls en Farla, 2006). Dit document geeft informatie in termen van te verwachten emissiereducties in 2020 en jaarlijkse kosten. Gedetailleerde informatie is in dit document (en de bijbehorende website) terug te vinden. Het gaat om maatregelen die verder gaan dan de harde nationale maatregelen uit het Prinsjesdagpakket 2005 (MNP, 2005). Naast nationale maatregelen bij de industrie, landbouw en op- en overslagbedrijven (die geen onderdeel uitmaken van het harde Prinsjesdagpakket 2005) is hierbij ook gekeken naar de retrofit van schone technologie bij binnenvaartschepen en mobiele werktuigen. Deze retrofitmaatregelen lijken op het eerste oog opvallend omdat het Prinsjesdagpakket ook al dit soort maatregelen bevat. Echter, het door de overheid beschikbaar gestelde budget voor stimulering van de retrofit van roetfilters en de NO_x -installaties bij mobiele bronnen is beperkt. Uitgaande van de kosten van roetfilters bij verschillende voertuigcategorieën is eerder door het MNP berekend welk percentage van het in aanmerking komende voertuigpark en vloot met het beschikbare budget maximaal kan worden voorzien van een retrofit-roetfilter (MNP, 2005). Voor binnenvaartschepen ligt dit op circa 12% van de totale scheepsvloot en voor mobiele werktuigen op 3% van het totale werktuigenpark. Dit is slechts een fractie van de totale vloot en het totale park. In deze studie wordt ervan uitgegaan dat de Nederlandse overheid zelfstandig verdergaande maatregelen kan nemen dan het Prinsjesdagpakket 2005 die ervoor zorgen dat in 2020 meer

binnenvaartschepen en mobiele werktuigen zijn voorzien van schone technologie. In deze studie is een maximaal effect ingeschat ervan uitgaande dat in 2020 alle binnenvaartschepen zijn voorzien van een roetfilter en deNO_x-technologie en alle mobiele werktuigen van een roetfilter.

Voor de *aanvullende Europese bronmaatregelen bij het wegverkeer* zijn zoals hiervoor is aangegeven een drietal maatregelen opgenomen. De gekozen EuroVI-limietwaarden voor vrachtvoertuigen zijn gebaseerd op de TNO-studie Future Emissions of Heavy Duty vehicles (TNO, 2005). Hierbij is voor fijn stof en NO_x uitgegaan van een aanscherping tot 20% van de huidige EuroV-emissienorm (5-maal lagere emissienorm). Voor fijn stof maakt dit de invoering van een roetfilter bij vrachtvoertuigen noodzakelijk.

Maatregelen emissies primair PM₁₀

Voor de emissies van primair fijn stof is gekeken naar de invoering van scherpere Europese emissie-eisen per 2004 (EuroVI) voor vrachtvoertuigen op een niveau dat toepassing van een roetfilter noodzakelijk maakt. Voor de nationale maatregelen gaat het om fijnstofmaatregelen bij de landbouw (luchtwassers bij de grotere varkens- en pluimveestallen en olie- en waterverneveling bij de kleinere stallen), bij de binnenvaart (verdergaande retrofit roetfilter), bij mobiele werktuigen (verdergaande retrofit roetfilter), bij de industrie (geavanceerde stofbestrijdingstechnieken) en bij de op- en overslag van bulkgoederen (voorkomen verstuiving van stof) (Bijlage B.1).

Voor de sector industrie zijn uitsluitend fijnstofmaatregelen geselecteerd met een kosteneffectiviteit voor PM₁₀-emissiereductie van € 50,- per kg PM₁₀ of kleiner. Het optiedocument bevat alleen informatie over mogelijke bestrijdingsopties in de voedings- en genotmiddelenindustrie, de chemie, basismetalenindustrie en raffinaderijen. Deze sectoren behoren volgens de actuele emissieregistratie tot de industriële sectoren met de hoogste PM₁₀-emissies. De meest kosteneffectieve PM₁₀-bestrijdingsopties (in termen van emissies) met het grootste reductiepotentieel zijn eveneens in deze sectoren te vinden (Van Harmelen et al., 2002). Bestrijdingsmaatregelen in andere industriële sectoren zijn niet opgenomen in het optiedocument en zijn hier verder ook niet bestudeerd. Het gaat hierbij om fijnstofmaatregelen bij de bouwmaterialenindustrie, de metaalbewerkingsindustrie, energiesector (kolencentrales), de houtindustrie, de papierindustrie, de textielindustrie en de rubber en kunststoffenindustrie.

Merk op dat de in het optiedocument gerapporteerde fijnstofmaatregelen bij de aluminiumindustrie in voorliggende studie niet zijn meegenomen omdat deze een kosteneffectiviteit hebben groter dan € 50,- per kg PM₁₀. Voor raffinaderijen zijn ook geen extra maatregelen becijferd in dit rapport. Dit komt omdat het effect van de onlangs met raffinaderijen afgesproken overgang van olie- naar gasstook al is verwerkt in het referentiescenario. De mogelijkheden voor een nog verdergaande stofreductie bij raffinaderijen is uiterst beperkt.

Maatregelen NO_x-emissies

Gelet op de emissies van NO_x is in deze studie gekeken naar scherpere Europese NO_x-emissienormen (Euro6/VI) bij personen- en bestelauto's en bij zware wegvoertuigen. Verder

zijn de meest relevante nationale maatregelen beschouwd. Hierbij gaat het naast de invoering van een kilometerheffing, om de implementatie van verdergaande specifieke technische NO_x-bestrijdingsmaatregelen bij de binnenvaart, de industrie en de gebouwde omgeving (Bijlage B.2).

Maatregelen SO₂-emissies

Voor SO₂ is gekeken naar de nog overgebleven technische mogelijkheden voor SO₂-emissiereductie in de industrie en de verlaging van het zwavelgehalte van rode diesel voor mobiele werktuigen, binnenvaart en de visserij (Bijlage B.3).

Maatregelen NH₃-emissies

Voor NH₃ gaat het om verdergaande nationale maatregelen bij de landbouw. Er is gekeken naar een aanscherping van de emissiearme aanwending van mest op grasland, rantsoenaanpassingen bij het melkvee en de installatie van luchtwassers op de grotere varkens- en pluimveestallen (Bijlage B.4).

Maatregelen NMVOS-emissies

Voor NMVOS is gekeken naar een aanscherping en uitbreiding van de Europese productenrichtlijn (2004/42/EG) die eisen stelt aan het NMVOS-gehalte in producten voor de bouw, handel, diensten, overheid, huishoudens en de transportsector. Daarnaast is gekeken naar een aantal aanvullende nationale maatregelen bij de industrie.

2.3 Vergelijking effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid

Toelichting aanpak

Als tweede is in dit rapport voor de drie onderzochte eindpunten (emissies, concentraties snelwegen en blootstelling) de effectiviteit van een Europese aanpak, waarbij de emissies in binnen- en buitenland worden gereduceerd, vergeleken met die van een nationale aanpak waarbij alleen de emissies in Nederland worden gereduceerd. Het resultaat van de berekening geeft inzicht in de mate waarin Nederland voor een verdere verbetering van de luchtkwaliteit afhankelijk is van een verdergaand Europees emissiebeleid. Resultaten zijn gepresenteerd in de Figuren 3.2, 3.4, 3.6 en 3.8.

Nederland importeert veel luchtverontreiniging uit het buitenland. Nederland kan deze import niet zelf beïnvloeden, maar is hiervoor afhankelijk van de beleidsinspanningen op Europees schaalniveau. Ook kan Nederland sommige technische maatregelen niet zelfstandig doorvoeren, zoals NO_x-maatregelen bij het wegverkeer. Deze maatregelen kunnen alleen in samenspraak met Europa en de voertuigfabrikanten worden geïmplementeerd. Dit geeft aan dat Nederland voor een oplossing van de luchtproblematiek gedeeltelijk afhankelijk is van verdergaand Europees emissiebeleid. Dit rapport brengt deze afhankelijkheid kwantitatief in kaart. Daartoe maakt dit rapport onderscheid in twee beleidsvarianten voor emissies (Tabel 2.1). Deze geven de hoekpunten van het speelveld voor Nederland weer. Het gaat om de varianten:

- *'Maximaal nationaal emissiebeleid'*. Het vastgestelde beleid, zoals de Euro5 voor personen- en bestelauto's (roetfilter op nieuwe personen- en besteldieselauto's) en het harde deel van het Prinsjesdagpakket 2005 (nationale stimuleringsmaatregelen), zal doorwerken tot 2020. Vervolgens veronderstelt deze beleidsvariant dat Nederland er alleen voor staat om de luchtkwaliteit te verbeteren. In de nationale beleidsvariant neemt alleen Nederland nieuwe maatregelen, terwijl de rest van Europa uitsluitend het vastgestelde beleid uitvoert en dus niets extra's doet. De nationale beleidsvariant kijkt naar technische maatregelen bij diverse sectoren in Nederland. Daarnaast worden de effecten en kosten becijferd van de invoering van een nationaal systeem van rekeningrijden (kilometerheffing).
- *'Maximaal Europees emissiebeleid'*. Ook in deze variant zal het vastgestelde beleid, zoals Euro5 en het harde deel van het Prinsjesdagpakket 2005, doorwerken tot 2020. Vervolgens veronderstelt deze beleidsvariant een soortgelijke aanpak van de emissies in andere Europese landen als in Nederland. Nederland en het buitenland nemen in deze variant vergelijkbare extra maatregelen. Door de bijdrage van het buitenland aan de Nederlandse luchtverontreiniging is de milieuwinst in deze beleidsvariant aanzienlijk groter dan in de nationale beleidsvariant. De Europese beleidsvariant kijkt naar (technische) maatregelen bij alle sectoren in Nederland en het buitenland. De invoering van de kilometerheffing is in deze variant niet meegenomen.

De verschillen tussen beide beleidsvarianten zijn schematisch gegeven in Tabel 2.1. Voor een nadere toelichting op het verschil in emissiereductiepotentieel wordt ook verwezen naar tekstbox 3.3 op pagina 38.

Tabel 2.1 Overzicht van de onderscheiden beleidsvarianten op hoofdlijnen, en beschouwde effecten op de emissies in binnen- en buitenland. Het symbool √ geeft aan dat desbetreffende emissiereducties zijn meegenomen in de berekening.

| Maatregelen | Reduceert emissies (concentratiebijdrage) binnenland | Reduceert emissies (concentratiebijdrage) buitenland |
|---|---|---|
| Maximaal nationaal emissiebeleid | | |
| - specifieke technische maatregelen voor de luchtverontreinigende stoffen PM ₁₀ , SO ₂ , NO _x , NH ₃ en NMVOS | √ | - |
| - kilometerheffing | - | - |
| - klimaatmaatregelen | √ | - |
| Maximaal Europees emissiebeleid | | |
| - specifieke technische maatregelen voor de luchtverontreinigende stoffen PM ₁₀ , SO ₂ , NO _x , NH ₃ en NMVOS | √ | √ |
| - klimaatmaatregelen | - | - |

Voor beide beleidsvarianten zijn marginale kostencurven opgesteld. In lijn met het voorafgaande geeft de kostencurve 'nationaal emissiebeleid' aan wat het Nederland kost om de luchtkwaliteit verder te verbeteren in het geval dat alleen Nederland maatregelen treft. In

dit geval worden alleen de bronbijdragen uit eigen land aangepakt. De kostencurve ‘Europees emissiebeleid’ geeft aan wat het Nederland kost in het geval dat zowel Nederland als andere EU-landen vergelijkbare maatregelen treffen. In dit geval worden ook de bronbijdragen of emissies in het buitenland aangepakt, met gelijkblijvende kosten voor Nederland. Een beschrijving van de beschouwde maatregelen en corresponderende binnenlandse emissiereducties is gegeven in paragraaf 2.2. In de Europese beleidsvariant is daarnaast ook rekening gehouden met de emissiereducties die vergelijkbare maatregelen in het buitenland opleveren. De omvang van deze buitenlandse emissiereducties is ingeschat op grond van de RAINS-database van IIASA.

De kostencurven zijn opgesteld voor de Nederlandse situatie. Merk op dat, bij gebrek aan informatie, de kosten van technische maatregelen in de nationale en Europese beleidsvariant gelijk zijn verondersteld. Dit is niet helemaal juist omdat in werkelijkheid de kosten bij een Europese aanpak lager zullen uitvallen vanwege schaalvoordelen. Gegevens ontbreken om dit onderscheid te kunnen maken.

3 Kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen voor een schonere lucht

Dit hoofdstuk presenteert de onderzoeksresultaten in de vorm van marginale kostencurven. De gepresenteerde kostencurven vormen de basis voor het beantwoorden van de in de inleiding gestelde vragen. De kostencurven slaan op het zichtjaar 2020 en geven de *extra* kosten die in 2020 (in Nederland) gemaakt moeten worden om in 2020 (in Nederland) een *extra* hoeveelheid milieuwinst te verwezenlijken. De onderzochte maatregelen zijn in de kostencurven geordend naar kosteneffectiviteit. Hoe steiler de curve hoe kosteneffectiever een maatregel is. Het (rechter) startpunt van de curve geeft het niveau aan emissies, concentraties en fijnstofblootstelling dat met het vaststaande beleid naar verwachting in 2020 zal worden gehaald (Velders et al., 2006).

Als eerste wordt hierna een overzichtstabel van de resultaten gepresenteerd. Tabel 3.1 is de centrale tabel van dit rapport. Deze geeft een overzicht van de kosteneffectiviteit van maatregelen voor de drie onderzochte eindpunten (emissies, luchtkwaliteit en fijnstofblootstelling). Paragraaf 3.1, 3.2 en 3.3 behandelen achtereenvolgens de marginale kostencurven voor de drie eindpunten.

De paragrafen 3.1, 3.2 en 3.3 hebben een vergelijkbare opbouw. Elke paragraaf beschrijft allereerst de geraamde omvang van de beleidsopgave in 2020 voor het betreffende eindpunt. Als tweede gaat de paragraaf in op de kosteneffectiviteit van de maatregelen. Hierbij wordt de kosteneffectiviteit van Europese bronmaatregelen bij het wegverkeer vergeleken met die van nationale maatregelen en wordt aangegeven wat een verstandige volgorde van maatregelen is gelet op de (maatschappelijke) kosten van beleid. Als derde beschrijft de paragraaf de omvang van het reductie- of verbeterpotentieel als alleen Nederland de emissies verdergaand vermindert (nationale beleidsvariant) en als ook het buitenland de emissies op een vergelijkbare manier reduceert (Europese beleidsvariant). Dit derde onderdeel analyseert daarmee op een kwantitatieve manier welke speelruimte Nederland heeft om de problemen zelf op te lossen, en wat een verdergaande Europese aanpak hieraan kan bijdragen.

Tabel 3.1 Kosteneffectiviteit van extra maatregelen in termen van emissiereducties (M € per kton), PM₁₀-concentratiedaling langs snelwegen (M € per 0,01 µg/m³), NO₂-concentratiedaling langs snelwegen (M € per µg/m³) en vermindering van de gemiddelde PM₁₀-blootstelling onder de Nederlandse bevolking (M € per 0,01 µg/m³). De kosteneffectiviteit is berekend uitgaande van de kosten en effecten van binnenlandse emissiereducties.

| | Schaal-niveau Beleid | K.E. emissie reductie | | | | K.E. PM ₁₀ -concentratie daling | K.E. NO ₂ -concentratie daling | K.E. PM ₁₀ -blootstelling |
|---|-------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|---|--------------------------------------|
| | | PM ₁₀ | SO ₂ | NO _x | NH ₃ | snelwegen | snelwegen | Nederlanders |
| | | M€/Kiloton | | | | M€/0,01 µg/m ³ | M€/µg/m ³ | M€/0,01 µg/m ³ |
| Prijsbeleid wegverkeer | | | | | | | | |
| Kilometerheffing personen- en bestelauto's – Nota Mobiliteit ^a | NL | | | | | | | |
| Partiële berekening ^b | | 6064 | | 216 | | 40 | 16 | 190 |
| Integrale berekening ^c | | 1951 | | -70 | | -13 | -5 | -61 |
| Kilometerheffing vrachtverkeer ^d | NL | | | | | | | |
| Integrale berekening | | -450 | | -30 | | -3 | -2 | -22 |
| Technische maatregelen primair fijn stof | | | | | | | | |
| EuroVI PM-eisen zwaar wegverkeer (op niveau van roetfilter) | EU | 275 | | | | 3 | | 28 |
| Luchtwassers grotere varkens en pluimveebedrijven | NL | 6 | | | 4 | 7 | | 2 |
| PM-maatregelen op- en overslagbedrijven | NL | 13 | | | 8 | 0,3 | | 2 |
| Roetfilter binnenvaart | NL | 35 | | | | 3 | | 5 |
| PM-maatregelen Industrie | NL | 28 | | | | 3 | | 8 |
| Roetfilter mobiele werktuigen | NL | 270 | | | | 18 | | 32 |
| PM-maatregelen kachels en open haarden | NL | n.i. | | | | n.i. | | n.i. |
| Technische maatregelen secundair fijn stof | | | | | | | | |
| NO _x -maatregelen binnenvaart (SCR-deNO _x) | NL | | | 1 | | 4 | 70 | 7 |
| NO _x /SO ₂ -maatregelen industrie | NL | | 0,5-2 | 2 | | 12 | 250 | 12 |
| Euro6 NO _x -eisen personen- en bestelauto's | EU | | | 10 ^f | | 13 | 40 | 14 |
| Euro6 NO _x -eisen vrachtauto's | EU | | | 10 ^f | | 15 | 40 | 16 |
| NO _x -maatregelen mobiele werktuigen | EU | | | 10 ^f | | 10 | | 11 |
| NH ₃ -maatregelen landbouw (exclusief luchtwassers) ^e | NL | | | | 2-3 | 7 | | 10 |
| NO _x -maatregelen kleine stationaire bronnen | NL | | | 7 | | 15 | 140 | 15 |

- Combinatie van omzetting van MRB en BPM in een vlakke heffing van gemiddeld 3,4 eurocent per kilometer en een uniforme congestieheffing van 11 eurocent per kilometer (Besseling et al., 2005).
- Partiële berekening rekening houdend met alleen de kosten van een kilometerheffing (uitvoeringskosten, minder weggebruik).
- Integrale berekening rekening houdend met de kosten, en met de baten die een kilometerheffing heeft op andere problemen dan luchtkwaliteit (congestie, verkeersveiligheid en geluid).
- Naar Euro-klasse gedifferentieerde heffing voor lichte en zware vrachtauto's van resp. 0,035 en 0,075 eurocent per kilometer. Eurovignet komt te vervallen evenals MRB voor lichte vrachtauto's.
- Aanscherping emissiearme mestaanwending grasland en rantsoenaanpassingen melkvee.
- Globale indicatieve schatting.

3.1 Emissies

- Als de politieke meerderheid in Europa voor scherpe bronmaatregelen onvoldoende mocht blijken, heeft Nederland voldoende eigen mogelijkheden om de bestaande en de aangescherpte (indicatieve) NEC-emissieplafonds in 2020 te kunnen realiseren. Nederland is hiervoor niet afhankelijk van nieuw Europees bronbeleid.
- In het bijzonder voor SO₂ en NH₃ zijn er extra beleidsinspanningen nodig om de emissieplafonds te halen.
- De jaarlijkse kosten voor extra maatregelen in 2020 lopen op van circa € 100 miljoen voor bestaande emissieplafonds (geldig vanaf 2010) naar circa € 250 miljoen voor de voorlopige emissieplafonds (geldig vanaf 2020) zoals die in april 2007 circuleerden binnen de Europese Commissie. De kosten van € 250 miljoen zijn inclusief de kosten van de onlangs afgesproken Euro6-emissienormering voor NO_x-emissies bij personen- en bestelauto's.

Deze paragraaf verkennt de mogelijkheden voor een verlaging van de emissies van stoffen die zijn opgenomen in de Europese 'National Emission Ceilings'-richtlijn (NEC-richtlijn). De NEC-richtlijn legt aan landen emissieplafonds op voor de stoffen zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH₃) en vluchtige organische stoffen (NMVOS). Voor fijn stof (PM₁₀ of PM_{2,5}) zijn nog geen emissieplafonds vastgesteld. De emissieplafonds gelden met ingang van 2010. Overschrijding van deze plafonds na 2010 is niet toegestaan. In 2008 zal de Europese Commissie de emissieplafonds herzien. Sturend hierbij zijn de milieuambities uit de Thematische Strategie voor Schone Lucht voor Europa (uit 2005). De Europese milieuambities zijn geformuleerd als procentuele verbetering in milieukwaliteit in 2020 ten opzichte van 2000. Bij de vaststelling van nieuwe emissieplafonds voor na 2010 zoekt de Europese Commissie naar de meest kostenoptimale verdeling van maatregelen over de EU25 als geheel, ongeacht het land waar de maatregelen worden getroffen. Hierbij wordt het RAINS-model van IIASA als centraal model ingezet. Een eerste voorstel voor aangescherpte emissieplafonds per 2020 is opgenomen in het achtergronddocument bij de Thematische Strategie. Inmiddels heeft de Europese Commissie het proces vertraagd omdat men eerst de Europese discussie wil afwachten over de verdeling van verdergaande emissiereducties voor broeikasgassen na 2010. Deze discussie kan belangrijke gevolgen hebben voor de kostenoptimalisatie van NEC-emissieplafonds vanwege de synergie die er bestaat tussen maatregelen voor klimaat en voor luchtverontreiniging. In 2008 wil de Europese Commissie met een voorstel komen voor aangescherpte NEC-plafonds.

De emissieplafonds gebruikt in dit rapport dateren van december 2006 (Amann et al., 2006), zijn voorlopig van aard en zullen in 2008 nog wijzigen. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de kosteneffectiviteit van maatregelen voor de emissies van PM₁₀, SO₂, NO_x, NH₃ en NMVOS.

Wat is de beleidsopgave voor emissies in 2020?

Volgens het gehanteerde GE-scenario, rekening houdend met de onlangs afgesproken maatregelen bij raffinaderijen en de energiesector, stijgt de SO₂-emissie in de toekomst van circa 53 kton in 2010 naar circa 56 kton in 2020. De stijging wordt verklaard door de verwachte groei in de industriële productie, wat resulteert in een toename van de verbranding- en procesgerelateerde emissies.

De NH₃-emissie stijgt in dezelfde periode van 126 kton in 2010 naar 147 kton in 2020. Deze forse toename in NH₃-emissies wordt verklaard door een in het GE-scenario aangenomen verdergaande liberalisering van het Europese landbouwbeleid. De beëindiging van de Europese melkquota (vanaf circa 2015) zal leiden tot een expansie van de Nederlandse melkveesector. Daarnaast zal de melkproductie per koe toenemen, wat gepaard gaat met een toename van de mestexcretie per koe. Het gecombineerde effect van deze beide ontwikkelingen zorgt voor de verwachte groei in NH₃-emissies.

De NO_x-emissie daalt in deze zelfde periode van 277 kton in 2010 naar 243 kton in 2020. De dalende emissietrend voor NO_x wordt verklaard doordat wegvoertuigen, ondanks de volumegroei, steeds minder NO_x gaan uitstoten als gevolg van de bestaande Europese emissienormering (Euro-4/IV en Euro-5/V) voor wegvoertuigen. In de industrie wordt tussen 2010 en 2020 uitgaande van het GE-scenario bij ongewijzigd beleid een toename in NO_x-emissies verwacht.

Tabel 3.2 laat zien dat, uitgaande van het 'Global Economy' toekomstscenario, het ingezette beleid waarschijnlijk niet voldoende is om de *bestaande* emissieplafonds (geldig vanaf 2010) voor SO₂ en NH₃ in 2020 te kunnen halen. Voor de bestaande emissieplafonds wordt de beleidsopgave in 2020 geschat op 6 miljoen kg voor SO₂ en 19 miljoen kg voor NH₃. Bestaande emissieplafonds voor NO_x en NMVOS zijn in 2020 wel binnen bereik met het ingezette beleid.

Als gekeken wordt naar de voorlopige aangescherpte emissieplafonds (geldig vanaf 2020) die in april 2007 circuleerden binnen de Europese Commissie, zijn voor vrijwel alle stoffen waarschijnlijk extra maatregelen nodig. Het gaat hierbij om de stoffen SO₂, NH₃, NO_x en NMVOS. Voor PM_{2,5} is het voorgestelde plafond waarschijnlijk wel haalbaar met reeds afgesproken maatregelen, met de kanttekening dat de kennis van en onzekerheid over emissies van PM_{2,5} (en dus ook de beleidsopgave) groot is.

Merk op dat de gebruikte referentieraming voor 2020 dateert van 2006 en nog geen rekening houdt met de onlangs door het MNP naar beneden bijgestelde emissies voor NO_x en PM₁₀ (Velders et al., 2007). Recente aanpassingen naar beneden van de emissieraming voor NO_x hebben betrekking op de doorwerking van de onlangs afgesproken Euro6 NO_x-emissienormen voor licht wegverkeer, en lagere emissieschattingen voor het wegverkeer zoals deze onlangs zijn berekend met het nieuwste transport-emissiemodel (VERSIT+). Aanpassingen naar beneden van de emissieraming voor PM₁₀ hebben betrekking op nieuwe maatregelen ter bestrijding van de emissies van op- en overslagactiviteiten in havens, en nieuwe inzichten in de emissies door het wegverkeer (VERSIT+).

Tabel 3.2 Raming van emissies voor het zichtjaar 2020 volgens de oude raming dd. 2006 en de nieuwe raming dd. 2007. De oude raming dd. 2006 vormt het vertrekpunt voor de studie van additionele maatregelen beschreven in dit rapport.

| | Bestaand NEC-plafond | Indicatief NEC-plafond | Oude 2020 emissieraming dd. 2006 | Nieuwste 2020 emissieraming dd. 2007 |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|---|---|
| | Kton | Kton | Kton | Kton |
| PM ₁₀ | - | - | 42 | 38 |
| PM _{2,5} | - | 16 | - | 16 |
| SO ₂ | 50 | 50 | 56 | 57 |
| NO _x | 260 | 223 | 243 (excl. Euro6) | 219 (incl. Euro6) |
| NH ₃ | 128 | 123 | 147 | 145 |
| NMVOS | 185 | 164 | 167 | 166 |

Welke maatregelen zijn kosteneffectief om de emissies verder te verlagen?

De meest kosteneffectieve manier om de emissies te verlagen is beprijzingsbeleid bij het wegverkeer. Mits goed vormgegeven heeft het beprijzen van het gebruik van de weg – een naar tijd en plaats gedifferentieerde kilometerheffing voor personen- en bestelauto's conform het eindbeeld beprijzen uit de Nota Mobiliteit – een positief effect op de Nederlandse welvaart omdat hiermee meerdere maatschappelijke problemen tegelijkertijd worden aangepakt (reistijden, bereikbaarheid, ongevallen, geluid, luchtkwaliteit en klimaat). Technische bestrijdingsmaatregelen leveren geen voordelen op voor andere maatschappelijke problemen dan het milieu en zijn daarom minder kosteneffectief (Tekstbox 3.1).

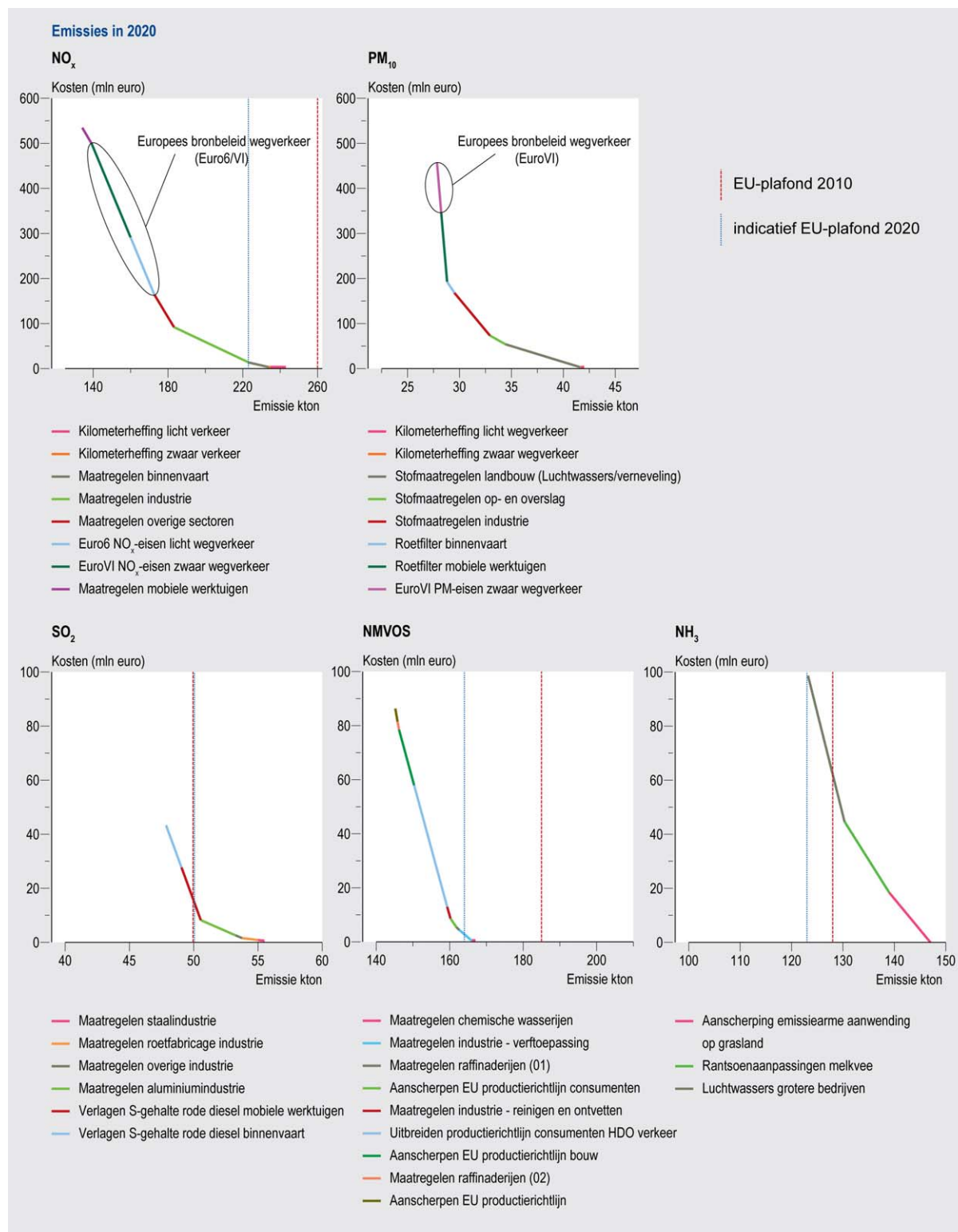
De andere onderzochte maatregelen zijn technisch van aard. Figuur 3.1 geeft per stof een overzicht van de kosteneffectiviteit van onderscheiden technische maatregelen voor het verminderen van emissies. Als het gaat om de emissies van fijn stof (PM₁₀) zijn scherpere fijnstofemissie-eisen bij zware wegvoertuigen op het niveau van een roetfilter (EuroVI) een factor 10 minder kosteneffectief (€ 270/kg PM₁₀) dan fijnstofmaatregelen bij de industrie (€ 25-35/kg PM₁₀). Eenzelfde conclusie kan worden getrokken als gekeken wordt naar een aanscherping van de emissie-eisen voor NO_x (EuroVI) bij zware wegvoertuigen. Ook hiervoor geldt dat technische ingrepen bij het vrachtverkeer (€ 10/kg NO_x) een factor 5 duurder zijn dan maatregelen bij de industrie (€ 2/kg NO_x) in het geval de kosteneffectiviteit wordt uitgedrukt in termen van emissies.

Tekstbox 3.1**Beprijzingsbeleid is het meest kosteneffectief**

De meest kosteneffectieve manier om luchtverontreiniging aan te pakken is beprijzingsbeleid bij het wegverkeer. Het Centraal Planbureau (CPB) heeft een economische kosten-batenanalyse gemaakt van verschillende vormen van prijsbeleid voor het wegverkeer. Uit deze analyse komt naar voren dat beprijzen van het wegverkeer een positief effect kan hebben op de Nederlandse welvaart mits de heffing goed wordt vormgegeven. Zo heeft het CPB becijferd dat invoering van de kilometerheffing voor personenauto's uit de Nota Mobiliteit deel III, vormgegeven door een combinatie van een vlakke kilometerheffing van gemiddeld 3,4 eurocent per km en een uniforme congestieheffing (naar tijd en plaats) van 11 eurocent per km, de Nederlandse samenleving per saldo € 1,1 miljard aan welvaartsbaten oplevert. In deze berekening is rekening gehouden met de kosten en met alle baten (congestie, verkeersveiligheid, geluid en luchtverontreiniging) (Besseling et al., 2005).

In dit rapport is nagegaan hoe kosteneffectief een kilometerheffing is in vergelijking tot technische maatregelen als het gaat om de vermindering van de emissies, concentraties en blootstelling aan fijn stof. In Tabel 3.1 (pagina 30) zijn twee berekeningen getoond: een 'partiële' berekening waarbij de verwachte concentratiedaling is afgezet tegen de kosten van een kilometerheffing, en een 'integrale' berekening waarbij naast de kosten ook rekening is gehouden met de effecten en baten die een kilometerheffing heeft op andere maatschappelijke problemen (congestie, verkeersveiligheid en geluid) exclusief de baten die het CPB in rekening heeft gebracht voor luchtverontreiniging. De baten voor luchtverontreiniging zijn afgetrokken van de CPB-baten om een vergelijking met de in deze studie onderzochte technische maatregelen mogelijk te maken. De resultaten van de 'integrale' berekening laten zien dat een kilometerheffing de meest kosteneffectieve manier is om de emissies, concentraties en blootstelling aan fijn stof te verminderen als gekeken wordt naar het volledige scala aan baten. Technische maatregelen leveren namelijk geen baten op voor andere maatschappelijke problemen dan milieu. Merk op dat de kilometerheffing minder kosteneffectief is dan technische maatregelen in het geval de positieve effecten en baten op congestie, geluid en veiligheid buiten beschouwing worden gelaten. Engelse studies geven vergelijkbare resultaten (Watkiss, 2004).

Merk op dat het effect van een kilometerheffing voor de NO_x-emissies in 2020 in deze studie wordt overschat. Dit komt doordat de voor deze studie gebruikte referentieraming (Velders et al., 2007) nog geen rekening houdt met de invoering (vanaf 2014) van aangescherpte Euro6-NO_x-emissionormen voor personen- en bestelauto's (zie ook hoofdstuk 2). Voor de emissies van de stof NO_x gaat het in deze studie gebruikte achtergrondscenario dus nog uit van een relatief 'vuil' autopark in 2020. Het milieueffect van een kilometerheffing wordt hierdoor overschat omdat personen- en bestelauto's door invoering van Euro6-emissie-eisen schoner zullen zijn in 2020.



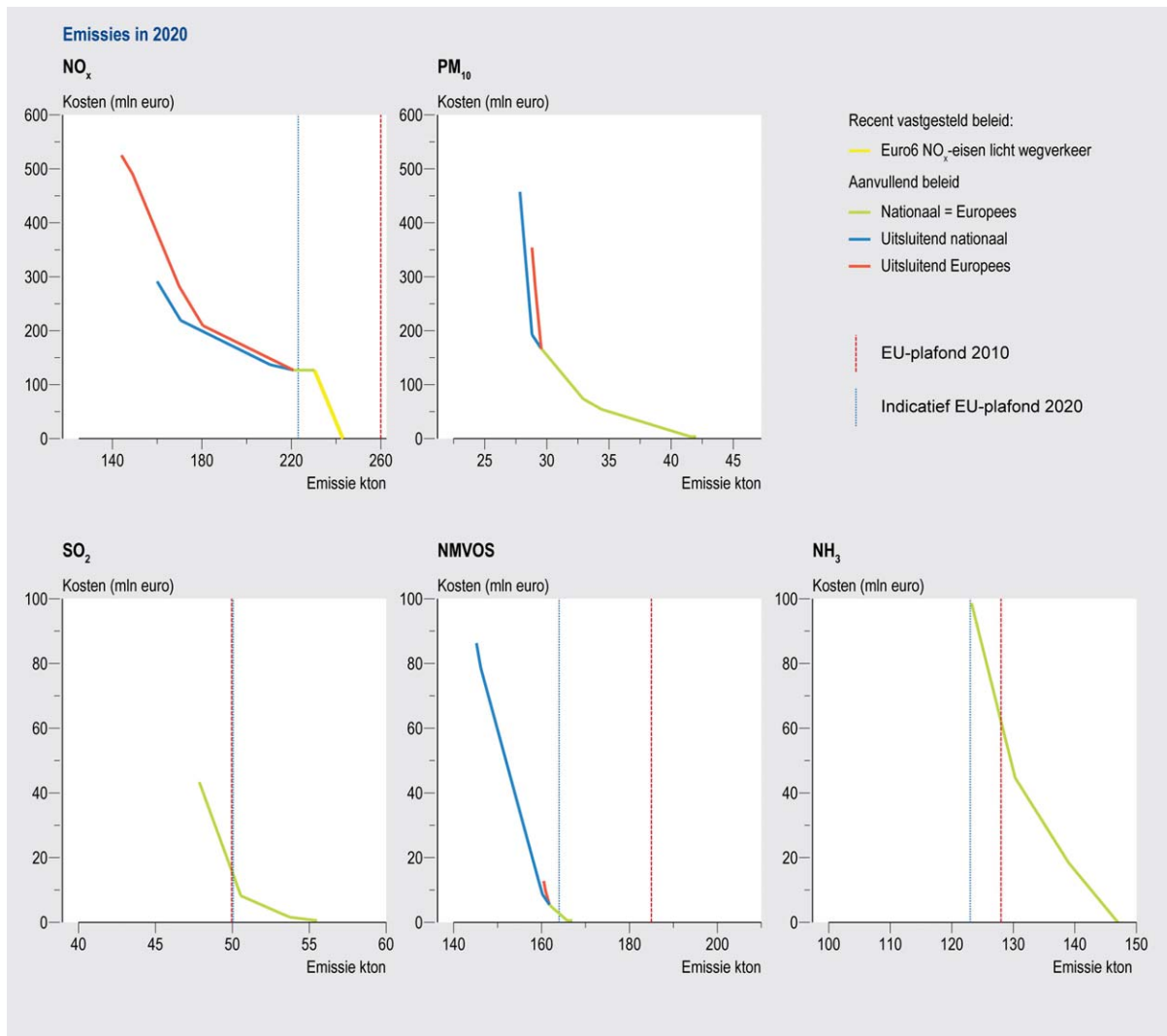
Figuur 3.1 Kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen in Nederland in 2020 gelet op emissiereducties voor de stoffen NO_x, PM₁₀, SO₂, NMVOS en NH₃. De kostencurve vergelijkt de kosteneffectiviteit van aanvullende Europese maatregelen bij het wegverkeer (Euro6/VI emissie-eisen) met de kosteneffectiviteit van andere nationaal te implementeren maatregelen. Kostencurven zijn bepaald tegen een achtergrondbeeld dat rekening houdt met de doorwerking van het vaststaand beleid zoals de Euro5-norm, de harde maatregelen uit het Prinsjesdagpakket 2005 en de onlangs afgesproken SO₂-maatregelen bij de energiesector en raffinaderijen.

Emissieplafonds: effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid in 2020?

De Europese Commissie voorziet in verdergaande Europese technische maatregelen bij het wegverkeer. Het is echter nog niet duidelijk hoe groot het draagvlak is binnen Europa voor aanvullende Europese bronmaatregelen bij overige sectoren zoals de landbouw en de industrie. Uit deze studie blijkt dat Nederland desgewenst, als Europa niet ver genoeg wil gaan met het formuleren van nieuwe bronregelgeving, voldoende eigen nationale mogelijkheden heeft om de bestaande (geldig vanaf 2010) en de indicatieve emissieplafonds (geldig vanaf 2020) te kunnen realiseren (Figuur 3.2 en Tabel 3.3). In de periode 2010-2020 zijn extra maatregelen bij de industrie en/of het wegverkeer nodig om het bestaande SO₂-emissieplafond (geldig vanaf 2010) te halen. Vanaf 2015 zijn, bij een verdergaande liberalisering van het Europese landbouwbeleid en hiermee verbonden groei van de melkveesector, ook extra NH₃-maatregelen bij de landbouw nodig om het bestaande (geldig vanaf 2010) en het wat strengere indicatieve NH₃-emissieplafond (geldig vanaf 2020) te halen.

Figuur 3.2 geeft de kostencurven voor de onderscheiden beleidsvarianten ‘nationaal bronbeleid’ en ‘Europees bronbeleid’. De figuren laten zien dat Nederland voor zover het gaat om extra emissiereducties voor NO_x en NMVOS voor een deel afhankelijk is van extra Europees bronbeleid. Voor SO₂, NH₃ en PM₁₀ is deze afhankelijkheid afwezig en kunnen de emissiereducties ook nationaal worden geïmplementeerd. De verschillen in potentieel voor binnenlandse emissiereducties tussen de nationale en Europese beleidsvariant (Figuur 3.2) vinden hun verklaring in de sectoren verkeer (voor de stoffen NO_x en PM₁₀) en consumenten, bouw en HDO (voor de stof NMVOS). Voor overige sectoren en stoffen is er weinig verschil in de reductiemogelijkheden bij een nationale dan wel een Europees-brede aanpak. Voor een toelichting op de verschillen in emissiereductiepotentieel tussen beide beleidsvarianten wordt verwezen naar tekstbox 3.2.

De kosten van aanvullend luchtbeleid voor Nederland lopen op van circa € 100 miljoen per jaar voor realisatie van de bestaande emissieplafonds naar circa € 250 miljoen per jaar gelet op de scherpere indicatieve emissieplafonds (Tabel 3.4). De kosten van € 250 miljoen per jaar zijn inclusief de kosten van de onlangs afgesproken Euro6-emissienormering voor NO_x-emissies bij personen- en bestelauto's. Exclusief deze Euro6-NO_x-emissienormen worden de kosten geschat op circa € 120 miljoen per jaar. De kosten betreffen een beleidspakket waarmee de emissieplafonds gerealiseerd kunnen worden tegen de laagst mogelijke kosten. De kosten van een maximaal technisch haalbaar pakket aan maatregelen bedragen circa € 1,1 miljard per jaar (Tabel 3.5). Jaarlijkse kosten voor het bestaande luchtbeleid bedragen circa € 3 miljard.



Figuur 3.2 Marginale kosten van aanvullende emissiereducties in Nederland in 2020 voor de stoffen NO_x, PM₁₀, SO₂, NMVOS en NH₃ volgens de beleidsvarianten 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. Een groen lijnstuk geeft aan dat de mogelijkheid voor emissiereductie bij een nationale aanpak niet onderdoet voor die bij een Europese aanpak. De inmiddels in EU-verband vastgestelde aangescherpte Euro6-NO_x-emissie-eisen voor personen- en bestelauto's zijn in de NO_x-curve afzonderlijk als geel lijnstukje gepresenteerd.

Tekstbox 3.2**Potentieel voor emissiereducties bij nationaal en Europees bronbeleid**

In deze studie is een inschatting gemaakt van het reductiepotentieel voor emissies voor de beleidsvarianten 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. Als het gaat om emissiereducties voor NH₃, SO₂ en PM₁₀ is aangenomen dat de beschikbare technische maatregelen zowel nationaal als Europees kunnen worden geïmplementeerd (zie Figuur 3.2). Er is dus geen verschil in reductiepotentieel verondersteld. Als het gaat om de emissiereducties voor NO_x en NMVOS is Nederland wel gedeeltelijk afhankelijk van een verdergaand Europees beleid (zie Figuur 3.2).

Voor NO_x en het zichtjaar 2020 laat Figuur 3.2 een fors kleiner reductiepotentieel zien voor de nationale dan voor de Europese beleidsvariant. Dit lagere reductiepotentieel voor de nationale beleidsvariant wordt verklaard doordat Nederland zelf geen technische mogelijkheden heeft om de emissies van NO_x door het wegverkeer te verminderen. Retrofit van wegvoertuigen met deNO_x-bestrijdingstechnieken stuit daarvoor technisch gezien op te grote bezwaren. Met medewerking van Brussel is de beschikbare deNO_x-technologie echter wel door te voeren. Dit kan met een aanscherping van de Europese emissie-eisen voor nieuwe wegvoertuigen. De beschikbare bestrijdingstechnologie kan dan in het voertuig- en motorontwerp worden geïntegreerd. Geconcludeerd kan worden dat Nederland in hoge mate afhankelijk is van Brussel als het gaat om het verminderen van de NO_x-emissies van het wegverkeer. Recent is er in Europa overeenstemming bereikt over een forse aanscherping van de emissie-eisen voor NO_x bij personen- en bestelauto's. Deze maatregel zal hierdoor met zekerheid doorwerken in de toekomst en is daarom verwerkt in beide beleidsvarianten. Dit in tegenstelling tot de aanscherping van EuroVI-emissie-eisen bij vrachtvoertuigen, waarover nog geen afspraken zijn gemaakt en die alleen in de Europese beleidsvariant is meegenomen.

Voor PM₁₀ en het zichtjaar 2020 is opvallend dat Figuur 3.2 een wat groter reductiepotentieel laat zien voor de nationale dan voor de Europese beleidsvariant. Dit grotere reductiepotentieel voor de nationale beleidsvariant wordt verklaard doordat een aangescherpt Europees bronbeleid voor vrachtvoertuigen, binnenvaart en mobiele werktuigen alleen emissie-eisen stelt aan *nieuwe* wegvoertuigen, binnenvaartschepen en mobiele werktuigen. Vervanging van oude door nieuwe voer- en vaartuigen vraagt echter tijd. Een aangescherpt Europees bronbeleid voor verkeer heeft daarmee tijd nodig om door te werken in het gehele voertuigpark en de volledige scheepsvloot. In 2020 is de doorwerking van Europese bronregelgeving voor verkeer nog onvolledig. Met name voor binnenvaartschepen met een levensduur van 20-30 jaar zal pas lang na 2020 een aangescherpte Europese emissienormering zijn maximaal effect hebben bereikt. Met een nationaal retrofitbeleid dat zich richt op bestaande voer- en vaartuigen kan potentieel meer bereikt worden in 2020. Zo is voor PM₁₀-emissiereducties in deze studie aangenomen dat Nederland in 2020 alle wegvoertuigen en mobiele werktuigen en circa de helft van de binnenvaartschepen uitgerust kan hebben met een roetfilter; via nationale stimuleringsregelingen dan wel met andere regulerende beleidsinstrumenten. Dit is een optimistische bovenschatting.

Voor NMVOS en het zichtjaar 2020 laat Figuur 3.2 een fors kleiner reductiepotentieel zien voor de nationale dan voor de Europese beleidsvariant. Dit verschil wordt verklaard doordat Nederland voor een verlaging van het VOS-gehalte in verf en andere producten afhankelijk is van een aanscherping van de EU-productenrichtlijn.

Tabel 3.3 Beleidsopgave en technisch reductiepotentieel voor emissies in 2020 (kiloton) tegen de achtergrond van het GE-scenario uit februari 2006 (Velders et al., 2006).

| | Beleidsopgave | Beleidsopgave | Technisch Reductiepotentieel | Technisch Reductiepotentieel |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | bij bestaand NEC-plafond | bij indicatief NEC-plafond | bij Nationaal emissiebeleid | bij Europees emissiebeleid |
| | Kton | Kton | Kton | Kton |
| PM ₁₀ | - | - | 14 | 13 |
| PM _{2,5} | - | - | 3,5 | 3,5 |
| SO ₂ | 6 | 6 | 8 | 8 |
| NO _x | -13 | 24 | 83 | 99 |
| NH ₃ | 19 | 24 | 24 | 24 |
| NMVOS | -18 | 3 | 7 | 22 |

Tabel 3.4 Jaarlijkse kosten van een aanvullend beleidspakket dat toereikend is om de bestaande en aangescherpte indicatieve emissieplafonds in 2020 te halen. Het betreft een globale schatting tegen de achtergrond van het GE-scenario, dat al rekening houdt met de doorwerking van het vaststaand beleid zoals invoering van de Euro5-norm, de harde maatregelen uit het Prinsjesdagpakket 2005 en de onlangs afgesproken SO₂-maatregelen bij de energiesector en raffinaderijen. De extra maatregelen zijn zo gekozen dat de emissieplafonds gerealiseerd kunnen worden tegen de laagst mogelijke kosten.

| | Bestaand emissieplafond | | Indicatief emissieplafond | |
|-------------------|---|----------------------|---|----------------------|
| | Kosteneffectief beleidspakket | Kosten € mln / jr | Kosteneffectief Beleidspakket | Kosten € mln / jr |
| PM ₁₀ | | - | | - |
| PM _{2,5} | | - | | 0 ^a |
| SO ₂ | <ul style="list-style-type: none"> SO₂-maatregelen industrie verlaging S-gehalte rode diesel mobiele werktuigen en binnenvaart | 45 | <ul style="list-style-type: none"> SO₂-maatregelen industrie verlaging S-gehalte rode diesel mobiele werktuigen en binnenvaart | 45 |
| NO _x | | - | <ul style="list-style-type: none"> Euro6 NO_x-emissienormen voor personen- en bestelauto's | 130 ^b |
| NH ₃ | <ul style="list-style-type: none"> aanscherping emissiearme aanwending grasland rantsoenaanpassingen melkvee luchtwaters bij (deel van) grotere varkens en pluimveebedrijven | 50 | <ul style="list-style-type: none"> aanscherping emissiearme aanwending grasland rantsoenaanpassingen melkvee luchtwaters bij (alle) grotere varkens en pluimveebedrijven | 70 ^c |
| NMVOS | | - | <ul style="list-style-type: none"> maatregelen bij verftoepassingen in industrie | 5 |
| Totaal | | 100 | | 250 ^d |

a. De kennis over de emissies van PM_{2,5} is beperkt. Het is daarmee ook erg onzeker of het voorgestelde PM_{2,5} emissieplafond gerealiseerd kan worden.

b. Indicatieve schatting van de kosten van Euro-6 emissie-eisen voor NO_x bij personenauto's. De indicatieve berekening hanteert een kosteneffectiviteit van € 10 mln per vermeden kton NO_x. Hoewel deze maatregel onlangs in Brussel is afgesproken, valt deze maatregel in deze studie nog onder de noemer van het additionele beleid.

c. Inclusief de kosten van luchtwaters bij de landbouw.

Tabel 3.5 Technisch reductiepotentieel in 2020 en bijbehorende kosten voor de beleidsvarianten 'maximaal nationaal emissiebeleid' en 'maximaal Europees emissiebeleid'. De effecten en kosten zijn berekend tegen de achtergrond van het Global Economy-achtergrondscenario uit begin 2006 (Velders et al., 2006). Kosten- en effecten voor beide beleidsvarianten zijn inclusief de onlangs afgesproken Euro6-NO_x-emissienormen voor personen- en bestelauto's.

| | Technisch reductiepotentieel | Technisch reductiepotentieel | Kosten | Kosten |
|--|------------------------------|------------------------------|--|------------------------|
| | bij | bij | bij | bij |
| | Nationaal emissiebeleid | Europees emissiebeleid | Nationaal emissiebeleid | Europees emissiebeleid |
| | Kton | Kton | € mln / jr | € mln / jr |
| PM ₁₀ | 14 | 13 | 400 ^a | 300 ^a |
| SO ₂ | 8 | 8 | 45 | 45 |
| NO _x | 83 | 99 | 300 ^c | 500 ^c |
| NH ₃ | 24 | 24 | 70 ^b | 70 ^b |
| NMVOS | 7 | 22 | 15 | 90 |
| Totaal kosten | | | 800 | 1000 |
| Exclusief km heffing | | | | |
| Kilometerheffing personen- en bestelauto's | | | -600 ^d / -1100 ^e | - |
| – Nota Mobiliteit | | | | |
| Kilometerheffing vrachtverkeer | | | -30 ^e | - |

- Het verschil in kosten tussen de beleidsvarianten wordt verklaard doordat met een nationaal (roetfilter) beleid ook de bestaande (pre-EuroVI) vrachtvoertuigen, binnenvaartschepen en mobiele werktuigen kunnen worden aangepakt (retrofit roetfilter). De beleidsvariant Europees beleid richt zich alleen op nieuwe voertuigen en met een dergelijk beleid zal in 2020 nog een deel van het park niet voorzien zijn van een roetfilter.
- Inclusief de kosten van luchtwassers bij de landbouw. De kosten van luchtwassers zijn hier toegerekend aan de stof NH₃. Luchtwassers verminderen de emissies van zowel NH₃ als PM₁₀.
- Het verschil in kosten tussen de beleidsvarianten wordt verklaard doordat voor de nationale beleidsvariant is aangenomen dat een nationale retrofit van vrachtvoertuigen met een deNO_x-katalysator op technische problemen stuit. De NO_x-maatregelen bij vrachtvoertuigen zijn daarom alleen meegenomen in de Europese beleidsvariant. Kosten van recent afgesproken Euro6-NO_x-maatregelen bij personen- en bestelauto's zijn meegenomen in beide beleidsvarianten.
- Berekening rekening houdend met de kosten (uitvoeringskosten, kosten van minder weggebruik) en met de baten die een kilometerheffing heeft op andere problemen dan luchtkwaliteit en klimaat (congestie, verkeersveiligheid en geluid).
- Berekening rekening houdend met kosten (uitvoeringskosten, kosten van minder weggebruik) en met alle baten (luchtkwaliteit, klimaat, congestie, verkeersveiligheid en geluid).

3.2 Luchtkwaliteit voor fijn stof (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂) langs snelwegen

In deze paragraaf is de (kosten-)effectiviteit van aanvullende maatregelen bepaald voor het verlagen van de concentratie fijn stof (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂) langs meest vervuilde snelwegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam in het zichtjaar 2020. Zo geeft deze paragraaf inzicht in de (kosten)effectiviteit van extra maatregelen als het gaat om de vermindering van het aantal PM₁₀- en NO₂-knelpunten in Nederland. De snelwegvakken zijn geselecteerd op basis van het rapport van Velders van 2006 (Velders et al., 2006). Gepresenteerd is de gemiddelde concentratieverlaging voor de onderzochte set aan snelwegvakken.

De analyse richt zich op maatregelen die ingrijpen op de emissie van zwaveldioxide (SO₂), stikstofdioxide (NO_x), ammoniak (NH₃) en fijn stof (PM₁₀). Hierbij is de NO₂-concentratie in de lucht direct gekoppeld aan de emissies van stikstofdioxide (NO_x). Daar staat tegenover dat de PM₁₀-concentratie in de lucht een complex mengsel is, dat bestaat uit stofdeeltjes van natuurlijke en menselijke oorsprong. Hierbij bestaat het fijn stof van menselijke oorsprong weer uit een primair deel dat rechtstreeks wordt uitgestoten en uit een secundair deel dat zich als fijn stof in de lucht vormt uit de precursor-stoffen zwaveldioxide (SO₂), stikstofdioxide (NO_x) en ammoniak (NH₃). Dit betekent dat het fijn stof in de lucht kan worden teruggedrongen met een veelheid aan maatregelen. Het gaat hierbij niet alleen om maatregelen die ingrijpen op het stof dat direct bij de bron wordt geëmitteerd (PM₁₀-maatregelen), maar ook om maatregelen die ingrijpen op het secundaire fijn stof (SO₂-, NO_x-, NH₃-maatregelen). Tabel 3.1 geeft een overzicht van de kosteneffectiviteit van maatregelen voor de verbetering van de luchtkwaliteit langs snelwegen.

Allereerst behandelt deze paragraaf de (kosten)effectiviteit van maatregelen voor de verbetering van de PM₁₀-luchtkwaliteit langs snelwegen. Vervolgens gaat deze paragraaf in op de (kosten)effectiviteit van maatregelen voor verlaging van de NO₂-concentratie langs snelwegen.

Luchtkwaliteit voor PM₁₀ langs snelwegen

- In de toekomst zal bij vastgesteld nationaal en Europees beleid het probleem met PM₁₀-knelpunten zich naar verwachting geleidelijk oplossen. De neerwaartse trend in PM₁₀-concentraties bij vaststaand beleid is echter te traag om (ook met extra derogatietermijnen) overal tijdig (2010) aan de Europese grenswaarde te kunnen voldoen.
- Het probleem met de overschrijding van de EU-grenswaarde voor PM₁₀ concentreert zich op snelwegen en drukke straten. Naast het lokale wegverkeer dragen ook de verder weg gelegen emissiebronnen bij aan dit probleem, inclusief bronnen in het buitenland.
- Omdat fijn stof voor een aanzienlijk deel komt aanwaaien uit het buitenland, is een verdergaand Europees emissiebeleid voor Nederland op de *lange termijn* (na 2015) belangrijk om het aantal PM₁₀-knelpunten te verminderen. In 2020 is gemiddeld over alle sectoren een verdergaand Europees emissiebeleid, waarbij de emissies in binnen- en buitenland dalen, circa anderhalf maal zo effectief om de PM₁₀-concentratie langs snelwegen te verlagen dan een nationaal emissiebeleid alleen.
- Op de *korte termijn* (tot 2015) is Nederland voor een vermindering van het aantal PM₁₀-knelpunten, vooral aangewezen op extra nationale (en lokale) maatregelen. Dit komt doordat een verdergaand Europees emissiebeleid (bronmaatregelen en emissieplafonds) qua uitwerking en implementatie een lange tijd nodig heeft voordat dit volledig effect sorteert.
- Prijsbeleid bij het wegverkeer is de meest kosteneffectieve maatregel om de PM₁₀-concentratie langs snelwegen verder te verminderen. Als het gaat om de toepassing van emissiebeperkende technieken zijn maatregelen gericht op de reductie van primair fijn stof, zoals luchtwassers bij de landbouw, geavanceerde stofbestrijdingstechnieken bij de industrie en roetfilters bij wegvoertuigen, kosteneffectiever dan maatregelen gericht op de vermindering van het secundaire fijn stof in de lucht, te weten maatregelen ter vermindering van de emissies van SO₂, NO_x en NH₃.

Wat is de beleidsopgave, gelet op de PM₁₀-grenswaarde?

De meest knellende norm voor fijn stof is de dagnorm voor PM₁₀, die per 2005 is ingegaan en die niet op meer dan 35 dagen per jaar mag worden overschreden. Deze dagnorm komt overeen met een jaargemiddelde concentratienorm van 32,3 µg/m³.

Met het vaststaande beleid wordt de PM₁₀-grenswaarde – ook met de extra derogatietermijnen op grond van de nieuwe EU-luchtkwaliteitsrichtlijn – niet overal tijdig gehaald (MNP, 2007, Velders et al., 2007). Extra maatregelen zijn nodig om het aantal PM₁₀-normoverschrijdingen verder te doen verminderen. Op grond van de nieuwe EU-luchtkwaliteitsrichtlijn moet uiterlijk in 2010 aan de EU-grenswaarde voor PM₁₀ worden voldaan. De verwachting is dat met het nu vastgestelde nationale en Europese beleid het aantal overschrijdingen van de PM₁₀-dagnorm langs snelwegen in de periode tot 2010 met ongeveer driekwart zal verminderen. Problemen met PM₁₀-knelpunten in het toetsjaar 2010 concentreren zich dan alleen nog op de meest hardnekkige knelpunten. Het gaat hierbij om snelwegen rondom grote steden en de drukste binnenstedelijke straten in de Randstad. Na 2010 daalt het aantal normoverschrijdingen met vaststaand beleid verder en in 2015/2020 is

het probleem met PM₁₀-knelpunten grotendeels opgelost, op mogelijk enkele lokale plekken na.

Tabel 3.6 geeft een raming van de gemiddelde concentratie PM₁₀ in 2020 langs een aantal meest vervuilde wegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam. De onzekerheidsmarges in de gemodelleerde concentratieniveaus bij vaststaand beleid zijn groot. De in deze studie gepresenteerde concentratieniveaus voor het zichtjaar 2020 langs snelwegen bij vaststaand beleid zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te geven in de potentiële (kosten)effectiviteit van aanvullende maatregelen en ordening van maatregelen. Aan de hier gepresenteerde niveaus voor het jaar 2020 dienen geen conclusies te worden verbonden over het aantal PM₁₀-normoverschrijdingen in het jaar 2020.

Tabel 3.6 Raming van de PM₁₀-concentratie langs snelwegen in 2020 bij vastgesteld beleid (exclusief en inclusief de onlangs overeengekomen Euro6 NO_x-emissie-eisen voor licht wegverkeer) en voor de twee beleidsvarianten ‘nationaal emissiebeleid’ en ‘Europees emissiebeleid’. Berekeningen geven het gemiddelde voor een klein aantal meest vervuilde snelwegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam. Berekeningen zijn gebaseerd op de oude raming uit 2006 (Velders, et al.,2006).

| | | | Raming uit 2006 | Raming uit 2006 | Nationaal emissiebeleid | Europees emissiebeleid |
|--|-------------------|-------------------|---|---|-------------------------|------------------------|
| | | | exclusief Euro6 NO _x -eisen licht wegverkeer | inclusief Euro6 NO _x -eisen licht wegverkeer | | |
| EU-grenswaarde PM ₁₀ ^a | µg/m ³ | 32,3 ^a | | | | |
| Raming PM ₁₀ -concentratie 2020 | µg/m ³ | | 33,9 | 33,5 | 31,0 | 29,7 |
| Concentratieverlaging 2020 | µg/m ³ | | - | 0,25 | 2,9 | 4,2 |
| Kosten 2020 | Mln €/jr | | - | 130 | 800 ^b | 890 |

a. Jaargemiddelde PM₁₀-concentratie die representatief is voor de Europese PM₁₀-dagnorm, rekening houdend met de afrekmogelijkheid voor zeezout.

b. Exclusief netto baten van een kilometerheffing.

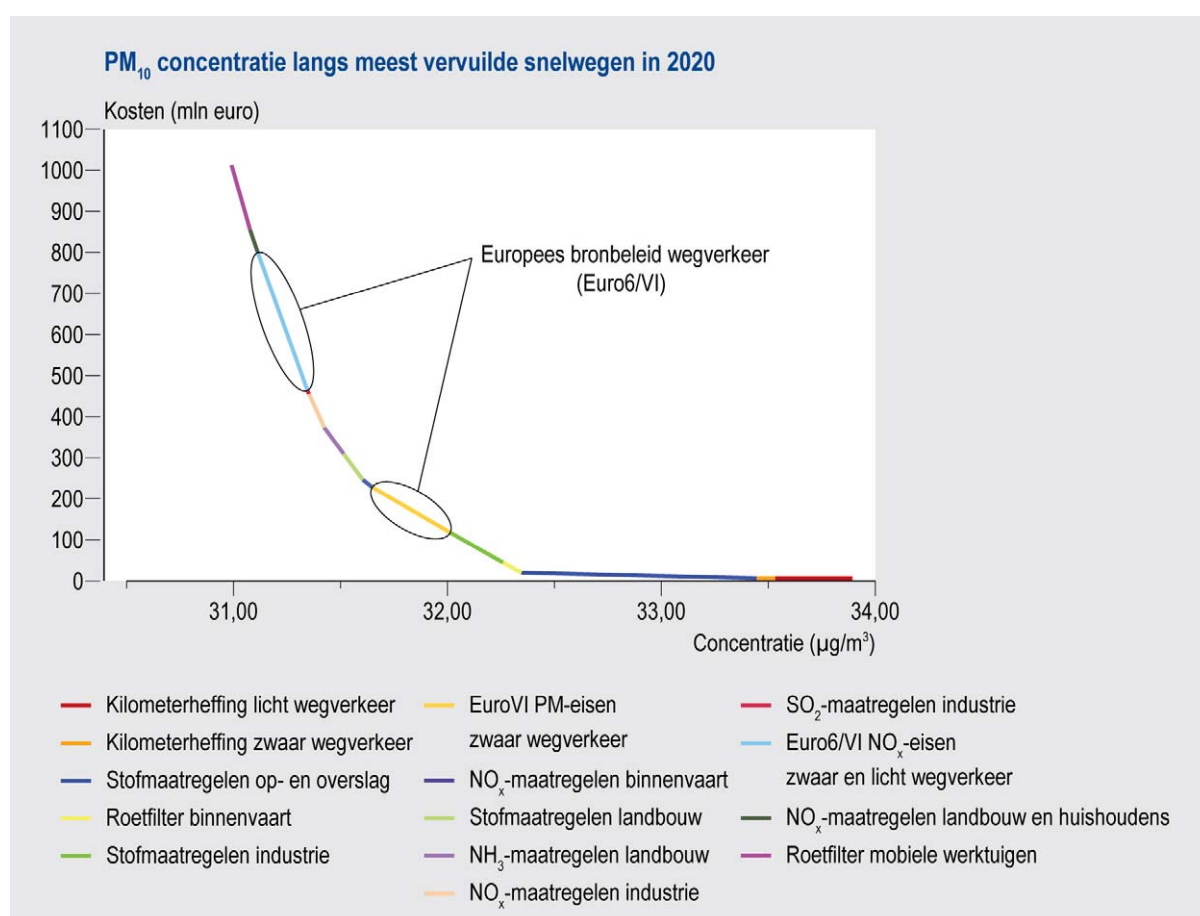
Welke maatregelen zijn kosteneffectief om de PM₁₀-concentratie langs snelwegen te verlagen?

Beprijzing van het wegverkeer is de meest kosteneffectieve manier om de concentratie PM₁₀ langs snelwegen te verlagen.

De tweede meest kosteneffectieve optie om het aantal PM₁₀-knelpunten te verminderen, zijn technische maatregelen gericht op de vermindering van de *primaire* fijnstof fractie in de lucht (Figuur 3.3). Het betreft maatregelen ter vermindering van de diffuse emissies bij de op- en overslag van bulkgoederen (2), verdergaande retrofit van roetfilters bij binnenvaartschepen (3), geavanceerde stofverwijderingstechnieken bij de industrie (4), EuroVI-emissie-eisen voor fijn stof bij vrachtauto's en bussen (roetfilters) (5) en gaswassers bij de grotere varkens en pluimveebedrijven (6). De installatie van de NO_x-technologie ('Selective Catalytic

Reduction') bij binnenvaartschepen is ongeveer even kosteneffectief als het roetfilter bij binnenvaartschepen (7). De kosteneffectiviteit van deze groep van maatregelen varieert van € 0,5 tot 7 miljoen per 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ afname in PM_{10} -concentratie (Tabel 3.1).

Andere onderzochte maatregelen zijn minder kosteneffectief (Figuur 3.3). Het gaat hierbij om verschillende maatregelen gericht op de reductie van de *secundaire* fijnstoffractie in de lucht. Het betreft aangescherpte Euro6/VI-emissie-eisen voor NO_x bij lichte en zware wegvoertuigen (8) en maatregelen ter vermindering van de NH_3 -emissies bij de landbouw (9), SO_2 - en NO_x -emissies bij de industrie (10) en NO_x -emissies bij de kleinere verwarmingsketels en gasmotoren bij huishoudens, landbouw, handel, diensten en overheid (11). De kosteneffectiviteit van deze groep van maatregelen varieert van € 8 tot 15 miljoen per 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ afname in PM_{10} -concentratie (Tabel 3.1).



Figuur 3.3 Kosteneffectiviteit van additionele maatregelen in Nederland in 2020 gelet op de PM_{10} -concentratieverlaging langs snelwegen. De figuur heeft uitsluitend betrekking op het milieueffect en de kosten van binnenlandse emissiereducties. De PM_{10} -concentratie geeft het gemiddelde voor een klein aantal meest vervuilde snelwegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam.

Opvallend is de gunstige kosteneffectiviteit van primaire PM_{10} -maatregelen bij de landbouw, op- en overslagbedrijven, de binnenvaart en de industrie als het gaat om het terugdringen van de concentratie nabij de voor deze studie geselecteerde meest vervuilde wegvakken bij Rotterdam en Amsterdam. Zo laat de analyse zien dat een emissiereductie van fijn stof bij het zware wegverkeer gemiddeld genomen een circa zeventigmaal groter effect op de

fijnstofconcentratie nabij deze wegvakken heeft dan een vergelijkbare emissiereductie bij de landbouw. Daar staat echter tegenover dat maatregelen bij de landbouw ook een factor vijfendertigmaal goedkoper zijn gelet op de kosten van een kilogram emissiereductie. Netto resultaat is dat luchtwassers bij de landbouw grofweg slechts een factor 2 minder kosteneffectief zijn dan scherpere EuroVI PM-emissie-eisen voor vrachtauto's als het doel is om de fijnstofconcentratie op knelpunten te verminderen.

De overzichtstabel 3.1 laat duidelijk zien dat de kosteneffectiviteit van luchtmaatregelen niet eenduidig is bepaald, maar in meer of mindere mate afhangt van het eindpunt dat wordt bekeken. Als het beleid wordt afgestemd op de vermindering van PM₁₀-concentraties nabij verkeersgerelateerde knelpunten, ziet de kosteneffectiviteit van maatregelen er anders uit dan als de vermindering van de nationale emissies centraal staat. In het bijzonder voor technische maatregelen bij het wegverkeer zijn de verschillen groot. Zo is de kosteneffectiviteit van scherpere emissienormen voor fijn stof bij het wegverkeer (in vergelijking tot andere maatregelen) beduidend gunstiger voor het verlagen van de fijnstofconcentratie dan voor het verminderen van de nationale emissies. Dit wordt logischerwijs verklaard doordat de afstand tussen emissiebron en receptor (snelwegen) voor wegvoertuigen kleiner is dan voor overige bronnen zoals bij de landbouw en industrie. Daarnaast is de hoogte van bronnen van belang: een emissie(reductie) bij lage verkeersbronnen heeft een groter effect op de lokale luchtkwaliteit dan eenzelfde emissie(reductie) bij hoge industriële bronnen.

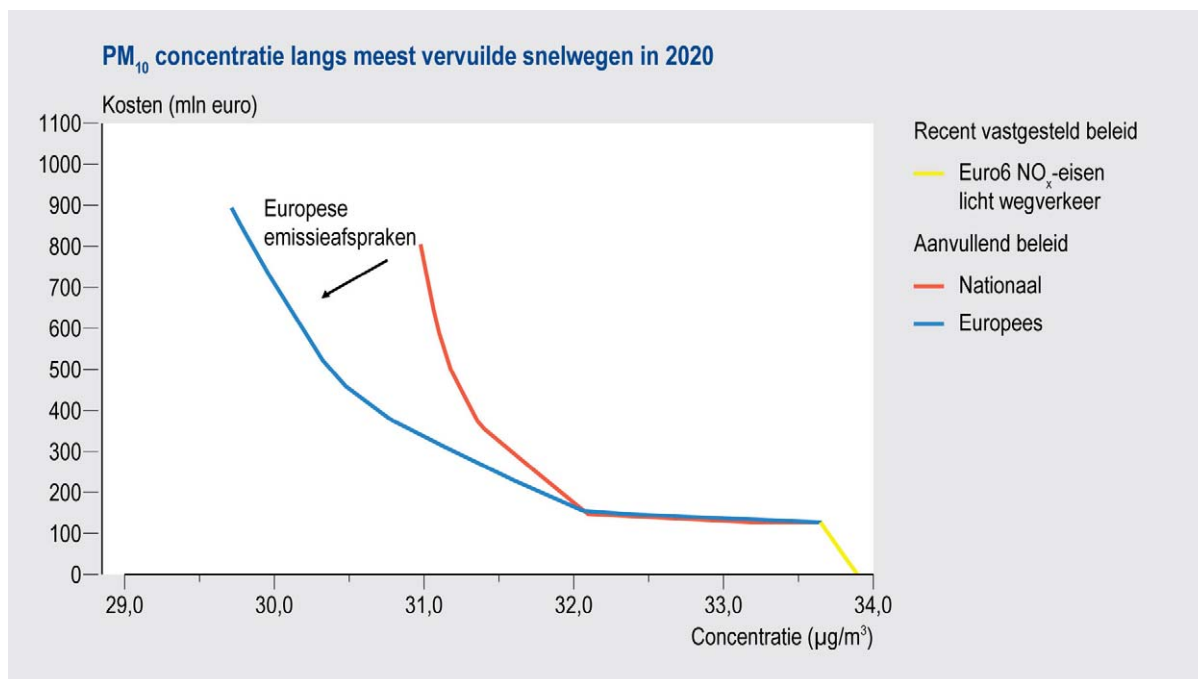
PM₁₀-knelpunten: Effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid in 2020?

Door de aanzienlijke bijdrage van buitenlandse bronnen aan de PM₁₀-concentratie langs snelwegen kan een verdergaand Europees emissiebeleid aanzienlijk bijdragen aan een oplossing van de problemen met PM₁₀-knelpunten in Nederland. Berekeningen voor 2020 laten zien dat gemiddeld over alle sectoren met een verdergaand Europees emissiebeleid een circa anderhalf maal grotere concentratiedaling kan worden gerealiseerd dan met een nationaal emissiebeleid alleen (Figuur 3.4). Het is echter zo dat op de korte termijn (tot 2015) een aanvullend Europees emissiebeleid waarschijnlijk nog weinig effect zal hebben. Tot 2015 is Nederland vooral aangewezen op verdergaande nationale (en lokale) maatregelen.

Het technische potentieel voor een verdergaande verbetering van de PM₁₀-concentratie langs onderzochte snelwegen in 2020 bedraagt circa 2,9 µg/m³ in het geval dat alleen Nederland maatregelen treft, en circa 4,2 µg/m³ als ook het buitenland vergelijkbare maatregelen treft (Figuur 3.4, Tabel 3.6). Hier staan kosten voor Nederland tegenover van 800 en 900 miljoen per jaar voor respectievelijk de nationale en Europese beleidsvariant.

Milieueffecten van een verdergaand Europees emissiebeleid zijn op de korte termijn (tot 2015) nog beperkt omdat dit beleid qua invoering en doorwerking een lange tijd nodig heeft voordat dit volledig effect sorteert. Voor nationaal beleid is de tijd tussen besluitvorming en effect korter. Voor een belangrijk deel wordt dit verschil verklaard doordat de Europese bronregelgeving betrekking heeft op *nieuwe* voertuigen en installaties. Nationale maatregelen daarentegen richten zich ook op bestaande 'vuile' voertuigen en installaties. Zo treedt de afgesproken Euro6-NO_x-emissienormering voor personen- en bestelauto's pas in werking vanaf 2014. Over strengere EuroVI-emissie-eisen voor PM en NO_x voor vrachtoertuigen en bussen moeten nog besluiten worden genomen. Ook deze normering zal naar verwachting niet veel eerder in werking treden dan vanaf 2014. Dit betekent dat pas na 2014 de oudere

voertuigen geleidelijk aan worden vervangen door schonere Euro6/VI-voertuigen. De milieuwinst van een verdergaande Europese regelgeving, verdergaand dan Euro5/V-emissie-eisen, is hierdoor op de korte termijn (tot 2015) nog zeer beperkt. Bovendien is het zo dat van nieuwe aangescherpte Europese emissieplafonds op de korte termijn (tot 2015) nog weinig kan worden verwacht, omdat deze emissieplafonds pas van kracht worden met ingang van 2020.



Figuur 3.4. Kostencurve voor Nederland voor het verminderen van de PM₁₀-concentratie langs snelwegen in 2020 voor de beleidsvarianten 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. De nationale beleidsvariant houdt uitsluitend rekening met extra maatregelen in Nederland terwijl de Europese beleidsvariant rekening houdt met vergelijkbare extra maatregelen in binnen- en buitenland. De onlangs in EU-verband vastgestelde aangescherpte Euro6-NO_x-emissie-eisen voor personen- en bestelauto's zijn afzonderlijk als geel lijnstukje gepresenteerd. De PM₁₀-concentratie geeft het gemiddelde voor een klein aantal meest vervuilde snelwegvakken bij Amsterdam en Rotterdam.

Luchtkwaliteit voor NO₂ langs snelwegen

- In de toekomst zal bij vastgesteld nationaal en Europees beleid het probleem met NO₂-knelpunten zich naar verwachting geleidelijk oplossen. De neerwaartse trend in NO₂-concentraties bij vaststaand beleid is echter te traag om (ook met extra derogatietermijnen) overal tijdig (2015) aan de Europese grenswaarde te kunnen voldoen.
- Het probleem met de overschrijding van de EU-grenswaarde voor NO₂ doet zich voor langs snelwegen en drukke straten. De emissies van het lokale wegverkeer domineren dit probleem. Verdergaande kosteneffectieve oplossingen zijn te vinden bij het wegverkeer (prijsbeleid en EuroVI-NO_x-emissie-eisen voor zware wegvoertuigen) en in iets mindere mate bij de binnenvaart (SCR deNO_x-technologie). Maatregelen bij de industrie, mobiele werktuigen en de kleine stationaire bronnen zijn minder kosteneffectief. Deze maatregelen hebben een klein effect tegen relatief hoge kosten.
- Strenge Europese emissienormen voor NO_x bij wegvoertuigen zijn essentieel om de lokale emissies van NO_x nabij snelwegen fors te verminderen en aldus het probleem met de NO₂-knelpunten op de lange termijn op te lossen. Strenge Euro6-emissie-eisen voor NO_x voor lichte wegvoertuigen zijn onlangs afgesproken. Daarnaast komt de Europese Commissie nog met een voorstel voor EuroVI-emissie-eisen voor zware wegvoertuigen. Tot 2015 draagt een Euro6/VI-emissienormering voor NO_x bij lichte en zware wegvoertuigen echter nog weinig bij aan de oplossing van problemen met NO₂-knelpunten. Tot 2015 is Nederland vooral aangewezen op een verdergaand nationaal (en lokaal) beleid.

Wat is de beleidsopgave, gelet op de NO₂-grenswaarde?

De neerwaartse trend in NO₂-concentraties bij het nu vaststaand beleid is te traag om overal tijdig aan de Europese grenswaarden te kunnen voldoen (MNP, 2007, Velders et al., 2007). Extra maatregelen zijn nodig om het aantal NO₂-normoverschrijdingen verder te doen verminderen. Op grond van de nieuwe Europese luchtkwaliteitsrichtlijn moet uiterlijk in 2015 aan de EU-grenswaarde voor NO₂ worden voldaan. Naar verwachting daalt het aantal normoverschrijdingen van de NO₂-grenswaarde langs snelwegen tot 2015 met driekwart onder invloed van het nu vastgestelde nationale en internationale beleid. Problemen met NO₂-knelpunten concentreren zich in het toetsjaar 2015 alleen nog op de meest hardnekkige knelpunten. Evenals bij fijn stof gaat het hierbij om snelwegen rondom grote steden en de drukste binnenstedelijke straten in de Randstad. Na 2015 daalt het aantal normoverschrijdingen met vaststaand beleid verder en in 2020 is het probleem met NO₂-knelpunten grotendeels opgelost.

Tabel 3.7 geeft een raming van de gemiddelde concentratie NO₂ in 2020 langs een aantal meest vervuilde wegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam. Het afgelopen jaar is duidelijk geworden dat er aanzienlijke onzekerheidsmarges verbonden zijn aan deze ramingen. Dit wordt onder andere verklaard door onzekerheden in de fractie direct uitgestoten NO₂ in de uitlaatgassen van dieselveertuigen. Aan de in deze tabel gepresenteerde absolute concentratieniveaus voor 2020 bij vaststaand beleid dienen dan ook geen conclusies te worden verbonden over het aantal NO₂-normoverschrijdingen in het jaar 2020.

Tabel 3.7 Raming van de NO₂-concentratie langs snelwegen in 2020 bij vastgesteld beleid (exclusief en inclusief de onlangs overeengekomen Euro6 NO_x-emissie-eisen voor licht wegverkeer) en voor de twee uiterste beleidsvarianten 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. Berekeningen geven het gemiddelde voor een klein aantal meest vervuilde snelwegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam. Berekeningen zijn gebaseerd op de oude raming uit 2006 (Velders et al., 2006).

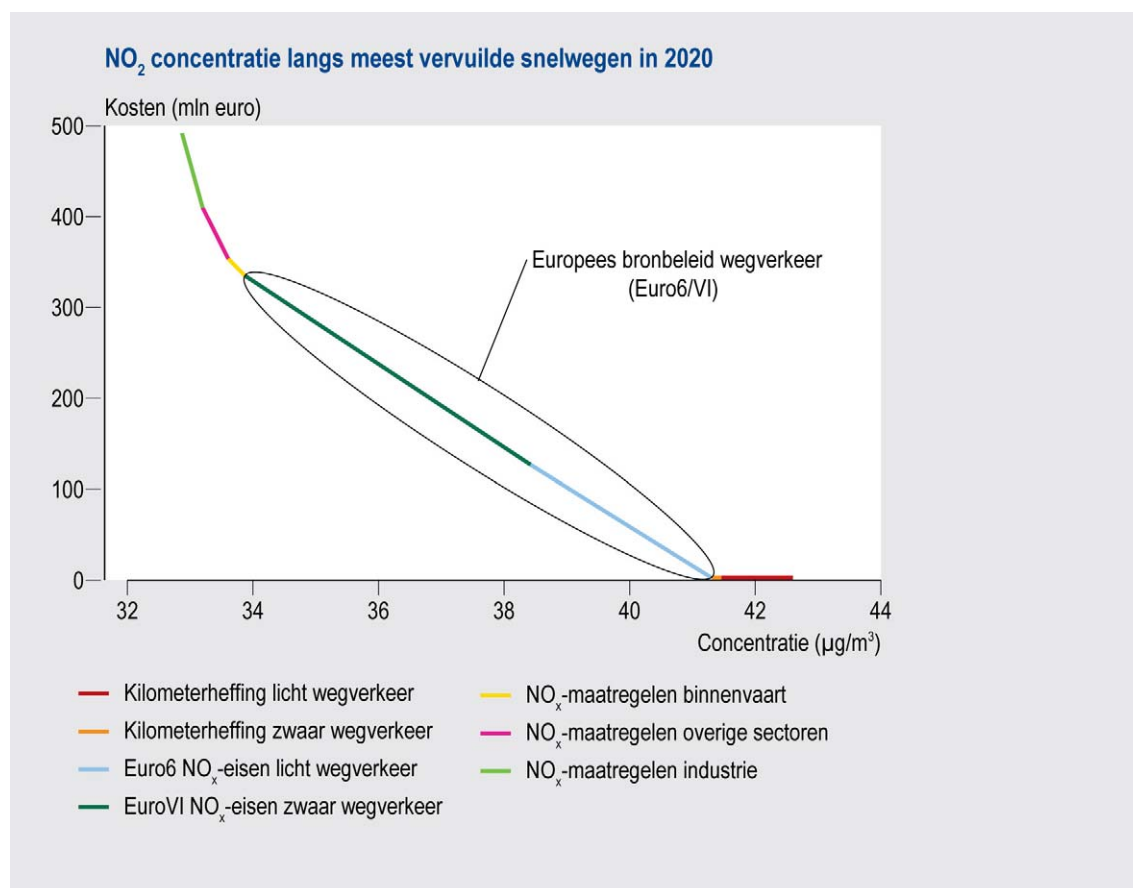
| | | Raming uit 2006 | Raming uit 2006 | Nationaal emissiebeleid | Europees emissiebeleid |
|---|-------------------|---|---|-------------------------|------------------------|
| | | exclusief Euro6 NO _x -eisen licht wegverkeer | inclusief Euro6 NO _x -eisen licht wegverkeer | | |
| EU-grenswaarde NO ₂ | µg/m ³ | 40 | | | |
| Raming NO ₂ -concentratie 2020 | µg/m ³ | 42,6 | 39,5 | 37,2 | 33,0 |
| Concentratieverlaging 2020 | µg/m ³ | - | 3,1 | 5,4 | 9,6 |
| Kosten 2020 | Mln €/jr | - | 130 | 280 ^a | 470 |

a. Exclusief netto baten van een kilometerheffing

Welke maatregelen zijn kosteneffectief om de NO₂-concentratie langs snelwegen te verlagen?

De meest kosteneffectieve manier om de concentratie NO₂ langs snelwegen te verlagen is beprijzingsbeleid voor de verkeerssector (zie paragraaf 3.1). Figuur 3.5 laat zien dat als er gekeken wordt naar technische maatregelen, schonere wegvoertuigen het meest kosteneffectief zijn (€ 35 miljoen per µg/m³), gevolgd door de installatie van deNO_x-technologie bij de binnenvaart (€ 70 miljoen per µg/m³). Technische maatregelen bij overige sectoren (industrie, mobiele werktuigen en de kleine stationaire bronnen) zijn een factor 4-7 (€ 140-250 miljoen per µg/m³) minder kosteneffectief dan maatregelen bij het wegverkeer.

Merk op dat het effect van een kilometerheffing voor de NO₂-luchtkwaliteit in 2020 in Figuur 3.5 wordt overschat. Dit komt doordat de voor deze studie gebruikte raming nog geen rekening houdt met de invoering (vanaf 2014) van aangescherpte Euro6-NO_x-emissienormen voor personen- en bestelauto's (zie hoofdstuk 2). Voor de stof NO_x en het jaar 2020 gaat deze studie daardoor nog uit van een relatief 'vuil' autopark in 2020. Invoering van een kilometerheffing leidt vervolgens tot minder gereden kilometers, maar de milieueffecten worden overschat omdat personen- en bestelauto's in werkelijkheid (door invoering van Euro6/VI-NO_x emissienormen) schoner zullen zijn in 2020.



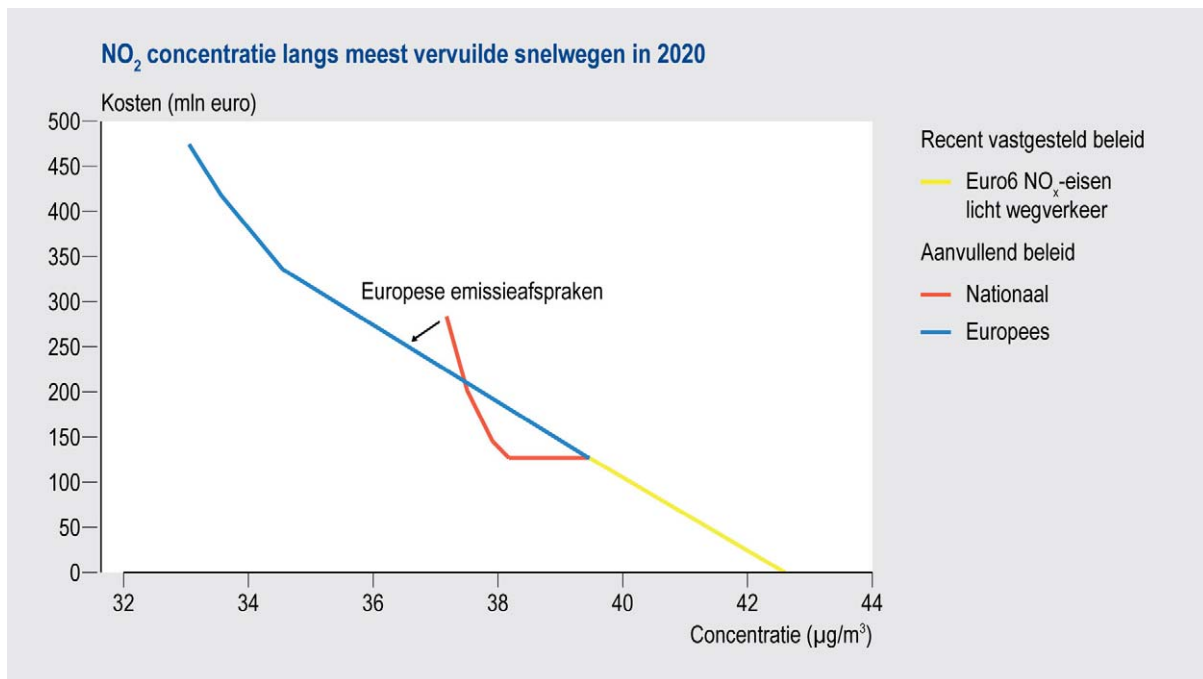
Figuur 3.5 Kosteneffectiviteit van additionele maatregelen in Nederland in 2020 gelet op de NO₂-concentratieverlaging langs snelwegen. De figuur heeft uitsluitend betrekking op het milieueffect en de kosten van binnenlandse emissiereducties. De concentratie langs snelwegen geeft het gemiddelde voor een klein aantal meest vervuilde snelwegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam. Berekeningen zijn gebaseerd op de referentieraming uit 2006 (Velders et al, 2006).

NO₂-knelpunten: Effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid in 2020?

Doordat de NO_x-emissies door het lokale wegverkeer moeilijk zijn te beïnvloeden met nationale maatregelen, zijn scherpere Europese NO_x-emissienormen voor wegvoertuigen voor Nederland belangrijk om de problemen met NO₂-knelpunten op te lossen. Dit ondanks het feit dat de NO₂-concentratie langs snelwegen in hoge gedomineerd wordt door het lokale wegverkeer. In 2020 kan gemiddeld over alle sectoren met een verdergaande Europese aanpak een circa drieënhalve maal grotere daling in NO₂-concentraties langs snelwegen kan worden gerealiseerd dan met een nationale aanpak alleen (Figuur 3.6). Op de korte termijn (tot 2015) dragen scherpere Euro6/VI-NO_x-emissienormen nog weinig bij aan een oplossing met de problemen met NO₂-knelpunten. Scherpere Euro-6/VI-normen voor NO_x (ingang per 2014 voor nieuwe lichte wegvoertuigen en nog in voorbereiding voor zware wegvoertuigen) hebben namelijk tijd nodig om door te werken in het wagenpark. Tot 2015 is Nederland vooral aangewezen op verdergaande nationale en lokale maatregelen.

Het potentieel voor een verdergaande verlaging van de NO₂-concentratie voor de beschouwde dataset van snelwegvakken in 2020 bedraagt circa 2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als Nederland alleen maatregelen treft (nationale beleidsvariant), en circa 6,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als de extra

maatregelen op EU-niveau worden geregeld (Europese beleidsvariant, Tabel 3.7 en Figuur 3.6).



Figuur 3.6 Kostencurve voor Nederland voor het verminderen van de NO₂-concentratie langs snelwegen in 2020 voor de beleidsvarianten 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. De nationale beleidsvariant houdt uitsluitend rekening met extra maatregelen in Nederland, terwijl de Europese beleidsvariant rekening houdt met vergelijkbare extra maatregelen in binnen- en buitenland. De onlangs in EU-verband vastgestelde aangescherpte Euro6-NO_x-emissie-eisen voor personen- en bestelauto's zijn afzonderlijk als geel lijnstukje gepresenteerd. De NO₂-concentratie geeft het gemiddelde voor een klein aantal meest vervuilde snelwegvakken nabij Amsterdam en Rotterdam.

Het forse verschil in reductiepotentieel tussen beide onderzochte beleidsvarianten wordt verklaard doordat Nederland beperkte eigen technische mogelijkheden heeft om de NO_x-emissies van vrachtvoertuigen te verlagen zoals eerder is vermeld in paragraaf 3.1 (Tekstbox 3.2). In deze studie is aangenomen dat de benodigde NO_x-bestrijdingstechnieken te complex en ingrijpend zijn om als land zelf te implementeren. Aangenomen is daarom dat de introductie van deze technologie bij vrachtvoertuigen alleen gerealiseerd kan worden met een aanscherping van de Europese emissienormering. In dit laatste geval maakt de Europese Commissie afspraken met voertuigfabrikanten, waarna de nieuwe bestrijdingstechnieken in het motor- en voertuigontwerp kunnen worden geïntegreerd.

3.3 Blootstelling aan fijn stof (PM₁₀)

- De blootstelling aan PM₁₀ in de lucht hangt samen met vroegtijdige sterfte en een toename van de ziektelast onder de Nederlandse bevolking.
- Omdat fijn stof voor meer dan de helft komt aanwaaien uit het buitenland is een verdergaand Europees emissiebeleid voor Nederland op de *lange termijn* (na 2015) belangrijk om de blootstelling van Nederlanders aan fijn stof te verminderen. In 2020 is gemiddeld over alle sectoren een verdergaand Europees emissiebeleid, waarbij de emissies in binnen- en buitenland dalen, circa 2-3 maal zo effectief om de PM₁₀-blootstelling te verminderen dan een nationaal emissiebeleid alleen.
- Op de *korte termijn* (tot 2015) zijn de effecten van een verdergaand Europees emissiebeleid nog zeer beperkt, en is Nederland vooral aangewezen op extra nationale (en lokale) maatregelen. Dit komt doordat een verdergaand Europees emissiebeleid (bronmaatregelen en emissieplafonds) qua uitwerking en implementatie een lange tijd nodig heeft voordat dit volledig effect sorteert.
- Gelet op de vermindering van de blootstelling van Nederlanders aan PM₁₀ zijn een aantal aanvullende nationale maatregelen kosteneffectiever dan de invoering van scherpere Europese emissienormen (Euro6/VI) voor wegvoertuigen. Dergelijke nationale maatregelen zijn het vermijden van diffuse emissies bij de op- en overslag van bulkgoederen, de installatie van luchtwassers bij de landbouw, een verdergaande retrofit van roetfilters en SCR-deNO_x-katalysatoren bij binnenvaartschepen en de toepassing van verbeterde stofverwijderingstechnieken bij de industrie. Jaarlijkse kosten voor deze extra nationale maatregelen bedragen circa € 200 miljoen
- De EU werkt momenteel aan een herziening van de Europese NEC-emissieplafonds. Om de nieuwe plafonds binnen bereik te brengen is Nederland voorstander van een effectief Europees bronbeleid. De gezondheidsbaten van Europese bronmaatregelen in dunbevolkte landen of landen aan de grenzen van Europa zijn echter aanzienlijk lager dan in Nederland. Het is daarom nog maar de vraag of er een politieke meerderheid voor verdergaande Europese bronmaatregelen zal blijken te zijn.
- Tegen de achtergrond van de referentieraming voor 2020 bedraagt de met technische maatregelen haalbare winst in blootstelling aan antropogeen PM₁₀ (en hiermee verbonden sterfte en ziektelast) circa 10% met alleen extra Nederlandse maatregelen en 25% met een verdergaand Europees emissiebeleid.
- Een kostenoptimale strategie voor de vermindering van het aantal PM₁₀-knelpunten levert over het algemeen ook kosteneffectieve oplossingen voor de vermindering van de blootstelling van de bevolking aan PM₁₀. Scherpere emissienormen voor fijn stof bij vrachtvoertuigen op het niveau van een roetfilter (EuroVI) vormen waarschijnlijk een uitzondering. Resultaten geven aan dat EuroVI-emissienormen kosteneffectief zijn om het aantal PM₁₀-knelpunten te verminderen, maar relatief duur (vergeleken met andere maatregelen) om de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan PM₁₀ te verlagen.

Deze paragraaf analyseert de (kosten)effectiviteit van aanvullende nationale en Europese maatregelen voor de verlaging van de blootstelling van Nederlanders aan het door de mens veroorzaakte PM_{10} in de lucht, te weten het antropogeen PM_{10} .

Als maat voor de PM_{10} -blootstelling hanteert dit rapport de naar bevolkingsdichtheid gewogen concentratie van antropogeen PM_{10} over Nederland. Bij de aanname dat het PM_{10} van alle bronnen even schadelijk is voor de menselijke gezondheid, is de berekende procentuele concentratiedaling representatief voor de met extra maatregelen te verwachten gezondheidsverbetering onder de Nederlandse bevolking.

Het antropogeen PM_{10} in de lucht bestaat uit een complex mengsel van stofdeeltjes van verschillende grootte en chemische samenstelling. De kleinere fractie van het PM_{10} met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer is waarschijnlijk schadelijker is dan het grovere deel van het fijn stof met een diameter tussen 2,5 en 10 micrometer. Ook zijn er vermoedens dat het verbrandingsgerelateerde fijn stof mogelijk meer gezondheidsrelevant is dan andere fracties. De kleinere fractie $PM_{2,5}$ is in deze studie niet afzonderlijk onderzocht omdat de gegevensbasis van metingen, emissiedata en maatregelen voor $PM_{2,5}$ in Nederland op dit moment nog beperkt is.

Wat is de beleidsopgave, gelet op de PM_{10} -blootstelling?

Er zijn geen bindende afspraken over een vermindering van de blootstelling aan PM_{10} . Wel zal in de nieuwe Europese luchtkwaliteitsrichtlijn (in voorbereiding) een streefdoel worden opgenomen voor blootstelling van de stedelijke bevolking aan $PM_{2,5}$. Het voorstel van de Europese Raad van ministers omvat een streefwaarde voor vermindering van de stedelijke achtergrondconcentratie $PM_{2,5}$ met 20% tussen 2010 en 2020. Dit reductiedoel is voor Nederland waarschijnlijk onhaalbaar (Tekstbox 3.3). De streefwaarde is voorlopig niet wettelijk bindend, maar zou in 2013 bij een evaluatie van de nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn wel tot een verplichting kunnen worden omgezet. Tabel 3.8 geeft een raming van de naar bevolking gewogen concentratie antropogeen PM_{10} in 2020 bij vaststaand beleid.

Tekstbox 3.3**Reductiedoel verlaging stedelijke achtergrondconcentratie PM_{2,5} waarschijnlijk onhaalbaar**

De Europese Commissie heeft in 2005 in haar Thematische Strategie voor Schone Lucht voor Europa een herziening van de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn aangekondigd. Momenteel bevindt deze nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn zich in de besluitvormingsfase.

De Europese Raad van ministers heeft op 23 Oktober 2006 een politiek akkoord gesloten over een voorstel voor een nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn. Het gemeenschappelijke standpunt van de Raad behelst nieuwe luchtkwaliteitsregelgeving voor een fijnere fractie van fijn stof, te weten PM_{2,5}. Daarnaast blijven alle huidige luchtkwaliteitsnormen van kracht (o.a. voor PM₁₀ en NO₂), maar er komt een mogelijkheid om onder voorwaarden met een aantal jaren uitstel te kunnen voldoen aan de grenswaarde (derogatie). Voor PM_{2,5} gaat het om een wettelijk bindende grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van 25 µg/m³ per 2015, voorafgegaan door een streefwaarde op hetzelfde niveau in 2010. Daarnaast omvat het voorstel van de Raad een streefdoel om de blootstelling van de bevolking terug te dringen door de stedelijke achtergrondconcentratie van PM_{2,5} te verminderen met 20% in de periode tussen 2010 en 2020. Dit is om te garanderen dat grote delen van de bevolking profiteren van een verbeterde luchtkwaliteit. Gezondheidseffecten als gevolg van blootstelling aan fijn stof treden immers ook op bij concentratieniveaus die lager zijn dan de bindende grenswaarden. Het streefdoel voor de vermindering van de blootstelling zal in 2013 door de Europese Commissie worden geëvalueerd met als doel het streefdoel dan om te zetten in een wettelijk bindende resultaatverplichting.

De parameters PM₁₀ en PM_{2,5} zijn sterk gecorreleerd. De vraag is daarmee actueel of de nieuwe regelgeving voor PM_{2,5} meer of minder stringent is dan de bestaande regelgeving voor PM₁₀. Uitgaande van de beschikbare cijfers over de concentratieverhouding tussen PM_{2,5} en PM₁₀ wordt ingeschat dat de grenswaarde van 25 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentraties van PM_{2,5} waarschijnlijk minder strikt is dan de huidige grenswaarde voor PM₁₀. In het voorstel van de Raad blijft de bestaande daggrenswaarde voor PM₁₀ dus het meest stringent. Het Europese Parlement heeft zich (bij eerste lezing) uitgesproken voor een strengere PM_{2,5}-grenswaarde van 20 µg/m³ per 2015. In dat geval zou de grenswaarde voor PM_{2,5} strenger kunnen worden dan de huidige grenswaarde voor PM₁₀.

Voorlopige conclusie op basis van de beschikbare kennis is dat met de door de Raad voorgestelde grenswaarde van 25 µg/m³ PM_{2,5} in Nederland vermoedelijk geen nieuwe knelpunten ontstaan. Nieuwe knelpunten kunnen wel ontstaan bij de door het Europees Parlement voorgestelde grenswaarde van 20 µg/m³ PM_{2,5}.

De door de Raad voorgestelde streefwaarde voor vermindering van de stedelijke achtergrondconcentratie PM_{2,5} met 20% tussen 2010 en 2020, is voor Nederland met technische maatregelen waarschijnlijk niet haalbaar (Folkert, 2005). Een reductie van 20% komt overeen met een daling van circa 3-4 µg/m³ tussen 2010 en 2020, terwijl met aanvullende technische maatregelen een reductie tot maximaal 2 µg/m³ mogelijk lijkt. Deze streefwaarde is voorlopig niet wettelijk bindend, maar zou in 2013 bij een evaluatie van de nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn wel tot een verplichting kunnen worden omgezet.

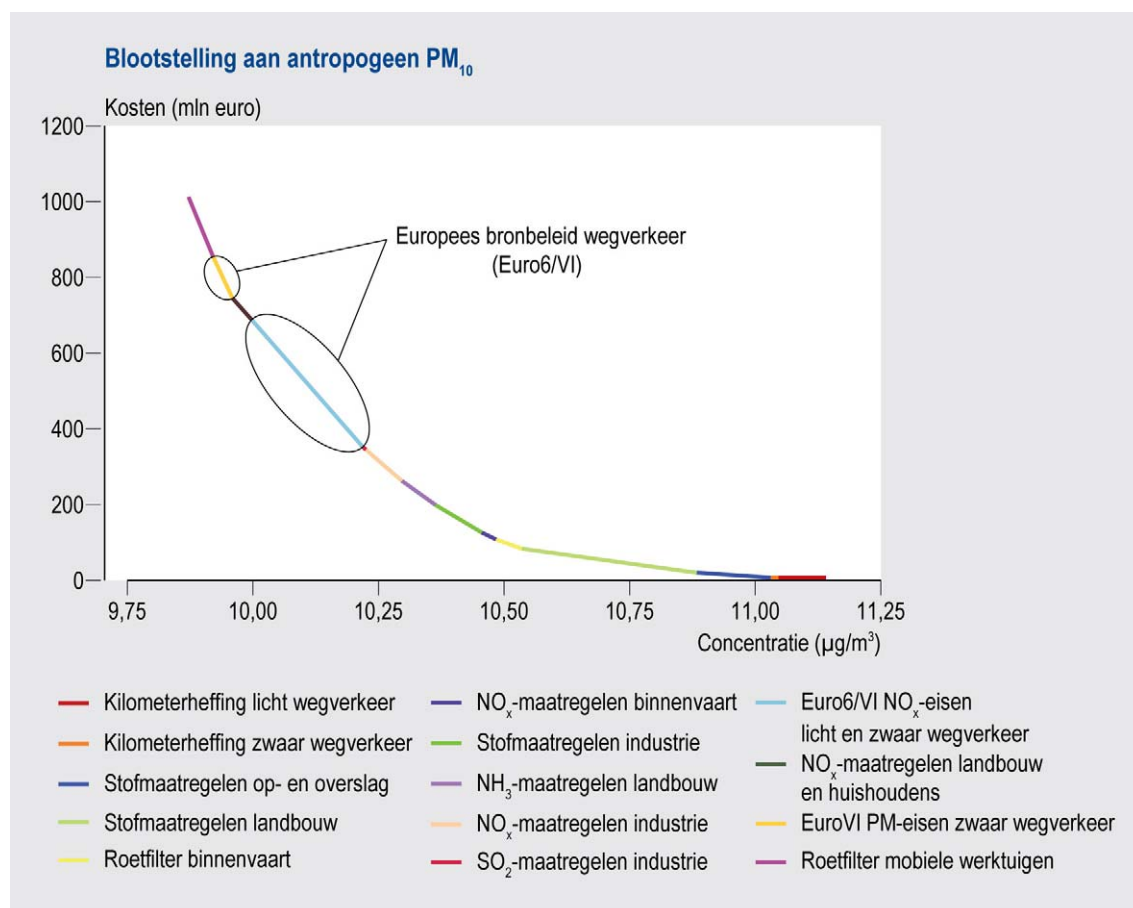
Tabel 3.8 Raming van de naar bevolking gewogen concentratie antropogeen fijn stof (PM₁₀) in 2020 bij vastgesteld beleid (exclusief Euro6-NO_x-emissie-eisen licht wegverkeer) en voor de beleidsvarianten 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. De naar bevolking gewogen PM₁₀-concentratie over Nederland is een maat voor de gemiddelde PM₁₀-blootstelling van Nederlanders, en hangt samen met de vervroegde sterfte en ziektelast onder Nederlanders. Berekningen zijn gebaseerd op de oude raming uit 2006 (Velders et al., 2006).

| | | Vastgesteld Beleid | Nationaal emissiebeleid | Europees emissiebeleid |
|---|-------------------|--|--|--|
| | | excl. Euro6 NO _x -eisen licht wegverkeer | incl. Euro6 NO _x -eisen licht wegverkeer | incl. Euro6 NO _x -eisen licht wegverkeer |
| Bevolkingsgewogen antropogene PM ₁₀ -concentratie 2020 | µg/m ³ | 11,1 | 9,9 | 8,2 |
| Concentratieverlaging 2020 | µg/m ³ | - | 1,2 | 2,9 |
| Kosten 2020 | Mln €/jr | - | 800 ^a | 890 |

a. Exclusief netto baten van een kilometerheffing

Welke maatregelen zijn kosteneffectief om de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan PM₁₀ te verminderen?

Een vergelijking van de resultaten voor de eindpunten PM₁₀-blootstelling (Figuur 3.7) en PM₁₀-concentratie langs snelwegen (Figuur 3.3) laat zien dat een kostenoptimale ordening van maatregelen in beide situaties niet veel van elkaar verschilt. De invoering van scherpere Europese emissienormen voor fijn stof op het niveau van een roetfilter bij vrachtoertuigen (EuroVI-PM-emissienormen) vormt een uitzondering. Resultaten geven aan dat invoering van deze normen (vergeleken met veel andere maatregelen) kosteneffectief is om de PM₁₀-concentratie langs snelwegen te verminderen, maar relatief duur (vergeleken met andere maatregelen) om de (naar bevolking gewogen) stedelijke en regionale PM₁₀-achtergrondconcentratie te verlagen. De kosteneffectiviteit van scherpere emissienormen voor fijn stof bij vrachtoertuigen bedraagt circa € 3 miljoen per 0,01 µg/m³ gelet op de concentratieverlaging langs snelwegen, en € 28 miljoen per 0,01 µg/m³ gelet op de gemiddelde concentratie waar een Nederlander aan wordt blootgesteld. Merk hierbij op dat de scherpere EuroVI-normen voor fijn stof bij vuilnisauto's en bussen die voornamelijk in de bebouwde kom rondrijden (daar waar mensen wonen) waarschijnlijk wel kosteneffectief zijn (in vergelijking tot andere maatregelen) om de blootstelling van de bevolking aan fijn stof te verminderen.



Figuur 3.7 Kosteneffectiviteit van additionele maatregelen in Nederland in 2020 gelet op de vermindering van de gemiddelde blootstelling van de Nederlandse bevolking aan antropogeen PM₁₀. De figuur heeft uitsluitend betrekking op het milieueffect en de kosten van binnenlandse emissiereducties. De naar bevolking gewogen PM₁₀-concentratie over Nederland is een maat voor de gemiddelde PM₁₀-blootstelling van Nederlanders, en hangt samen met de vervroegde sterfte en ziektelast onder Nederlanders.

Het verschil in kosteneffectiviteit van scherpere PM₁₀-emissienormen voor vrachtoertuigen (EuroVI) gelet op de PM₁₀-concentratiedaling langs snelwegen en de PM₁₀-blootstelling van de bevolking wordt verklaard door de lokale verhoging in PM₁₀-concentraties langs snelwegen. Deze lokale toename zorgt ervoor dat scherpere emissienormen voor vrachtoertuigen een veel groter effect heeft voor de PM₁₀-concentratie langs snelwegen (binnen circa 100 meter van de wegas) dan voor de (populatiegewogen) stedelijke en regionale achtergrondconcentratie (zoals berekend op een 5*5 km grid). Vergeleken bij het gebruikte achtergrondscenario voor 2020 dat uitgaat van een voertuigpark geheel bestaand uit EuroV-vrachtoertuigen, levert de invoering van EuroVI (per 2014) een concentratieverbetering in 2020 op van circa 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ langs onderzochte snelwegen tegenover slechts circa 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemiddeld over Nederland.

De meest kosteneffectieve manier om de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan PM₁₀ te verlagen is prijsbeleid bij het wegverkeer (1) (zie paragraaf 3.1). De tweede meest kosteneffectieve optie om de PM₁₀-blootstelling te verminderen zijn technische maatregelen gericht op de vermindering van de *primaire* fractie in de lucht (Figuur 3.7). Het betreft maatregelen ter vermindering van de diffuse emissies bij op- en overslag van bulkgoederen

(2), gaswassers bij de grotere varkens- en pluimveebedrijven (3), roetfilters bij binnenvaartschepen (4) en geavanceerde stofverwijderingstechnieken bij de industrie (5). De installatie van SCR-deNO_x-technologie ('Selective Catalytic Reduction') bij binnenvaartschepen is ook kosteneffectief (6). De kosteneffectiviteit van deze maatregelen varieert van € 2 tot 8 miljoen per 0,01 µg/m³ afname in PM₁₀-blootstelling (Tabel 3.1).

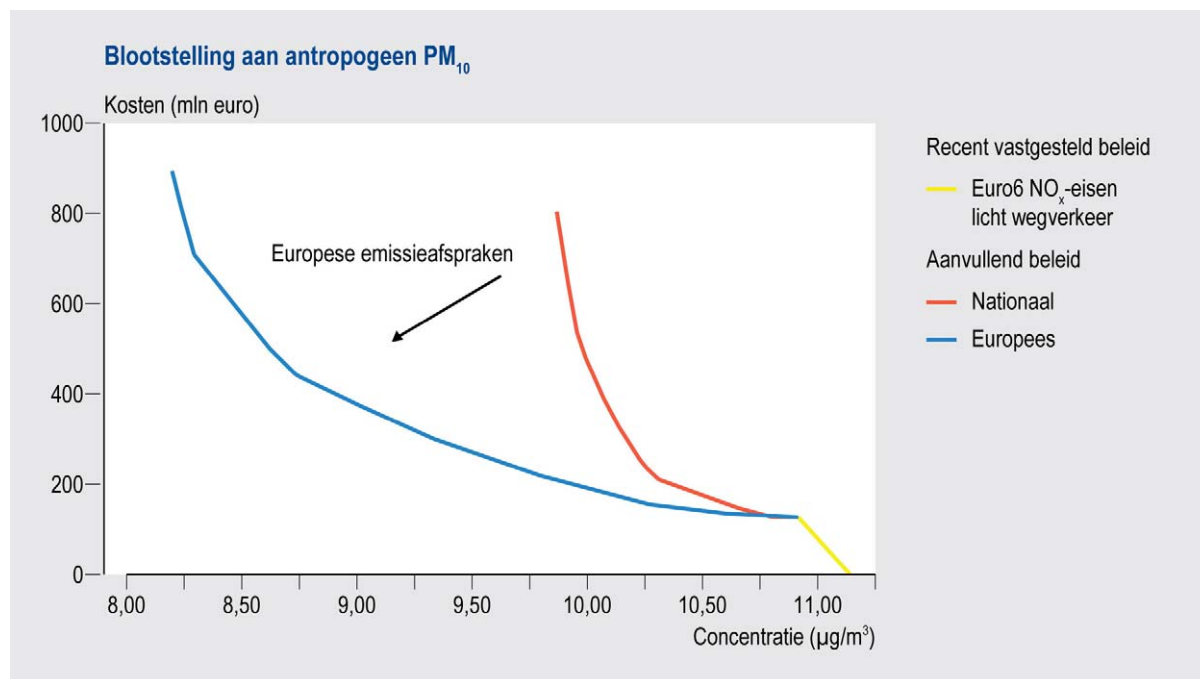
Andere maatregelen zijn minder kosteneffectief (Figuur 3.7). Het gaat hierbij om verschillende maatregelen gericht op verlaging van het *secundaire* fijn stof in de lucht. Het betreft verdergaande maatregelen ter vermindering van NH₃-emissies bij de landbouw (7), SO₂- en NO_x-emissies bij de industrie (8), NO_x-emissies door het wegverkeer (9) en NO_x-emissies in de gebouwde omgeving, dat wil zeggen bij de kleinere verwarmingsketels en gasmotoren bij huishoudens, landbouw, handel, diensten en overheid (10). De kosteneffectiviteit van deze maatregelen varieert van € 10 tot 15 miljoen per 0,01 µg/m³ afname in PM₁₀-blootstelling (Tabel 3.1).

De invoering van EuroVI emissie-eisen voor fijn stof bij het vrachtverkeer op het niveau van een roetfilter is relatief duur als het doel is om de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan PM₁₀ te verminderen (€ 28 miljoen per 0,01 µg/m³).

De inschatting van het effect van een roetfilter bij vrachtvoertuigen op de blootstelling is nog indicatief. De verwachting is dat de in deze studie gebruikte berekening op een 5*5 km grid representatief is voor de werkelijke afname in PM₁₀-blootstelling van de Nederlandse bevolking. Dit is waarschijnlijk zo omdat de meeste mensen niet wonen in de buurt van wegen en snelwegen met zwaar wegverkeer, waardoor een rekenresolutie van 5*5 km een goede schatting geeft. Echter om met meer zekerheid conclusies te kunnen trekken is een gedetailleerdere modellering van blootstelling gewenst. Zulke berekeningen zouden het volledige wegennet moeten modelleren, gecombineerd met bevolkingskaarten met een hoge resolutie, rekening houdend met het aantal mensen dat woonachtig is langs wegen met veel vrachtverkeer en zo wordt blootgesteld aan een verhoogde concentratie fijn stof afkomstig van vrachtwagens.

PM₁₀-blootstelling: Effectiviteit nationaal versus Europees emissiebeleid in 2020?

Omdat fijn stof voor meer dan de helft komt aanwaaien uit het buitenland is een verdergaand Europees emissiebeleid voor Nederland op de *lange termijn* (na 2015) belangrijk om de blootstelling van Nederlanders aan fijn stof te verminderen. Berekeningen voor 2020 laten zien dat gemiddeld over alle sectoren met een verdergaand Europees emissiebeleid, waarbij de emissies in binnen- en buitenland dalen, een circa 2-3 maal grotere winst in PM₁₀-blootstelling kan worden gerealiseerd dan met een nationaal beleid alleen (Figuur 3.8). Nederland is daarom voorstander van een effectief Europees bronbeleid. Hierbij is het echter belangrijk om vast te stellen dat de gezondheidsbaten van Europese bronmaatregelen in dunbevolkte landen of landen aan de grenzen van Europa aanzienlijk lager zijn dan in Nederland (Tekstbox 3.4). Het is daarom nog maar de vraag of er een politieke meerderheid voor verdergaande Europese bronmaatregelen zal blijken te zijn. De gezondheidsbaten van maatregelen in Nederland zijn relatief hoog omdat Nederland een land is met een hoge bevolkingsdichtheid waar relatief veel mensen profiteren van de genomen maatregelen.



Figuur 3.8 Kostencurve voor Nederland voor het verminderen van de PM₁₀-blootstelling langs snelwegen in 2020 voor de beleidsvarianten 'nationaal emissiebeleid' en 'Europees emissiebeleid'. De nationale beleidsvariant houdt uitsluitend rekening met extra maatregelen in Nederland, terwijl de Europese beleidsvariant rekening houdt met vergelijkbare extra maatregelen in binnen- en buitenland. De onlangs in EU-verband vastgestelde aangescherpte Euro6-NO_x-emissie-eisen voor personen- en bestelauto's zijn afzonderlijk als geel lijnstukje gepresenteerd.

Op de *korte termijn* (tot 2015) zal een aanvullend Europees emissiebeleid nog weinig effect hebben. Tot 2015 zal de Nederlandse luchtkwaliteit voor fijn stof vooral verbeterd kunnen worden met een aantal extra nationale (en lokale) maatregelen. Deze maatregelen kunnen relatief snel worden doorgevoerd en zijn kosteneffectiever dan de invoering van scherpere Europese (Euro6/VI) emissienormen voor wegvoertuigen. De nationale maatregelen zijn, in volgorde van kosteneffectiviteit en PM₁₀-blootstelling: de invoering van de kilometerheffing, technische maatregelen bij de op- en overslag van bulkgoederen, luchtwassers op grotere varkens- en pluimveestallen, extra retrofit van roetfilters en deNO_x-katalysatoren bij binnenvaartschepen en verbeterde stofbestrijdingstechnieken bij de industrie. Jaarlijkse kosten van deze nationale maatregelen bedragen circa € 200 miljoen.

Het reductiepotentieel in 2020 is ingeschat op circa 1,2 µg/m³ PM₁₀ als Nederland alleen maatregelen treft (en de import van luchtverontreiniging ongewijzigd blijft), tegenover circa 2,9 µg/m³ PM₁₀ als de maatregelen op EU-niveau worden geregeld (en er ook rekening wordt gehouden met buitenlandse emissiereducties en bij gevolg een verlaagde import van luchtverontreiniging) (Tabel 3.8 en Figuur 3.8). Deze effecten komen overeen met respectievelijk een 10 en 25% daling ten opzichte van de geraamde blootstelling in 2020 bij vaststaand beleid van circa 11 µg/m³ PM₁₀.

Tekstbox 3.4**Baten van een verdergaand Europees emissiebeleid in Nederland zijn relatief hoog**

In het kader van het CAFE-programma (Clean Air for Europe) zijn in opdracht van de Europese Commissie door AEAT de kosten en baten van een verdergaand emissiebeleid in Europa ingeschat voor verschillende afzonderlijke EU-landen en voor de EU als geheel. De gezondheidseffecten van verschillende emissiescenario's, oplopend in ambitieniveau, zijn ingeschat in termen van het aantal verloren levensjaren en monetaire baten (AEAT, 2005a/b).

In het CAFE-programma zijn drie ambitieniveaus onderscheiden: A (laag), B (midden) en C (hoog), waarbij ambitieniveau C leidt tot de meeste bespaarde levensjaren en ambitieniveau A tot de minste. De Thematische Strategie van de Europese Commissie zit tussen ambitieniveau A en B wat betreft gezondheidswinst. In de hierna gegeven Tabel 3.9 zijn drie *stappen* onderscheiden: van huidig beleid tot de Thematische Strategie, van de Thematische Strategie tot Ambitieniveau C en ten slotte van ambitieniveau C tot de technisch maximaal haalbare reductie (MTFR).

De economische effectiviteit van een volgende stap in ambitieniveau voor emissiebestrijding is in Tabel 3.9 gekwantificeerd met de ratio van de incrementele baten en incrementele kosten voor de betreffende stap. Hoe hoger de ratio hoe meer baat een land heeft van een verdergaand Europees emissiebeleid. Het economisch optimum is het punt waar de kosten van een volgende stap in ambitieniveau precies opwegen tegen de baten.

Resultaten van de in Tabel 3.9 gepresenteerde Europese kosten-baten analyse ondersteunen een verdergaand emissiebeleid in lijn met de door de Europese Commissie vastgestelde Thematische Strategie voor Schone Lucht voor Europa. Voor vrijwel alle landen, met uitzondering van landen aan de grenzen van Europa zoals Ierland en Cyprus, zijn de baten hoger dan de kosten. Verder behoort de baten-kostenratio in landen zoals Nederland, Duitsland en Italië tot de hoogste van Europa. Dit wordt verklaard door de hoge bevolkingsdichtheid in deze landen waardoor de baten van maatregelen relatief hoog zijn in vergelijking tot andere meer dunbevolktere landen. Ook laten de resultaten zien dat voor een aantal landen een verdergaande beleidsinspanning, van Thematische Strategie naar ambitieniveau C, ook nog kosteneffectief is.

Geconcludeerd kan worden dat Nederland, vanwege de hoge bevolkingsdichtheid, tot de groep van landen behoort die het meeste baat heeft van een verdergaand Europees emissiebeleid. Dit geldt ook voor andere dichtbevolkte landen zoals Duitsland, België en Italië. Voor een aantal dunbevolkte Europese landen en landen aan de grenzen van Europa zijn de baten van een verdergaand Europees emissiebeleid aanzienlijk lager. Het is daarom nog maar de vraag of er een politieke meerderheid voor verdergaand Europese bronmaatregelen zal blijken te zijn. Daar waar strenge Europese maatregelen in Nederland nog aanleiding kunnen geven tot netto baten is dit in een aanzienlijk aantal andere landen niet het geval.

Tabel 3.9 geeft de stand van kennis in lijn met de gekozen beleidslijn van de Europese Gemeenschap waarbij de gezondheidseffecten worden toegeschreven aan de concentratie $PM_{2,5}$ in de atmosfeer ongeacht de chemische en fysische samenstelling. Aangenomen wordt dat de sterfte lineair afneemt met de concentratiedaling en dat er geen drempelwaarde is waaronder geen gezondheidseffecten optreden. De onzekerheidsmarges zijn groot voor zowel de inschatting van fysieke gezondheidseffecten (verloren levensjaren) als voor de monetaïsering van deze gezondheidseffecten (€). De gegeven ratio's dienen daarom geïnterpreteerd te worden als schattingen waarbij de verschillen tussen landen in hoogte van de baten-kostenratio veel betrouwbaarder zijn dan het absolute niveau van de ratio (groter of kleiner dan 1). Tabel 3.9 gaat uit van de meest conservatieve schatting voor de inschatting van de waarde van een verloren levensjaar. De baten voor ecosystemen, door minder verzuring, vermesting en ozonvorming, zijn niet meegenomen bij de berekening, omdat onduidelijk is wat dat zou uitmaken.

Tabel 3.9 Baten-kostenratio voor Europese beleidsscenario's oplopend in ambitieniveau uit het Clean Air for Europe Programme (CAFE). De ratio is berekend voor de incrementele veranderingen tussen twee opeenvolgende ambitieniveau's. De gemonetariseerde baten betreffen de menselijke gezondheid en zijn exclusief de baten voor ecosystemen. Een ratio groter dan 1 is groen gearceerd.

| | van Huidig Beleid naar Thematische Strategie | van Thematische Strategie naar ambitie C | van ambitie C naar Maximaal Technisch Potentieel |
|--------------|---|---|--|
| Oostenrijk | 6,9 | 0,7 | 0,1 |
| België | 4,8 | 0,7 | 0,8 |
| Cyprus | 0,7 | 0,1 | 0,1 |
| Tsjechië | 6,9 | 2,3 | 0,5 |
| Denemarken | 3,6 | 0,6 | 0,1 |
| Estland | 1,8 | 0,7 | 0,1 |
| Finland | 0,7 | 0,1 | 0,1 |
| Frankrijk | 5,0 | 1,0 | 0,3 |
| Duitsland | 7,3 | 1,8 | 0,6 |
| Griekenland | 4,1 | 0,5 | 0,1 |
| Hongarije | 9,9 | 1,2 | 0,6 |
| Ierland | 2,0 | 0,3 | 0,1 |
| Italië | 6,2 | 1,3 | 0,3 |
| Letland | 6,9 | 1,5 | 0,3 |
| Litouwen | 2,1 | 0,4 | 0,1 |
| Luxemburg | 4,2 | 1,6 | 0,5 |
| Malta | 4,0 | 1,1 | 0,2 |
| Nederland | 7,7 | 3,4 | 0,6 |
| Polen | 6,2 | 1,0 | 0,2 |
| Portugal | 3,0 | 0,7 | 0,1 |
| Slowakije | 9,9 | 1,2 | 0,5 |
| Slovenië | 6,2 | 1,1 | 0,3 |
| Spanje | 2,4 | 0,4 | 0,1 |
| Zweden | 2,9 | 0,6 | 0,1 |
| Engeland | 7,6 | 0,9 | 0,6 |
| EU-25 | 5,8 | 1,0 | 0,3 |

4 Conclusies

Dit rapport verkent de kosteneffectiviteit van verdergaande nationale en Europese maatregelen voor een schone lucht. Daarnaast laat dit rapport zien in hoeverre Nederland voor een verdere verbetering van de luchtkwaliteit afhankelijk is van een verdergaand Europees emissiebeleid. Conclusies van dit rapport zijn:

- Met het nu vastgestelde nationale en Europese beleid worden de grenswaarden voor fijn stof (PM_{10}) en stikstofdioxide (NO_2) – ook met de extra derogatietermijnen op grond van de nieuwe EU-luchtkwaliteitsrichtlijn – niet overal tijdig gehaald. Snelwegen rondom grote steden en de drukste binnenstedelijke straten in de Randstad behoren tot de meest hardnekkige knelpunten. Met extra derogatietermijnen moet uiterlijk in 2010 voldaan worden aan de grenswaarde voor PM_{10} en in 2015 aan die voor NO_2 .
- Tot 2015 zal een verdere verbetering van de Nederlandse luchtkwaliteit voor fijn stof en stikstofdioxide vooral moeten komen van extra nationale (en lokale) maatregelen. De reden is dat een nationale aanpak sneller effect heeft dan Europees beleid. Het gaat hierbij om maatregelen die verder gaan dan de harde maatregelen uit het Prinsjesdagpakket 2005. Dergelijke nationale maatregelen zijn: invoering van de kilometerheffing, technische maatregelen bij de op- en overslag van bulkgoederen, plaatsing van luchtwassers op grotere varkens- en pluimveestallen, een verdergaande retrofit van roetfilters en SCR-de NO_x -katalysatoren bij de binnenvaart en de toepassing van verbeterde emissiebeperkende technieken bij de industrie. Gelet op de verbetering van de blootstelling van de bevolking aan PM_{10} zijn deze nationale maatregelen kosteneffectiever dan de invoering van scherpere Europese emissienormen (Euro6/VI) voor wegvoertuigen. Jaarlijkse kosten voor deze extra nationale maatregelen bedragen circa € 200 miljoen.
- Na 2015 blijft Europees emissiebeleid belangrijk om de Nederlandse luchtkwaliteit nog verder te verbeteren. Voor PM_{10} -blootstelling en NO_2 -normoverschrijdingen is dat het meest uitgesproken het geval. Zo is een verdergaand Europees emissiebeleid, waarbij de emissies in binnen- en buitenland dalen, circa 2-3 maal zo effectief om de blootstelling van Nederlanders aan PM_{10} te verminderen dan alleen een nationaal emissiebeleid. Gelet op de PM_{10} -normoverschrijdingen bij verkeersknelpunten is Nederland minder afhankelijk van Europees emissiebeleid. Toch is Europees emissiebeleid ook hiervoor belangrijk. Zo kan met een verdergaand Europees emissiebeleid een circa anderhalf maal grotere daling in PM_{10} -concentraties langs snelwegen worden gerealiseerd dan met alleen een nationale aanpak.
- De EU wil de luchtkwaliteit op de lange termijn verder verbeteren en werkt daartoe momenteel aan een herziening van de Europese NEC-emissieplafonds. In de herziene NEC-richtlijn zullen nieuwe emissieplafonds worden vastgelegd waaraan vanaf 2020 moet worden voldaan. Om de nieuwe plafonds binnen bereik te brengen is Nederland voorstander van een effectief Europees bronbeleid. De gezondheidsbaten van Europese bronmaatregelen zijn echter in dunbevolkte landen of landen aan de grenzen van Europa aanzienlijk lager dan in Nederland. Het is daarom nog maar de vraag of er – naast de

afgesproken aanscherping van de Europese emissienormen voor lichte wegvoertuigen (Euro6) en de aangekondigde aanscherping van emissie-eisen voor vrachtvoertuigen (EuroVI) – een politieke meerderheid voor verdergaande Europese bronmaatregelen bij andere sectoren dan het wegverkeer zal blijken te zijn.

- Uit deze studie blijkt dat Nederland desgewenst, als Europa niet ver genoeg wil gaan met het formuleren van nieuwe bronregelgeving, voldoende eigen nationale mogelijkheden heeft om de bestaande (geldig vanaf 2010) en de eerste voorstellen voor aangescherpte emissieplafonds (geldig vanaf 2020) te kunnen realiseren. Jaarlijkse kosten voor extra maatregelen in 2020 lopen op van circa € 100 miljoen voor bestaande emissieplafonds naar circa € 250 miljoen voor de eerste voorstellen voor aangescherpte emissieplafonds die momenteel circuleren binnen de Europese Commissie. De jaarlijkse kosten van € 250 miljoen zijn inclusief de kosten van Euro6-NO_x-emissienormen voor personen- en bestelauto's. Kosten voor het reeds vastgestelde bronbeleid bedragen circa € 3 miljard per jaar.

5 Literatuur

- AEAT (2005a). Cost-Benefit Analysis of Policy Option Scenarios for the Clean Air for Europe programme. August 2005. AEAT/ED48763001/CBA-CAFE ABC scenarios. AEA Technology Environment, Didcot, United Kingdom.
- AEAT (2005b). Cost-Benefit Analysis of the Thematic Strategy on Air Pollution. October 2005. AEAT/ED48763001/Thematic Strategy. AEA Technology Environment, Didcot, United Kingdom.
- Amann M. et al. (2006). Emission control scenarios that meet the environmental objectives of the Thematic Strategy on Air Pollution. Part 1 Methodology and assumptions. Part 2: Scenario analysis. IIASA, Laxenburg, Oostenrijk.
- Beck J.B., Folkert R.J.M., Smeets W.L.M. (2004). Beoordeling van de Uitvoeringsnotitie Emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 2003. Report 500037003/2004, MNP Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Besseling, P., Groot, W., Lebouille, R. (2005). Economische analyses van verschillende vormen van prijsbeleid voor het wegverkeer. ISBN 90-5833-222-5. Centraal Planbureau, Den Haag.
- Brink van den R.M.M., Hoen A., Kampman B., Kortmann R., Boon B.H. (2004). Optiedocument verkeeremissies Effecten van maatregelen op verzuring en klimaatverandering. Rapport 773002026, RIVM, Bilthoven.
- Daniëls, B.W., Farla, J.C.M. (2006). Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020 – Analyses met the optiedocument energie en emissies 2010/2020. Rapport ECN-C-05-106, ECN Energiecentrum Nederland, Petten. Rapport MNP-773001039, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven <http://www.ecn.nl/nl/ps/onderzoeksprogramma/nationaal-klimaatbeleid/optiedocument-20102020/>
- Harmelen van A.K., Kok, H.J.G., Visschedijk, A.J.H. (2002). Potentials and costs to reduce PM₁₀ and PM_{2,5} emissions from industrial sources in the Netherlands. Rapport R 2002/411, TNO, Apeldoorn.
- Jaarsveld van, J.A. (2004). The Operational Priority Substances model. Rapport MNP-500045001, MNP Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Jonkers S., Teeuwisse S. (2006). Handleiding CAR II, version 5.1. Rapport 2006-A-R0078/B version 2. TNO, Apeldoorn.
- MNP (2005). Beoordeling van het Prinsjesdagpakket Aanpak Luchtkwaliteit 2005. Rapport 500037010, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.

-
- MNP (2006). Milieubalans 2006 Tekstbox pagina 98-99. ISBN 90-6960-141-9. Rapport 500081001, MNP Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- MNP (2007). Realisatie Milieudoelen, Voortgangrapport 2007. ISBN 978-90-6960-168-7. Rapport 500081002, MNP Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- TNO (2005). Future emissions of Heavy Duty vehicles.
- Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Beck, J.P., Blom, W.F., Hoen, A., Jimmink, B.A., Matthijsen, J., de Ruiter, J.F., Smeets, W.L.M., van Velze, K., Visser, H., de Vries, W.J., Wieringa, K. (2006). Grootschalige concentratiekaarten voor luchtverontreiniging in Nederland – levering 2006. Rapport 500093002, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Beck, J.P., Blom, J.D. van Dam, H.E. Elzenga, G.P. Geilenkirchen, W.F., Hoen, A., Jimmink, B.A., Matthijsen, J., C.J. Peek, van Velze, K., Visser, H., de Vries, W.J. (2007). Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland – Rapportage 2007. Rapport 500088001, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- VROM (1994). Methodiek Milieukosten. Achtergronddocument Publicatierreeks milieubeheer Nr. 1994/1, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Watkiss, P.(2004). An evaluation of the Air Quality Strategy. Report ED50232 Issue 4, AEA Technology Environment, UK.
- Wesselink, L.G., Buijsman, E., Annema, J.A. (2006). The impact of Eu ro5: facts and figures. Rapport 500043002, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.

Bijlage 1 Maatregelen voor PM₁₀-emissiereductie

Tabel B.1 Overzicht van de onderzochte aanvullende maatregelen voor PM₁₀-emissies

| Beschrijving maatregel | Kosten-effectiviteit €/kg PM ₁₀ |
|---|---|
| <p>Invoering van een naar tijd en plaats gedifferentieerde kilometerheffing voor personen- en bestelauto's conform het eindbeeld beprijzen uit de Nota Mobiliteit</p> <p><i>Vlakke heffing van gemiddeld 3,4 eurocent per kilometer variërend naar gewicht en brandstofsoort van de auto, en een congestieheffing van 11 eurocent per kilometer op locaties met structurele congestie gedurende de spitsperioden.</i></p> | Netto baten |
| <p>Invoering van een naar Euro-klasse gedifferentieerde kilometerheffing voor vrachtoertuigen</p> <p><i>Heffing van gemiddeld 35 en 75 eurocent per kilometer voor resp. lichte en zware vrachtauto's en trekkers overeenkomend met maatregel N8.4 (tariefvariant 2) uit het Optiedocument Verkeersemissies (van den Brink et al., 2004). Het Eurovignet voor zware vrachtauto's en de MRB voor lichte vrachtauto's komt te vervallen.</i></p> | Netto baten |
| <p>EuroVI PM-emissie-eisen zwaar wegverkeer per 1-1-2014: emissie-eis op het niveau van een roetfilter</p> <p><i>Een aanscherping van de EuroVI emissie-eisen voor zware wegvoertuigen is aangekondigd door de Europese Commissie maar is nog in voorbereiding. Er zijn verschillende varianten voor aanscherping beschouwd. Dit rapport gaat uit van een vergaande aanscherping die de toepassing van een roetfilter op (nieuwe) vrachtoertuigen, trekkers en (diesel)bussen noodzakelijk maakt. Concreet gaat het om een EuroVI-emissie-eis voor PM₁₀ van 0,004 g/KWh (vanaf 2014) dat houdt in 80% lager dan de EuroV-emissie-eis (die geldt vanaf 2008).</i></p> | 275 |
| <p>Luchtwassers bij de grotere IPPC varkens en pluimveestallen gecombineerd met olie- en waterverneveling bij de kleinere stallen</p> <p>Voor de landbouw zijn fijnstofmaatregelen beschouwd die aangrijpen op zowel de grotere als de kleinere varkens- en pluimveestallen. Grotere stallen betreffen stallen die vallen onder de Europese IPPC-regelgeving. Effecten van maatregelen voor de luchtkwaliteit zijn berekend voor een gecombineerd maatregelpakket. De gemiddelde kosteneffectiviteit voor dit pakket aan maatregelen bedraagt circa € 9 per kg PM₁₀. Luchtwassers op de grotere varkens- en pluimveestallen reduceren niet alleen primair fijn stof maar ook NH₃ en daarmee het secundaire aerosol. Beide effecten voor de fijn stof luchtkwaliteit zijn meegenomen.</p> <p><i>Het gaat om volgende maatregelen :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>plaatsing van gaswassers bij de grotere varkens- en pluimveestallen vallend onder de EU-IPPC-regelgeving</i> <i>Kosteneffectiviteit: € 10 per kg PM₁₀</i> <i>olieverneveling bij de kleinere varkensstallen en waterverneveling bij de kleinere pluimveestallen</i> <i>Kosteneffectiviteit: € 3-10 per kg PM₁₀</i> | 9 |
| <p>Maatregelen ter voorkoming van de verstuiwing van stof bij de op- en overslag van droge bulkgoederen</p> <p>Het gaat om diverse maatregelen zoals beheersmaatregelen, de toepassing van korstvormers en een aanscherping van de handhaving.</p> | 13 |
| <p>Intensivering van de retrofit van roetfilters bij Nederlandse binnenvaartschepen – verdergaand dan Prinsjesdagpakket 2005</p> <p><i>Met de beschikbare budgetten (Prinsjesdag 2005) voor retrofit van roetfilters bij het verkeer kan slechts een deel van de Nederlandse binnenvaartvloot uitgerust worden met een roetfilter. De bestudeerde intensiveringsvariant gaat ervan uit dat de gehele binnenvaartvloot varende onder Nederlandse vlag wordt voorzien van een roetfilter. De binnenvaartvloot varende onder Nederlandse vlag bedraagt grofweg de helft van de totale</i></p> | 35 |

| | |
|---|-----------------------|
| <i>binnenvaartvloot die in Nederland actief is.</i> | |
| <p>Geavanceerde stofbestrijdingstechnieken bij de industrie</p> <p><i>Voor de industrie zijn fijnstofmaatregelen beschouwd met een kosteneffectiviteit tot maximaal € 50 per kg vermeden emissie van primair PM₁₀. Emissiebronnen in de industrie zijn al voor een belangrijk deel voorzien van een emissiebeperkende voorziening. Aanvullende emissiereducties zijn te realiseren door plaatsing van verbeterde bestrijdingstechnologie met een hoger verwijderingsrendement zoals electrostatische filters, doekfilters en wassers (van Harmelen et al., 2002). Effecten van maatregelen voor de luchtkwaliteit zijn berekend voor een gecombineerd maatregelpakket gekenmerkt door een gemiddelde kosteneffectiviteit van € 28 per kg PM₁₀. Het gaat om maatregelen bij:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>de voedings- en genotmiddelenindustrie</i> • <i>de chemische industrie</i> • <i>de staalindustrie</i> | 28 |
| <p>Intensivering van de retrofit van roetfilters bij mobiele werktuigen - verdergaand dan Prinsjesdagpakket 2005</p> <p><i>Met de beschikbare budgetten (Prinsjesdag 2005) voor retrofit van roetfilters bij het verkeer kan slechts een deel van de Nederlandse mobiele werktuigen uitgerust worden met een roetfilter. De beschouwde intensiveringsvariant gaat ervan uit dat alle mobiele werktuigen worden voorzien van een roetfilter.</i></p> | 270 |
| <p>Maatregelen bij kachels en open haarden o.a. herinvoering en aanscherping van een typekeur voor kleinere verwarmingstoestellen (< 900 kW)</p> | kosten niet ingeschat |

Bijlage 2 Maatregelen voor NO_x-emissiereductie

Tabel B.2 Overzicht van de onderzochte aanvullende maatregelen voor NO_x-emissies

| Beschrijving maatregel | Kosten-effectiviteit €/kg NO _x |
|--|--|
| Invoering van een naar tijd en plaats gedifferentieerde kilometerheffing voor personen- en bestelauto's – conform het eindbeeld beprijzen uit de Nota Mobiliteit | Netto baten |
| Invoering van een naar Euro-klasse gedifferentieerde kilometerheffing voor vrachtvoertuigen | Netto baten |
| Euro6 NO_x-emissie-eisen licht wegverkeer per 1-1-2014 <i>Het beschouwde niveau van aanscherping is in lijn met de onlangs vastgestelde Euro6 emissie-eis voor NO_x van 80 g/km d.w.z. 60% lager dan de Euro5-emissie-eis.</i> | 10 |
| EuroVI NO_x-emissie-eisen zwaar wegverkeer per 1-1-2014 <i>Het beschouwde aanscherpingsalternatief gaat uit van een EuroVI emissie-eis voor NO_x van 0,4 g/KWh dat houdt in 80% lager dan de EuroV-emissie-eis.</i> | 10 |
| Intensivering van de retrofit van SCR-deNO_x-technologie bij binnenvaartschepen – verdergaand dan Prinsjesdagpakket 2005) <i>Met de beschikbare budgetten (Prinsjesdag 2005) voor het retrofitten van SCR-deNO_x katalysatoren op binnenvaartschepen kan slechts een deel van de Nederlandse binnenvaartvloot uitgerust worden met een SCR-deNO_x-katalysator. De beschouwde intensiveringsvariant gaat ervan uit dat de gehele binnenvaartvloot varende onder Nederlandse vlag wordt voorzien van een SCR-de-NO_x-katalysator. De Nederlandse binnenvaartvloot varende onder Nederlandse vlag bedraagt grofweg de helft van de totale binnenvaartvloot die in Nederland actief is.</i> | 1 |
| NO_x-maatregelen verbrandingsinstallaties industrie <i>Voor de industrie zijn NO_x-maatregelen beschouwd die aangrijpen op zowel de grote verbrandings- en procesinstallaties – die vallen onder het systeem van NO_x-emissiehandel – als op de verwarmingsketels (boven de 100 kW) en gasmotoren.. Effecten van maatregelen voor de luchtkwaliteit zijn berekend voor een gecombineerd maatregelpakket. De gemiddelde kosteneffectiviteit voor dit pakket aan maatregelen bedraagt € 2-3 per kg NO_x. Het gaat om:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Aanscherping van de prestatienorm NO_x-emissiehandel van 40 naar 20 g/GJ. Kosteneffectiviteit: € 2-3 per kg NO_x • Aanscherping van de NO_x-emissie-eis voor verwarmingsketels boven de 100 KW naar 35 mg/m³ o.a. te instrumenteren door aanscherping van het Besluit Emissie-Eisen Stookinstallaties BEES Kosteneffectiviteit: € 2-3 per kg NO_x • Toepassing van SCR-deNO_x-technologie bij nieuwe (en bestaande) stationaire gasmotoren door aanscherping van BEES-emissie-eisen Kosteneffectiviteit: € 12 per kg NO_x | 2-3 |
| NO_x-maatregelen gebouwde omgeving (huishoudens, landbouw, HDO) <i>Voor de gebouwde omgeving zijn NO_x-maatregelen beschouwd die aangrijpen op zowel de kleinere huishoudelijke CV-ketels (onder de 900 KW) als de grotere verwarmingsketels (boven de 900 KW) en gasmotoren bij de landbouw, handel, diensten en overheid. Effecten van maatregelen op de luchtkwaliteit zijn berekend voor een gecombineerd maatregelpakket met een gemiddelde kosteneffectiviteit van € 7 per kg NO_x. Het gaat om:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Emissie-eisen voor huishoudelijke verwarmingsketels op een niveau van 10 g/GJ. Kosteneffectiviteit: € 6-7 per kg NO_x • Aanscherping van de NO_x-emissie-eis voor verwarmingsketels boven de 100 KW naar 35 mg/m³ o.a. te instrumenteren door aanscherping van het Besluit Emissie-Eisen Stookinstallaties BEES Kosteneffectiviteit: € 2-3 per kg NO_x | 7 |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><i>Toepassing van SCR-deNO_x-technologie bij nieuwe (en bestaande) stationaire gasmotoren. Kosteneffectiviteit: € 12 per kg NO_x</i> | |
|--|--|

Bijlage 3 Maatregelen voor SO₂-emissiereductie

Tabel B.3 Overzicht van de onderzochte aanvullende maatregelen voor SO₂-emissies

| Beschrijving maatregel | Kosten-effectiviteit €/kg SO ₂ |
|--|--|
| <p>SO₂-maatregelen industrie</p> <p><i>Door de industrie zijn al veel SO₂-maatregelen getroffen. Effecten op de luchtkwaliteit zijn berekend voor een gecombineerd maatregelpakket met een gemiddelde kosteneffectiviteit van € 2 per kg SO₂. Het gaat om:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Optimalisatie staalwater staalindustrie</i> <i>Kosteneffectiviteit: € 0,5 per kg SO₂</i> • <i>Rookgasreiniging roetfabricage chemische industrie</i> <i>Kosteneffectiviteit: € 0,8 per kg SO₂</i> • <i>Rookgasreiniging overige industrie</i> <i>Kosteneffectiviteit: € 2 per kg SO₂</i> • <i>Rookgasreiniging aluminium industrie</i> <i>Kosteneffectiviteit: € 2,8 per kg SO₂</i> • <i>Olie- naar gasstook chemische industrie</i> <i>Kosteneffectiviteit: € 3,5 per kg SO₂</i> | 2 |
| <p>Verlaging zwavelgehalte rode diesel mobiele werktuigen, binnenvaart en visserij</p> <p><i>Voor de sector verkeer gaat het om een subsidieregeling voor laagzwavelige (50 ppm) diesel voor mobiele werktuigen, binnenvaartschepen en locomotieven. Aangenomen is dat met de subsidie de laagzwavelige brandstof net iets goedkoper wordt dan de gewone diesel en dat er alleen nog laag zwavelige brandstof wordt afgenomen.</i></p> | 13 |

Bijlage 4 Maatregelen voor NH₃-emissiereductie

Tabel B.4 Overzicht van de onderzochte aanvullende maatregelen voor NH₃-emissies

| Beschrijving m aatregel | Kosten-effectiviteit €/kg NH ₃ |
|---|--|
| <p>NH₃-maatregelen landbouw</p> <p><i>Door de landbouw zijn al veel NH₃-maatregelen getroffen. Hier zijn een tweetal mogelijke maatregelen beschouwd. Effecten voor de luchtkwaliteit zijn berekend voor een gecombineerde maatregelpakket. De gemiddelde kosteneffectiviteit voor dit pakket aan maatregelen bedraagt € 2-3 per kg NH₃. Het gaat om:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aanscherping emissiearme aanwending mest op grasland <i>Kosteneffectiviteit: € 2 per kg NH₃</i> • Veevoeraanpassingen bij melkvee <i>Kosteneffectiviteit: € 3 per kg NH₃</i> | 2-3 |