

TNO-rapport**TNO 2020 R10644****Factsheets stikstofmaatregelen mobiliteit****Traffic & Transport**Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

Datum	24 april 2020
Auteur(s)	Willar Vonk Rob Cuelenaere Richard Smokers Norbert Ligterink Ruud Verbeek Jan Hulskotte Jorrit Hamsen Emiel van Eijk Anco Hoen (CE Delft) Anne Kleijn (CE Delft) Dagmar Nelissen (CE Delft) Lisanne van Wijngaarden (CE Delft) Gerben Geilenkirchen (PBL)
Exemplaarnummer	2020-STL-RAP-100332271
Aantal pagina's	38 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Projectnaam	VV IENW-PBL Support Stikstof Maatregelen
Projectnummer	060.44052

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Methodiek	3
1.3	Leeswijzer	5
2	Maatregel 1: Gerichte handhaving defecte en gemanipuleerde AdBlue systemen vrachtwagens	6
3	Maatregel 2: Subsidieregeling verschoning binnenvaartmotoren	15
4	Maatregel 3: Innovatieregeling Mobiele Werktuigen Bouwsector	21
5	Maatregel 4: Stimuleringsregeling voor walstroom zeescheepvaart.....	31
6	Maatregel 5: Stimuleringsregeling voor elektrisch taxiën in de luchtvaart.....	35
7	Ondertekening	38

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Dit rapport is een achtergronddocument bij de analyse van PBL van maatregelen voorgesteld door het Kabinet om kosteneffectief de stikstofdepositie te verlagen¹. In dit rapport worden in aparte factsheets de effecten en kosten voor vijf maatregelen voor de sector mobiliteit gepresenteerd (hoofdstuk 6 uit de koepelnotitie van PBL). De analyse is gebaseerd op de omschrijving van deze maatregelen zoals die in fiches door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) zijn aangeleverd op 19 februari 2020. De maatregelen zijn, voor zover de huidige kennis dat toelaat, beoordeeld op kosten en effecten door PBL, TNO en CE Delft. Voor sommige beleidsopties zijn meerdere varianten onderzocht. Dit rapport is de bundeling van de analyses van de vijf opties voor mobiliteit die door het kabinet zijn opgenomen in het voorgestelde pakket stikstofmaatregelen. De maatvoering van deze maatregelen, zoals die door het kabinet is voorgesteld eind april 2020, wijkt in sommige gevallen af van de opties zoals deze zijn onderzocht op basis van de op 19 februari 2020 door het Ministerie aangeleverde fiches. Waar dit van toepassing is, staat dit beschreven in de koepelnotitie van PBL.

De volgende vijf maatregelen worden in dit rapport achtereenvolgend behandeld:

1. Gerichte handhaving defecte en gemanipuleerde AdBlue systemen vrachtwagens,
2. Subsidieregeling verschoning binnenvaartmotoren,
3. Innovatieregeling Mobiele Werktuigen Bouwsector,
4. Stimuleringsregeling voor walstroom voor zeeschepen, en
5. Stimuleringsregeling voor elektrisch taxiën in de luchtvaart.

1.2 Methodiek

De effecten van de opties voor reductie van stikstofdepositie binnen de mobiliteitssector zijn, voor zover kwantitatief ingeschat, geraamd ten opzichte van het basispad voor de uitstoot van stikstof uit de Klimaat- en Energieverkenning 2019, met als scope de emissies uitgestoten op Nederlands grondgebied (de zogenoemde *fuel used* emissies)². Het basispad bevat de beleidsmaatregelen van 1 mei 2019. De verlaging van de maximumsnelheid op het hoofdwegennet naar 100 km/u, waartoe het kabinet eind 2019 heeft besloten, is niet verwerkt in het basispad. Dit is echter niet van invloed op de effectiviteit van de vijf opties die in dit hoofdstuk worden toegelicht omdat er geen nieuw beleid wordt voorgesteld voor personen- en bestelauto's.

In de factsheets worden alle relevante elementen voor het effect op de stikstofuitstoot, kosten en eventuele neveneffecten (zoals effect op CO₂) benoemd. Op basis van de resultaten van deze factsheets is door RIVM het verwachte effect op de stikstofdepositie (in mol/ha per jaar) van de maatregelen berekend.

¹ PBL (2020), Analyse stikstof-bronmaatregelen. Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken.

² Zie: PBL (2019), Klimaat- en Energieverkenning 2019.

PBL heeft vervolgens de kosteneffectiviteit van de maatregel (in EUR per mol/ ha per jaar) bepaald. Deze beide elementen zijn opgenomen in de koepelnotitie van PBL.

De effecten zoals die zijn opgenomen in de factsheets zijn geanalyseerd in de periode van half februari tot half maart 2020, voordat de omvang van de coronacrisis duidelijk was. Ook in het basispad dat is gebruikt voor deze effectschattingen, is geen rekening gehouden met de coronacrisis en de mogelijke economische gevolgen hiervan. Dit is een extra onzekere factor in de analyse van de beleidsopties, met name voor de korte termijn (zichtjaren 2021 en 2022).

Er is gekozen de effecten voor deze zichtjaren wel te presenteren in de factsheets, met name om inzicht te geven in:

- de ingroei-effecten van de maatregelen (hoe snel wordt het verwachte effect van de maatregel bereikt), en
- de relatie van de effecten ten opzichte van autonome veranderingen in het voertuigenpark (als gevolg van een toename van het aandeel voer- en vaartuigen met een hoge Euroklasse).

De impact van een mogelijke recessie als gevolg van de coronacrisis op de effectiviteit van de opties verschilt en is ook afhankelijk van het tempo van economisch herstel dat daarop volgt.

- Maatregel 1: Gerichtte handhaving defecte en gemanipuleerde AdBlue systemen vrachtwagens. De verwachte impact is beperkt. Bij lagere vervoersvolumes over de weg is het potentieel van de maatregel lager, maar dit valt weg in de onzekerheid rond de huidige omvang van het probleem en de effectiviteit van de maatregel.
- Maatregel 2: Subsidieregeling verschoning binnenvaartmotoren. Afhankelijk van de omvang en lengte van de mogelijke recessie kan de impact op de investerings- en financieringsmogelijkheden voor verschoning van motoren groot zijn. Hierdoor kan de deelname aan een subsidieregeling voor verschoning van de vloot lager uitvallen dan is geraamd.
- Maatregel 3: Innovatieregeling Mobiele Werktuigen Bouwsector. Ook hier kan de impact van een mogelijke recessie op de investeringsmogelijkheden in de bouwsector groot zijn. Dit kan ten dele worden gecompenseerd doordat een deel van de meerkosten worden doorberekend aan de (publieke) opdrachtgever tijdens het aannemingsproces (bijvoorbeeld door een fictieve korting in de EMVI-criteria).
- Maatregel 4: Stimuleringsregeling voor walstroom zeescheepvaart. Walstroom infrastructuur wordt aangelegd door publieke partijen. Voorzieningen op het schip moeten echter, afhankelijk van de invulling van de regeling, door marktpartijen worden gedaan. Mogelijk leidt dit tot een lager gebruik van de faciliteiten.
- Maatregel 5: Stimuleringsregeling voor elektrisch taxiën in de luchtvaart. De investering en gebruik van deze maatregel kan door een (semi-) publieke partij worden georganiseerd.

1.3 Leeswijzer

In de volgende hoofdstukken worden achtereenvolgens de vijf verschillende maatregelen in een factsheet behandeld. De opbouw van iedere factsheet is gelijk:

- Omschrijving van de maatregel,
- Reductiepotentieel van de NO_x- en NH₃-emissies,
- Investerings- en jaarlijkse kosten,
- Overige aspecten, zoals
 - Wettelijke aspecten,
 - Uitvoerbaarheid
 - Termijn van implementatie
 - Neveneffecten,
 - Borging, en
 - Handhaving.

2 Maatregel 1: Gerichte handhaving defecte en gemanipuleerde AdBlue systemen vrachtwagens

Auteurs	
Willar Vonk	TNO
Rob Cuelenaere	TNO
Emiel van Eijk	TNO
Norbert Ligterink	TNO
Omschrijving van de maatregel	
<p>De maatregel betreft gerichte handhaving op manipulatie van AdBlue systemen van vrachtwagens (Euro V en Euro VI). Dit factsheet bevat een verdere uitwerking van mogelijkheden voor invulling van deze gerichte handhaving.</p> <p>Diverse recente buitenlandse onderzoeken laten zien dat een deel van de nieuwste vrachtwagens in Europa rondrijdt met een afgeschakeld uitlaatgasnabehandelingssysteem. De schattingen van het betroffen aantal voertuigen lopen uiteen van 5 tot 35% in de verschillende landen [1, 2, 3, 4].</p> <p>Het uitlaatgasnabehandelingssysteem wordt in deze gevallen bewust uitgeschakeld. Met name om te besparen op de kosten van AdBlue. AdBlue is het reagens dat ammoniak bevat en dat in de katalysator van de vrachtwagen reageert met stikstofoxiden (NO_x) en deze reduceert tot onschadelijke stoffen. De meeste Euro V dieselvrachtwagens en alle Euro VI dieselvrachtwagens zijn uitgerust met dit systeem. Samen zijn deze vrachtwagens in Nederland verantwoordelijk voor ruim 90% van de door vrachtwagens gereden kilometers [5, 6].</p> <p>Gebruikers en eigenaren manipuleren het AdBlue systeem o.a. om te besparen op het verbruik van AdBlue. Voor een typische Euro VI trekker-oplegger combinatie met een jaarkilometrage van 100.000 km, kan men hiermee tot maximaal zo'n 800,- EUR per jaar besparen (uitgaande van een AdBlue prijs van 0,60 EUR per liter, een dieselverbruik van 28 l/100km en een AdBlue verbruik van 5% van het dieselverbruik). De gehanteerde AdBlue prijs is een richtprijs voor grotere tankstations langs de snelweg en wordt verondersteld gangbaar en representatief te zijn voor de meerderheid van de gemanipuleerde vrachtwagens. Voor grote fleetowners die zelf AdBlue inkopen ligt de prijs fors lager, momenteel rond de 0,20 EUR per liter.</p> <p>De manipulatie wordt gedaan door het installeren van een emulator, die het AdBlue systeem uitschakelt en die het On-Board Diagnose systeem van het voertuig "fopt" zodat het voertuig niet doorheeft dat het AdBlue systeem is uitgeschakeld. Inbouw van een dergelijke emulator kost ca. 300 tot 500 EUR. Via websites worden deze zelfs aangeboden voor enkele tientallen Euro's. Er zijn steeds meer gevallen bekend dat er alleen een softwarematige aanpassing van het voertuig wordt uitgevoerd, zonder emulator (kastje). De softwarematige aanpassing wordt vooral gedaan bij Euro VI vrachtwagens.</p> <p>De fiche van IenW gaat ervan uit dat de rijksoverheid onderzoek gaat doen naar de mate waarin in Nederland bij vrachtwagens defecte en gemanipuleerde</p>	

AdBlue systemen kunnen worden voorkomen. En dat, indien nodig in samenwerking met de politie en/of inspectie nieuwe test- en/of toezichtmethoden worden ontwikkeld voor controle van AdBlue manipulatie bij vrachtwagens. Dit factsheet zet deze aanpak verder uiteen, om beter inzicht te krijgen in het probleem, mogelijke maatregelen en bijkomende kosten.

!

Handhaving vindt nu al plaats, echter is de pakkans zeer klein. Hierdoor is het risico op een sanctie laag en wordt AdBlue manipulatie door een deel van de voertuigeigenaren toegepast. Handhaving wordt op dit moment uitgevoerd door ILT als onderdeel van de reguliere wegkantcontroles van vrachtwagens. De politie (KLPD Landelijke Eenheid, Team TMC in Assen) voert ook handhaving uit door beperkt gericht voertuigen te selecteren en te onderzoeken op aanwezigheid van een emulator. De politie heeft een "smoelenboek" van de emulatoren, zodat ze de emulatoren relatief makkelijk kunnen opsporen. Deze vormen van handhaving hebben tot nu toe slechts enkele tientallen vaststellingen van manipulatie opgeleverd, waarbij een sanctie van EUR 7.500,- per vastgesteld geval is opgelegd. Tot dusver is in Nederland tijdens handhaving alleen manipulatie vastgesteld bij Euro V vrachtwagens. Waarschijnlijk omdat manipulatie bij Euro VI vrachtwagens lastiger is vast te stellen, omdat hier geen emulator wordt gebruikt, maar alleen een softwarematige aanpassing is gedaan die haast niet is vast te stellen. Daarbij komt dat de emulator, of de alternatieve software vaak wordt geactiveerd of gedeactiveerd met een schakelaar. Dit alles maakt het vaststellen van de manipulatie lastig. Uit een gesprek met de politie dat de pakkans met de beperkt gerichte selectie op dit moment rond de 10% ligt (bij 10% van de geselecteerde voertuigen voor inspectie op manipulatie, wordt ook daadwerkelijk manipulatie vastgesteld).

!

Een optimale maatregel om AdBlue manipulatie van vrachtwagens te handhaven zou bestaan uit een aantal aspecten:

1. Pakkans vergroten: Ontwikkelen van een gerichte aanpak waarbij de NO_x-emissies bij rijomstandigheden op de weg worden gemeten, om de pakkans te verhogen en de benodigde arbeidsinspanning voor het vaststellen van de manipulatie te verlagen.
2. Bewustwording verhogen: Creëren van bewustwording in de transportsector op de illegaliteit van AdBlue manipulatie én de handhaving die hierop plaatsvindt.
3. Afschrikkend effect vergroten: Het vergroten van de afschrikkende werking van handhaving, door bij de handhaving het voertuig te verbaliseren waarbij de manipulatie is vastgesteld en vervolgens een bedrijfsbezoek af te leggen om vast te stellen of de andere voertuigen in de vloot ook zijn gemanipuleerd (en te verbaliseren).
4. Internationale samenwerking: tussen verschillende Europese landen gecoördineerde handhaving en kennisuitwisseling. Denemarken, Vlaanderen, Duitsland, Oostenrijk gaan waarschijnlijk ook fors handhaven (of doen dat al). Door dit te coördineren is de kans klein dat een internationale transporteur alsnog een emulator installeert of alsnog aanzet bij de Nederlandse grens. Daarnaast kan kennisuitwisseling over de aanpak én over identificatie van verdachte voertuigen, de pakkans verder vergroten. Het is op dit moment onduidelijk in hoeverre dit mogelijk is, in verband met uitwisseling van privacygevoelige informatie.

Reductiepotentieel (emissie in kton NH₃ of NO_x)

De toename van de NO_x-emissies als gevolg van AdBlue manipulatie is onderdeel van het "basispad" voor de NO_x-emissies van het Nederlandse wagenpark. De bijdrage van AdBlue manipulatie is in het basispad geschat op 2,3 kton NO_x in 2020 en op 2,7 kton NO_x in 2030.

Deze schatting is gebaseerd op de aanname dat er AdBlue manipulatie plaatsvindt bij 5% van alle Euro V en Euro VI vrachtwagens. En dat de emissie van deze vrachtwagens toeneemt naar 10 g NO_x per kilogram CO₂. Beide schattingen zijn voorzichtige schattingen, die zijn gebaseerd op data en onderzoeken uit het buitenland. De exacte omvang van AdBlue manipulatie in Nederland en de gevolgen voor de totale uitstoot zijn niet vastgesteld. Verder onderzoek is nodig om de exacte omvang en de bijdrage aan het basispad vast te stellen. Indien de bijdrage van AdBlue manipulatie moet worden bijgesteld aan de hand van nieuw te verkrijgen inzichten, zal het reductiepotentieel van de handhavingsmaatregelen proportioneel meegroeien, resp. -krimpen.

Het basispad gaat uit van manipulatie van 5% van de Euro V en Euro VI vrachtwagens. Hiervan kan naar schatting uiteindelijk 80% worden voorkomen/opgelost. Uitgaande van de aanpak in de hierboven beschreven vier stappen. Met de maatregel wordt dus uiteindelijk de manipulatie teruggebracht naar 1% van de vrachtwagens. In onderstaande tabel is het technisch potentieel (AdBlue manipulatie wordt geheel voorkomen) en het reële potentieel (het ingroeipad naar het voorkomen van 80% van de huidige manipulaties) van de maatregel weergegeven:

Emisiereductie NO _x (kton/jaar)	2021	2022	2025	2030
Technisch potentieel (bijdrage basispad) [kton/jaar]	2,3	2,3	2,5	2,7
Reëel reductiepotentieel maatregel [%]	40%	60%	80%	80%
Reëel reductiepotentieel maatregel [kton/jaar]	0,92	1,38	2,00	2,16

Het reële potentieel op korte termijn kan hoger uitpakken, indien de stappen 1 t/m 4 voortvarend worden opgepakt.

De toename van de NO_x-emissies is het grootst op snelwegen en wegen waar vrachtverkeer op kruissnelheid rijdt. In die condities werkt het AdBlue systeem optimaal en bereikt het in goede conditie de grootste NO_x-reductie. Als het door manipulatie is uitgeschakeld, neemt de emissie op deze wegen dus het meeste toe. Daarmee heeft handhaving op AdBlue manipulatie het grootste effect op emissies op deze wegen. Voor buitenweg en stad is de verhoging relatief minder sterk, omdat de emissiefactoren er rekening mee houden dat het AdBlue systeem het meest efficiënt werkt op snelwegen, zoals blijkt uit de metingen van TNO [8].

Technisch zal de reductie van toepassing van manipulatie van 5% naar 1% ervoor zorgen dat de NH₃-uitstoot toeneemt. Het SCR-systeem van deze 4% van de voertuigen functioneert immers weer normaal en zal dus ook weer de normale NH₃ slip hebben. Een uitgeschakeld systeem heeft geen slip. Het technische effect is in dit geval een toename van 4% van de totale NH₃-emissies van de Euro V en Euro VI voertuigen.

Manipulatie van 5% van de voertuigen betekent echter dus ook dat de totale NH₃-uitstoot door de manipulatie van Euro V en Euro VI voertuigen met 5% afneemt. Deze afname is momenteel niet opgenomen in het basispad. Daarmee is de toename van de NH₃-emissie als gevolg van de handhaving ook niet formeel in te boeken. Überhaupt is de NH₃-emissie in het kader van de totale uitstoot van stikstof laag in vergelijking tot NO_x. Een schatting van het effect van manipulatie en handhaving is opgenomen in onderstaande tabel.

Emissie NH₃ [kton/jaar]	2021	2022	2025	2030
Totaal Euro V en VI vrachtwagens [kton]	0,53	0,56	0,63	0,67
Door 5% van Euro V en VI vrachtwagens [kton]	0,03	0,03	0,03	0,03
Door 4% van alle Euro V en VI vrachtwagens [kton]	0,02	0,02	0,03	0,03

Het effect van deze maatregel op NH₃ is in het kader van de totale stikstof uitstoot van vrachtwagens verwaarloosbaar. Daarbij is het effect, om eerdergenoemde redenen, niet inboekbaar. Voor toename/ afname van NH₃-uitstoot is er dus geen reëel potentieel.

Investeringskosten

Deze aannames zijn gebaseerd op basis van de uitvoering zoals beschreven in de onderdelen "maatregelbeschrijving" en "uitvoerbaarheid":

1. Pakkans vergroten
 - a. Snuffelbus kosten per stuk
 - i. Aanschaf bussen: 50kEUR
 - ii. Equipment, installatie snuffelapparatuur incl. software: 200 kEUR (gas-analysatoren, kentekencamera, weerstation en radar), inclusief opleiding personeel per snuffelbus
2. Bewustwording verhogen: geen.
3. Afschrikkend effect vergroten: geen.
4. Internationale samenwerking: zie jaarlijkse kosten.

Er wordt gerekend met een scenario van toepassing van drie snuffelbussen. De initiële investering daarvoor wordt geschat op totaal 750 kEUR.

Jaarlijkse kosten (arbeid, energie, grondstoffen)

1. Pakkans vergroten
 - a. Onderhoud snuffelbus 25 kEUR per bus.
 - b. Personeel 550 kEUR per bus (inclusief overheadkosten, administratieve ondersteuning en teamleiding).
2. Bewustwording verhogen: geen.
3. Afschrikkend effect vergroten: geen.
4. Internationale samenwerking (opzetten en onderhouden samenwerkingsverband, voornamelijk personele kosten en reiskosten): 40 kEUR totaal per jaar.

Er wordt gerekend met een scenario van toepassing van drie snuffelbussen. De gemiddelde jaarlijkse kosten, exclusief de initiële investering, worden geschat op totaal 1.845 kEUR.

De opbrengsten van de boetes zijn buiten beschouwing gelaten. Evenals de juridische en administratieve kosten voor processen-verbaal.

Gebruikers en eigenaren die voorheen fraudeerden met AdBlue, zullen ten gevolge van de handhaving AdBlue gaan gebruiken en daardoor met extra kosten worden geconfronteerd. In totaal komen de extra AdBlue kosten uit op 1,2 miljoen EUR in 2021, oplopend tot 2,4 miljoen EUR in 2030 (prijspeil 2020). Deze kosten zijn niet in de totale kostenberekening meegenomen.

	Totaal km Euro V/VI	5% Fraude	40, 60%, 80% Pakkans	800 EUR per 100.000 km
2020	7,28E+09	3,64E+08		
2021	7,31E+09	3,65E+08	1,46E+08	1,17E+06
2022	7,33E+09	3,67E+08	2,20E+08	1,76E+06
2025	7,41E+09	3,71E+08	2,96E+08	2,37E+06
2030	7,54E+09	3,77E+08	3,02E+08	2,41E+06

Bij start van gerichte handhaving in 2020, bedragen de totale kosten bij toepassing van drie snuffelbussen t/m 2030:

- Investeringskosten 750 kEUR, deze worden tweemaal berekend in de periode t/m 2030, in verband met de afschrijving van de bussen en apparatuur in vijf jaar.
- Jaarlijkse kosten 1.845 kEUR per jaar over 11 jaar.
- Totale kosten staat: $750 \times 2 + 1845 \times 11 = 21.795$ kEUR voor 11 jaar.

Bij start van gerichte handhaving in 2021, bedragen de totale kosten bij toepassing van drie snuffelbussen t/m 2030:

- Investeringskosten 750 kEUR, deze worden tweemaal berekend in de periode t/m 2030, in verband met de afschrijving van de bussen en apparatuur in vijf jaar.
- Jaarlijkse kosten 1.845 kEUR per jaar over tien jaar.
- Totale kosten staat: $750 \times 2 + 1845 \times 10 = 19.950$ kEUR voor tien jaar.

De opbrengsten van de boetes zijn buiten beschouwing gelaten. Evenals de juridische en administratieve kosten voor processen-verbaal.

Wettelijke aspecten

Het moedwillig uitschakelen van het AdBlue systeem van vrachtwagens door middel van manipulatie is illegaal. In 2017 zijn hierover Kamervragen gesteld door kamerlid Van Veldhoven (D66) aan het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Hieronder een citaat uit het antwoord van staatssecretaris Dijkema [10].

“ ... Europese regelgeving verbiedt het gebruik van manipulatie-instrumenten die de doelmatigheid van emissiecontrolesystemen verminderen. Op grond van artikel 7 van EU-verordening (EG) Nr. 595/2009 is het verboden dat fabrikanten, reparateurs en gebruikers van de voertuigen systemen manipuleren die met een middel als AdBlue werken. Gebruikers mogen niet met gemanipuleerde voertuigen rijden. Dat verbod vloeit in Nederland voort uit artikel 3, eerste lid, onderdeel d, van het Besluit typekeuring motorrijtuigen luchtverontreiniging, dat

is gebaseerd op artikel 9.5.1 van de Wet milieubeheer en op grond van artikel 1a, onder 2, van de Wet op de economische delicten is overtreding van dat verbod een strafbaar feit.

Personen die zich schuldig maken aan het manipuleren van de AdBlue-systemen bij vrachtwagens of vrachtwagenchauffeurs die met gemanipuleerde AdBlue-systemen rondrijden kunnen een geldboete krijgen van maximaal 20.500 EUR of een gevangenisstraf van maximaal twee jaar. Ingevolge de Wet op de economische delicten kan overtreding van de verbodsbepaling, wanneer zij opzettelijk is begaan als misdrijf worden aangemerkt en als ze niet opzettelijk is gegaan als overtreding. De verkoop van deze kastjes is op zich niet verboden. Zoals in antwoord 1 aangegeven neem ik een eventueel verkoopverbod mee in het onderzoek dat ik momenteel uitvoer om deze misstanden op een effectieve manier aan te pakken.”

Buitenlandse ervaringen, zoals in Vlaanderen, en TNO onderzoek uit 2017 laten zien dat detectie en handhaving binnen de huidige Europese wetgeving mogelijk is [1, 4, 9]. Uit een interview met de politie blijkt dat vaak een sanctie van 7.500 EUR wordt opgelegd bij vaststelling van manipulatie van één voertuig. Hier zijn geen openbare bronnen bij gevonden.

Momenteel wordt de sanctie opgelegd wanneer een emulator wordt aangetroffen (hardware in de vorm van een “kastje”). Echter is een deel van de manipulaties uitgevoerd door middel van verandering van de software van het voertuig, en kan de manipulatie niet worden vastgesteld aan de hand van de constatering dat de emulator (hardware) aanwezig is. Het moet nog worden onderzocht in hoeverre het OM de constatering van de snuffelbus van een significant te hoge emissie, als bewijsvoering accepteert. Of dat in dergelijke gevallen eerst een vervolgonderzoek moet worden ingesteld naar de oorzaak van het afwijkende emissiegedrag. Hoge emissies kunnen namelijk ook worden veroorzaakt door een defect aan het voertuig. Een optie ter overweging is om een voertuig, waarbij een te hoge emissie wordt vastgesteld, een zogenaamde WOK-status te geven. Het voertuig mag dan niet meer de weg op, totdat reparatie van oorzaak van het afwijkende emissiegedrag heeft plaatsgevonden. Dat kan zijn door verwijdering van de manipulatie-software, of door reparatie van de technische oorzaak. Bij personenvoertuigen zijn nu voorbeeldgevallen bekend waarbij, bij een significante afwijking (Conformity Factor hoger dan 5), wordt vastgesteld dat er een reparatie moet plaatsvinden (dit zijn voorbeeld gevallen die voortkomen uit de opvolging van het dieselgate schandaal). Deze voorbeelden en de Conformity Factor 5 kunnen mogelijk ook een basis vormen voor vrachtwagens. Om dit te onderzoeken is overleg met het OM nodig en verdient het aanbeveling om daaruit volgend een voorbeeld proces op te starten.

De uitvoerbaarheid van stap 4 in het licht van wettelijke aspecten is onduidelijk. Samenwerking op het optimaliseren van de aanpak van handhaving en daarmee verhoging van de effectiviteit is sowieso mogelijk. Echter is het onduidelijk of uitwisseling van kentekens van “verdachte” voertuigen ook mogelijk is in het licht van de privacywetgeving. Als dit mogelijk is, kunnen voertuigen nog gericht worden onderzocht tijdens de handhaving

Uitvoerbaarheid (bestaande techniek)

Handhaving vindt reeds in Nederland plaats op basis van vaststelling van de overtreding na uitvoerig onderzoek aan voertuigen. Deze vorm van handhaving is arbeidsintensief en de pakkans is relatief laag (zie ook de opmerking hierover bij de beschrijving van de maatregel). Buitenlandse ervaringen, zoals in Vlaanderen, en TNO onderzoek uit 2017 laten zien dat detectie en handhaving met beschikbare technieken (wegkantmetingen) en binnen de huidige Europese wetgeving mogelijk is [1, 4, 9].

Deze onderzoeken laten onder meer zien dat apparatuur om vanaf de wegkant de emissies van passerende voertuigen te meten, kan worden gebruikt om gerichter kentekens te selecteren van voertuigen die mogelijk gemanipuleerd zijn. Deze apparatuur is commercieel beschikbaar. Hier is een belangrijke bijvangst bij te behalen, omdat de verzamelde data meteen de basis kan vormen voor de risk-based assessment die nodig is voor de nieuwe taak van de lidstaten rondom market surveillance voor emissies van voertuigen (voortkomend uit Kaderverordening (EU) 2018/858 [12]).

TNO werkt op dit moment, met financiering vanuit haar kennismiddelen en de Europese Commissie, aan technologie om deze manipulatie op te sporen om efficiënte handhaving mogelijk te maken [7] door toepassing van een "snuffelbus" die op de weg kan vaststellen of een voorliggend voertuig afwijkend emissiegedrag vertoont. Hetgeen kan duiden op AdBlue manipulatie. In dit project zal rond de zomer, in samenwerking met ILT en de Politie, een meetcampagne worden georganiseerd om de toepasbaarheid voor handhaving, evenals de mogelijke toename van de pakkans, te toetsen. Ook bij toepassing van de "snuffelbus" is een belangrijke bijvangst dat de verzamelde data meteen de basis kan vormen voor de risk-based assessment die nodig is voor market surveillance voor emissies van voertuigen (Kaderverordening (EU) 2018/858 [12]).

Stap 1 van de aanpak in de beschrijving van de maatregel gaat ervan uit dat voor handhaving in Nederland alleen gebruik wordt gemaakt van de "snuffelbus". Deze handhavingsmaatregel voor stap 1 heeft factoren lagere kosten dan de toepassing van wegkantmetingen. Wegkantmetingen zijn ook minder effectief dan de toepassing van de snuffelbus. Wegkantmetingen laten namelijk slechts een momentopname zien, op basis waarvan niet is vast te stellen of een voertuig goed of slecht functioneert. Pas vanaf meerdere passages bij de wegkantmetingen is vast te stellen of er wellicht iets aan de hand is. Daarnaast kan de manipulatie bij passage van de wegkantmetingen worden uitgezet door bestuurder, als bekend is waar de wegkantmetingen plaatsvinden. De wegkantmetingen zijn vaste opstellingen die moeilijk verplaatsbaar zijn. Zodra de locatie van de wegkantmetingen bekend is bij de bestuurders van gemanipuleerde vrachtwagens, zal de effectiviteit dus laag zijn. De snuffelbus is dus een kosten-efficiënt én effectiever alternatief waar grote afschrikkende werking van uitgaat in combinatie met stappen 2, 3 en 4.

Termijn van realisatie (vanaf wanneer kan de reductie gerealiseerd worden)

Stappen 2, 3 en 4 kunnen vrijwel direct worden opgepakt en leiden tot een schrikeffect en afname van manipulatie.

<p>Stap 1 vergt meer doorlooptijd (ca. 1 à 2 jaar). Naar verwachting kan vanaf de zomer 2020 wel al een wetenschappelijke versie van de snuffelbus worden ingezet voor (preselectie voor) handhaving, ter vergroting van het effect van stappen 2, 3 en 4. Daarmee kan het reële potentieel op korte termijn mogelijk hoger uitvallen dan nu ingeschat.</p>
<p>Neveneffecten (o.a. klimaat/ Schone Lucht Akkoord)</p> <p>Technologie voor handhaving van manipulatie kan tevens worden toegepast voor een risk-based assessment als basis voor de market surveillance verplichting die alle lidstaten hebben.</p>
<p>Borging</p>
<p>Handhaving</p> <p>Zie uitvoerbaarheid.</p>
<p>Weglekeffect</p>
<p>Literatuur met betrekking tot deze bronmaatregelen</p> <p>[1] Roel van Eerdeweg (Flanders) private communication: 8%-10% tampering, persbericht https://omgevingvlaanderen.be/via-nieuwe-techniek-beter-beeld-van-werkelijke-verkeersemissies</p> <p>[2] TAP paper 2019 Thessaloniki: Finding NOx-cheaters on the spot with Remote Sensing Devices, J. Buhigas, J. de la Fuente and J. Montero (20%-47% tampering) bijlage</p> <p>[3] Deense EPA: 25% SCR tampering, tweede onderzoek, "minder dan 20%" https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2018/06/978-87-93710-42-9.pdf</p> <p>[4] EC/JRC workshop remote sensing 11 November 2019: 25%-35% tampering in Oostenrijk. https://circabc.europa.eu/ui/group/f57c2059-ef63-4baf-b793-015e46f70421/library/a1b0fb87-8b8a-421c-8a3c-57fa63059eca</p> <p>[5] publicatie van 2019 emissiefactoren voor snelwegen en niet snelwegen, https://www.rivm.nl/documenten/2019-emissiefactoren-voor-snelwegen-en-niet-snelwegen</p> <p>[6] CBS StatLine tabel Verkeersprestaties motorvoertuigen; kilometers, voertuigsoort, grondgebied, https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80302ned/table?ts=1573657161919</p> <p>[7] https://cares-project.eu/</p> <p>[8] Vermeulen et al, Dutch in-service emissions testing programme 2015-2018 for heavy-duty vehicles: status quo Euro VI NOx emission, TNO rapport TNO 2019 R10519, https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3A5ed2cb23-3209-4f29-ac35-112ffe1906ed</p>

- [9] Vermeulen et al, Mogelijkheden om manipulatie van AdBlue-systemen bij vrachtwagens vast te stellen en terug te dringen – eindrapport, TNO rapport TNO 2017 R11421, <https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3A42ade085-09da-40e1-bba0-006f0bcad033>
- [10] Vragen van het lid Van Veldhoven (D66) aan de Minister van Infrastructuur en Milieu over gesjoemel met de uitstoot van schadelijke stoffen door vrachtwagens (ingezonden 23 maart 2017). En antwoord van Staatssecretaris Dijksma (Infrastructuur en Milieu) mede namens de Minister van Infrastructuur en Milieu (ontvangen 20 april 2017). <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/ah-tk-20162017-1656.html>
- [11] Projectbijeenkomst CARES project (TNO) samen met RDW, ILenT en Politie op 20 maart 2020
- [12] Verordening (EU) 2018/858 van het Europees Parlement en de Raad van 30 mei 2018 betreffende de goedkeuring van en het markttoezicht op motorvoertuigen en aanhangwagens daarvan en systemen, onderdelen en technische eenheden die voor dergelijke voertuigen zijn bestemd, tot wijziging van Verordeningen (EG) nr. 715/2007 en (EG) nr. 595/2009 en tot intrekking van Richtlijn 2007/46/EG (Voor de EER relevante tekst.) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0858>

3 Maatregel 2: Subsidieregeling verschoning binnenvaartmotoren

Auteurs	
Jan Hulskotte	TNO
Ruud Verbeek	TNO
Jorrit Harmsen	TNO
Omschrijving van de maatregel	
<p>Medefinanciering door de overheid bij investering in schepen voor inbouw van een SCR-katalysator of hermotorisering naar OEM stage V (compleet nieuwe motoren).</p> <p>Deze review omvat twee opties voor een subsidieregeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optie 1 alleen retrofit nabehandeling (inbouw SCR-katalysator mogelijk in combinatie met roetfilter): <ul style="list-style-type: none"> ○ fase 1: beschikbaar budget 15 miljoen EUR, ○ fase 2: zonder budgetbeperking. • Optie 2: naast retrofit nabehandeling ook medefinanciering nieuwe Stage V motoren. <p>Er zijn ongeveer 3.500 Nederlandse motorschepen plus ca. 750 duwschepen actief in de vrachtvaart³. Jaarlijks worden bij ca. <u>90 schepen motoren vervangen en bij ongeveer 180 schepen worden motoren gereviseerd</u>. De maatregel richt zich hierop.</p> <p>De eerste groep is feitelijk verplicht om een Stage V motoren te installeren, maar het kan zijn dat een deel van hen, motorvervanging uitstelt en een extra motorrevisie uitvoert. Daarmee kan dan weer ca. 30.000 uur (5-7 jaar) gevaren worden.</p> <p>Binnen de eerder uitgevoerde subsidieregeling van Zuid-Holland voor NO_x-reductie in de binnenvaart zijn in totaal ca. 70 schepen van SCR-katalysatoren voorzien (budget 10 mln. EUR). Op dit moment wordt het belang van NO_x-reductie sterker gezien, wat de deelname aan een regeling zal vergroten. Bijvoorbeeld bij zand- en grindtransport voor de bouw worden nu vaak NO_x-reductiemaatregelen geëist.</p> <p>In een check bij een leverancier kwam naar voor dat het monteren van een SCR-katalysator behoorlijk uitdagend kan zijn vanwege de beperkte ruimte in de machinekamer. Montage van SCR + DPF (roetfilter) is nog wat moeilijker, mede vanwege de warmtehuishouding. Mede in overleg met EICB is geschat dat ca. 60% van de scheepseigenaren gebruik zouden willen maken van een subsidieregeling, mocht die er komen. Er is belangstelling voor NO_x-reductie/ Stage V bij alle scheepstypen. Bij kleine schepen is er belangstelling voor Euro VI truck motoren welke ook Stage V gecertificeerd kunnen worden (maar feitelijk een nog veel lagere NO_x hebben).</p>	

³ Het aantal volgens de registratie is hoger, namelijk 5500. Dit is vermoedelijk incl. werkschepen en kleinere schepen.

In een projectie voor het aantal schepen per jaar dat omgebouwd kan worden, wordt uitgegaan van de schepen die toe zijn aan een motorrevisie. Dit is geen voorwaarde maar wel een goed uitgangspunt, omdat het schip toch minimaal enkele weken uit de vaart gaat. Het retrofit systeem kan dan veel kosten-effectiever geïnstalleerd worden, maar is verder niet gebonden aan het moment van motorrevisie. Belangrijke kanttekening bij deze variant is dat mogelijk een aantal schepen hun motorrevisie uitstellen en in plaats daarvan kiezen voor installatie een retrofit nabehandelingssysteem (substitutie-effect). Hiermee zou het NO_x -effect mogelijk overschat worden.

De kosten van retrofit verschillen per schip, afhankelijk van de grootte van het schip en de toegepaste technologie, namelijk retrofit nabehandeling voor enkel de hoofdmotoren of voor hoofd- plus hulpmotoren, en alleen SCR-nabehandeling of SCR+DPF-nabehandeling. Voor een gemiddeld cargo-referentieschip variëren de geschatte totale kosten van ca. 90.000 tot ca 250.000 EUR per schip, gemiddeld 170.000 EUR. Als uitgegaan wordt van gemiddeld 85.000 EUR (50%) subsidie per schip. Dan is 15 miljoen EUR (rijk + provincies) voldoende voor ca. 175 schepen (Fase 1 van optie 1).

Voor Fase 2 van optie 1 wordt uitgegaan van een doorlopende regeling tot 2030 van 90 schepen per jaar. De totale overheidsbijdrage loopt dan op tot 78 miljoen EUR over de hele periode.

Reductiepotentieel (emissie in kton NH₃ of NO_x)

Deelname van aantal schepen cumulatief, optie 1 alleen retrofit nabehandeling:

Aantallen (cumulatief) in regeling	2020	2021	2022	2025	2030
Fase1: 175 schepen totaal	20	110	175	175	175
Fase 1+2: 920 schepen totaal	20	110	200	470	920

Bij een gemiddeld brandstofgebruik van 350 ton per schip per jaar, levert dit een NO_x-reductie van 7.700 kg per schip per jaar op. Er is van uitgegaan dat een Nederlands schip gemiddeld 70% van de brandstof in Nederland gebruikt.

Emissiereductie in Nederland (70% van de totale reductie), optie 1 alleen retrofit nabehandeling:

Emissiereductie NO _x (kton/jaar)	2020	2021	2022	2025	2030
Optie 1: fase1: 175 schepen totaal	0,1	0,6	0,9	0,9	0,9
Optie 1: fase 1+2: 920 schepen totaal	0,1	0,6	1,1	2,5	5,0

Bij retrofit nabehandeling is er ook een reductie van de fijnstof (PM) uitstoot, afhankelijk van het aantal scheepseigenaren dat kiest voor een DPF in combinatie met de SCR. De PM uitstoot reductie kan oplopen tot 0,2 kton per jaar (bij 100% DPF). Normaal gesproken is de CO₂-reductie van nabehandeling nul. Er is wel een technische mogelijkheid om de motor zuiniger af te stellen, maar dat leidt tot het juridische probleem dat dan de typekeuring van de motor vervalt.

Optie 2: regeling geldt voor nieuwe Stage V motoren en voor retrofit.

Dit heeft naar verwachting de volgende gevolgen:

- Het aantal deelnemende schepen verdubbelt globaal (van 90 naar ca. 180 per jaar).
- De kosten verdubbelen globaal.
- De deelname van 90 extra schepen per jaar ten opzichte van optie 1, zal niet of nauwelijks tot extra NO_x-reductie leiden, in het bijzonder in jaren richting 2030. Verondersteld wordt dat de extra schepen die worden bereikt in de periode tot 2030 toch al aan vervanging van de motoren toe zijn. In deze variant is echter geen sprake van een substitutie-effect. Mogelijk wordt motorvervanging iets naar voren gehaald, doordat bestaande motoren sneller worden afgeschreven.
- Van de retrofit groep (uit optie 1) die voor nabehandeling zou kiezen, zal nu een flink deel kiezen voor compleet nieuwe motoren inclusief nabehandeling. Dan zijn ze het beste voorbereid op de toekomst. Als ca. 50% van deze groep zou kiezen voor compleet nieuwe motoren, dan leidt dat tot ca. 50 kton CO₂-reductie per jaar in 2030 (fase 1+2). Ook zal mogelijk een iets grotere NO_x-reductie gerealiseerd worden (tot 0,2 kton extra in 2030).
- De vraag is of je de twee groepen (in/exclusief nieuwe motoren) überhaupt kunt scheiden? Het kan sjoemelen in de hand werken.
- De acceptatie van deze optie binnen de sector zal groter zijn dan die van optie 1, omdat geen onderscheid wordt gemaakt tussen vervanging en retrofit.

Kanttekening:

De genoemde aantallen zijn een inschatting op basis van een gesprek met EICB, het succes van de Zuid-Holland regeling (2013) en de sterk toegenomen aandacht voor N-emissies. Daardoor zijn de genoemde aantallen vermoedelijk gemakkelijk haalbaar. Het is goed mogelijk dat de vraag uit de markt fors groter zal zijn dan de nu ingeschatte 920 stuks. Dit vereist wel een groter beschikbaar budget en betrokkenheid van en bereidheid tot expansie bij de leveranciers.

De Zuid-Holland regeling was behoorlijk ruimhartig. Er werd een subsidie toegekend van 100 tot 150 EUR per kW motorvermogen mits minimaal 6,5 g/kWh NO_x-reductie werd gehaald. Bij 4 – 6,5 g/kWh reductie (typisch voor CCR1), zou de subsidie 50% hiervan bedragen.

Investeringskosten

Overheidsinvestering (50% van de totale investering)

Op basis van 85.000 EUR per schip subsidie voor een gemiddeld schip en nabehandelingssysteem.

Nagegaan moet nog worden of dit nog aangevuld wordt met MIA/VAMIL of dat dat juist een onderdeel daarvan is.

Bedragen zijn cumulatief, optie 1 alleen retrofit nabehandeling

Investering overheid (mln. EUR)	2020	2021	2022	2025	2030
Fase1: 175 schepen totaal	1,7	9,4	14,9	14,9	14,9
Fase 1+2: 920 schepen totaal	1,7	9,4	17,0	40,0	78,2

Optie 2: regeling geldt voor nieuwe Stage V motoren en voor retrofit.

De kosten zullen verdubbelen ten opzichte van optie 1, mits de subsidie per schip gelijk blijft. Overwogen kan worden om een hogere subsidie te geven voor nieuwe Stage V motoren, aangezien ook een CO₂-reductie gerealiseerd wordt. Los van deze subsidie, kunnen de scheepseigenaren waarschijnlijk gebruik maken van de EIA (Energie Investering Aftrek), bij de keuze van nieuwe motoren.

Jaarlijkse kosten (arbeid, energie, grondstoffen)

Er zijn jaarlijkse onderhoudskosten (bron PROMINENT):
 SCR: EUR 3.200 per jaar per schip (2,00 EUR per 1.000 kWh mechanical energy, bij ca. 38% motorrendement en 350 ton brandstof per jaar).
 DPF: EUR 3.700 per jaar per schip (EUR 2,34 per 1.000 kWh mechanical energy).

Verondersteld wordt dat 50% van de schepen SCR+DPF zal krijgen:
 ca. EUR 5.050 per jaar per schip.

Daarnaast AdBlue kosten (4,5 massa % à EUR 0,27/kg):
 AdBlue kosten: EUR 4.300 per jaar per schip (ca. 2% - 2,5% van de brandstofkosten).

Gemiddeld komt dit neer op jaarlijkse kosten van 9.350 EUR per schip.

Onderhoudskosten (incl. AdBlue) per jaar in mln. EUR	2020	2021	2022	2025	2030
Fase1: 175 schepen totaal	0,2	1,0	1,6	1,6	1,6
Fase 1+2: 920 schepen totaal	0,2	1,0	1,9	4,4	8,6

Wettelijke aspecten

Overheidsbijdrage zal getoetst moeten worden aan Europese staatsteunregels.

Uitvoerbaarheid (bestaande techniek)

Nauwelijks technische risico's. Er is al veel ervaring met SCR en SCR+DPF. Daardoor worden relatief weinig problemen verwacht. Regeling is eerder al succesvol toegepast in de regio Zuid-Holland.

Termijn van realisatie (vanaf wanneer kan de reductie gerealiseerd worden)

Vanaf derde kwartaal 2020 gepland.

Neveneffecten (o.a. klimaat/ Schone Lucht Akkoord)

Naast NO_x ook een reductie van PM (roet) van ca. 25% (alleen SCR) of > 90% (bij SCR + DPF of bij nieuwe Stage V motoren). Bij nieuwe motoren wordt uitgegaan van 10% lager brandstofverbruik.

Kton reductie per jaar in 2030	NO _x	PM	CO ₂
Optie 1: fase 1 + 2: alleen retrofit nabehandeling	5.0	0 - 0,2	0
Optie 2: retrofit + Stage V motorvervanging	5.0 – 5.2	0,1 – 0,2	50

Indien wordt geëist dat ook hulpmotoren gesaneerd moeten worden ontstaat een groot bijkomend voordeel voor de N-depositie nabij overnachtingshavens die vaak dicht bij natuurgebieden liggen.

NH₃-emissie zou een neveneffect van SCR kunnen zijn. Bij goede SCR-installaties is NH₃ emissie verwaarloosbaar. Goed om in de regeling een limietwaarde voor NH₃ op te nemen. Er is geen emissiefactor voor binnenvaartmotoren met SCR. Er wordt rekening gehouden met een gemiddelde NH₃ emissie van 0-5 ppm in het uitlaatgas. Als uitgegaan wordt van 5 ppm, dan zou dat resulteren in ca. 0,05 ton NH₃ per schip per jaar. Bij 920 schepen in 2030 resulteert dat in een NH₃-emissie van ca. 40 ton (0,04 kton) per jaar.

Mogelijke lock-in op Stage V

Er bestaat een risico op lock-in. Als de binnenvaart onder invloed van de van deze maatregel de komende jaren massaal investeert in Stage V motoren, verkleint dat het marktpotentieel van nul-emissieschepen en ook het draagvlak in de markt om snel op nul-emissie schepen over te stappen. De CO₂-winst van Stage V werktuigen is bescheiden in het licht van de huidige klimaatambities die zijn vastgesteld in het klimaatakkoord en de Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en havens.

Borging

In de subsidie toekenning kunnen garanties opgenomen worden zoals jaarlijkse rapportage van brandstofgebruik en het jaarlijkse Adblue-gebruik en/of on-board NO_x-monitoring (OBM).

Handhaving

Zie borging.

NO_x-reductie is ook goed te monitoren door meten vanaf de wal (pluimmeting) of door volgbootjes met NO_x snuffel-apparatuur.

NH₃-emissie is een risico bij ondeugdelijke SCR-installaties. Dit zou ondervangen kunnen worden door een soort type approval op retrofit installaties (voorstellen PROMINENT) en/of door metingen in het veld op steekproefbasis.

Door een strengere eis te stellen aan de effectiviteit van de katalysatoren kan de jaarlijkse emissiereductie per schip nog worden opgevoerd naar ongeveer 11000 kg NO_x per schip per jaar (+40%). Dit vereist het aanscherpen van secundaire stage V-eisen (via bijvoorbeeld zogenaamde NTE, not to exceed eisen in het motorkenveld) of via een 'gentlemen' agreement met de leveranciers. De NTE is nu 2,0. Deze zou verlaagd kunnen worden naar 1,5 (zoals bij zeevaart Tier III en equivalent in service conformity eisen van moderne vrachtwagens).

Weglekeffect

- A. In het KEV referentie scenario, wordt ervan uitgegaan dat ca. 1.000 schepen in de periode tot 2030 voorzien worden van Stage V motoren. Bij optie 2 worden mogelijk ook schepen gesubsidieerd waarin toch al nieuwe motoren gemonteerd zouden worden, maar er wordt dan wel CO₂-reductie gerealiseerd, en de kans op uitval (demonteren van de nabehandeling omdat de motor versleten is) wordt kleiner.

- B. Per scheepstype is het belangrijk om goed na te gaan hoe de motoren gebruikt worden. Bijvoorbeeld bij tank- en bunkerscheperen kunnen de pompmotoren meer energie gebruiken dan de hoofdmotoren. In dat geval moet SCR (ook) op de pompmotoren worden toegepast. Ook zijn er schepen met veel hulpmotoren voor stroom voor ladingkoeling (of reefer). Ook dan is het belangrijk deze motoren mee te nemen.
- C. Het grootste deel van de Nederlandse binnenschepen opereert op Europees niveau. Ongeveer 30% van de emissiebepaling zal in het buitenland gerealiseerd worden. Hiermee is rekening gehouden. Met Duitsland en België zouden afspraken gemaakt kunnen worden over soortgelijke investeringen waardoor de effectiviteit van de maatregel met ongeveer 25% - 40% versterkt kan worden.

Literatuur met betrekking tot deze bronmaatregelen

- Mededelingen van marktleider over motorvervanging,
- TNO referentievloot binnenvaartschepen (spreadsheet),
- PROMINENT en CLINSH: kosten en monitoring van NO_x-emissies voor schepen met SCR (+DPF),
- Interviews met EICB en Koedood.

4 Maatregel 3: Innovatieregeling Mobiele Werktuigen Bouwsector

Auteurs	
Richard Smokers	TNO
Gerben Geilenkirchen	PBL
Pim van Mensch	TNO
Jan Hulskotte	TNO
Ruud Verbeek	TNO
Omschrijving van de maatregel	
<p>Bevordering van de inzet van schone (Stage V) en nul-emissie mobiele werktuigen in bouwprojecten. De maatregel omvat drie elementen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Innovatie-stimulering nul-emissie werktuigen:</i> Versnelling van de ontwikkeling en toepassing van nul-emissie (m.n. elektrische) werktuigen door middel van innovatieprojecten en pilots middels een aanvullend budget onder de lopende DKTI-regeling. Ontwikkeling en beproeving van duurzame mobiele werktuigen en van de mobiele infrastructuur die nodig is voor de energievoorziening van duurzame mobiele werktuigen op de bouwplaats. Ook aandacht voor het opzetten en beproeven van de benodigde samenwerking tussen partijen om deze nieuwe technieken in de praktijk toe te kunnen passen. • <i>Stimulering/verplichting van de implementatie van Stage V:</i> Via strengere aanbestedingseisen voor GWW-projecten en woning- en utiliteitsbouw wordt op korte termijn bevorderd dat mobiele werktuigen worden ingezet die aan de Stage V emissienormen voldoen. De meerkosten daarvoor worden gecompenseerd middels een exploitatiesubsidie. Als Stage V werktuigen worden ingezet, moeten ondernemers aantonen dat de werktuigen zijn voorzien van een werkende SCR-katalysator en een roetfilter. • <i>Stimulering/verplichting van de implementatie van nul-emissie werktuigen:</i> In een tweede fase, na succesvolle uitvoering van de DKTI-projecten, wordt de inzet en opschaling van nul-emissie werktuigen bevorderd via een verplicht minimum aandeel in de aanbestedingseisen voor bouwprojecten. De meerkosten daarvoor worden gecompenseerd middels een exploitatiesubsidie. <p>De mate waarin de inzet en opschaling van nul-emissie werktuigen zal worden bevorderd, zal op een later tijdstip worden bepaald op basis van de uitkomsten van de DKTI-projecten. Deze maatregel kan ook op beperktere schaal gebiedsgericht worden ingezet bij bouwprojecten waarvoor onvoldoende goedkopere maatregelen beschikbaar zijn om ze doorgang te kunnen laten vinden. Tevens kan de inzet van Euro-VI vrachtauto's bij bouwprojecten worden verplicht.</p>	
Reductiepotentieel (emissie in kton NH₃ of NO_x)	
<p>In deze factsheet zijn baten en kosten berekend uitgaande van toepassing van de maatregel op de gehele bouwsector. Kosten en baten schalen min of meer lineair met de schaal waarop de maatregel wordt toegepast, waardoor de overall</p>	

kosteneffectiviteit onafhankelijk is van de toepassingschaal. Het is ook mogelijk de maatregel slechts op een deel van alle bouwprojecten toe te passen, bijv. alleen op GWW-projecten voor het Rijk of gebiedsgericht.

Innovatiestimulering nul-emissie werktuigen

Aan innovatiestimulering kan geen direct effect in termen van reductie van NO_x- of andere emissies worden toegekend. Dat heeft enerzijds te maken met het feit dat de uitkomst van de gestimuleerde innovatietrajecten onzeker is. Maar anderzijds zal ook bij succesvolle innovatietrajecten het gerealiseerde duurzame product in de regel niet goedkoper zijn (in aanschaf en/of gebruik) dan het conventionele product dat het moet vervangen, en zal opschaling dus niet vanzelf gaan.

Implementatie Stage V werktuigen

De Stage V emissienormen voor mobiele werktuigen zijn, afhankelijk van het motorvermogen, van kracht sinds begin 2019 resp. begin 2020 en vervangen de Stage IV emissienormen, die sinds 2014 van kracht waren.

De NO_x-emissienormen voor Stage-V werktuigen liggen op hetzelfde niveau als die voor Stage IV. Wel gelden de Stage V normen voor alle motoren, terwijl de Stage IV normen alleen golden voor motoren met vermogens van 56 tot 560 kW. Voor motoren kleiner dan 56 kW waren er geen Stage IV normen en golden de facto tot 2019 nog de minder strenge Stage III normen.

Vrijwel alle nieuwe werktuigen die momenteel worden verkocht voldoen aan de Stage V normen. De komende jaren zal een steeds groter deel van het werktuigenpark bestaan uit Stage V werktuigen, ook zonder additioneel beleid. De emissiereductie van de verplichte inzet van Stage V bij GWW- en andere bouwprojecten, ten opzichte van het basispad, neemt hierdoor af in de tijd. De tabel hieronder laat zien hoe de aandelen zich in het basispad uit de KEV2019 ontwikkelen in de bouwsector.

Verdeling mobiele werktuigen in de bouwsector naar Stage in het basispad.

	2020	2025	2030
Pre-Stage IV	57%	15%	4%
Stage IV	31%	13%	2%
Stage V	11%	72%	94%

Bron: KEV 2019, modelanalyses met MEPHISTO.

NB: De samenstelling van het huidige machinepark is een benadering op basis van modelanalyses. Er is geen goede data beschikbaar over de samenstelling en inzet van het huidige park. Dat maakt de prognoses van de parksamenstelling ook onzeker. De percentages in de tabel moeten als indicatief worden beschouwd.

De NO_x-emissies van mobiele werktuigen in de hele bouwsector zijn in het basispad uit de KEV2019 geraamd op 4,1 kton in 2025 en 3,9 kton in 2030. Door instroom van Stage IV en Stage V werktuigen dalen de NO_x-emissies momenteel relatief snel. Die snelle daling zet zich naar verwachting voort tot 2025, waarna, zonder aanvullend beleid, sprake is van een lichte verdere daling tot 2030.

NO_x-emissies van mobiele werktuigen in de hele bouwsector in het basispad uit de KEV2019 (alles in kiloton).

	2020	2025	2030
NO _x bouwsector basispad KEV2019	5,1	4,1	3,9

Bron: KEV2019

De emissiewinst van de maatregel voor stikstof zit hem in het vroegtijdig (eerder dan autonoom) vervangen van machines van Stage III of eerder door Stage V machines (of zero emissie werktuigen). Zoals uit de tabel hierboven blijkt is momenteel (2020) iets meer dan de helft van de machines van Stage III of eerder. Dit aandeel neemt snel af tot 15% in 2025 en 4% in 2030. Dit is overigens een onzekere inschatting omdat, bij gebrek aan goede data hieromtrent, niet goed bekend is hoe snel het park zich verjongt. Met een verplichting op gebruik van Stage V werktuigen kan dus vooral op de korte termijn stikstofreductie worden gerealiseerd. Na 2025 is het potentieel gering.

Bij de effectschatting is aangenomen dat reeds aangegane verplichtingen niet zomaar kunnen worden aangepast, en dus alleen op nieuwe aanbestedingen kan worden toegepast. Daarom is voor 2021 en 2022 gerekend met resp. 1/3 en 2/3 van het effect van de maatregel. Het effect van een Stage V verplichting/stimulering loopt hierdoor op van 0,4 kton NO_x-emissiereductie in 2021 naar 0,6 kton in 2022. Vervolgens daalt het effect omdat autonoom het aandeel van Stage V werktuigen in de vloot toeneemt. De emissiereductie in 2025 en 2030 wordt geraamd op 0,3 resp. 0,2 kton NO_x.

Wanneer de maatregel niet voor alle bouwprojecten ingezet wordt, is er kans op een verplaatsingseffect, waarbij Stage V werktuigen vooral worden ingezet in projecten waar eisen worden gesteld en andere projecten met oudere machines worden uitgevoerd. Netto levert dit geen emissiereductie op, maar enkel een verplaatsing van emissies binnen Nederland. Er is echter ook kans op een uitstralingseffect: Wanneer een groot deel van het park naar Stage V overgaat, worden in andere projecten, zonder specifieke aanbestedingseisen, mogelijk ook meer Stage V werktuigen ingezet dan zonder de maatregel het geval zou zijn.

De effectiviteit van de Stage V normen in de praktijk is nog enigszins onzeker. Er is maar beperkt gemeten aan Stage IV werktuigen (Ligterink et al., 2018). Er zijn nog geen meetdata voor de praktijkemissies van Stage V werktuigen. Uit de metingen aan Stage IV werktuigen blijkt dat de NO_x-emissie bij lage motorlast relatief hoog is. De hoogte van de NO_x-emissie in de praktijk is daarmee sterk afhankelijk van het inzetprofiel van de werktuigen en de mate waarin de motor stationair draait. Bij stationair draaien of lage motorbelasting is het uitlaatgas niet warm waardoor de SCR-katalysator, die wordt gebruikt om de NO_x-emissie te reduceren, niet (goed) functioneert. In de effectschatting is standaard gerekend met de praktijkemissies zoals die in het MEPHISTO-model van TNO zijn opgenomen (Hulskotte & Dellaert, 2020) op basis van de eerder genoemde praktijkmetingen aan Stage IV machines.

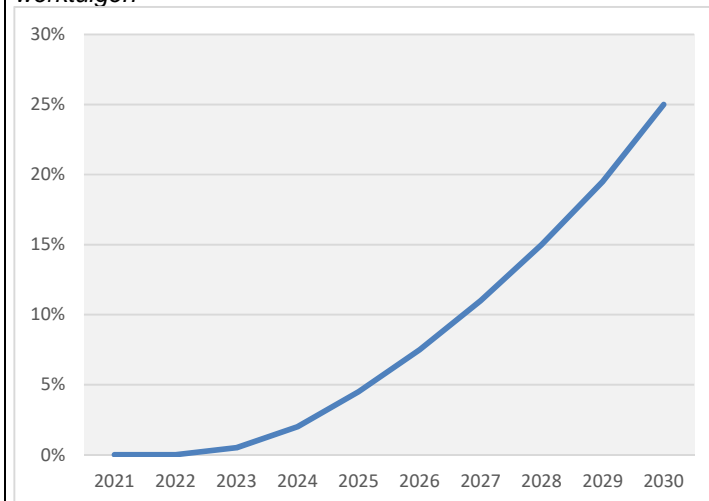
De uitstoot van NH₃ door mobiele werktuigen is verwaarloosbaar klein. Er bestaat wel een risico dat het gebruik van SCR-katalysatoren voor Stage IV en Stage V

werktuigen leidt tot een hogere uitstoot van NH₃ omdat een deel van het ureum (ammoniakoplossing) dat in deze katalysatoren wordt gebruikt rechtstreeks de uitlaat verlaat. Metingen aan vrachtauto's met SCR-katalysatoren laten verhoogde NH₃-emissies zien, hoewel per saldo de uitstoot van stikstof (N) nog altijd beduidend lager is dan van vrachtauto's zonder SCR-katalysator. Of en in welke mate dit zich ook bij mobiele werktuigen gaat voordoen is onbekend en hangt sterk samen met de wijze waarop de insputting van ureum is afgesteld en hoe goed de systemen worden onderhouden.

Implementatie nul-emissie werktuigen

De maatregel verplicht ook een minimaal aandeel nul-emissie werktuigen. De mate waarin elektrificatie van werktuigen in de GWW technisch en financieel haalbaar is in de periode tot 2030 is onzeker. In de effectschatting gaan we uit van een oplopend minimum tot 25% van het door mobiele machines geleverde werk in 2030, conform het ingroeipad uit de figuur hieronder.

Aandeel van diesilverbruik uit basispad dat wordt vervangen door elektrische werktuigen



De additionele reductie van de NO_x-uitstoot door de verplichting/ stimulering van de inzet van nul-emissie werktuigen wordt geraamd op 0,2 kton in 2025 en 0,9 kton in 2030. Dit is additioneel ten opzichte van het effect van de Stage V verplichting/stimulering. Zonder die Stage V verplichting/stimulering is het effect van de verplichting/ stimulering van de inzet van nul-emissie werktuigen met name in 2025 wat groter. Deze effectschatting voor de inzet van nul-emissie werktuigen is gebaseerd op de aanname dat het oplopend minimum wordt gerealiseerd in alle bouwprojecten, waaronder GWW-projecten voor het Rijk (RWS/ProRail) en woning- en utiliteitsbouw.

Bij deze maatregel is er weinig kans op een verplaatsingseffect, omdat het niet waarschijnlijk is dat nul-emissie werktuigen zonder stimulering op grote schaal zullen worden verkocht. Ook de kans op een uitstralingseffect is beperkt. De inzet van nul-emissie werktuigen vereist de aanleg van tijdelijke infrastructuur voor de elektriciteitsvoorziening van de bouwplaats. Die maatregelen zullen alleen genomen worden voor projecten waarbij er een eis is voor inzet van nul-emissie werktuigen.

Gecombineerd effect van de inzet van Stage V werktuigen en opschaling van het aandeel nul-emissie werktuigen

De tabel hieronder geeft het gecombineerde effect weer van de maximale inzet van Stage V werktuigen en de geleidelijke opschaling van het aandeel nul-emissie werktuigen op de uitstoot van NO_x en op de stikstofdepositie. Om de NO_x-uitstoot van mobiele werktuigen om te rekenen naar een generiek effect op stikstofdepositie is een omrekenfactor gebruikt van 0,78.

In de komende twee jaar wordt het effect van de maatregel bepaald door de Stage V verplichting/stimulering. Vanaf 2025 wordt het belang van de inzet van nul-emissie werktuigen groter en in 2030 is dit deel van de maatregel dominant in het totale effect.

Effecten van de maatregelen voor bevordering van de inzet van schone (Stage V) en nul-emissie mobiele werktuigen in bouwprojecten.

		2021	2022	2025	2030
NO _x -emissie-reductie (in kton)	Verplichting/stimulering Stage V	0,4	0,6	0,3	0,2
	Verplichting/stimulering nul-emissie	0	0	0,2	0,9
	Totaal effect maatregel	0,4	0,6	0,5	1,2
Reductie stikstof-depositie (mol N/ ha)	Verplichting/stimulering Stage V	0,3	0,5	0,2	0,2
	Verplichting/stimulering nul-emissie	0	0	0,1	0,7
	Totaal effect maatregel	0,3	0,5	0,4	0,9

Bron: KEV2019

Investeringskosten

Implementatie Stage V werktuigen

De investeringskosten voor Stage V werktuigen liggen enkele duizenden Euro's hoger dan voor eerdere generaties. Op basis van expert judgement van TNO-deskundigen is een meerprijs van Stage V ten opzichte van Stage IV, Stage IIIb en pre-Stage IIIb gehanteerd van 1.000, 2.000, resp. 2.500 EUR. Deze kosten zijn omgeslagen over een afschrijvingsduur van tien jaar om de impact op exploitatiekosten per jaar te berekenen.

Implementatie nul-emissie werktuigen

De inschatting voor de meerkosten voor aanschaf van elektrische bouwmaschinen is gebaseerd op een casestudie voor een elektrische rupsgraafmachine uit (TNO, 2020b). De daarin berekende meerkosten van 160 kEUR per machine betreffen vooral de kosten van de batterij. De meerkosten zijn over een afschrijvingsduur van 10 jaar omgeslagen over de door de aandrijving geleverde energie. Dit levert gegeneraliseerde meerkosten van 0,23 EUR/kWh op die, in combinatie met een specifieke brandstofverbruiksfactor in liter brandstof per geleverde kWh voor conventionele werktuigen, kunnen worden toegepast op het brandstofverbruik van het aandeel conventionele mobiele werktuigen dat wordt verondersteld door de maatregel te worden vervangen door elektrische werktuigen.

Jaarlijkse kosten (arbeid, energie, grondstoffen)

Innovatiestimulering nul-emissie werktuigen

De huidige omvang van de DKTI-regeling is ongeveer 35 Mln. EUR/jaar, waaruit steeds zo'n tien projecten worden gesubsidieerd.

Het lijkt zinvol om meerdere innovatieprojecten met mobiele werktuigen op te zetten om ervaring op te doen met verschillende typen materieel en met verschillende typen bouwplaatsen. Daarmee komen de kosten voor de overheid voor de innovatiestimulering voor nul-emissie werktuigen in de periode 2020-2022 op 10 – 20 Mln. EUR.

Implementatie Stage V werktuigen

De operationele kosten van Stage V werktuigen omvatten:

- brandstofkosten: Deze zijn vanwege een hoger motorrendement zo'n 10% lager dan van Stage IIIb en oudere machines (TNO, 2019);
- additionele kosten voor verbruik van AdBlue (de ureum-wateroplossing die wordt gebruikt in combinatie met de SCR-katalysator voor NO_x-reductie): Er is uitgegaan van een AdBlue verbruik van 0,047 liter per liter diesel (op basis van TNO meetprogramma's + check leverancier) en kosten van 0,30 EUR/l voor AdBlue;
- extra onderhoudskosten voor SCR-systemen en roetfilters: Op basis van resultaten van het H2020-project PROMINENT is uitgegaan van EUR 2,34 per 1.000 kWh voor Stage V ten opzichte van pre-Stage IIIb en de helft daarvan ten opzichte van Stage IV en IIIb.

De jaarlijkse besparing op brandstofkosten compenseert een groot deel van de meerkosten voor aanschaf (omgeslagen over een afschrijvingsduur van tien jaar), AdBlue-verbruik en extra onderhoud.

De jaarlijkse additionele kosten voor de inzet van 100% Stage V mobiele werktuigen in de bouwsector zijn samengevat in onderstaande tabel. Voor 2020 is ervan uitgegaan van 1/3 van de bouwprojecten met Stage V materieel wordt uitgevoerd (in verband met infasering via nieuwe aanbestedingen).

Jaarlijkse meerkosten voor maximale inzet van Stage V werktuigen in de bouwsector

	Totale kosten (Mln. EUR)		
	2020	2025	2030
AdBlue	0,8	0,6	0,2
DPF onderhoud	0,9	0,9	0,2
Aanschaf	5,0	5,9	1,2
Totaal	6,6	7,4	1,6
Besparing brandstof	6,3	4,9	1,7
Totaal	0,3	2,5	-0,1

Deze jaarlijkse meerkosten zijn nationale (maatschappelijke) kosten. Wanneer de meerkosten voor aannemers, zoals in deze maatregel voorgesteld, worden vergoed middels een door de overheid vergoede meerprijs op de aanneemsom of een exploitatiesubsidie, dan zijn deze kosten ook de met de maatregel gemoeide overheidskosten.

Implementatie nul-emissie werktuigen

De inschatting voor het verschil in gebruikskosten tussen elektrische en conventionele bouwmachines is gebaseerd op een case study voor een elektrische rupsgraafmachine uit TNO (2020b). Dit verschil is voornamelijk gerelateerd aan de vervanging van diesel door elektriciteit.

De directe energiekosten van elektrische werktuigen (op basis van een elektriciteitsprijs van 0,14 EUR/kWh) zijn per door de machine geleverde eenheid energie 0,23 EUR/kWh lager dan voor conventionele machines en compenseren ongeveer de extra investeringskosten van de batterij.

Om elektrische werktuigen op de bouwplaats te kunnen opladen is echter wel een tijdelijke voorziening nodig om de benodigde elektriciteit naar de bouwplaats te brengen, alsmede op de bouwplaats laadpunten met hoge vermogens. De kosten daarvan zijn voor deze toepassing niet bekend. Er zijn daarom indicatieve inschattingen gemaakt op basis van informatie uit van Mensch et al. (2018), waarin kosten van (aanleg van) laadinfrastructuur voor personenvervoer per elektrisch schip over binnenwateren in kaart zijn gebracht.

Deze zijn gecombineerd met ruwe schattingen voor kosten voor de kabel om de elektriciteit naar de bouwplaats te transporteren:

- Van Mensch et al. (2018) geeft voor de totale kosten van aanleg van een 1 MW laadinstallatie een investering van 715 kEUR. Verondersteld is dat hiervan 200 kEUR eenmalige projectkosten zijn en dat 515 kEUR de kosten zijn van materieel dat ook in volgende projecten gebruikt kan worden. Deze kosten zijn omgeslagen over een afschrijvingsduur van tien jaar.
- De kosten van de tijdelijke elektriciteitskabel naar de bouwplaats zullen afhangen van de locatie van de bouwplaats ten opzichte van de dichtstbijzijnde middenspanningskabel. Voor GWW-projecten is een bedrag van 500 kEUR aangenomen, voor overige bouwprojecten, die veelal in of dichterbij de bebouwde kom worden uitgevoerd, is een bedrag van 100 kEUR aangenomen. Dit leidt tot infrastructuurkosten van 0,14 resp. 0,08 EUR/kWh (per geleverde eenheid elektriciteit voor het opladen van machines). Voor de totale kosten is uitgegaan van een 80%/20% verdeling in de inzet van mobiele werktuigen over GWW-projecten en woning- en utiliteitsbouw.

NB: Bovenstaande is een indicatieve berekening die m.n. voor de kosten van tijdelijke infrastructuur grote onzekerheden bevat. De in het eerste element van deze maatregel voorgestelde DKT1-pilotprojecten met nul-emissiewerktuigen zijn nodig om meer inzicht te krijgen in de feitelijke kosten.

De meerkosten voor de gebruikte energie (electriciteitsprijs + infrastructuurkosten per kWh) zijn, in combinatie met een specifieke verbruiksfactor in liter brandstof per geleverde kWh voor conventionele werktuigen, toegepast op het brandstofverbruik van het aandeel conventionele mobiele werktuigen dat wordt verondersteld door de maatregel te worden vervangen door elektrische werktuigen. Gecombineerd met de over de geleverde energie omgeslagen investeringskosten, levert dit de meerkosten van deze maatregel zoals weergegeven in onderstaande tabel. Daarbij is aangenomen dat de geschatte kosten haalbaar zijn in 2030, maar dat in de periode daarvoor de kosten als gevolg van de kleinere toepassingschaal hoger zijn.

Meerkosten van de inzet van nul-emissie mobiele werktuigen ten opzichte van conventionele werktuigen per eenheid geleverde energie.

	2020	2025	2030	
GWW	0,35	0,30	0,25	EUR/kWh
Overige bouw	0,25	0,21	0,17	EUR/kWh
Gewogen	0,33	0,28	0,23	EUR/kWh

Onderstaande tabel geeft de totale meerkosten van de inzet van nul-emissie mobiele werktuigen uitgaande van een geleidelijke opschaling van 0% in 2020 naar 4,5% in 2025 en 25% in 2030.

Meerkosten van een toenemende inzet van nul-emissie mobiele werktuigen.

	2020	2025	2030	
Aandeel nul-emissie werktuigen in geleverde energie	0%	4,5%	25%	
Meerkosten per geleverde eenheid energie	0,33	0,28	0,23	EUR/kWh
Geleverde energie door ZE machines	0	94 x 10 ⁶	522 x 10 ⁶	kWh
Totale extra kosten	0	27	122	Mln. EUR

Deze jaarlijkse meerkosten zijn nationale (maatschappelijke) kosten. Wanneer de meerkosten voor aannemers, zoals in deze maatregel voorgesteld, worden vergoed middels een door de overheid vergoede meerprijs op de aanneemsom of een exploitatiesubsidie, dan zijn deze kosten ook de met de maatregel gemoeide overheidskosten.

Cumulatieve kosten van combinatie van de inzet van Stage V werktuigen en opschaling van het aandeel nul-emissie werktuigen

De cumulatieve kosten van de combinatie van de inzet van Stage V werktuigen, DKTI-projecten voor nul-emissie werktuigen en vervolgens geleidelijke opschaling van het aandeel nul-emissie werktuigen over de periode 2020-2030 bedragen ongeveer 500 Mln. EUR.

Wettelijke aspecten (indien van toepassing)

PBL en TNO kunnen niet inschatten of deze maatregel juridisch stand houdt. Het lijkt in ieder geval waarschijnlijk dat de maatregel niet op bestaande contracten kan worden toegepast, waardoor de infasering op de totale vloot van mobiele werktuigen ongeveer drie jaar zal duren.

Uitvoerbaarheid (bestaande techniek)

Stage V is bestaande techniek. De Stage V normen voor mobiele werktuigen gelden sinds 2019 voor kleine (<56 kW) en grote motoren (>130 kW). Sinds 2020 gelden ze ook voor motoren van 56 tot 130 kW. Alle motorbouwers leveren inmiddels Stage V motoren. Gelijktijdig wordt gewerkt aan hybride en elektrische oplossingen. Hybride en nul-emissie werktuigen zijn momenteel maar beperkt beschikbaar. Bij zero-emissie gaat het om kleine werktuigen met lage vermogens. Voor (middel)grote werktuigen is nul-emissie voorlopig nog geen marktrijpe optie, maar er vinden in andere landen al wel pilots plaats.

Het is onzeker hoe snel het marktaandeel van nul-emissie werktuigen autonoom zou toenemen. Een oplopende verplichting voor inzet van zero emissie zal dit proces versnellen.

Termijn van realisatie (vanaf wanneer kan de reductie gerealiseerd worden)

De maatregel kan direct worden ingevoerd. Er zijn momenteel nog maar relatief weinig Stage V werktuigen in de vloot. De vraag is of een 100% Stage V eis op korte termijn realistisch is. Een gefaseerde invoer in enkele jaren lijkt logischer, maar er is geen contact geweest met leveranciers over de beschikbaarheid van Stage V werktuigen op de korte termijn.

Neveneffecten (o.a. klimaat/ Schone Lucht Akkoord)

Stage V werktuigen hebben in het algemeen een lagere emissie van fijnstof (PM) dan Stage IV. Het (relatieve) effect van de maatregel op fijn stof is dus groter dan voor NO_x. Stage V werktuigen zijn bovendien efficiënter dan eerdere generaties werktuigen (TNO, 2020a). De maatregel leidt dus ook tot een reductie van de CO₂-uitstoot van mobiele werktuigen (ordegrootte 10%). Zero emissie werktuigen leveren voor alle stoffen een grote winst op. De mate waarin is afhankelijk van hoe de elektriciteit wordt opgewekt.

Vermeden externe kosten van luchtverontreiniging en klimaatverandering

Zoals gezegd leidt deze maatregel niet alleen tot reductie van de stikstofdepositie, maar middels lagere NO_x- en PM-emissies ook tot verbetering van luchtkwaliteit en tot lagere CO₂-emissies. De verwachte reducties door de gecombineerde maatregel zijn in 2030 zo'n 1,2 kton NO_x, 0,04 kton PM en 280 kton CO₂. Wanneer deze vermeden emissies worden vermenigvuldigd met gangbare externe kostenfactoren voor de verschillende stoffen, dan zijn de vermeden externe kosten als gevolg van deze additionele baten ca. 120 miljoen EUR in 2030 (bandbreedte 50 tot 200 miljoen), uitgaande van CO₂-prijzen die in lijn liggen met de afspraken uit het Parijsakkoord. De schade aan natuur via stikstofdepositie is daarbij niet meegerekend. Het genoemde bedrag zijn dus extra baten van de maatregel door verbetering van de luchtkwaliteit en vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Dat bedrag is van dezelfde orde grootte als de kosten van de maatregel. In de berekening van de kosteneffectiviteit voor reductie van stikstofdepositie zou met deze additionele baten rekening moeten worden gehouden.

NB: De hierboven genoemde inschatting van vermeden kosten is indicatief. In de effectschatting is geen rekening gehouden met emissies tijdens de productie van de brandstoffen, maar deze zijn beperkt ten opzichte van de directe emissies bij gebruik van de brandstoffen. De NO_x-emissies van de extra elektriciteitsopwekking in 2030 als gevolg van deze maatregel zijn minimaal (0,06 kton). Wanneer additionele effecten en de daarmee vermeden externe kosten zouden worden meegenomen in de beoordeling van de kosteneffectiviteit van maatregelen voor reductie van stikstofdepositie, dan kunnen deze additionele baten in meer detail worden berekend en onderbouwd.

Mogelijke lock-in op Stage V

Er bestaat een risico op lock-in. Als de GWW-sector onder invloed van de eerste component van deze maatregel de komende jaren massaal investeert in Stage V

werktuigen, verkleint dat het marktpotentieel van nul-emissiewerktuigen en ook het draagvlak in de markt om snel op nul-emissie werktuigen over te stappen. De CO₂-winst van Stage V werktuigen is bescheiden in het licht van de huidige klimaatambities. Het Klimaatakkoord zet in op zero-emissie werktuigen. Een alternatief zou kunnen zijn om minimaal Stage IV te verplichten/stimuleren in plaats van Stage V. Daarmee gaat een deel van de emissiereductie van fijn stof en CO₂ verloren, maar de reductie van stikstof is vergelijkbaar met een Stage V verplichting/stimulering.

Borging

Handhaving

Handhaving is lastig omdat er geen kentekenplicht bestaat voor mobiele werktuigen. Het is dus niet eenvoudig om vast te stellen aan welke emissie-eisen een mobiele machine voldoet en of die is uitgerust met een goed werkende SCR-katalysator en roetfilter. In het fiche wordt de bewijslast hiervoor in eerste instantie bij de aannemer gelegd. Een kentekenplicht voor mobiele werktuigen zou handhaving en monitoring van de maatregel sterk vergemakkelijken.

Weglekeffect

Er is mogelijk sprake van een weglekeffect omdat een deel van de machines, die niet voldoen aan de eisen die worden gesteld in projecten waarop deze maatregel wordt toegepast, mogelijk voor andere bouwprojecten ingezet wordt in plaats van versneld het (Nederlandse) park verlaat. In dat geval is dus sprake van verplaatsing van emissies binnen Nederland in plaats van lagere emissies (in Nederland). De omvang van dit effect laat zich niet inschatten. Dit effect is vooral mogelijk met betrekking tot Stage V werktuigen.

De machines die vroegtijdig het Nederlandse park verlaten worden waarschijnlijk geëxporteerd en zullen dus elders emissies veroorzaken. De invloed daarvan op de depositie van stikstof in Nederland is waarschijnlijk gering.

Literatuur met betrekking tot deze bronmaatregelen

Hulskotte, J.H.J. & S.N.C. Dellaert (2020, in voorbereiding), *Mephisto 1.4 gebruikshandleiding Machinery Emissions Prognosis Helped by Information on Sales of Technology and Oils*, Utrecht: TNO.

Ligterink, N., R. Louman, E. Buskermolen & R. Verbeek (2018), *De inzet van bouwmaschinen en de bijbehorende NO_x en CO₂-emissies*, TNO 2018 R10465, Den Haag: TNO.

van Mensch, P., R. Verbeek & R. Louman (2018), *Handelingsperspectief voor duurzaam personenvervoer over water in 2022*, TNO 2018 R10204, Den Haag: TNO

Smeets, W., et al. (2020), *Klimaat- en Energieverkenning, luchtverontreinigende stoffen*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

TNO (2020a), *TNO Kennisinbreng Mobiliteit voor de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2019*, TNO 2019 P12134, Den Haag: TNO.

TNO (2020b), *Haalbaarheidsonderzoek naar de elektrificatie van zware mobiele werktuigen*, TNO/Topsector Logistiek/Spike, 2020

SGS (2017), *Elektrificatie van mobiele werktuigen, Waar blijft de tesla graafmachine?*, SGS Search Consultancy, 2017

5 Maatregel 4: Stimuleringsregeling voor walstroom zeescheepvaart

Auteurs	
Anne Kleijn	CE Delft
Dagmar Nelissen	CE Delft
Anco Hoen	CE Delft
Omschrijving van de maatregel	
<p>Op dit moment worden in het kader van de Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens vijf business cases verkend voor walstroom voor zeeschepen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vier locaties in Rotterdamse haven, en • één locatie in Amsterdamse haven/ IJmuiden. <p>De business cases voor walstroom voor de zeevaart kennen veelal een onrendabele top, dus het is onwaarschijnlijk dat deze maatregelen door de markt genomen zullen worden. Een overheidssubsidie zou de onrendabele top kunnen wegnemen. CE Delft heeft hier in 2020 een onderzoek naar gedaan, zie rapport 'Stimulering van walstroom – Een vergelijkende analyse van drie potentiële stimuleringsmaatregelen' (binnenkort te verschijnen).</p> <p>Naast vaste walstroomaansluitingen wordt door het havenbedrijf Rotterdam nu ook geëxperimenteerd met mobiele walstroomconcepten. Ook hiervoor is geen sluitende businesscase en zou beleid nodig zijn voordat grootschalige uitrol plaats kan gaan vinden. Effecten op NO_x-uitstoot van mobiele walstroomaansluitingen zijn vooralsnog niet te geven en zijn geen onderdeel van de effectschatting in deze factsheet.</p>	
Reductiepotentieel (emissie in kton NH₃ of NO_x)	
<p>Bij vier walstroomlocaties voor RoRo schepen, en één locatie voor cruiseschepen, is de NO_x reductie per jaar per locatie gemiddeld 0,07 kton. Deze verdeling van walstroomaansluitingen over scheepstypen is een aanname, indien de verdeling anders wordt gekozen zal de gemiddelde NO_x-reductie ook anders worden.</p> <p>Verder is als uitgangspunt genomen dat vier van de vijf walstroomvoorzieningen in de Rotterdamse haven worden gerealiseerd (twee in 2021 en één in 2022), en één in IJmuiden (in 2022). Emissiefactoren zijn ontleend aan CE Delft (2020 te verschijnen) en goed in lijn met emissiefactoren uit MARIN (2019).</p> <p>Het totale (indicatieve en potentiële) effect op emissies en deposities voor het Rotterdamse havengebied komt hiermee uit op 0,30 kton NO_x-reductie per jaar en voor het Amsterdamse havengebied/IJmuiden op 0,07 kton NO_x-reductie per jaar. Het is belangrijk om niet te vergeten dat deze potentiële reductie alleen haalbaar is op het moment dat schepen daadwerkelijk uitgerust zijn om gebruik te kunnen maken van walstroom. Op dit moment is maar zeer ten dele het geval. Verder hangt het effect van de maatregel sterk af van de bezettingsgraad van de verschillende walstroompunten.</p>	

Mede op basis van informatie uit interviews met marktpartijen achten berekenen wij bezettingsgraden van 47% voor RoRo-schepen, 7% voor containerschepen en 12% voor cruiseschepen. Omdat zeeschepen relatief vervuילend zijn neemt het NO_x-reductiepotentieel toe als aangenomen wordt dat het aantal calls van schepen hoger wordt.

Gegeven bovengenoemde forse onzekerheden presenteren wij voor de NO_x-effecten een middenwaarde plus een bandbreedte: 0,37 kton vanaf 2022 (bandbreedte 0 tot 0,56 kton). Voor de bovenkant van de bandbreedte is aangenomen dat er twee keer zoveel schepen gebruik maken van de aansluiting of dat elk schip twee keer zoveel NO_x-uitstoot aan de kade, bijvoorbeeld omdat het een groter schip is of een oudere motor heeft. Het verdient aanbeveling om nader te onderzoeken wat de realistische/maximale bezettingsgraad per walstroompunt kan zijn.

Per locatie en per zichtjaar valt het volgende reductiepotentieel te behalen (middenwaarden):

Rotterdam

2020: 0,0 kton NO_x reductie per jaar
 2021: 0,15 kton NO_x reductie per jaar
 2022: 0,30 kton NO_x reductie per jaar
 2023 - 2030: 0,30 kton NO_x reductie per jaar

IJmuiden

2020: 0,0 kton NO_x reductie per jaar
 2021: 0,0 kton NO_x reductie per jaar
 2022: 0,07 kton NO_x reductie per jaar
 2023 - 2030: 0,07 kton NO_x reductie per jaar

Investeringskosten

Onderstaande informatie is gebaseerd op de business cases (bijlage B) uit het CE Delft (2020 te verschijnen) en is geverifieerd met het bedrijfsleven.

Walstroominstallatie bestemd voor RoRo schepen

Investeringskosten installatie landzijde: EUR 1.875.000,-.
 Investeringskosten installatie scheepzijde: EUR 547.000,- per schip.

Walstroominstallatie bestemd voor container schepen

Investeringskosten installatie landzijde: EUR 5.790.000,-.
 Investeringskosten installatie scheepzijde: EUR 825.000,- per schip.

Walstroominstallatie bestemd voor cruise schepen

Investeringskosten installatie landzijde: EUR 4.200.000,-.
 Investeringskosten installatie scheepzijde: EUR 870.000,- per schip.

Jaarlijkse kosten (arbeid, energie, grondstoffen)

Onderstaande informatie is gebaseerd op de business cases (bijlage B) uit het CE Delft (2020 te verschijnen) en is geverifieerd met het bedrijfsleven.

De nationale kosten voor een scenario waarin bovengenoemde vijf walstroominstallaties worden gerealiseerd (vier voor RoRo schepen en één voor cruiseschepen) bedragen rond 6,3 miljoen EUR in 2023 en rond 6,2 miljoen EUR in 2030. Hierbij is rekening gehouden met vier unieke RoRo schepen die jaarlijks telkens 250 keer, en dertig unieke cruiseschepen die jaarlijks telkens drie keer van één walstroominstallatie gebruik maken – dus in totaal met 46 schepen die in walstroomvoorzieningen investeren.

De directe kosten- en batenposten die de nationale kosten ten grondslag liggen zijn als volgt:

- de investerings- en installatiekosten voor de walstroomvoorzieningen aan de kade en op de schepen,
- de bijhorende financieringskosten (3% rente; annuïteit met looptijd van 10 jaar),
- de onderhoudskosten van deze voorzieningen,
- de gebruikskosten van walstroom (excl. energiebelasting), en
- de administratieve kosten voor de overheid en de uitgespaarde brandstofkosten van de schepen aan de kade in Nederland en de uitgespaarde onderhoudskosten voor de hulpmotoren/generatoren die niet maar aan de kade gebruikt worden.

Het verschil van de nationale kosten in 2023 en 2030 kan door de verschillende ontwikkelingen van de brandstofprijs (525 \$/tonne in 2019; ontwikkeling in lijn met die van de prijs van ruwe olie volgens de World Bank Commodity Price Forecast) en de walstroomprijs (70 EUR/MWh in 2019; ontwikkeling in lijn met die van groothandelselektriciteitsprijs volgens KEV 2019) worden verklaard.

Wettelijke aspecten

Uitvoerbaarheid (bestaande techniek)

Het toepassen en gebruik van walstroom is zowel voor de landzijde als voor de scheepszijde van de installatie technisch haalbaar. Er zijn echter relatief hoge aanschafkosten aan verbonden, zowel aan de walzijde als aan de scheepszijde. Zonder stimuleringsmaatregelen is de business case voor geen van de drie scheepstypen sluitend.

Termijn van realisatie (vanaf wanneer kan de reductie gerealiseerd worden)

- Invoertermijn maatregel: eind 2020
- 1^e Effecten maatregel: indicatief kan worden aangenomen dat twee investeringsbeslissingen voor Rotterdam in 2020 kunnen worden genomen (2021 realisatie), en drie beslissingen in 2021 (2022 realisatie), waarvan 1 in IJmuiden.
- Doorlooptijd maatregel: 2020 – 2024.

Neveneffecten (o.a. klimaat/ Schone Lucht Akkoord)

De maatregel draagt ook bij aan luchtkwaliteit doelstellingen (NO_x, PM), klimaatakkoord (CO₂) en daling van geluidemissies.

Concreet gaat dit om:

- 1,9 kton/ jaar CO₂-reductie per te installeren walstroominstallatie.
- 1,95 ton/ jaar PM reductie per te installeren walstroominstallatie.

Totale reducties in Nederland bedragen:

- 9,3 kton CO₂ per jaar bij realisatie van alle 5 walstroompunten.
- 0,01 kton PM per jaar bij realisatie van alle 5 walstroompunten.

Borging

Stimuleringsmaatregelen/ financiële prikkels vanuit de overheid zijn nodig om de business cases voor zowel de walstroominstallatie aan land- als scheepszijde sluitend te krijgen.

Handhaving

Weglekeffect

Literatuur met betrekking tot deze bronmaatregelen

CE Delft rapport 'Stimulering van walstroom – Een vergelijkende analyse van drie potentiële stimuleringsmaatregelen'
CE Delft OPS calculation tool
MARIN (2019) Sea Shipping Emissions 2017: Netherlands Continental Shelf, 12 Mile Zone and Port Areas Final Report.

6 Maatregel 5: Stimuleringsregeling voor elektrisch taxiën in de luchtvaart

Auteurs	
Lisanne van Wijngaarden	CE Delft
Anco Hoen	CE Delft
Omschrijving van de maatregel	
<p>Een deel van de uitstoot van vliegtuigen vindt plaats gedurende het taxiën. Onder taxiën verstaan we het rijden van het vliegtuig van de gate naar de startbaan en het rijden van het vliegtuig van de landingsbaan naar de gate. Op dit moment gebeurt dat middels het eigen motorvermogen van het vliegtuig.</p> <p>Het verplaatsen van het vliegtuig van de gate naar de startbaan is echter ook mogelijk via de TaxiBot, een hybride-elektrische pushback truck ontwikkeld door Israel Aerospace Industries (IAI), Lufthansa LEOS en TLD. De TaxiBot verbruikt slechts 2 tot 15% van de brandstof vergeleken met een taxirit die volledig uitgevoerd wordt op kerosine. Met elektrisch taxiën wordt dus op brandstof, geluid en (luchtvervuilende) uitstoot bespaard.</p> <p>Momenteel is de TaxiBot het enige gecertificeerde en operationele alternatief op de markt om elektrisch te kunnen taxiën. De TaxiBot is sinds 2015 operationeel en wordt o.a. ingezet op de luchthavens van Frankfurt en New Delhi.</p>	
Reductiepotentieel (emissie in kton NH₃ of NO_x)	
<p>De NO_x uitstoot van de taxifase op Schiphol was gedurende de periode 2013-2017 gemiddeld 0,3 kton per jaar (NLR, 2018). Indien de uitstoot even sterk zou toenemen als de CO₂-uitstoot uit de Klimaat en Energieverkenning dan zou die in 2030 0,49 kton bedragen. Dit getal houdt rekening met de verwachte groei van de luchtvaart en schaalte de uitstoot op Schiphol op naar alle Nederlandse luchthavens.</p> <p>Een reductie in NO_x emissies van 70% is mogelijk in 2030, omdat 70% van de vliegtuigen met de TaxiBot kunnen worden bediend (Royal Haskoning DHV, 2019). Dit zou een reductie van maximaal 0,34 kton NO_x in 2030 betekenen.</p> <p>Indien uitgegaan wordt van een lineair ingroeipad, conform (Royal Haskoning DHV, 2019), betekent dit maximaal de volgende hoeveelheden NO_x reductie in de volgende zichtjaren:</p> <p>2021: 0,03 kton, 2022: 0,06 kton, 2025: 0,15 kton, 2030: 0,34 kton</p> <p>Het gaat hier om technische maximale potentiëlen. Bij de bovengenoemde schattingen is nog geen rekening gehouden met het warmdraaien van vliegtuigmotoren. Dit is nodig is om te kunnen opstijgen. Het verdient aanbeveling om te onderzoeken hoeveel brandstofverbruik en NO_x-uitstoot</p>	

<p>gemoeid is met het warmdraaien van motoren indien elektrisch taxiën wordt toegepast. Een deel van de NO_x-reductie zal hierdoor teniet worden gedaan.</p>
<p>Investeringskosten</p> <p>Er is geen officiële informatie bekend over de kosten van de TaxiBot. Volgens twee websites worden de kosten geschat op EUR 1,5 miljoen en \$3 miljoen per voertuig (Robotics Business Review, 2012; News18, 2019).</p> <p>Gemiddeld gaan we uit van EUR 2.250.000 per TaxiBot.</p> <p><i>Ruwe inschatting van aantal TaxiBots dat nodig zou zijn</i></p> <p>In 2019 zijn er ca. 497.000 vliegtuigbewegingen geweest. Per dag zijn dit er ca. 1.360. Daarvan is de helft een start en de helft een landing. Aantal dagelijkse starts is dus 680. 70% daarvan kunnen met taxibot (RHDHV rapport) is 476. Een gemiddelde taxirit is 17 min. 3 min loskoppelen. Plus terugrijden = ca. 30 min per vliegtuig. In een dag kan 1 Taxibot dus maximaal 48 vliegtuigen laten taxiën. Dus op Schiphol zijn (in het meest optimistische geval) 10 TaxiBots nodig. In werkelijkheid zal het aantal groter zijn omdat de vluchten niet gelijk zijn verdeeld over de dag, maar geconcentreerd in piekuren.</p>
<p>Jaarlijkse kosten (arbeid, energie, grondstoffen)</p> <p>Naast investeringskosten veranderen ook energiekosten. Er is minder kerosine nodig maar daar staan extra kosten aan elektriciteit tegenover. De energiebesparing komt in beginsel ten goede aan de luchtvaartmaatschappijen en vallen daarmee buiten de nationale kosten. Het elektriciteitsverbruik en rendement van een Taxibot is niet bekend. Ook is niet bekend wat het huidige energiegebruik is van de taxifase.</p> <p>Uitgaande van een levensduur van tien jaar (expert guess) zouden de jaarlijkse kosten voor tien Taxibots op Schiphol ca. 2,8 miljoen EUR bedragen. Dat is exclusief additionele elektriciteitskosten.</p>
<p>Wettelijke aspecten (indien van toepassing)</p>
<p>Uitvoerbaarheid (bestaande techniek)</p> <p>Het toepassen en gebruiken van de TaxiBot is technisch haalbaar. De TaxiBot is gecertificeerd en operationeel op o.a. de luchthavens van Frankfurt en New Delhi. Het gaat hier echter wel om pilotprojecten. Het is onduidelijk of alle vliegtuigfabrikanten hun vliegtuigen geschikt achten om te worden getrokken middels een TaxiBot.</p>
<p>Termijn van realisatie (vanaf wanneer kan de reductie gerealiseerd worden)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invoertermijn maatregel: begin 2021. • 1^e effecten maatregel. • Doorlooptijd maatregel: 2021 – 2030.
<p>Neveneffecten (o.a. klimaat/ Schone Lucht Akkoord)</p> <p>De maatregel draagt ook bij aan de luchtkwaliteitsdoelstellingen (PM) en vermindert de CO₂-uitstoot.</p>

Mogelijk is er ook een positief effect op geluidsoverlast, maar dit zal beperkt zijn omdat het meeste geluid tijdens start en opstijgen wordt gemaakt.

Borging

Stimuleringsmaatregelen/ financiële prikkels vanuit de overheid zijn nodig om de business case van de TaxiBot sluitend te krijgen. Dit is vooral gelieerd aan het feit dat de kosten van de TaxiBot (aanschafkosten) en de baten (lagere brandstofkosten) niet bij dezelfde partij terecht komen. De pushback trucks worden namelijk niet aangeschaft door de luchtvaartmaatschappijen, maar door de luchthavens zelf.

Een alternatief voor financiële maatregelen is een verplichting of een verbod op taxiën op vliegtuigmotoren.

Handhaving

Weglekeffect

Literatuur met betrekking tot deze bronmaatregelen

News18. (2019, juni 22). Celebi Aviation to invest Rs 354 Crore towards Taxibots for Indian airports. Opgehaald van News18:

<https://www.news18.com/news/auto/celebi-aviation-to-invest-rs-354-crore-towards-taxibots-for-indian-airports-2197085.html>

NLR. (2018). Proxies ruimtelijke verdeling NOX en PM10 luchthaven Schiphol. Amsterdam: Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum.

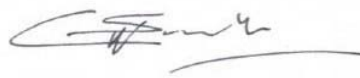
Robotics Business Review. (2012, juli 11). Airline industry can cool its jets with Taxibot. Opgehaald van Robotics Business Review:

https://www.roboticsbusinessreview.com/unmanned/the_airline_industry_can_cool_its_jets_with_taxibot/

Royal Haskoning DHV. (2019). Emissiereductiepotentieel in de Nederlandse Luchtvaart. Amersfoort: Royal Haskoning DHV.

7 Ondertekening

Den Haag, 24 april 2020



Chantal Stroek
Research Manager STL

TNO



Willar Vonk
Auteur