

TNO-rapport

TNO 2021 R11981

**Emissiefactoren wegverkeer: wijzigingen en
uitbreidingen 2021**

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	29 oktober 2021
Auteur(s)	Norbert E. Ligterink, Gerben Geilenkirchen (PBL), Emiel van Eijk en Jessica M. de Ruiter
Exemplaarnummer	2021-STL-RAP-100342201
Aantal pagina's	33 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	lenW
Projectnaam	lenW meet-en monitoring progr 2021
Projectnummer	060.45068

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.

© 2021 TNO

Samenvatting

TNO en PBL publiceren periodiek verschillende sets aan generieke emissiefactoren voor verschillende toepassingen. Dit rapport geeft een overzicht van de verschillende sets emissiefactoren voor wegverkeer in Nederland die in 2021 zijn gepubliceerd door TNO en PBL. Daarnaast wordt toegelicht hoe de emissiefactoren tot stand komen en waarom de emissiefactoren in de verschillende sets soms van elkaar kunnen verschillen.

De opgeleverde sets emissiefactoren betreffen:

- SRM emissiefactoren voor snelwegen en niet snelwegen;
- Emissiefactoren voor vracht- en bestelverkeer in milieuzones in de stad;
- Specifieke emissiefactoren voor bussen met onderscheid naar technologie;
- Emissiefactoren voor de Integrale Mobiliteitsanalyse 2021;
- AERIUS 2035 emissiefactoren.

De emissiefactoren in deze sets geven, voor een bepaald type wegvoertuig, de gemiddelde uitstoot van een aantal milieuverontreinigende stoffen per afgelegde voertuigkilometer voor een gemiddelde verkeersstroom weer. De verschillende sets bevatten emissiefactoren voor voorgaande jaren, het heden en óók voor een aantal toekomstige jaren. Met de emissiefactoren kan de bijdrage van het wegverkeer aan lokale concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen worden berekend. Bovendien kan met de emissiefactoren de lokale bijdrage van wegverkeer aan de depositie van stikstof worden berekend, zoals dat onder andere wordt gedaan met het rekenmodel Aerius.

De emissiefactoren worden berekend op basis van inzichten en verwachtingen over de samenstelling van het wegverkeer in voorgaande jaren, het huidige jaar en van het toekomstige wegverkeer in Nederland. Om tot geaggregeerde emissiefactoren te komen wordt bovendien rekening gehouden met de verschillende kilometrages en de gemiddelde uitstoot per gereden kilometer van een groot aantal verschillende voertuigtypen binnen een bepaalde geaggregeerde klasse.

Bottom-up methodiek

Inzichten over de samenstelling van het wegverkeer uit voorgaande jaren worden sinds twee jaar door CBS en TNO berekend per individueel kenteken. Deze bottom-up methodiek geeft per voertuig in het Nederlandse wagenpark inzicht in het afgelegde aantal kilometers. Door deze inzichten te combineren met de gedetailleerde emissiefactoren voor een groot aantal typen voertuigen ontstaat een nauwkeurig beeld van de totale uitstoot door wegverkeer in Nederland. Op basis van deze detailinformatie zijn vervolgens geaggregeerde emissiefactoren afgeleid voor 2018 en 2019. Het jaar 2020 was nog niet beschikbaar in het voorjaar van 2021.

Aanpassingen in 2021

In 2021 zijn er een aantal aanpassingen gedaan aan de emissiefactoren ten opzichte van de cijfers uit 2020. Deze aanpassingen zijn gebaseerd op nieuwe inzichten uit meetprogramma's. In 2020, bijvoorbeeld, werd het voor het eerst duidelijk wat het effect van RDE-wetgeving is op praktijkemissies van dieselauto's. Dit heeft geleid tot aanpassing van de NO_x, NH₃, en N₂O emissiefactoren van de laatste generatie dieselauto's en bestelauto's.

De prognoses voor de toekomstige samenstelling van het wagenpark in Nederland zijn afkomstig uit de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (voor zichtjaren 2025 en 2030) en uit de WLO Quick Fix (zichtjaren 2035, 2040 en 2050). Door verdere verjonging van het wagenpark, aangescherpte emissiewetgeving en verdere groei van het aantal elektrische voertuigen daalt de uitstoot van milieuverontreinigende stoffen naar verwachting relatief snel tot 2030. Het tempo van daling zwakt daarna af, naarmate de relatief oude en vervuilende voertuigen in steeds grotere mate uit de vloot zijn verdwenen. Door verdergaande elektrificatie blijft ook na 2030 sprake van een daling. De mate waarin is onzeker en varieert tussen de verschillende scenario's uit de WLO.

De SRM-emissiefactoren die in het voorjaar van 2021 zijn vastgesteld door TNO en PBL en die in deze rapportage worden toegelicht, zijn gebaseerd op de wagenparkprognoses voor 2025 en 2030 uit de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (KEV 2020). In oktober 2021 heeft PBL de KEV 2021 gepubliceerd, met daarin nieuwe wagenparkprognoses voor de periode tot 2040. In de KEV 2021 is, met name bij het bestel- en vrachtautoverkeer, een snellere instroom van elektrische voertuigen geraamd dan in de KEV 2020 was voorzien, onder andere omdat de in het Klimaatakkoord afgesproken invoering van milieuzones voor stadslogistiek in de KEV 2021 zijn meegenomen. Deze nieuwe wagenparkprognoses worden verwerkt in de SRM-emissiefactoren van maart 2022.

Aandachtspunten

In de komende jaren zullen een aantal nieuwe ontwikkelingen een weerslag hebben in de emissiefactoren. In het bijzonder zal de Euro-7 wetgeving en de concreetheid van de details in de Europese Green Deal, zoals Fit-for-55, een weerslag hebben in de verschoning en elektrificatie van het wagenpark. Tegelijkertijd zijn er taken bij de nationale overheid neergelegd om te voorkomen dat de nieuwste generaties voertuigen in de loop van de tijd minder gaan presteren door gebrek aan toezicht, in de vorm van In-Service Conformity testing, markttoezicht, en In-Service Verification testen voor CO₂. Het is nog onbekend of deze taken doeltreffend worden opgepakt.

Daarnaast is er een groeiend aandeel van de emissies van voertuigen op de weg door slecht onderhoud, onopgemerkte defecten en tampering. Een effectieve APK test bestaat er alleen voor diesel roetfilters. Verder is de handhaving op tampering (nog) beperkt. In Euro-7 is er beperkt aandacht voor dit probleem.

Rijgedrag

Sinds het laatste onderzoek naar rijgedrag uit 2015 is er veel veranderd op de weg, met de brede 100 km/u limiet maatregel op de snelweg, in maart 2020, aanpassingen aan trajectcontroles en het boetebeleid, en de bredere invoering van 30 km/u wegen in steden. Van al deze verkeerssituaties is onbekend of rijgedrag en de emissies niet wezenlijk anders zijn dan de groep verkeerssituaties waar ze nu onder geschaard worden. Ook het toegenomen motorvermogen kan het rijgedrag hebben veranderd.

Specifieke situaties en definities

Uit verkennende analyses van verkeersdata (o.a. Iusdata) blijkt dat in specifieke situaties (file, stadsverkeer etc.) aandelen van bepaalde voertuigtypen onder- of overschat worden. Dit kan resulteren in over- of onderschattingen van emissies voor betreffende situaties.

Specifiek onderzoek naar de verkeerssamenstelling, bijvoorbeeld door inzet van kentekencamera's, wordt aanbevolen om onzekerheden te verkleinen.

Verder blijken de koelaggregaten op vrachtwagens, trailers en opleggers een significante bijdrage te geven aan de totale uitstoot van NO_x en fijnstof. Deze bijdrage is nog niet verdisconteerd in SRM-sets omdat niet goed bekend is waar deze emissies voornamelijk plaatsvinden.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	6
2	Wijzigingen in emissiefactoren en voertuigcategorieën	10
2.1	Wijzigingen in emissiefactoren	10
2.2	Wijziging van voertuigcategorieën.....	13
3	Gerealiseerde jaren via bottom-up methodiek	15
3.1	Activiteitendata CBS	15
3.2	Emissiefactoren TNO.....	16
3.3	Resultaten 2018 en 2019	17
4	Prognoses samenstelling wegverkeer uit KEV en WLO	18
4.1	Prognoses voor 2025 en 2030 uit de KEV2020	18
4.2	Prognoses voor 2035, 2040 en 2050 uit de WLO <i>quick fix</i>	21
5	Opgeleverde emissiefactoren	23
5.1	SRM emissiefactoren voor snelwegen en niet snelwegen	23
5.2	Milieuzones.....	23
5.3	Bussenknop	25
5.4	Emissiefactoren Integrale Mobiliteitsanalyse 2021	26
5.5	AERIUS 2035 emissiefactoren	27
6	Doorkijk en aandachtspunten	29
7	Literatuur	31
8	Ondertekening	33

1 Inleiding

TNO en het PBL publiceren jaarlijks een set generieke emissiefactoren voor het wegverkeer in Nederland. Deze emissiefactoren geven de gemiddelde uitstoot van een aantal milieuverontreinigende stoffen per afgelegde voertuigkilometer voor een gemiddelde verkeersstroom. De set bevat emissiefactoren voor het heden en voor een aantal toekomstige jaren. Met de emissiefactoren kan de bijdrage worden berekend van het wegverkeer aan lokale concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen. Ook kan met de emissiefactoren de lokale bijdrage van wegverkeer aan de depositie van stikstof worden berekend, zoals dat onder andere wordt gedaan met het rekenmodel Aerius. Conform artikel 66 van de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 publiceert de Minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) jaarlijks vóór 15 maart de emissiefactoren voor het voorafgaande kalenderjaar en prognoses tot en met het jaar 2030. De voorliggende rapportage beschrijft de emissiefactoren die op 15 maart 2021 door het Ministerie van IenW zijn gepubliceerd.

De Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 bevat twee standaardrekenmethoden (SRM) voor de berekening van concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen: SRM1 en SRM2. Als implementatie van SRM1 en SRM2 zijn modellen ontwikkeld die de effecten berekenen van de emissies van wegverkeer op de lokale luchtkwaliteit. Deze modellen maken gebruik van de emissiefactoren van TNO en PBL. In lijn daarmee publiceren TNO en PBL twee sets emissiefactoren: één voor stads- en buitenwegen (niet-snelwegen) en één voor snelwegen. Deze emissiefactoren worden in het vervolg van dit rapport aangeduid als de SRM-emissiefactoren.

Naast deze jaarlijks terugkerende set SRM-emissiefactoren voor de monitoring van het luchtkwaliteit- en depositiebeleid hebben TNO en PBL in 2021 een aantal andere opleveringen gedaan van getallen die samenhangen met de SRM-emissiefactoren. In het kader van de aandacht voor de stikstofproblematiek en de Integrale Mobiliteitsanalyse (IMA) die voor het Ministerie van IenW is gemaakt, zijn er verschillende datasets opgeleverd die vergelijkbaar zijn met de SRM-emissiefactoren, maar op detail afwijken in methodiek en toepassing. Deze dataleveringen worden ook toegelicht in de voorliggende rapportage.

In dit rapport komen de volgende datasets aan bod:

1. SRM-emissiefactoren voor historische jaren 2018 en 2019, gebaseerd op data van CBS over het daadwerkelijk gereden aantal kilometers in Nederland per voertuigcategorie. Deze cijfers voor 2018 en 2019 zijn door RIVM gebruikt om de SRM-emissiefactoren voor het jaar 2020 af te leiden.
2. SRM-emissiefactoren voor de prognosejaren 2025 en 2030, gebaseerd op ramingen van de toekomstige samenstelling van het wegverkeer die door PBL in het kader van de jaarlijkse Klimaat- en Energieverkenning (KEV) worden gemaakt, waarin de effecten van het huidige vastgestelde beleid zijn verwerkt.
3. Emissiefactoren voor milieuzones in binnensteden voor de jaren 2025 en 2030. Hiermee kan de invloed op de luchtkwaliteit worden berekend van het wegverkeer in milieuzones.

4. Emissiefactoren voor stikstof (ammoniak en stikstofoxiden) voor specifiek het jaar 2035. De jaarlijkse SRM-set bevat prognoses voor 2025 en 2030. Bij de besluitvorming over nieuwe weginfrastructuurprojecten is echter behoefte om de invloed op stikstofdepositie te kunnen bepalen in latere jaren. Daarom is ook een set emissiefactoren van de voor stikstofdepositie relevante stoffen afgeleid voor het jaar 2035.
5. Emissiefactoren voor stikstof en fijnstof voor 2040 en 2050 ten behoeve van de Integrale Mobiliteitsanalyse (IMA) van het Ministerie van IenW. Deze set is methodisch vergelijkbaar met de SRM-set maar kent andere zichtjaren en een andere indeling in voertuigcategorieën. Dit wordt hierna verder toegelicht.

Al deze leveringen zijn gebaseerd op de laatste inzichten over emissieniveaus en activiteitsniveaus (omvang wagenpark en kilometrages) van meer dan 400 verschillende typen wegvoertuigen. Deze inzichten worden jaarlijks verzameld en vastgesteld door de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de Nederlandse Emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl). De taakgroep brengt kennis en data samen vanuit TNO, CBS en PBL. De leveringen die in 2021 zijn gedaan, zijn gebaseerd op de emissiedata van de taakgroep verkeer die begin 2021 is vastgesteld. De methoden hiervoor zijn beschreven in Geilenkirchen et al. (2021).

Tabel 1 geeft een overzicht van de drie sets emissiefactoren die in 2021 zijn uitgeleverd. De emissiefactoren voor milieuzones zijn een afgeleide van de reguliere SRM-emissiefactoren en sluiten daar qua indeling bij aan. Die zijn daarom niet apart in de tabel opgenomen.

Tabel 1: Overzicht emissiefactorensets.

	SRM-emissiefactoren	Emissiefactoren 2035	Emissiefactoren IMA
Jaren	2018*, 2019*, 2025, 2030	2035	2018, 2040, 2050
Voertuigcategorieën	Licht wegverkeer Middelzwaar wegverkeer Zwaar wegverkeer Autobussen	Licht wegverkeer Middelzwaar wegverkeer Zwaar wegverkeer	Personenauto's Bestelauto's Middelzwaar wegverkeer Zwaar wegverkeer
Milieuverontreinigende stoffen	NO _x , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , EC, NH ₃ , CO, VOS	NO _x , NO ₂ , NH ₃	NO _x , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , EC, NH ₃ , CO, VOS, CO ₂
Bron wagenparkprognoses	KEV (*van ER/CBS)	WLO	WLO

Voertuigcategorieën

In de set SRM-emissiefactoren worden de volgende voertuigcategorieën onderscheiden:

- Licht wegverkeer: personenauto's, bestelauto's en motorfietsen;
- Middelzwaar wegverkeer: vrachtauto's met een maximale massa van 20 ton en touringcars;
- Zwaar wegverkeer: trekker-opleggercombinaties en vrachtauto's met een maximale massa hoger dan 20 ton.
- Lijnbussen, in het openbaar vervoer.

Deze indeling sluit aan bij die van de meeste verkeersmodellen die in Nederland in omloop zijn. Er worden alleen aparte SRM-emissiefactoren voor lijnbussen berekend voor stadswegen. Vanwege het minimale aandeel van lijnbussen in de verkeersstroom op buitenwegen en snelwegen zijn de lijnbussen in de SRM-emissiefactoren voor die wegtypen inbegrepen bij het middelzware wegverkeer.

De set emissiefactoren voor de IMA hanteert een afwijkende indeling in voertuigcategorieën. Deze set bevat aparte emissiefactoren voor personenauto's en voor bestelauto's. Dit sluit aan bij de indeling van het nieuwe Landelijk Modelsysteem verkeer en vervoer (LMS), het model dat in de IMA is gebruikt voor de prognoses van de groei van het wegverkeer.

Wegcategorieën en verkeerssituaties

Het emissieniveau van een verkeersstroom hangt sterk samen met de rijomstandigheden op de weg. Dit gaat bijvoorbeeld om de gemiddelde rij snelheid, maar ook de dynamiek in de verkeersstroom.

De SRM-set bevat daarom emissiefactoren voor elf verschillende combinaties van weg categorie, snelheidsregime en/of doorstromingsniveau:

- Stadswegen: normaal verkeer, stagnerend verkeer, doorstromend verkeer
- Buitenwegen: gemiddelde situatie
- Snelwegen: aparte emissiefactoren voor de snelheidsregimes: 80 km/u met en zonder strenge handhaving (MSH, ZSH), 100 km/u met en zonder strenge handhaving, 120 km/u, 130 km/u en congestie (file).

Aan ieder van deze categorieën liggen inzichten en metingen ten grondslag over de verkeersafwikkeling op deze typen wegen. Gezien het meer verkennende en lange termijn karakter van de IMA bevat de set emissiefactoren voor de IMA alleen kentallen voor een gemiddelde stadsweg, buitenweg en snelweg.

Milieuverontreinigende stoffen

Alle sets emissiefactoren bevatten kentallen voor de volgende stoffen:

- Fijnstof: in de vorm van PM₁₀, PM_{2.5} en EC (roet; 'elemental carbon'). De kentallen voor PM₁₀ en PM_{2.5} bevatten zowel de bijdrage uit verbrandingsprocessen (uitlaatmissie) als die van slijtage door banden, remmen en wegdek.
- Stikstof: stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH₃) en stikstofdioxide (NO₂), als onderdeel van NO_x. Voor luchtkwaliteitsmodellering is het relevant om te weten welk deel van de NO_x-uitstoot direct als NO₂ wordt geëmitteerd.
- Overig: koolmonoxide (CO) en Vluchtige Organische Stoffen (VOS).

Specifiek voor de IMA heeft PBL ook gemiddelde emissiefactoren berekend voor koolstofdioxide (CO₂). Deze zijn beschreven in Van Meerkerk et al. (2020).

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit rapport worden de belangrijkste wijzigingen beschreven in de onderliggende detailemissiefactoren voor de verschillende voertuigcategorieën die door TNO worden onderscheiden.

Deze detailemissiefactoren liggen aan de basis van de emissietotalen die door de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de Emissieregistratie worden berekend, aan de emissieramingen die PBL tweejaarlijks in het kader van de KEV publiceert (PBL et al., 2020a) en aan de verschillende sets aan generiek emissiefactoren die in dit rapport worden beschreven.

Hoofdstuk 3 beschrijft de emissiecijfers voor de historische jaren 2018 en 2019 van de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de Emissieregistratie die begin 2021 zijn vastgesteld. Hoofdstuk 4 beschrijft de wagenparkprognoses van PBL uit de KEV en WLO. In hoofdstuk 5 worden vervolgens de SRM-emissiefactoren voor 2021 gepresenteerd en wordt beschreven op welke punten die afwijken van de SRM-emissiefactoren uit 2020. Tevens worden de emissiefactoren voor milieuzones en de input die door TNO is geleverd voor de zogeheten 'bussenknop' toegelicht. Twee andere datasets die in hoofdstuk 5 beschreven worden zijn de emissiefactoren die voor de IMA zijn opgeleverd en de emissiefactoren voor 2035 voor stikstofdepositie. Hoofdstuk 6 geeft een doorkijk naar actuele ontwikkelingen en inzichten en beschrijft een aantal aandachtspunten onzekerheden in de emissiefactoren.

2 Wijzigingen in emissiefactoren en voertuigcategorieën

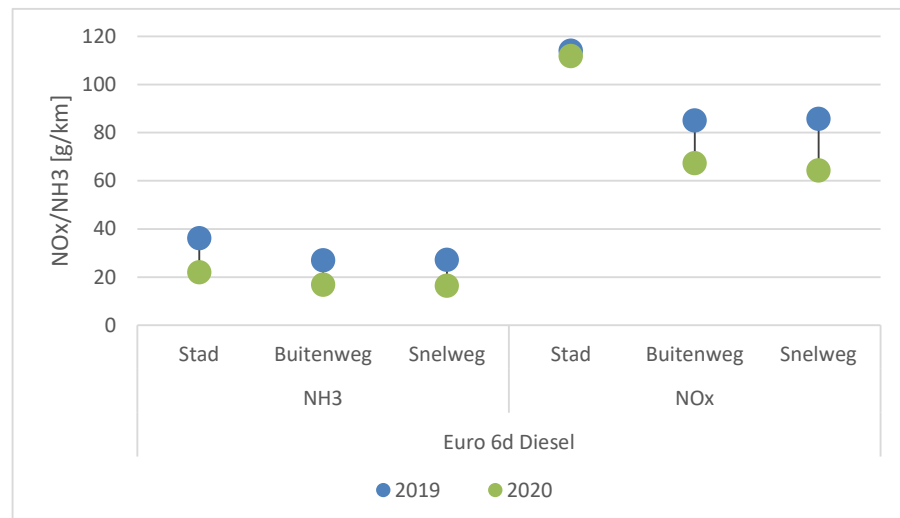
2.1 Wijzigingen in emissiefactoren

Licht wegverkeer

Op basis van metingen en internationale studies zijn wijzigingen doorgevoerd in de detail emissiefactoren. Deze aangepaste detail emissiefactoren zijn eind 2020 opgeleverd en vormen de basis voor de geaggregeerde emissiefactoren die in het eerste kwartaal van 2021 zijn uitgeleverd.

De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd:

1. De NO_x en NH₃ emissies van de laatste generatie dieselauto's, Euro-6d-Temp¹ zijn naar beneden bijgesteld op basis van nieuwe metingen. De NH₃ uitstootrisico's lijken niet hetzelfde bij alle autofabrikanten. Een aantal van de eerste auto's van de nieuwste generatie, RDE-compliant Euro-6d-temp, lieten hoge NO_x emissies zien. Maar een jaar later hadden alle fabrikanten RDE-compliant voertuigmodellen, en lijken óók de kinderziektes met betrekking tot NH₃ uitstoot die in de eerste modellen zaten grotendeels verholpen. Hierdoor hebben de benzineauto's de hoogste NH₃ emissiefactoren. Maar details daarin zijn beperkt vanwege de complexe meetmethodiek voor de niet-reglementeerde stoffen zoals NH₃, zodat veel metingen, in het laboratorium gedaan worden. In onderstaande figuur 1 worden de aanpassingen van emissiefactoren van zowel NO_x als NH₃ van 2019 naar 2020 gerepresenteerd. Voor benzineauto's is het onderscheid in wetgeving niet relevant.



Figuur 1: Emissiefactoren NO_x en NH₃ van de laatste generatie dieselauto's, bijgesteld op basis van recente metingen.

¹ Emissions of five Euro 6d-Temp Light Duty diesel vehicles, TNO rapport 2020 R12024.

2. Met de invoering van de deeltjestest voor dieselauto's in de APK is het effect van kapotte en verwijderde roetfilters weggelaten.² Er is geen verbod op het verwijderen van een roetfilter voor veel van de dieselvoertuigen, maar daarmee valt het voertuig wel in een hoger belastingtarief, met de fijnstof toeslag. De combinatie van de test en de belasting is naar verwachting afdoende voor veel gevallen. In de APK test wordt de concentratie deeltjes gemeten bij stationair draaien.³ Hiermee kan worden vastgesteld of het roetfilter functioneert, omdat het deeltjesaantal met een factor 10 of meer stijgt bij een defect of verwijderd roetfilter. De aanname van 5% defect of verwijderd heeft daarmee grote bijdrage aan de totale emissies van deze groep, maar de gemiddelde emissieniveaus voor dieselvoertuigen met een roetfilter waren laag en zijn nu nog lager.
3. De NO_x emissies van oudere benzineauto's zijn naar beneden bijgesteld, en verder gedifferentieerd naar wegtype.⁴ Initieel was de inschatting dat benzineauto's ouder dan 15 jaar soms (~6%) defecten hebben die tot zeer hoge emissies leiden.⁵ Na meer metingen zijn er minder zeer hoge emissies (> 1000 mg/km) gevonden, maar wel een aandeel met verhoogde emissies (> 300 mg/km). Deze emissies lijkt hoger te zijn in de stad, dan op de buitenweg en snelweg. Remote sensing metingen bevestigen dit beeld.⁶ In de bottom-up aanpak voor het berekenen van de emissies door wegverkeer in Nederland, die in hoofdstuk 3 wordt toegelicht, wordt niet langer de leeftijd van het voertuig gebruikt als proxy voor de mate van veroudering, maar de daadwerkelijke tellerstand van het voertuig. Indien die boven 150.000 kilometer komt wordt een zekere mate van veroudering verondersteld. In voorgaande jaren werd dit effect van veroudering alleen toegepast bij benzineauto's van milieuklassen t/m Euro-5. Dit jaar is op basis van nieuwe metingen ook bij Euro-6 auto's een zekere mate van veroudering verondersteld. Er is geen aanpassing van techniek, wetgeving of beleid dat deze problemen bij Euro-6 voorkomt. Deze bijstelling heeft vooral impact op de generieke emissiefactoren voor zichtjaren 2030 en later, omdat op dat moment een groot deel van het benzineautopark uit Euro-6 voertuigen bestaat.
4. Met betrekking tot tampering van vrachtwagens, waar de SCR uitgeschakeld wordt, is initieel aangenomen dat met de brief van de minister dit aangepakt ging worden. De concrete plannen, waarschijnlijk een taak van de Inspectie Leefomgeving en Transport, zijn tot nu toe nog niet uitgewerkt, en de laatste inzichten zijn dat tampering nog een blijvend probleem is. Dit is dan ook meegenomen in de generieke emissiefactoren, zoals is beschreven in hoofdstuk 4.

² Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, van 12 januari 2021, nr. IENW/BSK-2020/125046, tot wijziging van de Regeling voertuigen voor invoering van de APK-roetfiltercontrole met deeltjesteller, Staatscourant 2021, 2214.

³ Investigation into a Periodic Technical Inspection (PTI) test method to check for presence and proper functioning of diesel particulate filters in light-duty diesel vehicles. Part 2, TNO rapport 2017 R10530, en Follow-up research into the PN limit value and the measurement method for checking particulate filters with a particle number counter, TNO rapport 2020 R10006.

⁴ On road emissions of 38 petrol vehicles with high mileages, TNO rapport 2020 R11883.

⁵ Emissions of twelve petrol vehicles with high mileages, TNO rapport 2018 R11114.

⁶ Analysis of the 2019 Flemish remote sensing campaign, Report 2020 Vlaams Planbureau voor Omgeving, Brussel (TNO ID 956394).

5. Zware voertuigen die veel in de stad opereren en daarbij beperkte snelheden hebben, of veel stilstaan, zijn nu als aparte groep utiliteitsvoertuigen toegevoegd aan de rapportages, met eigen emissiefactoren, die voor NO_x substantieel hoger zijn dan vergelijkbare voertuigen die vooral voor goederentransport worden gebruikt. Deze groep utiliteitsvoertuigen omvat onder andere: kiepwagens, vuilniswagens, veegmachines, kolkenzuigers, en mobiele kranen.⁷
6. Slijtage-emissies, PM₁₀ en PM_{2.5}, van remmen, banden, en wegdek zijn aangepast, en proportioneel gemaakt aan het gewicht van het voertuig. De slijtage-emissies nemen daarmee over de jaren toe, door toenemend gewicht. De rememissies elektrische voertuigen zijn weggelaten vanwege regeneratief remmen, maar de andere slijtage emissies zijn gemiddeld hoger vanwege het hogere gewicht.
7. Koelaggregaten zijn toegevoegd als aparte emissiebron, op basis van registraties van vrachtwagens, trailers, en opleggers met een koeling. Deze worden nog niet aan de weg toegedeeld.⁸
8. Voor gemiddelde emissiefactoren voor de snelweg, is er een aanpassing gemaakt van de aandelen van de verschillende snelheidslimieten, voor de jaren vanaf 2020 met de introductie van de brede 100 km/h snelheidslimiet op de snelwegen overdag.
9. N₂O emissiefactoren zijn verhoogd, vooral voor dieselauto's, vanwege de vorming van N₂O als bijproduct in NO_x reductie in de SCR (Selective Catalyst Reaction), bij de laatste generatie dieselauto's. Recent wordt dat in verschillende projecten, zoals H2020 GVI⁹, GreenNCAP¹⁰, Euro-7 (CLOVE), FTIR feasibility studies,¹¹ gemeten, omdat het een kandidaat is om vanaf 2025 gereguleerd te worden. Deze rapportages zijn over het algemeen nog niet openbaar. De resultaten doen af aan het klimaat voordeel van dieselauto's ten opzichte van benzineauto's. Lachgas, N₂O, is een sterk broeikasgas, en voor moderne dieselauto's is N₂O nu ongeveer 5% van hun totale bijdrage aan het klimaatprobleem. Op basis van de vijfde bijstelling van de UNFCCC is N₂O een broeikasgas dat 265 keer sterker is dan CO₂. Dus 4 mg/km N₂O vertaald naar ruim 1 g/km CO₂-equivalent. N₂O wordt tot dusverre alleen als broeikasgas gezien, en worden niet algemeen uitgeleverd als emissiefactoren. Aanwijzingen van milieuschade, bijvoorbeeld bij de ozonvorming, door N₂O zijn beperkt. In onderstaande figuur 2 worden de aanpassingen van emissiefactoren van 2019 naar 2020 gerepresenteerd:

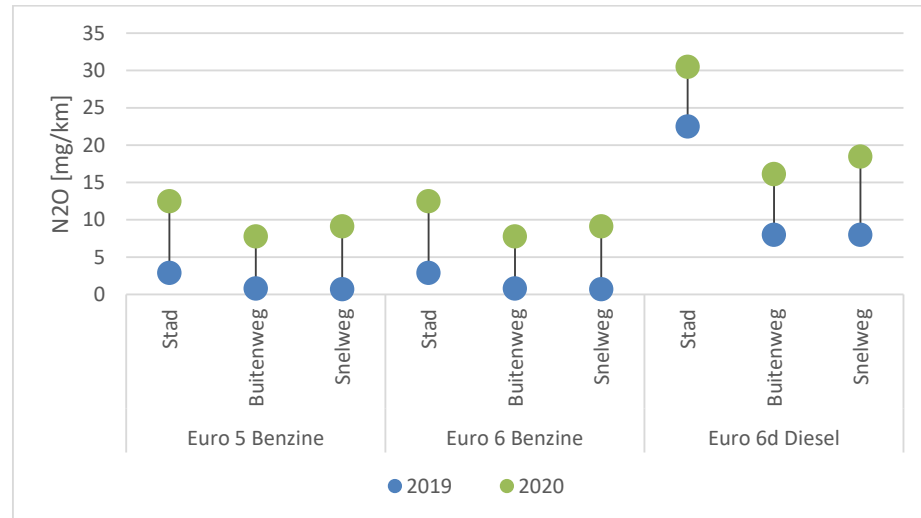
⁷ Dutch In-service emissions testing programme for heavy-duty vehicles 2019-2020, TNO rapport 2021 R10121.

⁸ Real-world emissions of non-road mobile machinery, TNO report 2021 R10221.

⁹ <https://www.gvi-project.eu/>

¹⁰ <https://www.greenncap.com/>

¹¹ On-road emission measurements beyond type approval PEMS, TNO & Univ. Prague conference paper, Transport and Air Pollution conference, 2020 (on-line)



Figuur 2: Emissiefactoren van lachgas (N₂O), een sterk broeikasgas, op basis van internationale studies.

2.2 Wijziging van voertuigcategorieën

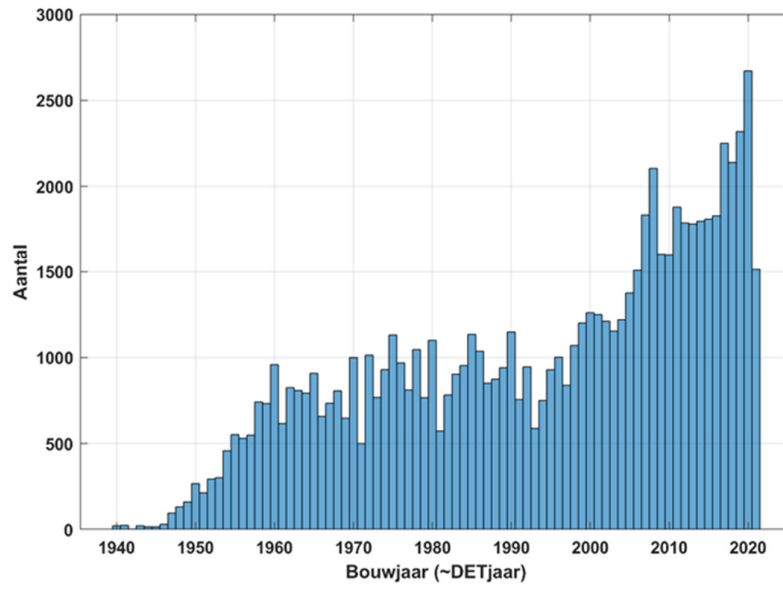
Los van de emissiefactoren zijn er in de voertuigcategorieën aanpassingen geweest, deels ook om een consistent beeld te hebben voor de bottom-up aanpak van CBS (zie ook hoofdstuk 3):

1. Onderscheid van twee soorten dual-fuel voertuigen, op basis van tankgrootte, en het daarmee verwachte gebruik van de verschillende brandstoffen.
2. Onderscheid tussen ongelede en geleden bussen, vooral voor CO₂ uitstoot. Omdat de motor van de gelede bus relatief klein is, werkt de uitlaatgasnabehandeling beter, en zijn de NO_x emissies vergelijkbaar.
3. Onderscheid tussen openbaar vervoer bussen (hoofdzakelijk in de stad en buitenweg) en toerbussen (ook veel op de snelweg).
4. Alle lichte voertuigen, motorfietsen, tricycles, en quads op kenteken toegevoegd naar de voertuigcategorieën, op basis van de bijbehorende emissiewetgeving.
5. Het identificeren van koelaggregaten op vrachtwagens, trailers, en opleggers, voor een bottom-up aanpak van emissies van deze bron.
6. Verbeterde herkenning van plug-in voertuigen in de RDW-database.
7. Verschuiven van de grens tussen middelzwaar en zware voertuigen verschoven van 19 ton naar 19,5 ton maximaal voertuiggewicht, om de twee-assen vrachtwagens beter in middelzwaar te laten vallen.
8. Verruiming van de definitie van lichte trekkers, om alle lichte trekkers te herkennen, ook de oudere voertuigen waar de omschrijving ontbreekt in de registratie.
9. Start van monitoring van mobiele werktuigen op kenteken, en indeling in categorieën.

TNO, 02-Apr-2021



NL Non-road Mobile Machine bouwjaar verdeling (TNO RDW OD 1/4/2021)



Figuur 3: Leeftijdsopbouw van rijdende mobiele werktuigen, op 1 april 2021 drie maanden na opening van de registratie van deze langzame wegvoertuigen.

3 Gerealiseerde jaren via bottom-up methodiek

De emissies van het wegverkeer in Nederland in historische jaren worden jaarlijks door TNO en CBS berekend in het kader van Emissieregistratie project (www.emissieregistratie.nl). Sinds 2019 wordt hiervoor een methodiek gebruikt waarbij emissies per individueel kenteken worden berekend voor ieder voertuig in het Nederlandse wagenpark. De resulterende emissietotalen zijn gebruikt om de generieke (SRM-)emissiefactoren af te leiden voor de jaren 2018 en 2019. Deze 'bottom-up' methodiek voor het berekenen van emissies door wegverkeer wordt daarom kort toegelicht in dit hoofdstuk. Deze methodiek is verder ontwikkeld uit een aanpak voor CO₂-emissies.

3.1 Activiteitendata CBS

De activiteitendata voor het berekenen van de emissies door wegverkeer wordt jaarlijks door het CBS verzameld. CBS gebruikt hiervoor data van de RDW over de omvang en samenstelling van het Nederlandse wagenpark. Ook krijgt CBS van de RDW de tellerstanden van alle in Nederland geregistreerde auto's. Met deze tellerstanden wordt door CBS voor alle Nederlandse voertuigen met een kilometerteller het jaarkilometrage berekend in het betreffende jaar. Deze kilometrages per individueel kenteken liggen aan de basis van de bottom-up emissieberekening voor wegverkeer.

Om tot de totale kilometrages te komen voor het Nederlandse grondgebied doet het CBS een correctie voor het aandeel van de kilometers van Nederlandse voertuigen dat in het buitenland is gereden. Tevens wordt een schatting gedaan van het aantal kilometers dat door buitenlandse voertuigen in Nederland is afgelegd in het betreffende jaar. Deze aanpak wordt beschreven in Geilenkirchen et al. (2021).

Verdeling kilometrages over wegtypen

Bij het berekenen van de nationale totalen van de emissies door wegverkeer wordt onderscheid gemaakt naar drie wegtypen: stadswegen, buitenwegen en snelwegen. Het rijgedrag en de rijsnelheden variëren sterk op die drie wegtypen, daarom liggen de emissieniveaus ook wezenlijk anders. De totale kilometrage per voertuig zoals die door CBS worden berekend moeten voor de emissieberekening daarom worden verdeeld over deze drie wegtypen. Deze verdeling hangt voor een willekeurig voertuig sterk samen met het jaarkilometrage. Voertuigen die veel kilometers rijden doen dat meer op de snelweg, en voertuigen met lagere jaarkilometrages doen dat vooral in de stad. Concreet betekent dit dat op de snelweg gemiddeld genomen relatief veel jonge (diesel)auto's rijden, terwijl op stadswegen relatief oude auto's en naar verhouding relatief veel benzineauto's rijden. Dat heeft een substantieel effect op milieu en klimaat. Met de introductie van de nieuwe bottom-up methodiek kan dit effect nu goed in de emissieberekening worden meegenomen. TNO heeft hiervoor formules afgeleid die zijn gebaseerd op kentekenonderzoek op de verschillende typen wegen. Deze formules beschrijven de relatie tussen het jaarkilometrage en de bijbehorende wegtypeverdeling.

Voor personenauto's zijn deze formules gebruikt:

Tussen de 5.000 km en 50.000 km:

- Stad aandeel [%] = $0.46468 - 1.411 \times 10^{-5} * jrkm + 1.4092 \times 10^{-10} * jrkm^2$
- Snelweg aandeel [%] = $0.23964 + 1.0711 \times 10^{-5} * jrkm - 8.0114 \times 10^{-11} * jrkm^2$
- Buitenweg aandeel [%] = $100\% - \text{stad}[\%] - \text{snelweg}[\%]$

Boven de 50.000 km:

- Een vaste verdeling gelijk aan die van $jrkm = 50.000$ km

Onder de 5.000 km:

- Een vaste verdeling gelijk aan die van $jrkm = 5.000$ km.

Voor bestelauto's en vrachtauto's gebruiken we de verdelingen zoals deze volgen uit de kentekenonderzoeken met vaste percentages voor voertuigcategorieën. Met deze aanpak wordt per voertuig de verdeling van het kilometrage over de drie wegtypen gebruikt. Het ontbreekt op dit moment aan een goed inzicht over hoe het totale wegverkeer in Nederland is verdeeld over deze drie wegtypen. Het laatste onderzoek naar deze verdeling vond plaats in 2016 (TNO R10517, 2017), maar zijn grotendeels nog getallen aangehouden uit 2010 (Goudappel Coffeng, 2010). Bij gebrek aan recente inzichten worden deze verdelingen nog steeds aangehouden. Dit betekent dat nog een schaling plaatsvindt op de bottom-up berekende kilometrages per wegtype, zodanig dat de verdeling van de randtotalen overeenkomt met de inzichten uit de 2010-rapportage.

3.2 Emissiefactoren TNO

TNO levert de emissiefactoren voor de bottom-up emissieberekening van het wegverkeer. Voor de meeste milieuverontreinigende stoffen gebeurt dit in de vorm van een set emissiefactoren voor de ruim 400 verschillende voertuigtypen die in de aanpak van TNO worden onderscheiden. TNO levert voor elk kenteken de emissieklasse aan het CBS. De indeling maakt bijvoorbeeld onderscheid tussen:

Autotype: personenauto, bestelauto, vrachtauto, enz.

Brandstofsoort: benzine, diesel, LPG, aardgas, enz.

Milieuklasse: euro-1, euro-2, enz.

Nabehandelingstechnologie: SCR-katalysator, EGR, halfopen of gesloten roetfilter.

De emissiefactoren zijn berekend aan de hand van meetprogramma's die TNO al jarenlang uitvoert in opdracht van het Ministerie van IenW en andere partijen. Ook worden waar relevant meetdata uit buitenlandse meetprogramma's gebruikt. De wijze waarop de emissiefactoren uit de meetdata worden vastgesteld is beschreven in Spreen et al. (2016).

De emissiefactoren voor de ruim 400 verschillende typen voertuigen worden door TNO berekend met het model VERSIT+. Ze worden daarom ook wel aangeduid als de 'VERSIT-emissiefactoren'. Deze VERSIT-emissiefactoren liggen ook aan de basis van de SRM-emissiefactoren, die in feite dezelfde data presenteren maar dan op een veel hoger aggregatieniveau naar voertuigcategorieën.

De VERSIT-emissiefactoren die voor de voorliggende rapportage zijn gebruikt zijn in het najaar van 2020 vastgesteld door TNO in overleg met de Taakgroep Verkeer van de Emissieregistratie. De emissiefactoren zijn gepubliceerd in de tabellenbijlage van Geilenkirchen et al. (2021). Voor de prognoses van de emissies van het toekomstige wagenpark worden in de basis dezelfde emissiefactoren gebruikt als voor het bepalen van de huidige emissies. Zowel bij het vaststellen van historische emissies als bij het ramen van toekomstige emissies wordt rekening gehouden met het effect van veroudering van de voertuigen, zoals die zijn toegelicht in hoofdstuk 2.

Impact van veroudering

De veroudering van een voertuig, en de daarmee geassocieerde hogere emissies, hangen vooral samen met de afgelegde afstand.¹² Bij hogere tellerstanden wordt de kans op veroudering van de uitlaatgasbehandeling en daarmee de kans op verhoogde emissieniveaus groter. TNO heeft op basis van verschillende meetprogramma's aan oude auto's formules afgeleid die het verband geven tussen de tellerstand en de verhoging van de emissiefactoren voor verschillende stoffen. Omdat in de bottom-up emissieberekening voor ieder voertuig de tellerstand bekend is, kan op het niveau van individuele voertuigen een inschatting worden gedaan van de invloed van veroudering op de emissieniveaus.

Voor prognosejaren wordt een eenvoudiger aanpak gebruikt omdat geen prognoses worden gemaakt van toekomstige tellerstanden. Veroudering in de prognosejaren wordt daarom gemodelleerd op basis van de leeftijd van de voertuigen, die wel wordt geraamd. Voor grotere groepen auto's geeft de leeftijd een redelijke proxy voor de gemiddelde tellerstanden en daarmee de mate van veroudering van de uitlaatgasbehandeling. TNO en PBL hebben hiervoor een formule afgeleid op basis van leeftijden van de auto's. Daarmee wordt ook toekomstige veroudering van het wagenpark vertaald in hogere emissiefactoren per voertuig.

3.3 Resultaten 2018 en 2019

De bottom-up emissieberekening voor het wegverkeer in Nederland is eind 2019 voor het eerst toegepast voor de jaren 2012, 2015 en 2018. Eind 2020 hebben CBS en TNO een nieuwe berekening gemaakt voor het jaar 2019. De resulterende emissietotalen zijn te vinden op de website van de Emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl). De onderliggende data zijn gebruikt om voor 2018 en 2019 emissiefactoren af te leiden in de SRM-indeling van licht, middelzwaar en zwaar wegverkeer en autobussen. De SRM-emissiefactoren voor 2018 en 2019 zijn daarmee volledig consistent met de emissiedata uit de emissieregistratie.

¹² On road emissions of 38 petrol vehicles with high mileages, TNO rapport 2020 R11883.

4 Prognoses samenstelling wegverkeer uit KEV en WLO

De generieke (SRM-)emissiefactoren voor toekomstige jaren worden door TNO en PBL berekend op basis van prognoses van de toekomstige samenstelling van het wagenpark en het wegverkeer in Nederland. Deze prognoses zijn voor de jaren 2025 en 2030 afkomstig uit de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) die PBL jaarlijks publiceert. De prognoses voor de samenstelling van het wagenpark in 2040 en 2050 die zijn gebruikt voor de IMA-emissiefactoren, zijn afkomstig uit de lange-termijn-scenariostudie Welvaart- en Leefomgeving (WLO) van het PBL en het CPB (www.wlo2015.nl). Ook de prognoses voor 2035 die zijn gebruikt voor de emissiefactoren voor dat jaar zijn afkomstig uit de WLO. De prognoses voor het toekomstige wagenpark in Nederland worden in dit hoofdstuk toegelicht.

4.1 Prognoses voor 2025 en 2030 uit de KEV2020

De prognoses voor de samenstelling van het wagenpark en het wegverkeer in 2025 en 2030 die voor de SRM-emissiefactoren van maart 2021 zijn gebruikt, zijn afkomstig uit de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (KEV2020) van PBL, RIVM, TNO en RVO (PBL et al., 2020b). De KEV2020 geeft inzicht in de ontwikkeling van het energieverbruik en de uitstoot van broeikasgassen en milieuverontreinigende stoffen in Nederland in het verleden en tot en met 2030.

Beleidsvarianten en beleidsuitgangspunten in de KEV2020

Toekomstige trends in energieverbruik en emissies worden in de KEV2020 geschetst aan de hand van twee beleidsvarianten: een variant met alleen het vastgestelde beleid per 1 mei 2020 en een variant met het vastgestelde én voorgenomen beleid op die datum. Voorgenomen beleid wordt alleen meegenomen in de KEV als het voldoende concreet is uitgewerkt om de effecten ervan te kunnen inschatten. Dat betekent onder andere dat de (voorgenomen) vormgeving en maatvoering bekend moeten zijn. Lang niet alle afspraken voor de sector mobiliteit uit het Klimaatakkoord en het Schone Luchtakkoord waren op 1 mei 2020 al voldoende concreet uitgewerkt om al als voorgenomen beleid mee te kunnen nemen in de KEV2020. Dit gold bijvoorbeeld voor de afspraken over de invoering van zogeheten 'Zero Emissie Zones' voor stadslogistiek. Die afspraken zaten niet in de KEV2020 en daarmee ook niet in de SRM-emissiefactoren voor 2025 en 2030.

De SRM-emissiefactoren van maart 2021 zijn gebaseerd op het beleidsscenario met alleen het vastgestelde beleid uit de KEV2020. Het Ministerie van IenW heeft ervoor gekozen om in de SRM-emissiefactoren nog geen rekening te houden met voorgenomen beleidsmaatregelen. Daarmee wordt nog niet voorgesorteerd op effecten van maatregelen waarvan nog onzeker is of en hoe ze worden ingevoerd. Voor het wegverkeer betekent dit dat bijvoorbeeld de afspraken over de verdere ingroei van nul-emissie lijnbussen niet in de SRM-emissiefactoren zijn verwerkt. Ook de gerichte handhaving op correct gebruik van SCR-katalysatoren bij vrachtauto's is niet in de SRM2021 verwerkt. Tabel 2 geeft een overzicht van een aantal relevante beleidsmaatregelen die in de KEV2020 zijn meegenomen als vastgesteld of voorgenomen beleid. Een volledig overzicht van het vastgestelde en voorgenomen beleid in de KEV2020 is beschreven in Schure en Vethman (2020).

Tabel 2: Beleidsmaatregelen per beleidsvariant in de KEV2020 (NB: in de SRM-emissiefactoren voor 2021 is alleen het vastgestelde beleid meegenomen).

Vastgesteld beleid	Voorgenomen beleid	Niet meegenomen
<ul style="list-style-type: none"> - Maximumsnelheid naar 100 km/u op het HWN gedurende de dag - Roetfiltertest in de APK* - Fijnstoftoeslag in de mrb - Fiscale en financiële voordelen ZE personenauto's - EU emissienormen t/m Euro-6d temp en Euro-VI 	<ul style="list-style-type: none"> - Verdere uitrol beleid voor ZE lijnbussen - Gerichte handhaving op correct gebruik SCR-kats - Invoering vrachtautoheffing - Subsidieregeling ZE bestelauto's 	<ul style="list-style-type: none"> - Invoering van ZE-zones voor stadslogistiek - Terugsluis vrachtautoheffing - Euro-7 wetgeving - CO₂-norm naar 0 per 2035 voor personen- en bestelauto's (Fit-for-55)

*) De roetfiltertest in de APK is in de KEV2020 als voorgenomen beleid beschouwd maar is per 1 januari 2021 ingevoerd en daarom wel meegenomen in de SRM-emissiefactoren voor 2021.

Autoparkmodellen in de KEV

Het toekomstige energiegebruik en de resulterende emissies door wegverkeer in Nederland worden jaarlijks in de KEV geraamd door PBL, in samenwerking met TNO. Aan de basis van die prognoses liggen inschattingen over de toekomstige vervoersvolumes en de toekomstige samenstelling van het wagenpark.

Deze prognoses worden bepaald met behulp van een verschillende modellen:

1. **Dynamo:** raamt de omvang van het toekomstige personenautopark in Nederland.
2. **CarbonTax:** raamt de samenstelling van de nieuwverkopen van personenauto's naar type aandrijving naar type voertuig, waaronder de aandrijftechnologie (in her bijzonder het aandeel elektrische auto's).
3. **Koterpa:** raamt de samenstelling van het personenautopark en de bijbehorende kilometrages naar leeftijd en brandstof in Nederland.
4. **Treva:** raamt de samenstelling van het vrachtautoautopark en de bijbehorende kilometrages naar leeftijd en brandstof in Nederland.

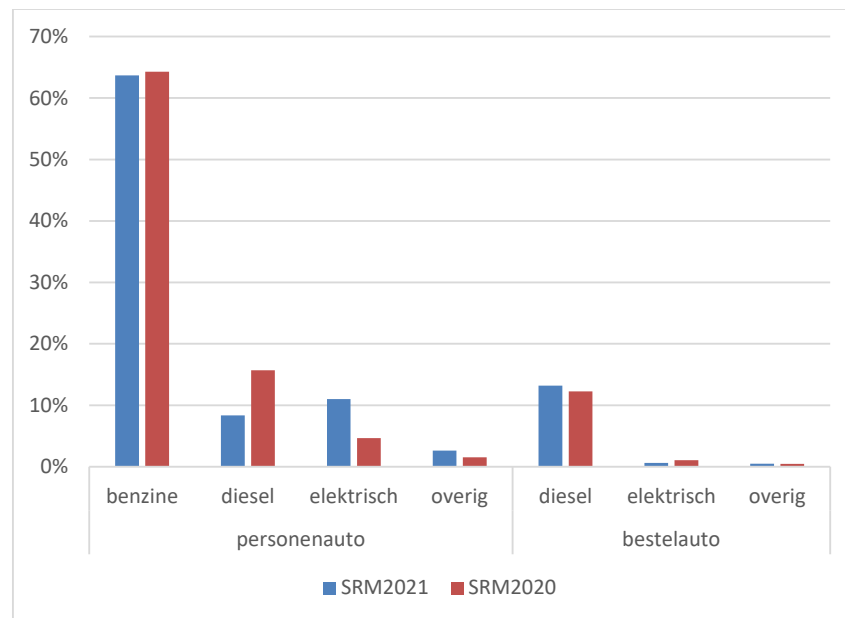
De ramingen van de omvang van het personenautopark in Nederland tot en met 2030 zijn gemaakt met versie 3.2.5. van het model Dynamo (Muconsult, 2020). Dynamo modelleert de ontwikkeling van het autobezit in Nederland onder invloed van de verwachte ontwikkeling van onder andere de economische groei, bevolkingsgroei en energieprijzen. De in de KEV2020 veronderstelde ontwikkeling van deze drie grootheden is beschreven in Schure en Vethman (2020). Ook houdt Dynamo rekening met de ontwikkeling van de autoprijzen. Dynamo is minder geschikt om de ingroei van alternatieve aandrijftechnologie zoals elektrische voertuigen te ramen. Die inschattingen moeten buiten het model om worden bepaald. Voor de periode tot en met 2030 zijn deze inschattingen in de KEV2020 gebaseerd op het Carbontax model (Revnex, 2019).

Koterpa modelleert vervolgens op basis van de resultaten van Dynamo en Carbontax de omvang en samenstelling van het autopark in Nederland naar leeftijd en aandrijftechnologie (Traa & Geilenkirchen, 2017). Ook modelleert Koterpa de bijbehorende kilometrages, en daarmee de gemiddelde samenstelling van het wegverkeer in Nederland in toekomstige jaren, zoals die wordt gebruikt voor het bepalen van de SRM-emissiefactoren.

Treva doet hetzelfde als Koterpa maar dan voor het Nederlandse vrachtopark. Voor bestelauto's en bussen gebruikt PBL vergelijkbare modellen als Koterpa en Treva. Nadere informatie over de verschillende mobiliteitsmodellen die het PBL gebruikt voor de prognoses in de KEV en WLO is beschikbaar via de PBL-website.

Wagenparksamenstelling in 2025 en 2030

De ontwikkeling van de verschillende wagenparken in Nederland wordt beïnvloed door economische en demografische ontwikkelingen en door beleidsmaatregelen. Onder invloed van een steeds beter wordend aanbod van elektrische auto's en gerichte beleidsmaatregelen om de vraag te stimuleren neemt het aandeel elektrische auto's in het wagenpark toe. In de KEV2020 zijn nieuwe stimuleringsmaatregelen voor elektrische auto's meegenomen die in de KEV2019 (en dus in de SRM2020) nog niet waren verwerkt. Als gevolg daarvan en van nieuwe inzichten over kostendalingen van elektrische auto's is de ingroei van de elektrische auto's in de KEV2020 hoger ingeschat dan in de KEV2019. Dit wordt nader toegelicht in het hoofdrapport van de KEV2020 (PBL et al., 2020b). Voor de SRM2021 betekent dit dat het aandeel elektrisch in het kilometrage van het lichte wegverkeer in 2025 en 2030 hoger uitvalt dan in de SRM2020, wat c.p. leidt tot lagere SRM-emissiefactoren. De stijgende populariteit van elektrische auto's gaat naar verwachting voor een belangrijk deel ten koste van dieselauto's. Het aandeel van dieselpersonenauto's in de gemiddelde verkeersstroom in 2030 valt daarmee lager uit in de SRM2021 dan in de SRM2020. Figuur 4 geeft de aandelen van personen -en bestelauto's naar aandrijftechnologie in 2030 zoals die zijn gebruikt voor de SRM2020 en de SRM2021.



Figuur 4: Samenstelling licht wegverkeer naar brandstofsoort in 2030.

Figuur 4 laat zien dat het bijna 65% van het lichte wegverkeer in 2030 naar verwachting uit benzineauto's bestaat. Het aandeel elektrische auto's groeit snel en is geraamd op ruim 10% van het aantal kilometers. Dit is ruim een verdubbeling van het aandeel dat in de SRM2020 is gebruikt.

Diesel aangedreven bestelauto's zijn goed voor ruim 12% van de kilometers. Het aandeel van dieselpersonenauto's valt in de SRM 2021 wezenlijk lager uit dan in de SRM2020 en bedraagt minder dan 10 procent. De categorie 'overig' bevat auto's op aardgas, LPG en plug-in hybriden. Figuur 4 geeft de gemiddelde samenstelling van het totale kilometrage van licht wegverkeer. Per wegtype varieert de samenstelling enigszins. In de stad is het aandeel benzine gemiddeld hoger dan daarbuiten, terwijl op de snelweg het aandeel diesel juist hoger ligt.

De elektrificatie van het vrachtautopark is momenteel nog minimaal. In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt die de elektrificatie moeten aanjagen. Deze afspraken waren echter nog niet concreet genoeg uitgewerkt op 1 mei 2020 om al in de KEV 2020 mee te kunnen nemen (zie ook tabel 2). De ingroei van nulemissie vrachtauto's tot 2030 is daarom bescheiden in de wagenparkprognoses van de KEV 2020. Het overgrote deel van het wagenpark bestaat in 2030 uit Euro-VI vrachtauto's en trekkers.

De afspraken voor de verdere elektrificatie van het lijnbussenpark in Nederland zijn in de KEV 2020 als voorgenomen beleid meegenomen (tabel 2). Omdat de SRM-emissiefactoren uitgaan van alleen het vastgestelde beleid, hebben deze afspraken geen invloed op de SRM-emissiefactoren. Bij vastgesteld beleid zijn alleen de per 1 mei 2020 reeds verleend concessies waarin nulemissiebussen zijn opgenomen verwerkt, en de toen bestaande afspraken over inzet van nulemissiebussen in concessies in de komende jaren.

4.2 Prognoses voor 2035, 2040 en 2050 uit de WLO *quick fix*

De prognoses voor de samenstelling van het wagenpark en het wegverkeer voor de zichtjaren 2035, 2040 en 2050 zijn afkomstig uit de scenariostudie 'Welvaart en Leefomgeving' uit 2015 (WLO2015). In de WLO is in de vorm van twee scenario's (Hoog en Laag) een bandbreedte geschetst van mogelijke demografische, economische en technologische ontwikkelingen voor de periode 2030-2050. Ook is verkend hoe deze ontwikkelingen zich vertalen naar de omvang en samenstelling van het toekomstige autopark in Nederland en de resulterende kosten van autogebruik. PBL heeft eind 2020 op verzoek van het Ministerie van IenW de wagenparkprognoses voor de WLO geactualiseerd ten behoeve van de modelanalyses die voor de IMA2021 zijn gemaakt. Hiervoor zijn dezelfde modellen gebruikt als voor de KEV2020. De aanpak en invoer voor deze analyses zijn beschreven in Van Meerkerk et al. (2020). Deze nieuwe wagenparkprognoses voor de WLO liggen aan de basis van de emissiefactoren voor 2035, 2040 en 2050.

Een belangrijk verschil tussen de KEV en de WLO is dat in de KEV alleen bestaande beleidsmaatregelen worden meegenomen in de prognoses. Gezien het meer verkennende en lange-termijn karakter van de WLO gaat de WLO niet uit van het huidige beleid, maar van een trendmatige voortzetting van beleid. In de update van de autoparkramingen voor de WLO heeft PBL hier invulling aan gegeven in de vorm van een steeds verdergaande instroom van elektrische auto's. Met name in het personenautopark groeit het aandeel elektrisch na 2030 relatief snel. Gezien de onzekerheid over het tempo van elektrificatie van het wagenpark is in de WLO een bandbreedte geschetst. Het hoge WLO-scenario gaat uit van een stringenter klimaatbeleid en een snellere technologieontwikkeling dan het lage scenario. Daarom groeit het aandeel elektrische voertuigen het snelst in het hoge scenario.

Richting 2050 zijn vrijwel alle nieuwe personenauto's in dit scenario emissieloos¹³. Ook bij bestel- en vrachtauto's groeit het aandeel emissieloze auto's relatief snel. In het lage scenario groeit het aantal elektrische voertuigen minder snel en spelen auto's met verbrandingsmotor nog een grotere rol. De aannames die in de update van de WLO zijn gedaan over de ingroei van elektrische auto's zijn uitgebreid beschreven in Van Meerkerk et al. (2020).

¹³ Dit is aanzienlijk minder snel dan de plannen die de Europese Commissie medio 2021 heeft gepresenteerd in het Fit-for-55 pakket. In die plannen mogen er vanaf 2035 geen nieuwe auto's met verbrandingsmotor meer worden verkocht. De klimaatambities uit Fit-for-55 vallen buiten de scope van de WLO2015. In de nieuwe WLO die in 2022 van start gaat wordt wel een volwaardig tweegradenscenario uitgewerkt, en worden de plannen uit het Fit-for-55 daarin meegenomen.

5 Opgeleverde emissiefactoren

Dit hoofdstuk beschrijft de geleverde emissiefactoren. Al naar gelang er beperkte toelichting is op andere plekken worden deze data in meer detail beschreven in dit rapport.

5.1 SRM emissiefactoren voor snelwegen en niet snelwegen

Centraal voor de luchtkwaliteitsmodellen zijn de inschattingen van de uitstoot van schadelijke stoffen.¹⁴ Totdat er brede monitoring is van uitstoot, zijn deze emissiefactoren gemiddelde emissies, over wagenparksamenstelling in de stad, op de buitenweg, en de snelweg.¹⁵ Ook wordt het rijgedrag gemiddeld over de verschillende verkeerssituatie in dezelfde categorie van wegtype, snelheidslimiet, en congestiegraad.¹⁶ Het is essentieel dat de emissiemetingen dezelfde situatie representeert als de toepassing van de emissiefactoren in de luchtkwaliteitsmodellen. Deels is dat vastgelegd in wetgeving.¹⁷ Voor een ander deel zijn het afspraken die ook niet in de TNO rapporten worden vastgelegd en herhaald.

Voor de SRM emissiefactoren van 2021 zijn er geen methodiekwijzigingen, alleen verbeteringen aan de inzichten door nieuwe metingen, zoals besproken in Hoofdstuk 2. Voor 2020, was er in het voorjaar van 2021 geen goede inschatting te maken van de veranderingen door de COVID19 pandemie. Ook is de brede invoering van de 100 km/h snelheidslimiet op de snelweg kan nog niet goed beoordeeld worden. Er lijken twee tegengestelde effecten lijken er aan de hand. Aan de ene kant waren de 100 km/h snelheidslimieten voorheen alleen op drukke snelwegen, met veel rijstroken, in dichter bevolkte gebieden, met daarmee ook hogere rijdynamiek, en nu ook op andere snelwegen. De echte verschillen kunnen alleen met nader onderzoek bepaald worden.

5.2 Milieuzones

De inschattingen van milieuzones zijn dit jaar gemaakt op basis van de internet consultatie: Wijziging RVV 1990¹⁸ in verband met voorwaarden en overgangsbepalingen van nul-emissiezones,¹⁹ gepubliceerd op 15 januari 2021:

Hierin wordt bepaald dat:

- Vanaf 2025 alle bestel- en vrachtauto's die op kenteken worden gezet nul-emissie moeten zijn om de ZE-zone in te mogen;
- Vanaf 2030 alle bestel- en vrachtauto's die de ZE-zone inrijden nul-emissie moeten zijn.

¹⁴ Assessment of road vehicle emissions: Methodology of the Dutch in-service testing programmes, TNO rapport 2016 R11178.

¹⁵ The fleet composition on the Dutch roads relevant for vehicle emissions, TNO rapport 2017 R10517.

¹⁶ On-road determination of average Dutch driving behaviour for vehicle emissions, TNO rapport 2016 R10188.

¹⁷ Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007.

¹⁸ Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990

¹⁹ <https://www.internetconsultatie.nl/zezones>.

Er daarmee worden overgangstermijnen voorgesteld:

- Voor vrachtauto's:
 - Afhankelijk van type en leeftijd mogen vrachtwagens/oplegger-trekkers van emissieklasse 6 tot 2030 de ZE-zone inrijden;
 - Plug-in hybride vrachtauto's mogen tot 2030 de ZE-zone in, als zij daar aantoonbaar en handhaafbaar emissieloos rijden.
- Voor bestelauto's:
 - Bestelauto's met emissieklasse 5 hebben tot 2027 toegang tot de ZE-zones voor stadslogistiek;
 - Bestelauto's met minimaal emissieklasse 6 hebben tot 2028 toegang tot de ZE-zones voor stadslogistiek.

Dit is een substantiële wijziging van eerdere milieuzones, om meerdere redenen:

1. Bestelauto's worden nu meegenomen. Voorheen betroffen de landelijke milieuzone regelingen alleen voertuigen boven de 3,5 ton maximaal gewicht. Er zijn bijna een miljoen bestelauto's in Nederland, en daarvan veel oudere, die door deze regeling halverwege hun levensduur niet meer bruikbaar zijn.
2. Het aantal voertuigen dat getroffen wordt door deze regeling, ook vrachtwagens, is veel groter dan voorheen. Om de effecten goed te bepalen zou ook de vervanging van voertuigen ook onderzocht moeten worden. Op de korte termijn, binnen de paar beschikbare weken voor publicatie op 15 maart, was dat niet mogelijk.

De schalingsfactoren voor milieuzones zijn een grove inschatting van het effect als de milieuzone zoals beschreven in de consultatie zou worden ingevoerd. Met het verwachte wagenpark in 2025 en 2030 zullen de milieuzones een substantieel deel van de vrachtwagens en vooral bestelauto's uitsluiten. De vraag is waar deze voertuigen dan zullen zijn en rijden. In de doorrekening van de milieuzones is er met dergelijke vragen en mogelijke neveneffecten geen rekening gehouden. De eisen aan de milieuzones zijn zodanig dat grote consequenties heeft voor het lokale wagenpark. Alleen grote bedrijven, die met nieuwe vrachtwagens en bestelauto's rijden kunnen redelijkerwijs aan deze eisen voldoen.

Voor de bepaling van de schalingsfactoren is ervan uitgegaan dat:

1. Er geen onderscheid gemaakt kan worden tussen bestelauto's, en dat de maatregel alle bestelauto's betreft.
2. De geweerde voertuigen in 2025 vervangen worden naar rato door voertuigen die wel toegestaan zijn.
3. Er een 5% ontheffing en overtreding is van de milieuzoneregels.
4. Door de grote stappen in aanscherping de getallen voor 2025 en 2030 niet geïnterpoleerd kunnen worden naar tussenliggende jaren.

Er is niet in detail gekeken naar de overblijvende voertuigvloot voor 2030, omdat uiteindelijk de strenge regels van de milieuzone, met ontheffingen en overtredingen maatgevend is voor het resultaat.

Table 3: De schalingsfactoren voor de milieuzone voor 2025 en 2030. De factoren geven het relatieve verschil aan in emissies zonder en met milieuzone.

wegtype	component jaar	NOx	VOS (uitlaat)	PM10	PM2.5	Elemental NO2	NH3
		2025	2025	2025	2025	2025	2025
stad stagnerend	Licht wegverkeer [<3.5 ton]	0.92231	1.00306	0.96333	0.85366	0.54545	0.87292
stad stagnerend	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]	0.73718	0.49082	0.78475	0.52684	0.35602	0.59833
stad stagnerend	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]	0.92135	0.82335	0.96728	0.92720	0.76042	0.95239
stad normaal	Licht wegverkeer [<3.5 ton]	0.94433	1.01142	0.96939	0.86842	0.53333	0.89583
stad normaal	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]	0.68128	0.39416	0.86275	0.62523	0.30000	0.68497
stad normaal	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]	0.94932	0.74516	0.97795	0.93976	0.71212	0.96888
stad doorstromend	Licht wegverkeer [<3.5 ton]	0.93744	1.01116	0.97288	0.88312	0.57143	0.86914
stad doorstromend	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]	0.69080	0.33513	0.90851	0.70960	0.27500	0.78989
stad doorstromend	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]	0.96520	0.67759	0.98358	0.94832	0.65385	0.96774
	jaar	2030	2030	2030	2030	2030	2030
stad stagnerend	Licht wegverkeer [<3.5 ton]	0.83219	1.10054	0.98611	0.95714	0.75000	0.39459
stad stagnerend	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]	0.10000	0.10000	1.00000	1.00000	0.10000	0.10000
stad stagnerend	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]	0.10000	0.10000	1.00000	1.00000	0.10000	0.10000
stad normaal	Licht wegverkeer [<3.5 ton]	0.83938	1.10769	0.98944	0.96970	0.75000	0.38545
stad normaal	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]	0.10000	0.10000	1.00000	1.00000	0.10000	0.10000
stad normaal	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]	0.10000	0.10000	1.00000	1.00000	0.10000	0.10000
stad doorstromend	Licht wegverkeer [<3.5 ton]	0.87723	1.11064	0.98951	0.97059	0.75000	0.39035
stad doorstromend	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]	0.10000	0.10000	1.00000	1.00000	0.10000	0.10000
stad doorstromend	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]	0.10000	0.10000	1.00000	1.00000	0.10000	0.10000

5.3 Bussenknop

De effecten van beleid op schone bussen kan worden doorgerekend door gemeentes door specifieke bussen, en bussentechnologie in te voeren. De onderliggende emissiefactoren zijn gebaseerd op een reeks metingen voor het Ministerie en een aantal gemeentes. Met Euro-VI en elektrische bussen is het onderscheid tussen verschillende technologieën minder relevant.

Table 4: De busknop, zoals beschikbaar gemaakt door Infomil, om de emissies van een specifiek buswagenvoertuig te kunnen berekenen.

Emissiefactoren en voertuigsamenstelling

Norbert Ligterink (TNO) 29/04/2019

2020 (IA = "Stad Stagnerend", IB = "Stad Normaal", IC = "Stad Minder Congestie", II = "Buitenweg Algemeen")														
Euroklasse	Technologie	Relatief aandeel VTk's [-]	Nieuwe CAR factoren NOx [g/km]				Nieuwe CAR factoren NO2 direct [g/km]				Nieuwe CAR factoren PM10 totaal [g/km]			
			IA	IB	IC	II	IA	IB	IC	II	IA	IB	IC	II
Euro 0	LPG	0.00	21.92	13.70	9.73	11.44	0.73	0.46	0.32	0.38	0.28	0.19	0.15	0.15
	Diesel	0.00	26.99	16.87	11.98	12.36	1.82	1.14	0.81	0.83	2.19	1.22	0.79	0.70
Euro I	Diesel	0.00	21.56	13.48	9.67	8.98	1.50	0.94	0.67	0.63	0.99	0.57	0.38	0.36
Euro II	Diesel	0.00	19.59	12.25	8.79	8.07	1.33	0.83	0.59	0.55	0.67	0.40	0.27	0.33
	Diesel + halfopen DPF Diesel + gesloten DPF	0.00 0.00	19.59 19.59	12.25 12.25	8.79 8.79	8.07 8.07	3.92 3.92	2.45 2.45	1.76 1.76	1.61 1.61	0.43 0.43	0.27 0.27	0.19 0.19	0.22 0.09
Euro III	Diesel	0.04	17.24	10.77	7.73	6.33	1.17	0.73	0.52	0.43	0.52	0.32	0.23	0.24
	Diesel + halfopen DPF Diesel + gesloten DPF Diesel + SCR + gesloten DPF	0.00 0.00 0.00	17.24 17.24 10.34	10.77 10.77 6.46	7.73 7.73 4.64	6.33 6.33 3.80	3.45 3.45 2.07	2.15 2.15 1.29	1.55 1.55 0.93	1.27 1.27 0.76	0.16 0.16 0.16	0.12 0.12 0.12	0.11 0.11 0.11	0.09 0.09 0.09
Euro IV	Diesel + EGR	0.00	15.92	9.95	7.14	6.80	3.18	1.99	1.43	1.36	0.30	0.20	0.15	0.15
	Diesel + SCR Aardgas < 2g NOx (lean burn)	0.00 0.00	12.36 11.94	7.73 7.46	5.54 5.30	3.35 4.39	0.43 1.07	0.27 0.67	0.19 0.48	0.12 0.39	0.25 0.18	0.17 0.14	0.13 0.12	0.10 0.07
Euro V	Diesel + EGR	0.03	9.24	5.78	4.15	4.57	1.85	1.16	0.83	0.91	0.30	0.20	0.15	0.15
	Diesel + SCR	0.19	7.18	4.49	3.22	2.25	0.25	0.16	0.11	0.08	0.25	0.17	0.13	0.10
EEV	Diesel + SCR + DPF	0.19	7.18	4.49	3.22	2.25	1.44	0.90	0.64	0.45	0.18	0.13	0.11	0.09
	Aardgas < 1g NOx (stochiometrisch) Aardgas < 2g NOx (lean burn)	0.07 0.02	3.51 11.94	2.19 7.46	1.57 5.30	1.46 4.39	0.18 1.07	0.11 0.67	0.08 0.48	0.07 0.39	0.16 0.18	0.12 0.14	0.11 0.12	0.09 0.07
Euro VI	Diesel	0.34	1.43	0.72	0.73	0.61	0.39	0.24	0.17	0.15	0.11	0.11	0.11	0.06
	Aardgas	0.02	1.43	0.72	0.73	0.61	0.39	0.24	0.17	0.15	0.11	0.11	0.11	0.06
ZEV	waterstof brandstofcel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.09	0.05
	elektrisch	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.09	0.05
Gewogen emissiefactor			4.68	2.86	2.13	1.66	0.61	0.38	0.27	0.22	0.17	0.13	0.12	0.09

2030 (IA = "Stad Stagnerend", IB = "Stad Normaal", IC = "Stad Minder Congestie", II = "Buitenweg Algemeen")														
Euroklasse	Technologie	Relatief aandeel VTk's [-]	Nieuwe CAR factoren NOx [g/km]				Nieuwe CAR factoren NO2 direct [g/km]				Nieuwe CAR factoren PM10 totaal [g/km]			
			IA	IB	IC	II	IA	IB	IC	II	IA	IB	IC	II
Euro 0	LPG	0.00	21.92	13.70	9.73	11.44	0.73	0.46	0.32	0.38	0.28	0.19	0.15	0.15
	Diesel	0.00	26.99	16.87	11.98	12.36	1.82	1.14	0.81	0.83	2.19	1.22	0.79	0.70
Euro I	Diesel	0.00	21.56	13.48	9.67	8.98	1.50	0.94	0.67	0.63	0.99	0.57	0.38	0.36
Euro II	Diesel	0.00	19.59	12.25	8.79	8.07	1.33	0.83	0.59	0.55	0.67	0.40	0.27	0.33
	Diesel + halfopen DPF Diesel + gesloten DPF	0.00 0.00	19.59 19.59	12.25 12.25	8.79 8.79	8.07 8.07	3.92 3.92	2.45 2.45	1.76 1.76	1.61 1.61	0.43 0.43	0.27 0.27	0.19 0.19	0.22 0.09
Euro III	Diesel	0.00	17.24	10.77	7.73	6.33	1.17	0.73	0.52	0.43	0.52	0.32	0.23	0.24
	Diesel + halfopen DPF Diesel + gesloten DPF Diesel + SCR + gesloten DPF	0.00 0.00 0.00	17.24 17.24 10.34	10.77 10.77 6.46	7.73 7.73 4.64	6.33 6.33 3.80	3.45 3.45 2.07	2.15 2.15 1.29	1.55 1.55 0.93	1.27 1.27 0.76	0.16 0.16 0.16	0.12 0.12 0.12	0.11 0.11 0.11	0.09 0.09 0.09
Euro IV	Diesel + EGR	0.00	15.92	9.95	7.14	6.80	3.18	1.99	1.43	1.36	0.30	0.20	0.15	0.15
	Diesel + SCR Aardgas < 2g NOx (lean burn)	0.00 0.00	12.36 11.94	7.73 7.46	5.54 5.30	3.35 4.39	0.43 1.07	0.27 0.67	0.19 0.48	0.12 0.39	0.25 0.18	0.17 0.14	0.13 0.12	0.10 0.07
Euro V	Diesel + EGR	0.01	9.24	5.78	4.15	4.57	1.85	1.16	0.83	0.91	0.30	0.20	0.15	0.15
	Diesel + SCR	0.05	7.18	4.49	3.22	2.25	0.25	0.16	0.11	0.08	0.25	0.17	0.13	0.10
EEV	Diesel + SCR + DPF	0.06	7.18	4.49	3.22	2.25	1.44	0.90	0.64	0.45	0.18	0.13	0.11	0.09
	Aardgas < 1g NOx (stochiometrisch) Aardgas < 2g NOx (lean burn)	0.03 0.00	3.51 11.94	2.19 7.46	1.57 5.30	1.46 4.39	0.18 1.07	0.11 0.67	0.08 0.48	0.07 0.39	0.16 0.18	0.12 0.14	0.11 0.12	0.09 0.07
Euro VI	Diesel	0.60	1.43	0.72	0.73	0.61	0.39	0.24	0.17	0.15	0.11	0.11	0.11	0.06
	Aardgas	0.00	1.43	0.72	0.73	0.61	0.39	0.24	0.17	0.15	0.11	0.11	0.11	0.06
ZEV	waterstof brandstofcel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.09	0.05
	elektrisch	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.09	0.05
Gewogen emissiefactor			1.84	1.04	0.87	0.69	0.35	0.22	0.16	0.13	0.12	0.11	0.11	0.06

5.4 Emissiefactoren Integrale Mobiliteitsanalyse 2021

Het Ministerie van IenW brengt iedere vier jaar een analyse uit van de mobiliteitsontwikkeling en -opgave voor de lange termijn. Hiervoor worden actuele uitgangspunten en verkeers- en vervoersmodellen gebruikt om in kaart te brengen waar in de toekomst potentiële capaciteitsknelpunten in het infrastructuurnetwerk kunnen ontstaan. In 2021 is een nieuwe Integrale Mobiliteitsanalyse (IMA, voorheen NMCA geheten) uitgebracht. De IMA 2021 verkent aan de hand van twee scenario's de ontwikkeling van de toekomstige mobiliteit tot 2050. In de IMA2021 zijn niet alleen toekomstige capaciteitsknelpunten in kaart gebracht, maar is ook de bijdrage van het wegverkeer aan luchtverontreiniging en depositie van stikstof op kwetsbare natuurgebieden verkend. Hiertoe is in kaart gebracht hoe de uitstoot van de voor deze thema's relevante milieuverontreinigende stoffen door het wegverkeer zich tot 2050 ontwikkelt in beide scenario's. TNO en PBL hebben de hiervoor benodigde emissiefactoren aangeleverd.

De emissiefactoren voor 2040 en 2050 zijn vooral gemaakt op basis van economische scenario's, in combinatie met verwachtingen over ingroei van nulmissie technologie. Zeker voor het zichtjaar 2050 geldt dat het geraamde wagenpark nog grotendeels verkocht moet gaan worden in de komende decennia.

De samenstelling van dit wagenpark is daarmee sterk afhankelijk van hoe snel de instroom van nulemissie voertuigen op gang komt. In de WLO-scenario's is hiermee gevarieerd, zoals is toegelicht in hoofdstuk 4. In het scenario Hoog ligt de instroom van nulemissie voertuigen hoger dan in het scenario Laag. Dit maakt dat de emissiefactoren voor het scenario Hoog in 2040 en 2050 lager uitvallen dan die in het scenario Laag.

In beide WLO-scenario's is voor vrijwel alle stoffen sprake van een forse daling van de emissiefactoren tussen het basisjaar 2018 en het zichtjaar 2040. Deze daling is mede het gevolg van de instroom van nulemissie voertuigen, maar hangt ook sterk samen met het verdwijnen van oude, relatief vervuilende auto's uit het wagenpark in de komende tien jaar. Voor vrijwel alle componenten geldt dat moderne benzine- en dieselvoertuigen vele malen schoner zijn dan oude generaties. De uitfasering van die oude generaties uit het wagenpark leidt daarmee tot een snelle daling van de gemiddelde emissieniveaus per voertuigkilometer van het wagenpark. Deze daling wordt versneld door de instroom van nulemissie auto's, maar ook zonder nulemissie technologie liggen de emissieniveaus van milieuverontreinigende stoffen aanzienlijk lager in de toekomst.²⁰

Tabel 5: Een voorbeeld dataset van de IMA levering voor WLO Hoog met de NO_x emissiefactoren en de fijnstof uit de uitlaat.

wegtype	voertuigklasse	component	jaar									
			2018		2030		2035		2040		2050	
			NOx g/km	fijnstof g/km	NOx g/km	fijnstof g/km	NOx g/km	fijnstof g/km	NOx g/km	fijnstof g/km	NOx g/km	fijnstof g/km
stad normaal	personenauto's (<3.5 ton)		0.2752	0.0044	0.1201	0.0021	0.0838	0.0018	0.0733	0.0014	0.0409	0.0007
	bestelautos (<3.5 ton)		1.0847	0.0313	0.3287	0.0033	0.194	0.0016	0.1192	0.0009	0.0614	0.0003
	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		5.5039	0.0593	3.5496	0.0261	3.1719	0.0217	2.7417	0.0204	2.1274	0.019
buitenweg	Zwaar wegverkeer > 20 ton)		6.5711	0.0469	4.595	0.0281	4.2362	0.0258	3.7841	0.0232	3.0995	0.0194
	personenauto's (<3.5 ton)		0.2248	0.0027	0.0964	0.0011	0.0657	0.0009	0.0587	0.0007	0.0326	0.0004
	bestelautos (<3.5 ton)		0.769	0.0167	0.2444	0.0027	0.1422	0.0018	0.0932	0.0012	0.0524	0.0007
snelweg gemiddeld	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		3.3975	0.0417	1.409	0.0194	1.1489	0.0161	0.9822	0.0149	0.7932	0.0138
	Zwaar wegverkeer > 20 ton)		4.2385	0.0308	2.9328	0.0155	2.7152	0.0141	2.4297	0.0126	1.9664	0.0103
	personenauto's (<3.5 ton)		0.2284	0.0051	0.095	0.0022	0.0592	0.0018	0.0508	0.0014	0.028	0.0007
	bestelautos (<3.5 ton)		0.939	0.0263	0.2496	0.0036	0.14	0.0022	0.0936	0.0015	0.0547	0.0007
	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		2.9575	0.0323	1.2108	0.015	0.9709	0.0124	0.8244	0.0114	0.6695	0.0105
	Zwaar wegverkeer > 20 ton)		2.7154	0.0207	1.5561	0.0114	1.4368	0.0103	1.2894	0.0092	1.0588	0.0075

Een uitzondering op bovenstaande zijn de emissiefactoren voor NH₃ van dieselvoertuigen. NH₃ ontstaat bij dieselvoertuigen als bijproduct van de SCR-katalysator, die pas in recentere generaties voertuigen is toegepast om de NO_x-uitstoot terug te brengen. Als gevolg hiervan stoten deze moderne voertuigen aanzienlijk minder NO_x uit dan eerdere generaties, maar de uitstoot van NH₃ ligt hoger (per saldo is nog steeds sprake van fors minder stikstof). Dit maakt dat de emissiefactoren voor NH₃ van bestelauto's en vrachtauto's, die momenteel hoofdzakelijk door diesel worden aangedreven, toenemen tussen 2018 en 2040. Pas na 2040 is sprake van een daling door de verdere instroom van nulemissie voertuigen.

5.5 AERIUS 2035 emissiefactoren

Vanuit het Ministerie van IenW kwam het expliciete verzoek om ook emissiefactoren aan te leveren voor 2035, gezien een aantal grote projecten die mogelijk pas na 2030 voltooid zouden worden. De gegevens daarvoor zijn beperkt, en is er gebruik gemaakt van de getallen onder de WLO scenario's.

²⁰ Dit geldt overigens alleen voor milieuverontreinigende stoffen als NO_x en fijnstof, waarvan de emissieniveaus door uitlaatgasbehandeling zoals een driewegkatalysator of een roetfilter aanzienlijk kunnen worden teruggebracht. Voor CO₂ geldt dit niet.

Deze getallen sluiten niet helemaal aan bij de SRM emissiefactoren. De grootste afwijking is te vinden bij middelzwaar verkeer. De SRM heeft in die categorie bussen zitten, terwijl in de WLO scenario's geen bussen zitten. Dit leidt, voor deze wat kleinere categorie voertuigen tot een schijnbare trendbreuk tussen 2030 en 2035. Deze trendbreuk is niet "gerepareerd" om de getallen aan te laten sluiten bij de verschillende onderbouwingen van de onderliggende cijfers.

Tabel 6: De WLO Hoog en WLO Laag scenario voor AERIUS berekeningen na 2035.

wegtype	voertuigklasse	jaar component	2035					
			WLO Hoog			WLO laag		
			NOx	NO2	NH3	NOx	NO2	NH3
stad stagnerend	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.144	0.0211	0.012	0.1728	0.0256	0.0149
stad stagnerend	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		4.25	0.1114	0.0644	4.804	0.1232	0.0739
stad stagnerend	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		4.9751	0.3216	0.0713	5.4804	0.3588	0.0784
stad normaal	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0994	0.0158	0.0104	0.1193	0.0191	0.0129
stad normaal	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		2.221	0.0849	0.0644	2.5019	0.0948	0.0739
stad normaal	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		4.0682	0.2269	0.0713	4.5227	0.2528	0.0784
stad doorstromend	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0943	0.013	0.0095	0.1128	0.0158	0.0118
stad doorstromend	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		1.452	0.0819	0.0644	1.6349	0.0922	0.0739
stad doorstromend	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		3.235	0.1474	0.0713	3.5889	0.1633	0.0784
buitenweg	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0754	0.0113	0.0198	0.0915	0.014	0.0255
buitenweg	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		1.1489	0.0855	0.0814	1.2531	0.0938	0.0912
buitenweg	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		2.7152	0.1272	0.0902	2.9761	0.139	0.098
snelweg file	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.1499	0.0187	0.0371	0.184	0.0236	0.0492
snelweg file	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		4.6115	0.086	0.0651	5.17	0.0941	0.0737
snelweg file	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		5.4801	0.1977	0.072	6.0154	0.2176	0.0785
snelweg 80 km/h (MSH)	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0608	0.0103	0.0344	0.0744	0.013	0.0457
snelweg 80 km/h (MSH)	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		0.8775	0.0885	0.0651	0.9634	0.0983	0.0737
snelweg 80 km/h (MSH)	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		1.3163	0.1055	0.072	1.4371	0.1153	0.0785
snelweg 80 km/h (ZSH)	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0668	0.0093	0.0373	0.0824	0.0118	0.0493
snelweg 80 km/h (ZSH)	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		0.8775	0.0885	0.0651	0.9634	0.0983	0.0737
snelweg 80 km/h (ZSH)	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		1.3163	0.1055	0.072	1.4371	0.1153	0.0785
snelweg 100 km/h (MSH)	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0592	0.012	0.0354	0.073	0.0152	0.047
snelweg 100 km/h (MSH)	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		0.8775	0.0885	0.0651	0.9634	0.0983	0.0737
snelweg 100 km/h (MSH)	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		1.3163	0.1055	0.072	1.4371	0.1153	0.0785
snelweg 100 km/h (ZSH)	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0646	0.0132	0.0357	0.0796	0.0166	0.0473
snelweg 100 km/h (ZSH)	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		0.8775	0.0885	0.0651	0.9634	0.0983	0.0737
snelweg 100 km/h (ZSH)	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		1.3163	0.1055	0.072	1.4371	0.1153	0.0785
snelweg 120 km/h	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0803	0.0149	0.036	0.0987	0.0188	0.0477
snelweg 120 km/h	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		0.8775	0.0885	0.0651	0.9634	0.0983	0.0737
snelweg 120 km/h	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		1.3163	0.1055	0.072	1.4371	0.1153	0.0785
snelweg 130 km/h	Licht wegverkeer [<3.5 ton]		0.0886	0.0159	0.0362	0.1088	0.02	0.048
snelweg 130 km/h	Middelzwaar wegverkeer [3.5-20 ton]		0.8775	0.0885	0.0651	0.9634	0.0983	0.0737
snelweg 130 km/h	Zwaar wegverkeer [> 20 ton]		1.3163	0.1055	0.072	1.4371	0.1153	0.0785

6 Doorkijk en aandachtspunten

Er is een groeiende aandacht voor verkeersemisssies en de toepassingen van emissiefactoren is breder dan voorheen. Met nieuwe inzichten uit meetprogramma's, veranderend beleid en ontwikkelingen van het wagenpark, zijn oudere resultaten beperkt toepasbaar. Niet alle emissiefactoren sluiten precies bij elkaar aan, vanwege de specifieke doelen, definities (welke voertuigen zijn precies opgenomen in een bepaalde klasse) en toepassingen. In deze brede ontwikkeling probeert dit rapport inzicht te geven in de veranderingen, en de verschillende cijfers voor de verschillende toepassingen.

In de komende jaren zullen een aantal nieuwe ontwikkelingen een weerslag hebben in de emissiefactoren. In het bijzonder zal de Euro-7 wetgeving en de concreetheid van de details in de Europese Green Deal, zoals Fit-for-55, een weerslag hebben in de verschoning en elektrificatie van het wagenpark. Tegelijkertijd zijn er taken bij de nationale overheid neergelegd om te voorkomen dat de nieuwste generaties voertuigen in de loop van de tijd minder gaan presteren door gebrek aan toezicht, in de vorm van In-Service Conformity testing, markttoezicht, en In-Service Verification testen voor CO₂. Het is nog onbekend of deze taken doeltreffend worden opgepakt.

Daarnaast is er een groeiend aandeel van de emissies van voertuigen op de weg door slecht onderhoud, onopgemerkte defecten, en tampering. Een effectieve APK test bestaat er alleen voor diesel roetfilters. Verder is de handhaving op tampering beperkt. In Euro-7 is er beperkte aandacht voor dit probleem omdat bij de Europese Commissie dit bij een ander departement belegd is. Studies voor Euro-7 wetgeving laten wel zien dat waarschijnlijk alle voertuigen roetfilters en katalysatoren gaan krijgen. Daardoor zullen de emissies met een warme motor dalen, en emissies vooral optreden bij de koude motor start, wanneer de katalysator nog moet opwarmen. Deze koude start duurt 10 tot 30 seconden, en emissies zijn daardoor bij het huis, in de wijk en rond de parkeerplaatsen. Deze emissies zijn vergelijkbaar met 50 tot 150 kilometer rijden met een warme motor in goede staat. Dit vraagt een fundamentele wijziging van het modelleren van verkeersemisssies en de bijbehorende luchtkwaliteitsproblemen.

Sinds het laatste onderzoek naar rijgedrag uit 2015 is er veel veranderd op de weg, met de brede 100 km/h limiet maatregel op de snelweg, in maart 2020, aanpassingen aan trajectcontroles en het boetebeleid, en de bredere invoering van 30 km/h wegen in steden. Van al deze verkeerssituaties is onbekend of rijgedrag en de emissies niet wezenlijk anders zijn dan de groep verkeerssituaties waar ze nu onder geschaard worden. Ook het toegenomen motorvermogen kan het rijgedrag hebben veranderd. Verder lijkt er een mismatch te zijn tussen de definities van zware voertuigcategorieën in lusmetingen en volgens de technische eigenschappen, zoals maximaal gewicht, wat tot een overschatting van het aandeel zwaar wegverkeer in de luchtkwaliteitsmodellen lijkt te leiden op de snelweg. Ook lijken er verschillen te zijn tussen de aanpak van dynamische snelheidslimieten en spitsstroken in de bepaling van emissiefactoren en het gebruik ervan. Ook is file een generiek gegeven, zonder onderscheid in voertuigcategorieën die meer in en meer buiten de file rijden. Alle categorieën hebben hetzelfde aandeel file.

Verder is typisch stedelijk gebruik, zoals het naar school brengen van kinderen of boodschappen doen, waarschijnlijk ondervetegenwoordigd in de cijfers, want de oudere voertuigen waarmee dat mogelijk veel gebeurt, stoten relatief meer uit dan het gemiddelde wagenpark.

Verder blijken de koelaggregaten op vrachtwagens, trailers en opleggers een significante bijdrage te geven aan de totale uitstoot van NO_x en fijnstof. Deze bijdrage is nog niet verdisconteerd in SRM-sets omdat niet goed bekend is waar deze emissies voornamelijk plaatsvinden.

7 Literatuur

Geilenkirchen, G., J. Hulskotte, S. Dellaert, N. Ligterink, M. Sijstermans, K. Roth & M. 't Hoen (2021), *Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Goudappel Coffeng (2010), *Onderzoek naar de wegtypeverdeling en samenstelling van het wegverkeer*. Eindrapport, Deventer: Goudappel Coffeng.

Meerkerk, J. van, D. Blomjous, M. Nauta, G. Geilenkirchen, H. Hilbers & M. Traa (2020), *Actualisatie invoer WLO autopark mobiliteitsmodellen 2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2021), *Integrale Mobiliteitsanalyse 2021. Mobiliteitsontwikkeling en -opgaven in kaart gebracht*, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

MuConsult (2020), *Dynamo 3.2: Dynamic Automobile Market Model, Technische eindrapportage*, Amersfoort: MuConsult.

PBL, TNO, CBS en RIVM (2020a), *Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2021*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL, TNO, CBS en RIVM (2020b), *Klimaat- en Energieverkenning 2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Revnext, (2019), *Achtergrondrapport Carbontax-model*. Rotterdam: Revnext.

Schure, K.M. & P. Vethman (2020), *Overzicht van uitgangspunten, scenario-aannames en beleid in de KEV 2020. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Spreen, J.S., G. Kadijk, R.J. Vermeulen, V.A.M. Heijne, N.E. Ligterink, U. Stelwagen, R.T.M. Smokers, P.J. van der Mark & G. Geilenkirchen (2016), *Assessment of road vehicle emissions: methodology of the Dutch in-service testing programmes*, Delft: TNO.

Traa, M. (2015), *Trendextrapolatiemodel voor vrachtautoparken*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Traa, M. & G. Geilenkirchen (2017), *Koterpa 2.0: Ramingsmodel voor het personenautopark en zijn gebruik*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Analysis of the 2019 Flemish remote sensing campaign, 2020, Vlaanderen.

On-road emission measurements beyond type approval PEMS, TNO & Univ. Prague conference paper, Transport and Air Pollution conference, 2020 (on-line)

Emissions of five Euro 6d-Temp Light Duty diesel vehicles, TNO rapport 2020 R12024.

On road emissions of 38 petrol vehicles with high mileages, TNO rapport 2020 R11883.

Emissions of twelve petrol vehicles with high mileages, TNO rapport 2018 R11114.

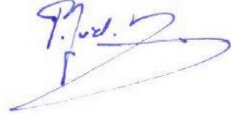
The fleet composition on the Dutch roads relevant for vehicle emissions, TNO rapport 2017 R10517.

On-road determination of average Dutch driving behaviour for vehicle emissions, TNO rapport 2016 R10188.

Onderbouwing AERIUS emissiefactoren voor wegverkeer, mobiele werktuigen, binnenvaart en zeevaart, TNO rapport 2020 R11528.

8 Ondertekening

Den Haag, 29 oktober 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'P. van der Mark', with a long horizontal stroke extending to the right.

Peter van der Mark
Projectleider

TNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'N. E. Ligterink', with a long horizontal stroke extending to the right.

Norbert E. Ligterink
Auteur