

TNO-rapport**TNO 2020 R11710****Luchtkwaliteitseffecten van mogelijke
milieuzones voor vrachtwagens en
autobussen in het jaar 2022****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	5 november 2020
Auteur(s)	Pim van Mensch
Exemplaarnummer	2020-STL-RAP-100335708
Aantal pagina's	30 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Projectnaam	Amsterdam strategische samenwerking 2020
Projectnummer	060.41726

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.

© 2020 TNO

Samenvatting

In Amsterdam gelden thans milieuzones voor dieselbestelauto's (DET¹ 1999 en ouder), dieselautobussen (DET 2004 en ouder), dieseltaxi's (DET 2008 en ouder) en dieselvrachtauto's (Euro IV)². Ook andere Nederlandse steden kennen milieuzones. Landelijke regelgeving is gemaakt om de verschillende milieuzones binnen verschillende steden te harmoniseren. Bij de start van het geharmoniseerde systeem in 2020 kunnen gemeenten kiezen om personen- en bestelauto's die rijden op diesel vanaf emissieklasse 3³ of emissieklasse 4 toe te laten. De gemeente Amsterdam heeft gekozen voor toestaan van emissieklasse 4 in 2020. De effecten hiervan zijn in 2019 onderzocht⁴.

Voor vrachtauto's en autobussen die rijden op diesel wordt in de geharmoniseerde regelgeving in 2020 het toegangsregime van emissieklasse 4 gecontinueerd. In het geharmoniseerde systeem dienen gemeenten in 2022 vervolgens te kiezen voor het toestaan van emissieklasse 6 voor vrachtauto's en autobussen op diesel, of te kiezen voor helemaal geen milieuzone voor vrachtauto's en autobussen. Indien gekozen wordt voor geen milieuzone, vervallen daarmee ook de bestaande milieuzones voor vracht en autobussen die vóór 2022 zijn ingesteld.

Op verzoek van de gemeente Amsterdam heeft TNO in deze studie de luchtkwaliteitseffecten van de voorziene milieuzones voor vrachtauto's en autobussen in 2022 (emissieklasse 6 diesel) onderzocht. De categorie "Vracht" betreft de vrachtvoertuigen met een maximaal toelaatbaar gewicht van meer dan 3,5 ton. De categorie "Autobus" betreft de voertuigen voor personenvervoer van meer dan 3,5 ton en beslaat zowel touringcars als OV-bussen. Verschillende mogelijkheden voor 2022 zijn onderzocht. Tabel 1 geeft de onderzochte scenario's in deze studie weer.

In Tabel 1 staan twee soorten uitgangsscenario's, namelijk '*geen milieuzone best case*' en '*geen milieuzone worst case*'. Deze twee scenario's zijn opgenomen omdat de huidige milieuzones voor vracht en/of autobus komen te vervallen, wanneer de Gemeente Amsterdam niet kiest voor een aanscherping naar emissieklasse 6. Het is onduidelijk hoe het wagenpark gaat veranderen nadat een milieuzone wordt afgeschaft. Bovendien zal dit per voertuigcategorie verschillen (voor tour operators zijn er bijvoorbeeld mogelijk andere overwegingen dan voor goederentransport). Het best case uitgangsscenario en worst case uitgangsscenario moeten gezien worden als twee uitersten.

¹ Datum van Eerste Toelating

² Amsterdam heeft ook een milieuzone voor brom- en snorfietsen (DET 2010 en ouder); die is niet meegenomen in deze rapportage omdat de milieuzone voor brom- en snorfietsen niet wordt aangepast in toelatingsregime of geografische omvang.

³ De 'emissieklasse' is gelijk aan de 'Euroklasse'. Euroklasse is de benaming die gebruikt wordt in de Europese wetgeving, emissieklasse wordt gebruikt in de context van de harmonisering van milieuzones.

⁴ TNO 2019 R11546: Luchtkwaliteitseffecten van de voorgestelde milieuzones voor dieselpersonen- en bestelauto's en van de voorgestelde geografische uitbreiding in het jaar 2020.

Tabel 1: Onderzochte scenario's in deze studie.

Scenario*	Situatie in 2022
Geen milieuzone best case	Gehele Amsterdamse wagenpark blijft gelijk aan situatie waarin milieuzone 2020 nog geldig zou zijn (toestaan vanaf emissieklasse 4).
Geen milieuzone worst case	Wagenpark gelijk aan de verwachte Nederlands gemiddelde wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer (voor vracht en autobussen met dieselmotor). OV-bussen blijven gelijk aan best case uitgangsscenario vanwege de concessiestructuur.
Alleen autobus aanscherpen	Toestaan vanaf emissieklasse 6 diesel (Euro VI).
Alleen vracht aanscherpen	
Autobus en vracht aanscherpen	

* Geldt in alle gevallen alleen voor dieselmotoren

Impact van voorziene toelatingseisen op het wagenpark

Op basis van wagenparkscans is in Amsterdam de wagenparkopbouw per voertuigklasse, brandstofcategorie en emissieklasse onderzocht. Hierbij is samenstelling van het wagenpark vernieuwd naar zichtjaar 2022 (wagenparkscan is gedaan in 2019) op basis van de huidige toelatingseisen, dus zonder voorziene uitbreiding van milieuzones en gebieden. Ten gevolge van de COVID-19 pandemie kan de vernieuwing van het wagenpark vertragen. Tot in welke mate de COVID-19 pandemie invloed heeft op wagenparksamenstelling in 2022 is nog onduidelijk. Bij de vernieuwing van het wagenpark is in deze studie daarom geen rekening gehouden met de potentiële invloed van COVID-19 op de wagenparksamenstelling. Om zicht te houden op de ontwikkelingen in het wagenpark blijft de gemeente Amsterdam de wagenparksamenstelling monitoren in de komende jaren.

Op basis van de berekende wagenparksamenstelling voor zichtjaar 2022 geven Tabel 2 en Tabel 3 de voorziene opbouw per emissieklasse en het te weren verkeer weer (alleen voertuigen met dieselmotor). Tabel 2 geeft het best case uitgangsscenario weer en Tabel 3 geeft het worst case uitgangsscenario weer (zie Tabel 1 voor toelichting scenario's). De rode cijfers geven het te weren verkeer in 2022 weer op basis van de voorziene milieuzones (emissieklasse 6). De oranje cijfers geven het verkeer weer wat in 2022 naar verwachting niet voldoet aan de huidige milieuzone eisen (anno 2020, toestaan vanaf emissieklasse 4). In de tabellen is het aandeel te weren verkeer weergegeven ten opzichte van de betreffende voertuigcategorie met als brandstofcategorie 'diesel'. Als het geweerde aandeel verkeer wordt weergegeven ten opzichte van de totale voertuigcategorie, inclusief andere brandstofsoorten (zoals elektrisch), is het geweerde aandeel verkeer lager. Vooral voor OV-bussen is het percentage geweerd verkeer ten opzichte van de totale voertuigcategorie substantieel lager. Dit lagere aandeel komt doordat in 2022 een relatief groot deel al elektrisch moet zijn.

Opbouw wagenpark in best case uitgangsscenario

De oranje cijfers in Tabel 2 laten zien dat er in het best case uitgangsscenario naar verwachting in 2022 bijna alle voertuigen voldoen aan de huidige milieuzone eisen.

In de categorieën "Middelzwaar vrachtverkeer" en "Touringcars" is er naar verwachting nog ca. 1% wat niet voldoet aan de huidige milieuzone eisen.

Dit komt grotendeels door ontheffingen en eventuele overtredingen die plaatsvinden. Tabel 2 laat zien dat het aandeel te weren verkeer in 2022 voor de milieuzone emissieklasse 6 naar verwachting het grootste is bij OV-bussen, dit komt door het grote aandeel bussen met emissieklasse 5. Na de OV-bussen is het hoogste aandeel te weren verkeer afkomstig van de categorie middelzwaar vrachtverkeer. In absolute aantallen is het te weren verkeer van de categorie middelzwaar vrachtverkeer het grootst, er rijden immers meer diesel vrachtwagens dan diesel autobussen (al kan dit per straat variëren).

Tabel 2: Best case uitgangsscenario: Voorziene opbouw van het verkeer met dieselmotor in **2022** per emissieklasse in Amsterdam op basis van de verwachte autonome verjonging en de huidige toelatingseisen.

Emissieklasse	Middelzwaar vrachtverkeer	Zwaar vrachtverkeer	Touring-cars	OV-bus
0-3	1%	0%	1%	0%
4	3%	2%	2%	0%
5	29%	20%	23%	56%
6	67%	78%	74%	44%
Aandeel te weren verkeer in 2022 (binnen de voertuigklasse, vracht, OV-bus of touringcar)	33%	22%	26%	56%

Opbouw wagenpark in worst case uitgangsscenario

Tabel 3 laat zien dat het Nederlandse gemiddelde wagenpark (worst case uitgangsscenario) voor stedelijk verkeer een andere samenstelling kent dan de Amsterdamse wagenparksamenstelling (best case uitgangsscenario). Het grootste verschil zit in het aandeel voertuigen welke niet voldoen aan de huidige (2020) milieuzone eisen, ofwel, de oranje cijfers in Tabel 3. Dit geldt vooral voor de categorieën "Middelzwaar vrachtverkeer" en "Touringcars" waarbij resp. ca. 10% en 9% nog niet voldoen aan de huidige milieuzone eisen. Het aandeel te weren verkeer in 2022 voor de milieuzone emissieklasse 6 ligt voor het middelzware vrachtverkeer ca. 4% hoger in het worst case uitgangsscenario dan in het best case uitgangsscenario. Daarentegen ligt het te weren zware vrachtverkeer 7% lager in het worst case uitgangsscenario dan in het best case scenario. Voor de touringcars is het nagenoeg gelijk.

Tabel 3: Worst case uitgangsscenario: Voorziene opbouw van het verkeer met dieselmotor in **2022** per emissieklasse voor het '**Nederlands gemiddelde**' op basis van de verwachte autonome verjonging van het wagenpark.

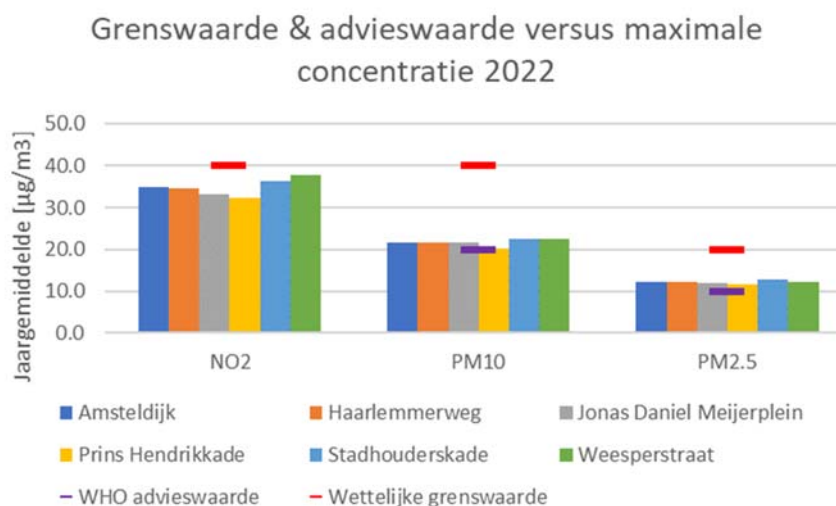
Emissieklasse	Middelzwaar vrachtverkeer	Zwaar vrachtverkeer	Touringcars
0-3	10%	2%	9%
4	5%	1%	2%
5	23%	12%	17%
6	63%	85%	73%
Aandeel te weren verkeer in 2022 (binnen de voertuigklasse, vracht of touringcar)	37%	15%	27%

Impact op luchtkwaliteit

Het onderzoek leidt tot de volgende conclusies voor wat betreft de effecten op stikstofdioxide (NO₂), fijnstof (PM₁₀ en PM_{2.5}) en roet (EC).

Luchtkwaliteit ten opzichte van de Europese grenswaarden en WHO-advieswaarden

- De berekende jaargemiddelde luchtkwaliteit in het studiegebied voldoet in 2022 aan de Europese grenswaarden, zie Figuur 1. Figuur 1 geeft de uitgangssituatie weer voor het best case uitgangsscenario. Het voldoen aan de Europese grenswaarden geldt echter voor elk berekend scenario.
- Volgens de modelberekeningen worden de advieswaarden van de WHO (World Health Organization) voor PM₁₀ en PM_{2.5} nog overschreden in 2022, dit geldt voor alle berekende varianten.
- In het meest recente gepubliceerde zichtjaar (2018) in de NSL-monitoringstool, worden de Europese grenswaarden voor de NO₂-concentratie op diverse plekken in Amsterdam nog overschreden. Ook de jaargemiddelde NO₂-concentraties van de GGD metingen (Palmes-buisjes) over 2019 kwamen op diverse locaties in Amsterdam nog boven de wettelijke grenswaarde uit.



Figuur 1: Wettelijke Europese grenswaarden, WHO-advieswaarden en de berekende maximale luchtkwaliteitswaarden in de uitgangssituatie (best case uitgangsscenario) in zichtjaar 2022. De WHO-advieswaarde voor de NO₂-concentratie is gelijk aan de Europese grenswaarde.

Effecten van het laten vervallen van huidige milieuzones voor vracht en/of autobussen ten opzichte van het best case uitgangsscenario

- Indien niet wordt gekozen om de milieuzone aan te scherpen, komen de huidige milieuzones voor vrachtwagens en autobussen in 2022 te vervallen. In het best case uitgangsscenario blijft de wagenparksamenstelling gelijk aan de situatie waarin de huidige milieuzones nog in werking zouden zijn. In een worst case uitgangsscenario, is wagenparksamenstelling voor het vrachtverkeer en de touringcars gelijk aan de Nederlandse gemiddelde wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer (OV-bussen zijn gelijk gehouden aan het best case uitgangsscenario omdat die werken met concessies).

- In het worst case uitgangsscenario kunnen de PM_{2.5} en EC concentraties afkomstig van lokale verkeersemissies gemiddeld (over meerdere rekenpunten) met maximaal resp. 12% en 35% op de Stadhouderskade (ten opzichte van best case uitgangsscenario) toenemen. Dit staat gelijk aan 0.04 en 0.02 µg/m³ voor resp. PM_{2.5} en EC. De maximale toename (hoogste rekenpunt) op de Stadhouderskade is resp. 0.08 en 0.04 µg/m³ is voor PM_{2.5} en EC. De toename wordt voor ca. 2/3 door het vrachtverkeer veroorzaakt en voor 1/3 door de touringcars.
- Voor de NO₂-concentratie is de maximale toename 0.1 µg/m³. Deze toename wordt voor ca. 1/3 door het vrachtverkeer veroorzaakt en voor 2/3 door de touringcars.
- Het is onduidelijk hoe het wagenpark gaat veranderen nadat een milieuzone wordt afgeschaft. Bovendien zal dit per voertuigcategorie verschillen. Het best case uitgangsscenario en worst case uitgangsscenario moeten gezien worden als twee uitersten in het spectrum.

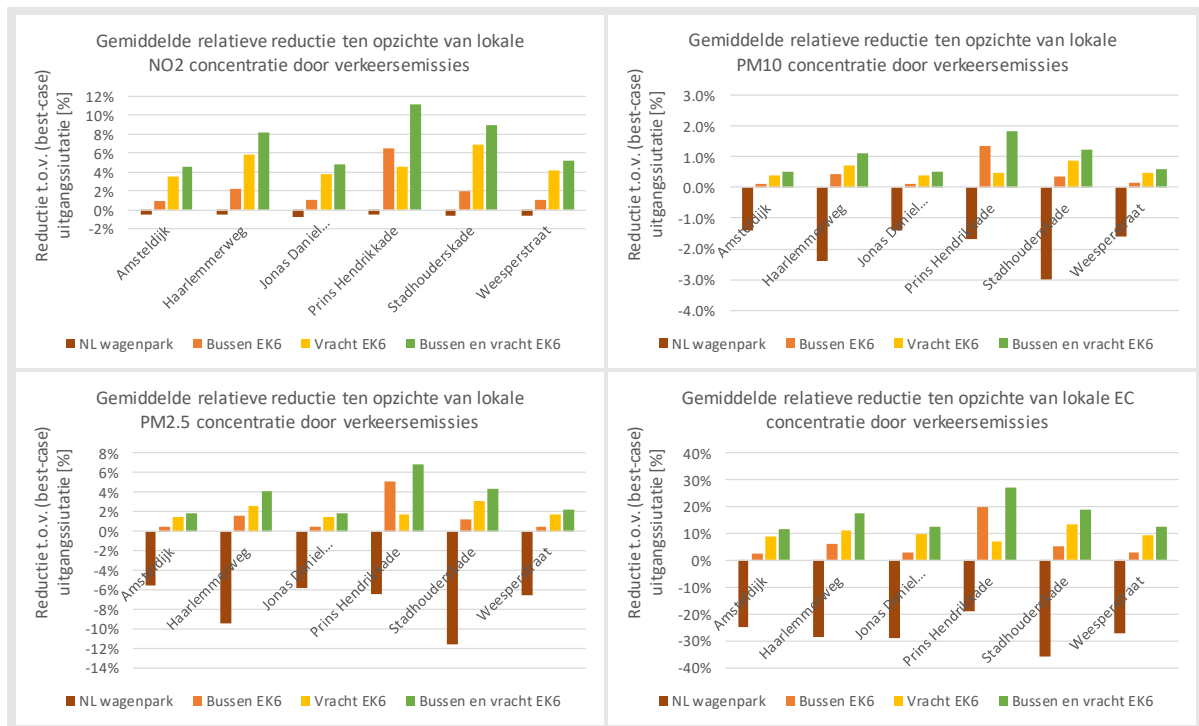
Effecten van het invoeren van milieuzone emissieklasse 6 ten opzichte van het best case uitgangsscenario

- De effecten van de milieuzone varianten op de NO₂-concentraties verschillen sterk per straat, zie Figuur 2. De grootste verschillen zijn zichtbaar voor de milieuzone autobus. Dit komt doordat in sommige straten geen OV-bussen rijden, en in sommige straten juist veel OV-bussen rijden.
- De grootste effecten voor de milieuzone autobus zijn zichtbaar op de Prins Hendrikkade ten gevolge van het grote aandeel OV-bussen. Voor de milieuzone vracht daarentegen is de Stadhouderskade de straat met het grootste effect.
- Op de Prins Hendrikkade na, zorgt de milieuzone vrachtverkeer op de onderzochte straten voor het grootste deel van het effect.
- Het gecombineerde effect van vracht + autobus is logischerwijs het grootste. De Prins Hendrikkade en de Stadhouderskade hebben met resp. 11% en 9% het hoogste gecombineerde relatieve effect ten opzichte van de NO₂-concentratiebijdrage door lokaal verkeer in de uitgangssituatie.
- Het maximale absolute effect wordt met ruim 1 µg/m³ op de NO₂-concentratie ook gerealiseerd op de Stadhouderskade en de Prins Hendrikkade.
- Met een relatieve reductie van gemiddeld 27% ten opzichte van de concentratiebijdrage door lokaal verkeer in de best case uitgangssituatie - in de variant vracht + autobus - is het grootste effect zichtbaar voor EC (roet) op de Prins Hendrikkade. De maximale reducties voor EC en PM_{2.5} op de Prins Hendrikkade zijn resp. 0.03 en 0.04 µg/m³. Dat het grootste effect zichtbaar is voor EC komt vooral doordat de te weren voertuigen geen roetfilter hebben en de vervangingsvoertuigen (emissieklasse 6) wel zijn voorzien van roetfilters. Doordat EC direct aan de uitlaatmissie gerelateerd is, is het effect voor EC groter dan voor PM₁₀ en PM_{2.5} (waar slijtage emissies ook een rol spelen).

Onzekerheden vanwege COVID-19

- Zoals eerder genoemd is in deze studie daarom geen rekening gehouden met de potentiële invloed van COVID-19 op de wagenparksamenstelling. Hierdoor kan het te weren verkeer mogelijk groter zijn dan voorzien, en zijn er mogelijk tijdelijk meer ontheffingen benodigd dan nu in de berekeningen voorzien. Dit beïnvloedt de resultaten.

Een ouder wagenpark geeft een groter effect op de luchtkwaliteit bij invoering van een milieuzone dan nu berekend. Een stijging van het aantal ontheffingen geeft daarentegen een kleiner effect van de milieuzone op de luchtkwaliteit. Indien het ontheffingenbeleid vervolgens wordt afgebouwd zijn er op een later moment nog steeds positieve effecten te verwachten op de luchtkwaliteit.



Figuur 2: Relatieve effecten van de verschillende milieuzone varianten ten opzichte van de huidige lokale concentratie door verkeersemissies in 2022. De uitgangssituatie is hierbij het best case scenario. Het “NL wagenpark” geeft het worst case uitgangscenario weer.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	9
2	Werking van de milieuzone	10
2.1	Werking van de milieuzone	10
2.2	Test-versus praktijkemissies	11
2.3	Gemeten versus berekende concentraties	11
2.4	Het gebruik van emissiefactoren	12
2.5	Luchtkwaliteitseffecten van milieuzones nemen af in de tijd	12
3	Methodiek voor het bepalen van het effect van de milieuzones	13
3.1	Onderzochte milieuzones	13
3.2	Methode voor het bepalen van luchtkwaliteitseffecten van milieuzones	14
3.3	Het bepalen van het luchtkwaliteitseffect per straat	15
4	Wagenparkinformatie	16
4.1	Effect van toelatingseisen op wagenparksamenstelling	16
5	Luchtkwaliteitseffecten van de voorziene milieuzones	19
5.1	Uitgangssituatie en grenswaarden	19
5.2	Effecten op de luchtkwaliteit per variant	21
5.3	Effecten door onzekerheden in ontheffingspercentages	25
5.4	Kanttekeningen	26
6	Conclusie	27
7	Ondertekening	29
	Bijlage(n)	
	A Berekende gemiddelde en maximale luchtkwaliteitseffecten van de milieuzones per voertuigcategorie	

1 Inleiding

In de jaren 2017 en 2018 zijn verschillende maatregelen ingevoerd⁵ gericht op het verbeteren van de luchtkwaliteit in Amsterdam. In deze jaren werd nog niet overal in Amsterdam aan de EU-grenswaarden voor NO₂ concentraties voldaan (zie NSL monitoringstool⁶). Onderdeel van deze maatregelen is een aantal milieuzones gericht op het weren van voertuigen binnen een specifieke voertuigcategorie.

In Amsterdam gelden thans milieuzones voor dieselbestelauto's (DET⁷ 1999 en ouder), dieselautobussen (DET 2004 en ouder), dieseltaxi's (DET 2008 en ouder) en dieselvrachtauto's (Euro IV)⁸. Ook andere Nederlandse steden kennen milieuzones. Landelijke regelgeving is gemaakt om de verschillende milieuzones binnen verschillende steden te harmoniseren. Bij de start van het geharmoniseerde systeem in 2020 kunnen gemeenten kiezen om personen- en bestelauto's die rijden op diesel vanaf emissieklasse 3⁹ of emissieklasse 4 toe te laten. De gemeente Amsterdam heeft gekozen voor toestaan van emissieklasse 4 in 2020. De effecten hiervan zijn in 2019 onderzocht¹⁰.

Voor vrachtauto's en autobussen die rijden op diesel wordt in de geharmoniseerde regelgeving in 2020 het toegangsregime van emissieklasse 4 gecontinueerd. In het geharmoniseerde systeem dienen gemeenten in 2022 vervolgens te kiezen voor het toestaan van emissieklasse 6 voor vrachtauto's en autobussen op diesel, of te kiezen voor helemaal geen milieuzone voor vrachtauto's en autobussen. Indien gekozen wordt voor geen milieuzone, vervallen daarmee ook de bestaande milieuzones voor vracht en autobussen die vóór 2022 zijn ingesteld.

Op verzoek van de gemeente Amsterdam heeft TNO in deze studie de luchtkwaliteitseffecten van de voorziene milieuzones voor vrachtauto's en autobussen in 2022 (emissieklasse 6 diesel) onderzocht. De categorie "Vracht" betreft de vrachtvoertuigen met een maximaal toelaatbaar gewicht van meer dan 3,5 ton. De categorie "Autobus" betreft de voertuigen voor personenvervoer van meer dan 3,5 ton en beslaat zowel touringcars als OV-bussen. Verschillende mogelijkheden voor 2022 zijn onderzocht.

⁵ Schone lucht voor Amsterdam; subtitel: Herijking Amsterdamse maatregelen luchtkwaliteit (juni 2011).

⁶ NSL staat voor het "Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit". In het NSL wordt de luchtkwaliteit in Nederland gemonitord. De NSL monitoringstool is een rekeninstrument waarmee de (rekenkundige) monitoring uitgevoerd wordt.

⁷ Datum van Eerste Toelating

⁸ Amsterdam heeft ook een milieuzone voor brom- en snorfietsen (DET 2010 en ouder); die is niet meegenomen in deze rapportage omdat de milieuzone voor brom- en snorfietsen niet wordt aangepast in toelatingsregime of geografische omvang.

⁹ De 'emissieklasse' is gelijk aan de 'Euroklasse', Euroklasse is de benaming die gebruikt wordt in de Europese wetgeving, emissieklasse wordt gebruikt in de context van de harmonisering van milieuzones.

¹⁰ TNO 2019 R11546: Luchtkwaliteitseffecten van de voorgestelde milieuzones voor diesel personen- en bestelauto's en van de voorgestelde geografische uitbreiding in het jaar 2020.

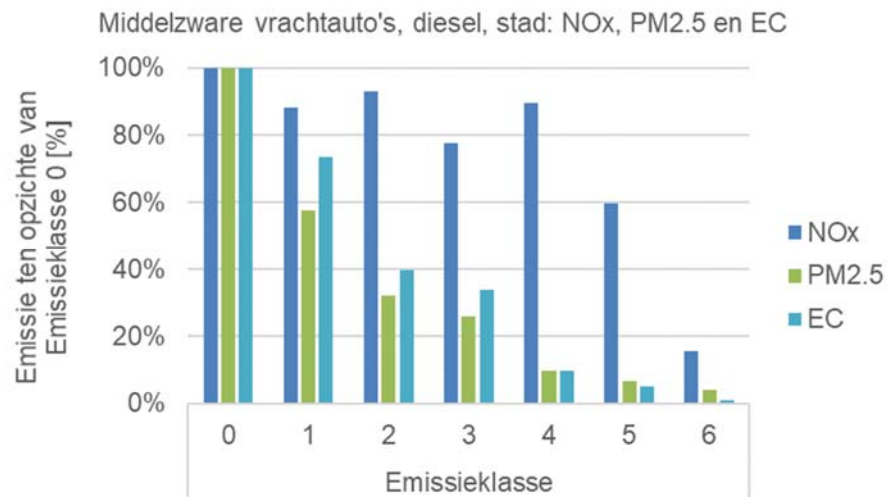
2 Werking van de milieuzone

2.1 Werking van de milieuzone

De milieuzone is een beleidsinstrument dat gemeenten kunnen gebruiken om de lokale luchtkwaliteit te verbeteren. Het instrument is gericht op het principe dat Europese emissiewetgeving van fabrikanten eist dat hun voertuigen bepaalde vastgestelde emissiegrenswaarden, gemeten gedurende een bepaalde testcyclus, niet overschrijden. Deze grenswaarden, ook wel euroklassen genoemd, worden elke paar jaar door Europa verder aangescherpt. Als gevolg hiervan stoten oudere voertuigen, volgens de officiële emissietests, over het algemeen meer luchtvervuilende stoffen uit dan equivalente voertuigen van meer recente bouwjaren. Wanneer deze oudere voertuigen worden geweerd, zullen de kilometers die ermee gereden zouden zijn waarschijnlijk grotendeels vervangen worden door voertuigen die wél voldoen aan de milieuzone-eisen. Aangezien deze nieuwere voertuigen schoner zijn, neemt de hoeveelheid emissies af. Dit leidt tot een verbetering van de luchtkwaliteit.

Figuur 3 geeft de emissiefactoren weer van stikstofoxiden (NO_x), fijnstof ($\text{PM}_{2.5}$) en roet (EC) voor dieselvrachtwagens in de stad. De emissiefactoren zijn relatief gemaakt ten opzichte van de emissieklasse 0. Deze emissiefactoren zijn grotendeels gebaseerd op emissiemetingen die onder praktijkomstandigheden op de weg uitgevoerd zijn.

De dieselvoertuigen tot en met emissieklasse 4 (Euro IV) zijn het meest vervuilend voor NO_x . De meest recente emissieklasse 6 (Euro VI) voertuigen laten daarentegen fors lagere NO_x emissies zien. Voor $\text{PM}_{2.5}$ en EC is voor dieselvoertuigen een substantiële daling waarneembaar over de opvolgende emissieklassen. Vanaf emissieklasse 6 heeft elke (diesel)vrachtauto en autobus een roetfilter (mits niet verwijderd), dit zorgt voor zeer lage PM en EC uitlaatemissies. De $\text{PM}_{2.5}$ emissiefactoren bevatten zowel emissies van de uitlaat als vanuit slijtage (remmen, banden, wegdek). Hierdoor is bij de overgang van emissieklasse 5 naar emissieklasse 6 een groter effect op EC dan op $\text{PM}_{2.5}$ waarneembaar, de slijtage emissies verminderen immers niet door toepassing van een roetfilter.



Figuur 3: Relatieve NOx, PM_{2.5} en EC emissiefactoren ten opzichte van emissieklasse 0 voor middelzwaar vrachtverkeer in de stad (emissiefactoren uit 2020 voor het Amsterdamse wagenpark). De PM_{2.5} emissiefactoren bevatten zowel uitlaatemissies als slijtage emissies (remmen, banden, wegdek).

2.2 Test-versus praktijkemissies

Uit TNO-emissiemetingen van de laatste decennia is gebleken dat de uitstoot onder praktijkomstandigheden op de weg vaak aanzienlijk hoger was dan de officiële testresultaten, gemeten onder specifieke condities.

Dit komt doordat:

- voertuigen in werkelijkheid anders worden gebruikt dan tijdens de typegoedkeuring;
- fabrikanten voertuigen testen onder zo gunstig mogelijke omstandigheden (binnen de kaders van de wetgeving);
- het gebruik van sjoemelsoftware is een voorbeeld van een manier waarop de testemissies onrechtmatig werden verlaagd (buiten de kaders van de wetgeving).

Als gevolg van deze afwijking tussen test- en praktijkemissies leidt een aanscherping van de milieuzone-eisen niet automatisch tot een luchtkwaliteitsverbetering zoals dat op basis van de Europese emissie-eisen mag worden verwacht.

2.3 Gemeten versus berekende concentraties

In Amsterdam wordt de luchtkwaliteit berekend en gemeten.

De luchtkwaliteitsmetingen gebeuren voornamelijk door de GGD Amsterdam. Deze metingen geven nauwkeurig inzicht in de luchtkwaliteit. Bovendien kan, afhankelijk van de meetmethode, niet alleen een gemiddelde concentratie over een langere meetperiode (maanden of zelfs een jaar) bepaald worden, maar kan ook inzicht worden verkregen in de luchtkwaliteit op bijv. uurgemiddelde niveau. Doordat er ruimte nodig is voor de meetapparatuur en doordat deze apparatuur kostbaar is, kan de luchtkwaliteit slechts op een beperkt aantal locaties in de stad

worden gemeten. Bovendien kunnen de bijdragen van verschillende bronnen aan de gemeten luchtkwaliteit niet worden onderscheiden en kan er niet in de toekomst worden gemeten. Om deze redenen wordt de luchtkwaliteit ook berekend, bijvoorbeeld om de effecten van luchtkwaliteitsbeleid richting de toekomst te bepalen. Dit doet het RIVM voor heel Nederland. De berekeningen die in deze studie voor de Gemeente Amsterdam zijn uitgevoerd zijn in lijn met de landelijke berekeningsmethode.

Het model waarmee dit gebeurt is complex en houdt rekening met tal van parameters die in werkelijkheid ook invloed hebben op de lokale luchtkwaliteit zoals de verkeersintensiteit, de verkeerssamenstelling (in termen van voertuigcategorieën, leeftijd, brandstofsoort, etc.), de maximumsnelheid, de aanwezigheid van bomen langs de weg, het type bebouwing, congestie en de meteorologische omstandigheden (windsnelheid, aanwezigheid van ozon) en achtergrondconcentraties.

2.4 Het gebruik van emissiefactoren

Om de reden zoals behandeld in paragraaf 2.2 maakt TNO bij het bepalen van luchtkwaliteitseffecten gebruik van emissiefactoren op basis van praktijkemissies en niet op basis van normwaarden.

Deze praktijkemissies komen tot stand door verschillende metingen aan voertuigen bij 'normaal' gebruik op de weg. De emissiefactoren die worden afgeleid uit deze metingen zijn daarmee representatief voor de werkelijke voertuigemissies.

Door emissiemetingen te doen aan vele verschillende voertuigen zijn emissiefactoren beschikbaar voor verschillende voertuigcategorieën op basis van:

- voertuigcategorieën (personenauto's, bestelauto's, (middel)zware vrachtwagens etc.);
- brandstofsoort (benzine, diesel, LPG, CNG, elektrisch);
- emissieklassen;
- specifieke emissiecontrole technologie en/of uitlaatgasnabehandeling;
- overige aanduidingen (met/zonder aanhanger, met/zonder bepaalde nabehandelingssystemen, etc.).

2.5 Luchtkwaliteitseffecten van milieuzones nemen af in de tijd

Direct bij het invoeren van een milieuzone neemt de gemiddelde leeftijd van het wagenpark dat rijdt in deze zone af, omdat de oude, meest vervuilende, voertuigen worden geweerd. Hierdoor zal het effect van invoering van de milieuzone direct na het moment van invoering plaatsvinden. Wanneer de milieuzone-eisen in de tijd niet worden aangescherpt, zullen op termijn de minimum 'leeftijdseisen' ver in het verleden liggen. Het wagenpark vernieuwt ook autonoom. Daarom zouden na verloop van tijd nog maar zeer beperkt auto's in het wagenpark aanwezig zijn die niet voldoen aan deze eisen, ook als er geen milieuzone zou zijn ingevoerd. Op termijn heeft een milieuzone, wanneer deze niet wordt aangescherpt, dus geen effect meer op de luchtkwaliteit. Dat is op het moment dat het wagenpark (ondanks de milieueisen) gelijk is aan het wagenpark dat niet onderhevig is geweest aan een milieuzone, maar enkel autonoom is vernieuwd.

3 Methodiek voor het bepalen van het effect van de milieuzones

3.1 Onderzochte milieuzones

Tabel 4 laat zien voor welke scenario's de luchtkwaliteitseffecten zijn onderzocht. De categorie "Vracht" betreft de vrachtvoertuigen met een maximaal toelaatbaar gewicht van meer dan 3,5 ton. De categorie "Autobus" betreft de voertuigen voor personenvervoer van meer dan 3,5 ton en beslaat zowel touringcars als OV-bussen.

In Tabel 4 staan twee soorten uitgangsscenario's, namelijk '*geen milieuzone best case*' en '*geen milieuzone worst case*'. Deze twee scenario's zijn opgenomen omdat wanneer de Gemeente Amsterdam niet kiest voor een aanscherping naar emissieklasse 6, de huidige milieuzones voor vracht en/of autobus komen te vervallen. Dat zou betekenen dat ook voertuigen met emissieklasse lager dan 4 weer welkom zijn in de Gemeente Amsterdam. Het is in het algemeen onduidelijk hoe een wagenpark verandert nadat een milieuzone wordt afgeschaft. Bovendien zal dit per voertuigcategorie verschillen.

Het best case uitgangsscenario en worst case uitgangsscenario, moeten gezien worden als twee uitersten. In het best case uitgangsscenario blijft het wagenpark gelijk aan situatie waarin de milieuzone 2020 nog geldig zou zijn (toestaan vanaf emissieklasse 4 voor vrachtwagens en autobussen). Dit lijkt echter geen realistisch scenario omdat er in het Nederlands gemiddelde wagenpark voor stedelijk verkeer in 2022 naar verwachting nog steeds een aandeel van de voertuigen ouder is dan emissieklasse 4 (meer detail hierover volgt in hoofdstuk 4). Een worst case uitgangsscenario zou zijn dat de wagenparksamenstelling voor vrachtwagens en autobussen gelijk wordt aan de verwachte Nederlandse wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer voor zichtjaar 2022. In dit geval komen de voertuigen met de emissieklassen 0 tot en met 4 in dezelfde mate voor in Amsterdam, als in het verwachte Nederlands gemiddelde wagenpark. Ook dit is geen realistisch scenario. Dat zou namelijk betekenen dat de huidige transporteurs en personenvervoerders een compleet ander wagenpark gaan inzetten.

Tabel 4: Onderzochte scenario's in deze studie.

Scenario*	Situatie in 2022
Geen milieuzone best case	Gehele Amsterdamse wagenpark blijft gelijk aan situatie waarin milieuzone 2020 nog geldig zou zijn (toestaan vanaf emissieklasse 4).
Geen milieuzone worst case	Wagenpark gelijk aan de verwachte Nederlands gemiddelde wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer (voor vracht en autobussen met dieselmotor). OV-bussen blijven gelijk aan best case uitgangsscenario vanwege de concessiestructuur.
Alleen Autobus aanscherpen	Toestaan vanaf emissieklasse 6 diesel (Euro VI).
Alleen Vracht aanscherpen	
Autobus en vracht aanscherpen	

* Geldt in alle gevallen alleen voor dieselmotoren.

3.2 Methode voor het bepalen van luchtkwaliteitseffecten van milieuzones

Zoals aangegeven in hoofdstuk 1, is voor deze studie het luchtkwaliteitseffect van de milieuzones berekend voor de invoering ervan.

De effecten zijn berekend volgens de onderstaande stappen:

1. *Bepalen wagenparksamenstelling*

- Bepaling van de huidige verkeerssamenstelling in Amsterdam voor invoering van de aangescherpte milieuzone (gegevens van februari 2019), op basis van verkeerscamera's. De verkeerssamenstelling is bepaald in termen van voertuigtype (aandeel vracht, touringcar, OV-bus, personenwagens, etc.), brandstofsoort, bouwjaar en nabehandelingstechnologie. Hiervoor zijn alleen de verkeerscamera's geselecteerd in het gebied waar de milieuzone in 2019 al in werking was (ofwel: binnen de ring A10, ten zuiden van het IJ). Hierbij wordt alleen rekening gehouden met Nederlandse kentekens, van buitenlandse kentekens zijn onvoldoende details bekend.
- Corrigeren voor de autonome vernieuwing van het wagenpark tussen 2019 en 2022. Deze correctie wordt gedaan omdat de autonome vernieuwing van het wagenpark niet het gevolg is van het Amsterdamse luchtkwaliteitsbeleid. Deze autonome vernieuwing had immers ook plaatsgevonden als dit beleid er niet was geweest. De inschatting van de toekomstige wagenparksamenstelling voor OV-bussen kent een wat grotere mate van onzekerheid voor TNO vanwege de concessie structuur en de grootschalige elektrificatie van OV-bussen in Amsterdam (het is bij TNO bijvoorbeeld niet bekend welke voertuigen worden vervangen door elektrische varianten en of er bijvoorbeeld meer bussen benodigd zijn). Voor de inschatting is een combinatie van de kentekenscans en informatie vanuit de vervoersbedrijven gebruikt.
- Bepalen van de verwachte Nederlandse wagenparksamenstelling in 2022 voor stedelijk verkeer. Dit is alleen gedaan voor vrachtwagens en touringcars. Voor OV-bussen gelden concessies, daardoor is de Nederlandse wagenparksamenstelling minder relevant.
- Ten gevolge van de COVID-19 pandemie kan de vernieuwing van het wagenpark vertragen. Tot in welke mate de COVID-19 pandemie invloed heeft op wagenparksamenstelling in 2022 is nog onduidelijk. Bij de vernieuwing van het wagenpark is in deze studie daarom geen rekening gehouden met de potentiële invloed van COVID-19 op de wagenparksamenstelling.

2. *Bepalen van emissiebijdrage per voertuigcategorie per straat*

- Bepalen van de gemiddelde (TNO) emissiefactoren voor lichte voertuigen (personen- en bestelauto's), middelzware vrachtwagens, zware vrachtwagens en autobussen. Dit gebeurt op basis van de Amsterdamse verkeerssamenstelling in termen van voertuigcategorie, bouwjaar, brandstoftype en nabehandelingstechnologie.
- Vaststellen van verkeersintensiteiten op Amsterdams wegennet op basis van verkeersstellingen. De verkeersintensiteit wordt voor en na invoering van de milieuzone gelijk verondersteld. Er wordt aangenomen dat de invoering van de milieuzone niet leidt tot een vermindering van de gereden kilometers in Amsterdam, enkel tot een andere leeftijdsopbouw van het verkeer en

verschuivingen in voertuigtype (bijv. diesel naar benzine). Ook de invloed van COVID-19 op de verkeersintensiteiten in 2022 is onzeker. Voor de effectberekeningen in deze studie is aangenomen dat de COVID-19 pandemie de verkeersintensiteiten niet beïnvloedt

- Verwerken van intensiteiten per straat en emissiefactoren per voertuigcategorie;
- Voorgenomen beleid tussen 2020 en 2022 meenemen in de uitgangssituaties.
 - o Subsidieregelingen elektrische voertuigen;
 - o (gedeeltelijke) Elektrificatie OV-bussen.

3. *Bepalen aannames en scenario's voor vervangingsgedrag, ontheffingen en overtredingen*

- Uitgangsscenario vervangingsgedrag voor vrachtwagens en autobussen: Geweerde diesel wordt vervangen door een nieuwere diesel; herverdeeld naar rato van verdeling wagenpark over bouwjaren/emissieklassen die de milieuzone in mogen, in dit geval dus naar emissieklasse 6.
- Het percentage voor ontheffingen en overtredingen is ingeschat op 10%. Het ontheffingsbeleid is op het moment van schrijven nog niet duidelijk. Vanwege de COVID-19 pandemie komen er mogelijk tijdelijk meer ontheffingen dan in een situatie zonder COVID-19 het geval zou zijn geweest. Bij de resultaten van de berekeningen zal daarom ook worden ingegaan op de effecten van een hoger percentage ontheffingen.

4. *Berekenen van effecten milieuzone ten opzichte van autonome verschoning*

- Berekenen van de luchtkwaliteit voor (waarbij is gecorrigeerd voor de autonome verschoning tussen 2019 en 2022) en na invoering van de milieuzone. Het verschil tussen deze twee wordt toegekend aan de invoering van de milieuzone. Hierbij worden zowel de eerder genoemde worst case en best case uitgangsscenario's weergegeven.

3.3 **Het bepalen van het luchtkwaliteitseffect per straat**

Doordat de verkeerssamenstelling per locatie verschillend is, is het effect van maatregelen op verschillende locaties niet hetzelfde. Dit effect wordt nog versterkt door andere parameters die verschillen per locatie, zoals het type bebouwing, mate van congestie, aanwezigheid van bomen, etc. Om het gemiddelde effect te bepalen zijn meerdere locaties geselecteerd waarop het effect in kaart wordt gebracht. Het gemiddelde effect op deze specifieke locaties wordt representatief geacht voor het effect op de meest verkeer belaste locaties. De berekeningen houden rekening met meerdere rekenpunten (het specifieke punt waar de luchtkwaliteit berekend wordt) per straat.

De locaties voor de luchtkwaliteitsberekeningen zijn hieronder weergegeven.

- Weesperstraat
- Prins Hendrikkade
- Stadhouderskade
- Amsteldijk
- Haarlemmerweg
- Jonas Daniel Meijerplein

4 Wagenparkinformatie

Op basis van de wagenparkscans, zoals besproken in hoofdstuk 3.2, is de wagenparksamenstelling voor verschillende gebieden bepaald. Hierbij is de samenstelling van het wagenpark vernieuwd naar zichtjaar 2022 (wagenparkscan is gedaan in 2019) op basis van de huidige toelatingseisen, dus zonder voorziene aanscherping van milieuzones. Zoals benoemd in hoofdstuk 3.2 is voor de vernieuwing van het wagenpark in deze studie geen rekening gehouden met de potentiële invloed van COVID-19 op de wagenparksamenstelling. Het gebied van de huidige milieuzone (binnen de ring A10, ten zuiden van het IJ) is de basis voor deze studie. De samenstelling van het wagenpark kan in andere gebieden (zoals Noord of industrieterreinen) verschillen, dit gaat bijvoorbeeld om de leeftijdsopbouw (gerelateerd aan emissieklasse), type brandstof en aandeel per voertuigcategorie (bijv. aandeel autobussen). Deze samenstelling wordt onder andere beïnvloed door de huidige milieuzones. In deze studie ligt de focus op de eerder genoemde straten in paragraaf 3.3. Deze straten liggen in het huidige milieuzone gebied. Ter illustratie is de wagenparksamenstelling voor het gebied Noord wel in kaart gebracht. Daarnaast is voor de 'worst case' berekening de verwachte Nederlandse wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer voor zichtjaar 2022 in kaart gebracht.

4.1 Effect van toelatingseisen op wagenparksamenstelling

Op basis van de wagenparkscans zijn de onderstaande tabellen 5 tot en met 8 tot stand gekomen. In deze tabellen zijn alleen dieselloertuigen weergegeven. De rode cijfers geven het te weren verkeer in 2022 weer op basis van de voorziene milieuzones (emissieklasse 6). De oranje cijfers geven het verkeer weer wat in 2022 naar verwachting niet voldoet aan de huidige milieuzone eisen (anno 2020, toestaan vanaf emissieklasse 4). In de tabellen is het aandeel te weren verkeer weergegeven ten opzichte van de betreffende voertuigcategorie met als brandstofcategorie 'diesel'. Als het geweerde aandeel verkeer wordt weergegeven ten opzichte van de totale voertuigcategorie, inclusief andere brandstofsoorten (zoals elektrisch), is het geweerde aandeel verkeer lager. Vooral voor OV-bussen is het percentage geweerd verkeer ten opzichte van de totale voertuigcategorie substantieel lager. Dit lagere aandeel komt doordat in 2022 een relatief groot deel al elektrisch moet zijn.

De oranje cijfers in Tabel 5 laten zien dat er in het gebied binnen de ring A10 ten zuiden van het IJ (best case uitgangsscenario (zie hoofdstuk 3.1 voor toelichting van scenario's)) naar verwachting in 2022 bijna alle voertuigen voldoen aan de huidige milieuzone eisen. In de categorieën "Middelzwaar vrachtverkeer" en "Touringcars" is er naar verwachting nog ca. 1% wat niet voldoet aan de huidige milieuzone eisen. Dit komt grotendeels door ontheffingen en eventuele overtredingen die plaatsvinden. Zoals hiervoor genoemd is in deze studie daarom geen rekening gehouden met de potentiële invloed van COVID-19 op de wagenparksamenstelling. Hierdoor kan het te weren verkeer mogelijk groter zijn dan voorzien.

Tabel 5 en 6 laten zien dat het aandeel te weren verkeer het grootste is bij OV-bussen, dit geldt voor beide gebieden. Dit komt door het grote aandeel bussen met emissieklasse 5. Deze tabellen laten ook zien dat het aandeel te weren verkeer voor beide gebieden, op de OV-bussen na, vergelijkbaar is. Na de OV-bussen is het hoogste aandeel te weren verkeer (33%) afkomstig van de categorie middelzwaar vrachtverkeer. Daarna volgen de touringcar en de zware vrachtwagens met resp. 26% en 22%. In absolute aantallen is het te weren verkeer van de categorie middelzwaar vrachtverkeer het grootst, er rijden immers meer diesel vrachtwagens dan diesel autobussen (al kan dit per straat variëren).

Tabel 7 laat zien dat het Nederlandse gemiddelde wagenpark (worst case uitgangsscenario) voor stedelijk verkeer een andere samenstelling kent dan de Amsterdamse wagensamenstelling. Het aandeel te weren verkeer op basis van de Nederlandse wagenpark ligt voor het middelzware vrachtverkeer ca. 4% hoger ten opzichte van het Amsterdamse wagenpark (ofwel, het Amsterdamse wagenpark is nieuwer dan het Nederlandse wagenpark). Daarentegen ligt het te weren zware vrachtverkeer 7% lager bij het Nederlandse wagenpark. De te weren touringcars liggen nagenoeg gelijk. Opvallend is dat de Nederlandse wagenparksamenstelling voor de categorieën middelzware vracht en touringcars substantieel meer voertuigen bevat van de emissieklassen 0 tot en met 3. Terwijl het zware vrachtverkeer uit het Nederlandse gemiddelde daarentegen juist nieuwer is.

Tabel 8 geeft de voorziene opbouw van het wagenpark in 2020 weer in het gebied **'Amsterdam binnen ring A10 ten zuiden van IJ'**. De wagenparksamenstelling voor 2020 geeft een weergave van een scenario waarbij er tussen 2020 en 2022 geen enkele vernieuwing meer plaatsvindt. Tabel 8 laat zien dat het te weren verkeer op basis van de wagenparksamenstelling 2020 grofweg 10% hoger zou liggen dan op basis van 2022 wagenparksamenstelling. Voor het middelzware vrachtverkeer en de touringcars betekenen dit weringspercentages van rond de 40% voor de situatie in 2020. Het is onduidelijk tot in welke mate de COVID-19 pandemie effect gaat hebben op de wagenparksamenstelling in 2022.

Tabel 5: Voorziene opbouw van het verkeer met dieselmotor in **2022** per emissieklasse in het gebied **'Amsterdam binnen ring A10 ten zuiden van IJ'** op basis van de verwachte autonome verjonging en de huidige toelatingseisen. Deze opbouw is de basis voor het **best case** uitgangsscenario.

Emissieklasse	Vracht middel	Vracht zwaar	Touring- cars	OV-bus
0	0%	0%	0%	0%
1	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%
3	1%	0%	1%	0%
4	3%	2%	2%	0%
5	29%	20%	23%	56%
6	67%	78%	74%	44%
Aandeel te weren verkeer in 2022 (binnen de voertuigklasse, vracht, OV-bus of touringcar)	33%	22%	26%	56%

Tabel 6: Voorziene opbouw van het verkeer met dieselmotor in **2022** per emissieklasse in het gebied '**Amsterdam Noord**' op basis van de verwachte autonome verjonging van het wagenpark en de huidige toelatingseisen.

Emissieklasse	Vracht middel	Vracht zwaar	Touring- cars	OV-bus
0	0%	0%	0%	0%
1	0%	0%	0%	0%
2	1%	0%	0%	0%
3	2%	1%	1%	0%
4	3%	2%	2%	0%
5	26%	20%	23%	79%
6	67%	77%	74%	21%
Aandeel te weren verkeer in 2022 (binnen de voertuigklasse, vracht, OV-bus of touringcar)	33%	23%	26%	79%

Tabel 7: Voorziene opbouw van het verkeer met dieselmotor in **2022** per emissieklasse voor het '**Nederlands gemiddelde**' op basis van de verwachte autonome verjonging van het wagenpark. Deze opbouw is de basis voor het **worst case** uitgangsscenario.

Emissieklasse	Vracht middel	Vracht zwaar	Touring- cars
0	2%	0%	3%
1	1%	0%	1%
2	2%	0%	2%
3	5%	1%	3%
4	5%	1%	2%
5	23%	12%	17%
6	63%	85%	73%
Aandeel te weren verkeer in 2022 (binnen de voertuigklasse, vracht of touringcar)	37%	15%	27%

Tabel 8: Voorziene opbouw van het verkeer met dieselmotor in **2020¹¹** per emissieklasse in het gebied '**Amsterdam binnen ring A10 ten zuiden van IJ**' op basis van de verwachte autonome verjonging van het wagenpark en de huidige toelatingseisen.

Emissieklasse	Vracht middel	Vracht zwaar	Touring- cars	OV-bus
0	0%	0%	0%	0%
1	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%
3	1%	0%	1%	0%
4	4%	2%	3%	0%
5	37%	27%	33%	63%
6	58%	70%	63%	37%
Aandeel te weren verkeer in 2022 (binnen de voertuigklasse, vracht, OV-bus of touringcar)	42%	30%	37%	63%

¹¹ Het moment van schrijven is 2020. Er wordt echter gebruik gemaakt van de wagenparkscan uit 2019, zoals toegelicht in hoofdstuk 3.2.

5 Luchtkwaliteitseffecten van de voorziene milieuzones

In dit hoofdstuk worden de luchtkwaliteitseffecten van de mogelijke milieuzones weergegeven. De luchtkwaliteitseffecten worden gegeven voor NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} en EC. De effecten op PM₁₀ en PM_{2.5} zijn gerelateerd aan de totale voertuigemissies. Dat wil zeggen dat niet alleen uitlaatemissies worden meegenomen, maar ook slijtage emissies van banden, remmen en wegdek. De slijtage emissies zijn onafhankelijk van de emissieklasse, ofwel, de milieuzones hebben geen effect op de slijtage emissies, alleen op de uitlaatemissies. EC en NO₂ zijn alleen gerelateerd aan uitlaatemissies.

5.1 Uitgangssituatie en grenswaarden

De best case situatie (Amsterdamse wagenparksamenstelling voor 2022 met inachtneming van huidige milieuzones voor vrachtwagens en autobussen) is in deze studie als uitgangspunt genomen. De worst case situatie, waarbij de samenstelling van het vrachtverkeer en touringcars gelijk is aan het Nederlands gemiddelde wagenpark voor stedelijk verkeer, is als variant meegenomen in de volgende paragraaf.

Tabel 9 en Figuur 4 geven de wettelijke grenswaarden, WHO-advieswaarden en de berekende gemiddelde en maximale¹² luchtkwaliteitswaarden in de (best case) uitgangssituatie op de verschillende straten in zichtjaar 2022 weer.

De wettelijke Europese grenswaarden voor de jaargemiddelde NO₂-, PM₁₀- en PM_{2.5}- concentraties zijn resp. 40, 40 en 20 µg/m³ (PM_{2.5} is de indicatieve grenswaarde)¹³. De advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) voor jaargemiddelde PM₁₀ en PM_{2.5} concentraties zijn resp. 20 en 10 µg/m³. De ambitie van de gemeente Amsterdam is om in 2030 aan deze WHO-adviesnormen te voldoen¹⁴.

Tabel 9 en Figuur 4 laten zien dat er volgens de berekeningen in zichtjaar 2022 op alle locaties wordt voldaan aan de Europese grenswaarden. Op basis van Tabel 10 in de volgende paragraaf kan worden geconcludeerd dat ook in de worst case variant wordt voldaan aan de Europese grenswaarden. De Weesperstraat en de Stadhouderskade zijn de straten met de hoogste berekende concentraties binnen heel Amsterdam. De WHO-advieswaarden worden voor PM₁₀ en PM_{2.5} nog overschreden op alle gerapporteerde straten.

In het meest recente gepubliceerde zichtjaar (2018) in de NSL-monitoringstool, worden de Europese grenswaarden voor de NO₂-concentratie op diverse plekken in Amsterdam nog overschreden. Dit gaat om meerdere rekenpunten op de Weesperstraat, Stadhouderskade en de Amsteldijk.

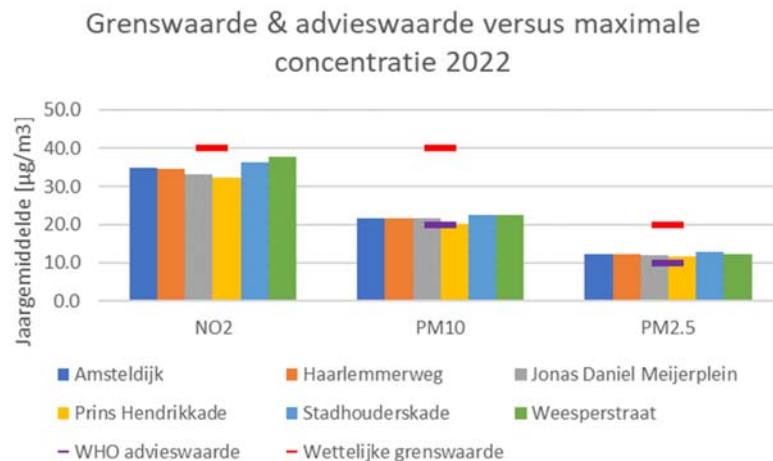
¹² Op een weg liggen meerdere rekenpunten waarbij de concentraties kunnen verschillen. De weergegeven concentraties zijn gemiddelden over meerdere rekenpunten. Daarnaast wordt het hoogste rekenpunt weergegeven.

¹³ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/grenswaarden/>

¹⁴ <https://www.amsterdam.nl/bestuur-organisatie/volg-beleid/duurzaamheid-energie/schone-lucht/>

In de NSL-monitoringstool prognoses voor het zichtjaar 2020 zijn er geen overschrijdingen meer. Het hoogste rekenpunt zit met een NO₂-concentratie van 40,3 µg/m³, echter, dicht tegen de grenswaarde aan.

De NO₂-concentratie wordt op diverse plaatsen in Amsterdam ook gemeten door de GGD met behulp van zogenaamde Palmes-buisjes¹⁵. Landelijk zijn de berekende concentraties in de NSL-monitoringstool leidend, de metingen geven echter nuttige additionele informatie. Er is in het algemeen een sterke correlatie tussen de gemeten en berekende concentraties, maar wel een systematisch verschil: de meetwaarden van de GGD komen systematisch iets hoger uit (10-15%). Locatie specifiek kan dit verschil afwijken. De jaargemiddelde concentraties van de GGD metingen over 2019 kwamen op diverse locaties in Amsterdam nog boven de wettelijke grenswaarde uit. Dit gold onder andere voor sommige plaatsen op de Stadhouderskade, Nassaukade, Prins Hendrikkade, Valkenburgerstraat en de Overtoom.



Figuur 4: Wettelijke grenswaarden, WHO-advieswaarden en de berekende maximale luchtkwaliteitswaarden in de best case uitgangssituatie in zichtjaar 2022.

Tabel 9: Berekende gemiddelde en maximale luchtkwaliteitswaarden in de best case uitgangssituatie in zichtjaar 2022.

Locatie	Gemiddelde concentratie in uitgangssituatie (2022)				Maximale concentratie in uitgangssituatie (2022)			
	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC
	Jaargemiddelde concentratie [µg/m³]				Jaargemiddelde concentratie [µg/m³]			
Amsteldijk	29.3	20.7	11.9	0.73	35.0	21.8	12.2	0.79
Haarlemmerweg	27.2	20.5	11.6	0.69	34.7	21.8	12.2	0.76
Jonas Daniel Meijerplein	29.0	20.5	11.7	0.73	33.3	21.6	12.0	0.78
Prins Hendrikkade	27.1	19.5	11.3	0.70	32.2	20.3	11.7	0.75
Stadhouderskade	30.3	21.3	12.4	0.76	36.4	22.5	12.8	0.83
Weesperstraat	29.7	20.6	11.7	0.74	37.8	22.5	12.2	0.83

¹⁵ <https://maps.amsterdam.nl/NO2/>

5.2 Effecten op de luchtkwaliteit per variant

In deze paragraaf zijn de effecten op luchtkwaliteit van de verschillende varianten opgenomen. Figuur 5 en Tabel 10 tot en met 11 geven de gemiddelde effecten (over de verschillende rekenpunten) op de luchtkwaliteit weer op de geselecteerde locaties. De effecten zijn weergegeven ten opzichte van de (best case uitgangsscenario) uitgangssituatie in 2022 zoals weergegeven in Tabel 8 in de vorige paragraaf. Figuur 5 geeft de relatieve effecten weer ten opzichte van de concentratiebijdrage door lokaal verkeer¹⁶ in de uitgangssituatie.

De concentratiebijdrage door lokaal verkeer aan de totale concentratie is voor resp. NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} en EC gemiddeld (over de onderzochte straten) 22%, 6%, 3% en 8%. Tabellen 10 tot en met 11 geven de absolute effecten weer in µg/m³.

Hieronder volgt een toelichting op de legenda van Figuur 5:

- NL-wagenpark: het worst case uitgangsscenario, waarbij de wagenparksamenstelling voor het vrachtverkeer en de touringcars gelijk zijn gesteld aan de Nederlandse gemiddelde wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer;
- Bussen EK6: Toestaan vanaf emissieklasse 6 diesel autobussen;
- Vracht EK6: Toestaan vanaf emissieklasse 6 diesel vrachtwagens;
- Bussen en vracht EK6: Toestaan vanaf emissieklasse 6 diesel autobussen en vrachtwagens.

5.2.1 Effect van worst case uitgangsscenario (gelijk aan NL wagenparksamenstelling)

In het geval van een worst case uitgangsscenario, waarbij de wagenparksamenstelling voor het vrachtverkeer en de touringcars gelijk zijn gesteld aan de Nederlandse gemiddelde wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer, kan er een forse verslechtering optreden voor met name de PM_{2.5} en EC-concentraties. Figuur 5 laat zien de PM_{2.5} en EC concentraties afkomstig van lokale verkeersemissies gemiddeld (over meerdere rekenpunten) kunnen toenemen met maximaal resp. 12% en 35% op de Stadhouderskade. Dit staat gelijk aan 0.04 en 0.02 µg/m³ (zie Tabel 10) voor resp. PM_{2.5} en EC. Tabel 10 geeft aan de maximale toename (hoogste rekenpunt) op de Stadhouderskade resp. 0.08 en 0.04 µg/m³ is voor PM_{2.5} en EC. De impact op de Stadhouderskade is het grootste omdat de verkeersintensiteit daar hoog ligt, evenals het aandeel vrachtverkeer. Figuur 5 illustreert dat de verslechtering zelfs groter is dan de verbetering ten gevolge van een aangescherpte milieuzone voor autobussen en vrachtverkeer. De toename wordt voor ca. 2/3 door het vrachtverkeer veroorzaakt en voor 1/3 door de touringcars.

Voor de NO₂-concentratie is de maximale toename 0.1 µg/m³. Ten opzichte van de concentratiebijdrage door verkeersemissies is de relatieve toename maximaal ca. 1%. De relatieve toename van fijnstof en roet is fors hoger. De toename van de NO₂-concentratie wordt voor ca. 1/3 door het vrachtverkeer veroorzaakt en voor 2/3 door de touringcars.

¹⁶ De concentratie op een bepaald rekenpunt is grofweg opgebouwd uit een achtergrondconcentratie (verkeer van elders, industrie, scheepvaart, mobiele machines, etc.) en een uit het lokale verkeer wat de aanliggende weg passeert. De relatieve effecten zijn weergegeven ten opzichte van de bijdrage aan de concentraties veroorzaakt door dit lokale verkeer (omdat daar het effect vooral optreedt), en niet ten opzichte van de totale concentratie (waar de achtergrondconcentratie ook bij zou zitten).

De oorzaak van het verschil in effect op de NO₂-concentraties en fijnstof en roet, is het gevolg van de wagenparksamenstelling in combinatie met de bijbehorende emissiefactoren. In hoofdstuk 4.1 is te zien dat de samenstelling van het Nederlandse gemiddelde wagenpark en het Amsterdamse wagenpark met name verschillen voor de emissieklassen 0 tot en met 3. Dit geldt bovendien vooral voor touringcars en middelzwaar vrachtverkeer. Het Nederlands gemiddelde zware vrachtverkeer is juist wat nieuwer dan het Amsterdamse wagenpark. Het zware vrachtverkeer compenseert grotendeels de negatieve effecten van het middelzware vrachtverkeer. Die compensatie is mogelijk omdat de verschillen voor NO_x emissies tussen emissieklasse 0 en emissieklasse 5 niet erg groot zijn, zoals te zien in hoofdstuk 2.1, waardoor de toename door middelzwaar vrachtverkeer en touringcars beperkt blijft. Voor PM_{2.5} en EC daarentegen, zijn er grote verschillen tussen de opeenvolgende Euroklassen, zie hoofdstuk 2.1. Hierdoor zorgen de lagere emissieklassen voor een substantiële bijdrage aan de totale emissies, wat leidt tot deze impact op de concentraties van PM_{2.5} en EC. De impact op de EC concentraties is groter dan bij PM₁₀ en PM_{2.5}, dat komt met name doordat de PM₁₀ en PM_{2.5} emissies niet alleen afkomstig zijn uit de uitlaat, maar ook afkomstig zijn van slijtage (remmen, banden en wegdek), dit geldt bij PM₁₀ meer dan bij PM_{2.5}. De slijtage emissies nemen niet af per emissieklasse.

5.2.2 *Effect van invoering van de milieuzone emissieklasse 6 varianten op de NO₂-concentraties*

De effecten van de milieuzone varianten op de NO₂-concentraties verschillen sterk per straat. De grootste verschillen zijn zichtbaar voor de milieuzone autobus. Dit komt doordat in sommige straten geen OV-bus rijdt, en in sommige straten juist veel OV-bussen rijden. Indien er geen OV-bussen rijden komt het effect van touringcars.

De grootste effecten voor de milieuzone autobus zijn zichtbaar op de Prins Hendrikkade ten gevolge van het grote aandeel OV-bussen. Voor de milieuzone vracht daarentegen is de Stadhouderskade de straat met het grootste effect. Het gecombineerde effect van vracht + autobus is logischerwijs het grootste. De Prins Hendrikkade en de Stadhouderskade hebben met resp. 11% en 9% het hoogste gecombineerde relatieve effect ten opzichte van de concentratiebijdrage door lokaal verkeer in de uitgangssituatie. Op de Prins Hendrikkade na, zorgt de milieuzone vrachtverkeer op de onderzochte straten voor het grootste deel van het effect.

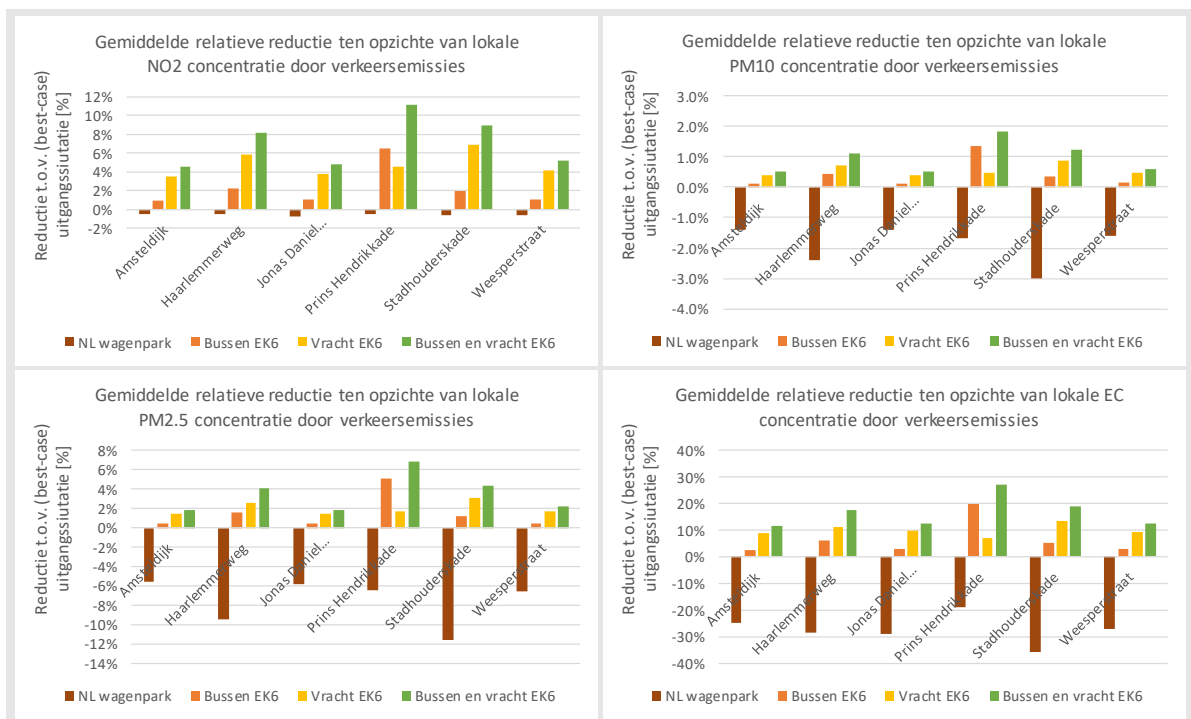
In Tabel 11 is te zien dat het maximale absolute effect, met ruim 1 µg/m³ op de NO₂-concentratie ook wordt gerealiseerd op de Stadhouderskade en de Prins Hendrikkade. In de bijlage worden het absoluut berekende gemiddelde en de maximale luchtkwaliteitseffecten van de milieuzones per voertuigcategorie (separaat voor vracht en autobussen) weergegeven.

Figuur 6 geeft een overzicht van het totaal effect op NO₂-concentraties ten opzichte van de (best case) uitgangssituatie in zichtjaar 2022 over heel Amsterdam ten gevolge van de aanscherping milieuzones vrachtwagens en autobussen. In dit figuur is duidelijk zichtbaar dat de reductie het grootste is op locaties met veel verkeer.

5.2.3 Effect van invoering van de milieuzone emissieklasse 6 varianten op de fijnstof- en roetconcentraties

Ook voor de reducties van fijnstof en roet zijn er grote verschillen per straat, om dezelfde reden als in paragraaf 5.2.2 benoemd. De grootste reducties vinden eveneens plaats op de Prins Hendrikkade en de Stadhouderskade. En ook voor deze componenten komt de grootste reductie in de meeste gevallen van de milieuzone voor vracht.

Met een relatieve reductie van gemiddeld 27% ten opzichte van de concentratiebijdrage door lokaal verkeer in de uitgangssituatie - in de variant vracht + autobus - is het grootste effect zichtbaar voor EC (roet) op de Prins Hendrikkade. De maximale reducties voor EC en PM_{2.5} op Prins Hendrikkade zijn resp. 0.03 en 0.04 µg/m³. Dat het grootste effect zichtbaar is voor EC komt vooral doordat de te weren voertuigen geen roetfilter hebben en de vervangingsvoertuigen (emissieklasse 6) wel zijn voorzien van roetfilters. Doordat EC direct aan de uitlaatemissie gerelateerd is, is het effect voor EC groter dan voor PM₁₀ en PM_{2.5}. PM₁₀, en in mindere mate PM_{2.5}, komen naast uitlaatemissies ook voort uit slijtage emissies (banden, remmen en wegdek). Slijtage emissies nemen door de milieuzones niet af.



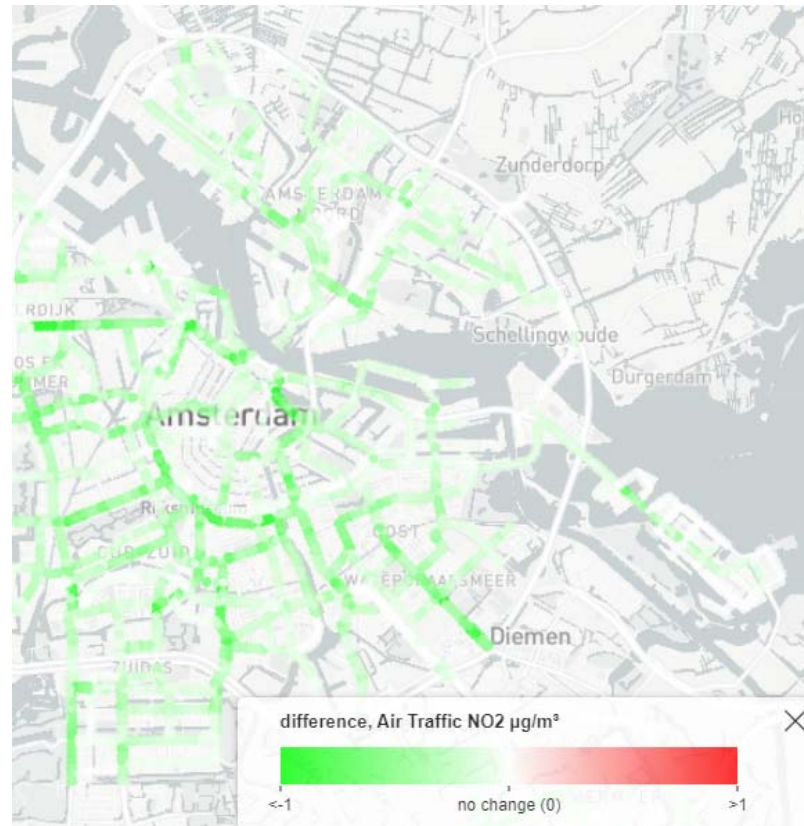
Figuur 5: Relatieve effecten van de verschillende milieuzone varianten ten opzichte van de huidige lokale concentratie door verkeersemissies in 2022. De uitgangssituatie is hierbij het best case scenario. Het "NL wagenpark" geeft het worst case uitgangsscenario weer.

Tabel 10: Berekende gemiddelde en maximale luchtkwaliteitseffect van de "NL-wagenpark-samenstelling (worst case uitgangssituatie)" ten opzichte van de best case uitgangssituatie in zichtjaar 2022.

Locatie	Gemiddelde effect NL-wagenpark t.o.v. uitgangssituatie				Maximale effect NL-wagenpark t.o.v. uitgangssituatie			
	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC
	Jaargemiddelde concentratie [µg/m³]				Jaargemiddelde concentratie [µg/m³]			
Amsteldijk	0.03	0.02	0.02	0.01	0.06	0.06	0.06	0.03
Haarlemmerweg	0.03	0.03	0.03	0.02	0.06	0.07	0.07	0.03
Jonas Daniel Meijerplein	0.05	0.02	0.02	0.02	0.08	0.04	0.04	0.03
Prins Hendrikkade	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02
Stadhouderskade	0.05	0.04	0.04	0.02	0.10	0.08	0.08	0.04
Weesperstraat	0.05	0.02	0.02	0.02	0.09	0.06	0.06	0.04

Tabel 11: Berekende gemiddelde en maximale luchtkwaliteitseffect van de milieuzone "Autobus + Vracht emissieklasse 6 diesel" ten opzichte van de best case uitgangssituatie in zichtjaar 2022.

Locatie	Gemiddelde effect Bussen + Vracht emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie				Maximale effect Bussen + Vracht emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie			
	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC
	Jaargemiddelde concentratie [µg/m³]				Jaargemiddelde concentratie [µg/m³]			
Amsteldijk	-0.31	-0.01	-0.01	-0.01	-0.81	-0.02	-0.02	-0.01
Haarlemmerweg	-0.54	-0.01	-0.01	-0.01	-1.03	-0.03	-0.03	-0.02
Jonas Daniel Meijerplein	-0.31	-0.01	-0.01	-0.01	-0.48	-0.01	-0.01	-0.01
Prins Hendrikkade	-0.37	-0.01	-0.01	-0.01	-1.07	-0.04	-0.04	-0.03
Stadhouderskade	-0.64	-0.02	-0.02	-0.01	-1.08	-0.03	-0.03	-0.02
Weesperstraat	-0.37	-0.01	-0.01	-0.01	-0.73	-0.02	-0.02	-0.02



Figuur 6: Overzicht van totaal effect op NO₂-concentraties ten opzichte van de (best case) uitgangssituatie in zichtjaar 2022 over Amsterdam ten gevolge van de aanscherping milieuzones vrachtwagens en autobussen.

5.3 Effecten door onzekerheden in ontheffingspercentages

Zoals eerder genoemd is het onzeker hoe COVID-19 de 2022 wagenparksamenstelling gaat beïnvloeden. Daarnaast is op het moment van schrijven het ontheffingenbeleid nog niet bekend. In de berekeningen is vanwege deze onzekerheden geen rekening gehouden met de potentiële invloed van COVID-19 op de wagenparksamenstelling in 2022. Hierdoor kan het te weren verkeer mogelijk groter zijn dan voorzien, en zijn er mogelijk tijdelijk meer ontheffingen benodigd dan nu in de berekeningen voorzien. In de berekeningen is een aandeel van 10% aangenomen voor ontheffingen en overtredingen.

Een verandering van deze parameters beïnvloedt de resultaten. Een ouder wagenpark geeft een groter effect op de luchtkwaliteit bij invoering van een milieuzone dan nu berekend. Een stijging van het aantal ontheffingen geeft daarentegen een kleiner effect van de milieuzone op de luchtkwaliteit. Als die 10% zou veranderen in bijvoorbeeld 40%, dan blijft slechts 2/3 van het effect over bij eenzelfde wagenparksamenstelling in dat betreffende zichtjaar. Indien het ontheffingenbeleid vervolgens wordt afgebouwd zijn er op een later moment nog steeds positieve effecten te verwachten op de luchtkwaliteit. Hoe groot die positieve effecten zijn hangt af van de leeftijd van het wagenpark op dat moment. Een ouder wagenpark zal deels het eventuele hoge tijdelijke ontheffingspercentage compenseren.

5.4 Kanttekeningen

In deze studie zijn de luchtkwaliteitsverbeteringen ten gevolge van diverse milieuzone varianten in Amsterdam berekend. Ondanks dat het gebruikte luchtkwaliteitsmodel rekening houdt met een groot aantal parameters, betreft het een simplificering van de werkelijkheid. Bovendien ligt er een aantal aannames richting de toekomst aan ten grondslag die in werkelijkheid kunnen afwijken van de modelwaarden.

Naast de onzekerheden in het luchtkwaliteitsmodel dat inzicht geeft in toekomstige luchtkwaliteit, zijn er ook aannames gedaan over het vervangingsgedrag om de luchtkwaliteit zonder invoering van de milieuzones te kunnen vergelijken met de situatie mét milieuzones. Om te corrigeren voor de autonome vernieuwing van het wagenpark is bijvoorbeeld aangenomen dat tussen 2019 en 2022 het wagenpark drie jaar nieuwer is geworden. Dit is een geoorloofde aanname, echter in werkelijkheid kan de autonome vernieuwing van het wagenpark sneller of juist langzamer verlopen. Gedurende de economische crisis bijvoorbeeld, werd de aanschaf van nieuwe voertuigen uitgesteld waardoor het wagenpark minder snel vernieuwde. Eenzelfde effect kan mogelijk opnieuw plaatsvinden ten gevolge van de COVID-19 pandemie.

Aan de andere kant, wanneer er bijvoorbeeld een (tijdelijk) fiscaal aantrekkelijk beleid wordt gevoerd of wanneer er (tijdelijk) subsidies worden verleend, kan deze vernieuwing juist sneller verlopen. De conclusies in dit rapport zijn relatief gevoelig voor het verschil tussen de aangenomen en daadwerkelijke vernieuwing het wagenpark.

Tot slot kan de COVID-19 pandemie ook gevolgen hebben op de verkeersintensiteiten en daarmee op de luchtkwaliteit. Het is echter zeer moeilijk te voorspellen hoe de effecten van deze pandemie in 2022 merkbaar zijn. Daarom is gekozen om de verkeersintensiteiten gelijk te houden aan de situatie zonder COVID-19.

6 Conclusie

In deze studie zijn de effecten van milieuzones voor vrachtauto's en autobussen (toelaten vanaf emissieklasse 6), voor het jaar 2022 onderzocht.

Het onderzoek leidt tot de volgende conclusies:

Luchtkwaliteit ten opzichte van de Europese grenswaarden en WHO-advieswaarden

- De berekende jaargemiddelde luchtkwaliteit in het studiegebied voldoet in 2022 aan de Europese grenswaarden in alle berekende varianten.
- Volgens de modelberekeningen worden de advieswaarden van de WHO (World Health Organization) voor PM₁₀ en PM_{2.5} nog overschreden in 2022, dit geldt voor alle berekende varianten.
- In het meest recente gepubliceerde zichtjaar (2018) in de NSL-monitoringstool, worden de Europese grenswaarden voor de NO₂-concentratie op diverse plekken in Amsterdam nog overschreden. Ook de jaargemiddelde NO₂-concentraties van de GGD metingen (Palmes-buisjes) over 2019 kwamen op diverse locaties in Amsterdam nog boven de wettelijke grenswaarde uit.

Effecten van het laten vervallen van huidige milieuzones voor vracht en/of autobussen ten opzichte van het best case uitgangsscenario

- Indien niet wordt gekozen om de milieuzone aan te scherpen, komen de huidige milieuzones voor vrachtwagens en autobussen om juridische redenen, in 2022 te vervallen. In het best case uitgangsscenario blijft de wagenparksamenstelling gelijk aan de situatie waarin de huidige milieuzones nog in werking zouden zijn. In een worst case uitgangsscenario, is wagenparksamenstelling voor het vrachtverkeer en de touringcars gelijk aan de Nederlandse gemiddelde wagenparksamenstelling voor stedelijk verkeer (OV-bussen zijn gelijk gehouden aan het best case uitgangsscenario omdat die werken met concessies).
- In het worst case uitgangsscenario kunnen de PM_{2.5} en EC concentraties afkomstig van lokale verkeersemissies gemiddeld (over meerdere rekenpunten) toenemen met resp. 12% en 35% op de Stadhouderskade (ten opzichte van best case uitgangsscenario). Dit staat gelijk aan 0.04 en 0.02 µg/m³ voor resp. PM_{2.5} en EC. De maximale toename (hoogste rekenpunt) op de Stadhouderskade is resp. 0.08 en 0.04 µg/m³ is voor PM_{2.5} en EC. De toename wordt voor ca. 2/3 door het vrachtverkeer veroorzaakt en voor 1/3 door de touringcars.
- Voor de NO₂-concentratie is de maximale toename 0.1 µg/m³. De toename wordt voor ca. 1/3 door het vrachtverkeer veroorzaakt en voor 2/3 door de touringcars.
- Het is onduidelijk hoe het wagenpark gaat veranderen nadat een milieuzone wordt afgeschaft. Bovendien zal dit per voertuigcategorie verschillen. Het best case uitgangsscenario en worst case uitgangsscenario moeten gezien worden als twee uitersten in het spectrum.

Effecten van het invoeren van milieuzone emissieklasse 6 ten opzichte van het best case uitgangsscenario

- De effecten van de milieuzone varianten op de NO₂-concentraties verschillen sterk per straat.

De grootste verschillen zijn zichtbaar voor de milieuzone autobus. Dit komt doordat in sommige straten geen OV-bussen rijden, en in sommige straten juist veel OV-bussen rijden.

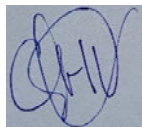
- De grootste effecten voor de milieuzone autobus zijn zichtbaar op de Prins Hendrikkade ten gevolge van het grote aandeel OV-bussen. Voor de milieuzone vracht daarentegen is de Stadhouderskade de straat met het grootste effect.
- Op de Prins Hendrikkade na, zorgt de milieuzone vrachtverkeer op de onderzochte straten voor het grootste deel van het effect.
- Het gecombineerde effect van vracht + autobus is logischerwijs het grootste. De Prins Hendrikkade en de Stadhouderskade hebben met resp. 11% en 9% het hoogste gecombineerde relatieve effect ten opzichte van de NO₂-concentratiebijdrage door lokaal verkeer in de uitgangssituatie.
- Het maximale absolute effect wordt met ruim 1 µg/m³ op de NO₂-concentratie ook gerealiseerd op de Stadhouderskade en de Prins Hendrikkade.
- Met een relatieve reductie van gemiddeld 27% ten opzichte van de concentratiebijdrage door lokaal verkeer in de best case uitgangssituatie - in de variant vracht + autobus - is het grootste effect zichtbaar voor EC (roet) op de Prins Hendrikkade. De maximale reducties voor EC en PM_{2.5} op Prins Hendrikkade zijn resp. 0.03 en 0.04 µg/m³. Dat het grootste effect zichtbaar is voor EC komt vooral doordat de te weren voertuigen geen roetfilter hebben en de vervangingsvoertuigen (emissieklasse 6) wel zijn voorzien van roetfilters. Doordat EC direct aan de uitlaatemissie gerelateerd is, is het effect voor EC groter dan voor PM₁₀ en PM_{2.5} (waar slijtage emissies ook een rol spelen).

Onzekerheden vanwege COVID-19

- Zoals eerder genoemd is in deze studie daarom geen rekening gehouden met de potentiële invloed van COVID-19 op de wagenparksamenstelling. Hierdoor kan het te weren verkeer mogelijk groter zijn dan voorzien, en zijn er mogelijk tijdelijk meer ontheffingen benodigd dan nu in de berekeningen voorzien. Dit beïnvloedt de resultaten. Een ouder wagenpark geeft een groter effect op de luchtkwaliteit bij invoering van een milieuzone dan nu berekend. Een stijging van het aantal tijdelijke ontheffingen geeft daarentegen een kleiner effect van de milieuzone op de luchtkwaliteit direct na invoering van de milieuzone. De tijdelijkheid van de ontheffing zal mede bepalen in hoeverre er op een later moment alsnog een effect ingeboekt kan worden.

7 Ondertekening

Den Haag, 5 november 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. van der Valk', enclosed within a square blue border.

Chris van der Valk
Projectleider

TNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'P. van Mensch', enclosed within a square blue border.

Pim van Mensch
Auteur

A Berekenende gemiddelde en maximale luchtkwaliteitseffecten van de milieuzones per voertuigcategorie

In deze bijlage zijn de effecten op luchtkwaliteit van de verschillende varianten opgenomen. Tabellen 12 tot en met 13 geven de absolute effecten in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (over de verschillende rekenpunten) op de luchtkwaliteit weer op de geselecteerde locaties. De effecten zijn weergegeven ten opzichte van de best case uitgangssituatie in 2022.

Tabel 12: Berekenende gemiddelde en maximale luchtkwaliteitseffect van de milieuzone "Autobus emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie" ten opzichte van de (best case) uitgangssituatie in zichtjaar 2022.

Locatie	<u>Gemiddelde effect Bussen</u> emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie				<u>Maximale effect Bussen</u> emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie			
	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC
	Jaargemiddelde concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Jaargemiddelde concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Amsteldijk	-0.06	0.00	0.00	0.00	-0.15	-0.01	0.00	0.00
Haarlemmerweg	-0.14	-0.01	0.00	0.00	-0.28	-0.01	-0.01	-0.01
Jonas Daniel Meijerplein	-0.06	0.00	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.00
Prins Hendrikkade	-0.22	-0.01	-0.01	-0.01	-0.67	-0.03	-0.03	-0.02
Stadhouderskade	-0.14	0.00	0.00	0.00	-0.32	-0.02	-0.01	-0.01
Weesperstraat	-0.07	0.00	0.00	0.00	-0.14	-0.01	0.00	0.00

Tabel 13: Berekenende gemiddelde en maximale luchtkwaliteitseffect van de milieuzone "Vracht emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie" ten opzichte van de (best case) uitgangssituatie in zichtjaar 2022.

Locatie	<u>Gemiddelde effect Vracht</u> emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie				<u>Maximale effect Vracht</u> emissieklasse 6 t.o.v. uitgangssituatie			
	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC
	Jaargemiddelde concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Jaargemiddelde concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Amsteldijk	-0.25	-0.01	-0.01	-0.01	-0.66	-0.02	-0.02	-0.01
Haarlemmerweg	-0.39	-0.01	-0.01	-0.01	-0.84	-0.02	-0.02	-0.01
Jonas Daniel Meijerplein	-0.24	-0.01	-0.01	-0.01	-0.38	-0.01	-0.01	-0.01
Prins Hendrikkade	-0.15	0.00	0.00	0.00	-0.39	-0.01	-0.01	-0.01
Stadhouderskade	-0.50	-0.01	-0.01	-0.01	-0.87	-0.02	-0.02	-0.02
Weesperstraat	-0.29	-0.01	-0.01	-0.01	-0.59	-0.02	-0.02	-0.01