



Rapportage Luchtmeetnet Utrecht 2016

de gemeentelijke stikstofdioxide-metingen in 2016 nader bekeken

Colofon

Uitgave

Gemeente Utrecht,
Ontwikkelorganisatie Ruimte
Ruimte, Kwaliteit en Duurzaamheid
Team LuchtGeluid

Auteur

Erik Boons

Projectnaam

Rapportage Luchtmeetnet Utrecht 2016

Datum

30 november 2017

Meer informatie

Adres: Stadsplateau 1, 3521 AZ Utrecht
Telefoon: 030 – 2860000
E-Mail: milieu@utrecht.nl
www.[utrecht.nl/milieu](http://www.utrecht.nl/milieu)

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. Het Utrechtse Luchtmeetnet.....	7
2.1. Achtergrond: waarom meet Utrecht?	7
2.2. Meetmethode en –strategie.....	7
2.3. Gegevensverwerking	10
3. Resultaten	12
3.1. Meetresultaten 2016.....	12
3.1.1. Meerjarige trends in stikstofdioxideconcentraties en concentraties fijn stof.....	17
3.1.2. Trends in gemeten concentraties stikstofdioxide in Utrecht (Utrechts luchtmeetnet)	19
3.2. Invloed van het weer	22
3.2.1. Concentratiepatroon binnen een kalenderjaar	23
3.2.2. Het weer in 2016 vergeleken met dat in de voorgaande vijf jaren	24
3.3. Ruimtelijke spreiding	26
3.3.1. Achtergrondconcentraties, invloed snelwegen en lokale variaties.....	26
4. Gemeten en berekende waarden	28
4.1. Vergelijking jaargemiddelden en verkeersbijdragen.....	28
4.1.1. Vergelijking metingen met berekeningen NSL-Monitoringstool.....	28
4.1.2. Vergelijking tussen gemeten en berekende verkeersbijdrage	30
4.2. Op zoek naar overige verklarende factoren	32
4.2.1. Verkeer (wegverkeer en binnenvaart)	32
5. Conclusie	33
Bijlagen	34

Bijlagen

Bijlage 1	Overzicht meetlocaties Utrecht	35
Bijlage 2	Meetperioden 2016	37
Bijlage 3	Meetwaarden (NO ₂ , PM ₁₀ , Pm _{2,5}) LML-RIVM Utrecht	38
Bijlage 4	Overzicht duplometingen	39
Bijlage 5	Meetresultaten 2016	41
Bijlage 6	Invoer NSL-Monitoringstool (MTR2017, jaar 2016)* – kenmerken wegsegmenten	43
Bijlage 7	Invoer NSL-Monitoringstool (MTR2017, jaar 2016)* – overige kenmerken	45
Bijlage 8	Vergelijking meet- en rekenresultaten 2016	47
Bijlage 9	Meet- en rekenresultaten op straatlocaties	49
Bijlage 10	Gemeten en berekende verkeersbijdrage	50
Bijlage 11	Windrozen De Bilt (KNMI)	51

Samenvatting

In deze rapportage kijken we terug op het zesde meetjaar van het Utrechtse luchtmeetnet. Het is een aanvulling op het datarapport van Buro Blauw '*Rapportage concentratiemetingen stikstofdioxide Utrecht 2016*'.

De gemeente informeert haar burgers met metingen over de ontwikkeling van de luchtkwaliteit in de stad. Deze metingen tonen de verschillen tussen achtergrondlocaties en door het verkeer belaste locaties. Daarnaast laten ze de invloed van de nabijheid van snelwegen zien. Om de circa vier weken verschijnen de nieuwe meetgegevens op de gemeentelijke website. Op deze site staat ook een toelichting op het meten van de luchtkwaliteit.

De afgelopen jaren zijn vele gemeentelijke, landelijke en internationale maatregelen genomen om de luchtkwaliteit te verbeteren: Bronmaatregelen die zorgen voor een afname van emissies, maar ook tal van andere lokale maatregelen. De verwachting was dat hierdoor de luchtkwaliteit in Utrecht in 2016 verder zou verbeteren. Maar de gemeten stikstofdioxide-concentraties toonden in 2016, mede veroorzaakt door relatief ongunstige weersomstandigheden, een lichte toename ten opzichte van 2015. De dalende trend in de periode 2011–2015 (bij achtergrondmeetlocaties gemiddeld $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en bij straatmeetlocaties gemiddeld $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zette in 2016 dus niet door.

In 2016 variëren de gemeten jaargemiddelde NO_2 -concentraties van 19 tot $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vergeleken met 2015 nemen in 2016 de concentraties op straatmeetlocaties gemiddeld toe met $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en op stadsachtergrond-meetlocaties met $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De grootste verschillen zien we langs de A27 bij Rijsweerd [$4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ meer in 2016] en langs de Amsterdamsestraatweg [$2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ minder in 2016].

In 2016 ligt het hoogst gemeten jaargemiddelde [$42,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$] bij de Ds. M.L. Kinglaan langs het fietspad bij de Wartburg nog boven de EU-grenswaarde voor stikstofdioxide (en de advieswaarde van de WHO). Hoge jaargemiddelden (>36) langs binnenstedelijke wegen treffen we ook aan bij de drie meetlocaties aan de Catharijnesingel [39, 37 en 36], de Nobelstraat [38] en de Weerdsingel [37]. Relatief hoog zijn de gemeten stadsachtergrond-concentraties bij Hoograven-rand [34], Kanaleneiland Zuid-rand [33], Oog-in-Al rand [31] en Rijsweerd-rand [30].

Dit rapport schenkt ook aandacht aan de vergelijking van gemeten en berekende NO_2 -concentraties. De overeenkomst tussen de gemeten en berekende concentraties is in het algemeen goed. Op een aantal meetlocaties (met name langs de Weg der Verenigde Naties, Oudenoord en Catharijnesingel zuid) is de berekende concentratie relatief hoog ten opzichte van de gemeten concentratie. Vermoedelijk is hier sprake van enige overschatting van de berekende verkeersbijdrage. Mogelijke verklaringen voor de geconstateerde verschillen, algemeen geldend of specifiek voor een locatie, passeren in dit rapport de revue.

1. Inleiding

De GGD Amsterdam en Buro Blauw voerden in opdracht van de gemeente Utrecht in 2016 luchtkwaliteitsmetingen uit. In augustus 2017 leverde dat het zesde technische datarapport op: *'Rapportage concentratiemetingen stikstofdioxide Utrecht 2016* (BL 2017.7936.01–V03)'. Dit rapport presenteert alle meetresultaten van het jaar 2016. Daarnaast geeft het inzicht in en verantwoording over de gebruikte methodiek.

In de gemeentelijke rapportage die u nu leest, beoordelen we de metingen en vergelijken we ze met berekende concentraties. Het rapport besteedt verder aandacht aan de ontwikkeling (trend) van de gemeten concentraties vanaf begin 2011 tot eind 2016. Alle meetresultaten vanaf de start van het meetnet zijn beschikbaar via de website van de gemeente <http://www.utrechtmilieu.nl/meetnet/#data>.

De metingen, met zogeheten 'Palmes' buisjes (zie afbeelding), geven een indruk van de variatie in tijd en ruimte. Deze varieert van een relatief lage regionale achtergrondconcentratie in de zomermaanden tot een relatief hoge concentratie in de wintermaanden, langs een drukke weg in het centrum van de stad omsloten door hoge bebouwing. Het luchtmeetnet geeft ook inzicht in de invloed van de nabijheid van snelwegen.



2. Het Utrechtse Luchtmeetnet

Dit hoofdstuk beschrijft beknopt de ontstaansgeschiedenis van het Utrechtse Luchtmeetnet. Na een beschrijving van de meetmethode en de –locaties, volgt een toelichting op de gegevensverwerking.

2.1. Achtergrond: waarom meet Utrecht?

Burgers en maatschappelijke groeperingen vroegen bij de gemeente om aandacht te geven aan het *meten* van luchtverontreiniging. De inrichting van een luchtmeetnet in Utrecht is in 2009 voorgelegd aan de raad in de vorm van een meetnetnotitie (Notitie meetnet luchtkwaliteit Utrecht, 2009). Vervolgens adviseerde de commissie Stad en Ruimte op 12 november 2009 tot de inrichting van een netwerk van NO₂–meetbuisjes in de stad. Diverse ervaren, externe partijen werkten mee aan de robuustheid van het Inrichtingsplan Meetnet Luchtkwaliteit Utrecht (2010).

Het doel van het buisjesmeetnet voor stikstofdioxide is:

Het volgen van de trendmatige ontwikkeling van de luchtkwaliteit voor NO₂ verspreid over de stad over een reeks van jaren en het Informeren van de burger over de luchtkwaliteit in de stad.

Op grond van de trend in NO₂ –concentraties kunnen het college en de raad zich een oordeel vormen over de beoogde verbetering van de luchtkwaliteit in de stad. De meetinformatie is pas echt bruikbaar als er gedurende meerdere jaren wordt gemeten. Het meetnet is dus een investering voor de lange termijn.

Het college wil open en transparant inzicht bieden in de luchtkwaliteit in de stad. De gemeente wil het vertrouwen in het luchtbeleid bij de burgers vergroten. Zij stelt daarom de meetresultaten beschikbaar via de website. Periodiek verschijnen hier nieuwe meetgegevens (van de verstreken 4–weekse meetperiode). Voor vragen of nadere informatie staat utrechtselucht@utrecht.nl ter beschikking

2.2. Meetmethode en –strategie

Meetmethode

Het meten van de stikstofdioxide concentraties (NO₂) gebeurt met Palmes diffusiebuisjes (zie onderstaande foto's). Een Palmes diffusiebuisje is een klein, cilindrisch buisje, aan één kant afgesloten met een (zwarte) dop. Via de naar beneden gerichte, open zijde van de buis verplaatst de in de buitenlucht aanwezige NO₂ zich naar de gesloten kant (diffusie), waar absorptie plaatsvindt. De buisjes hangen gemiddeld vier weken buiten, op circa 2,5 meter hoogte, aan straatmeubilair zoals lantaarnpalen en verkeersborden of regenpijpen. Op twaalf locaties, waaronder de RIVM meetstations (Kardinaal de Jongweg, Constant Erzeijstraat en Griftpark), vinden de metingen in tweevoud (duplo) plaats. Vanaf meetperiode 7 is bij de RIVM meetstations overgegaan op metingen in viervoud.

Om overbelading (verzadiging) te voorkomen, worden de buisjes ongeveer iedere vier weken gewisseld (de eerste helft van 2016 door de GGD Amsterdam, daarna door Buro Blauw uit Wageningen). Het prepareren en analyseren van de buisjes doet Buro Blauw. Voor elke vier–wekelijkse meetperiode volgt uit

berekening de gemiddelde NO₂ concentratie in de lucht. Na 13 keer wisselen wordt uit deze waarden de *jaargemiddelde* concentratie NO₂ worden berekend (in microgram per kubieke meter [µg/m³]).



Palmes buisje bevestigd aan lantaarnpaal in houder (links) en in meetkoker (rechts).

De Palmes-buisjes meetmethode is relatief goedkoop en eenvoudig toepasbaar. De buisjes vallen nauwelijks op en kunnen nagenoeg overal hangen. Hierdoor is een goed inzicht mogelijk in de ruimtelijke variatie van de concentraties verspreid over de stad. Hoewel de buisjes-metmethode niet is goedgekeurd om te toetsen aan wettelijke grenswaarden (ondermeer omdat met de buisjes géén uurgemiddelde concentraties bepaald worden), geeft het een goede indicatie van de concentraties in de buitenlucht.

Meetstrategie

De algemene opzet voor het meetnet is volgens de standaard die andere (Europese) steden en het RIVM aanhouden. Deze opzet sluit aan op de opbouw van NO₂-concentraties in een stad (zie figuur 2.1).

Een stadsdekkend basismetnet onderscheidt drie typen meetlocaties:

- regionaal: meetpunt in het buitengebied rond Utrecht;
- stad: meetpunten in woonwijken waar de invloed van het lokale verkeer gering is;
- straat: meetpunten langs drukke stedelijke wegen.

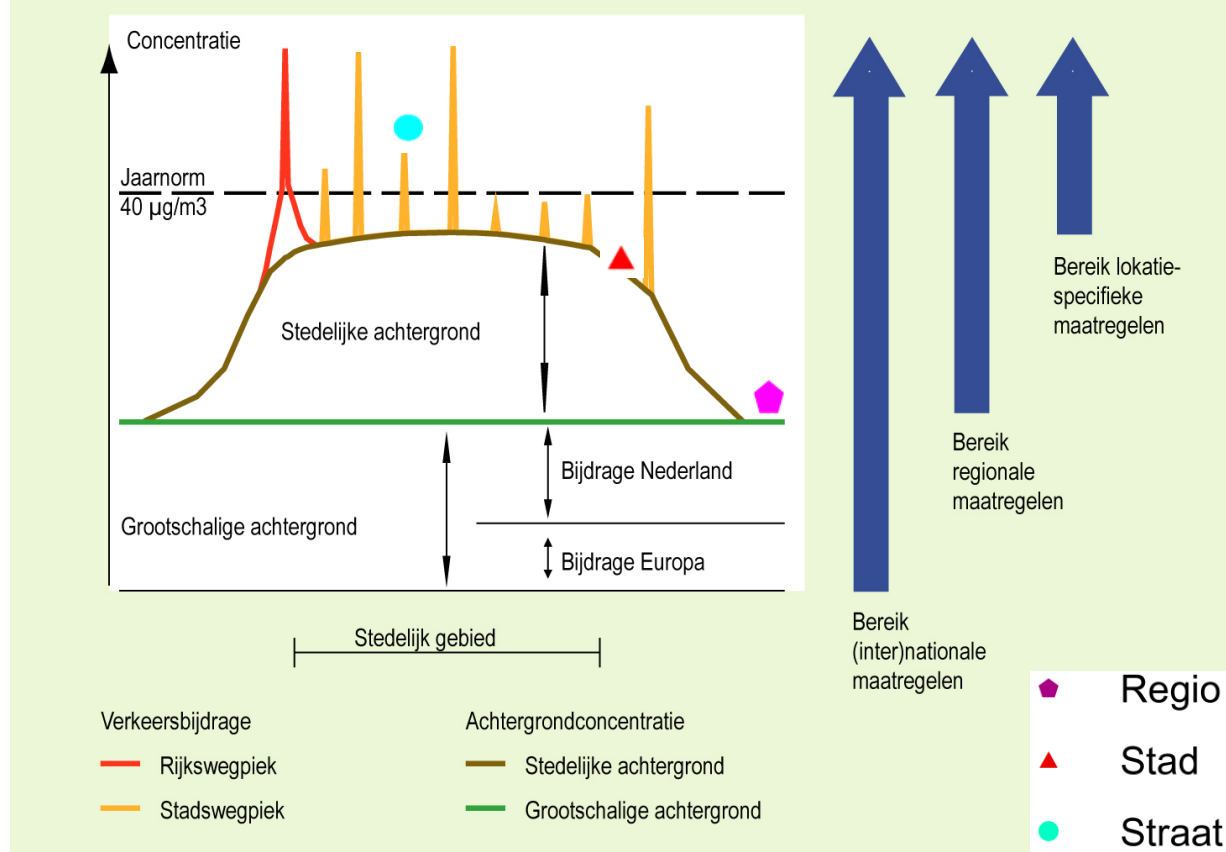
- ◆ Regio
- ▲ Stad
- Straat

Een regionaal meetpunt geeft een beeld van de luchtkwaliteit buiten de stad, niet direct beïnvloed door stedelijke bronnen, maar door verder weg gelegen Nederlandse en buitenlandse bronnen. De regionale achtergrond bepaalt de basisbelasting van de stad. Op de hoogte en de wisselingen van deze regionale achtergrond heeft de gemeente nauwelijks invloed.

Een stadsmetpunt geeft informatie over het achtergrondniveau van luchtverontreiniging in de stad. De gemeten concentraties op de stadsmetpunten zijn representatief voor de blootstelling van het merendeel van de Utrechtse bevolking die woont in verkeersluwe wijken. De stedelijke achtergrondconcentratie is, vanwege de emissies (uitstoot) van stedelijke bronnen, hoger dan in het buitengebied. Door een ongelijke verdeling van deze bronnen over de stad en verschillen in windcondities en bebouwingsdichtheid, zijn de achtergrondniveaus niet overal in de stad gelijk.

Een straatmeetpunt geeft informatie over de luchtkwaliteit op een specifiek punt langs een drukke stedelijke weg. De uitstoot door het verkeer kan zorgen voor een sterk verhoogde concentratie ten opzichte van de stadsachtergrond.

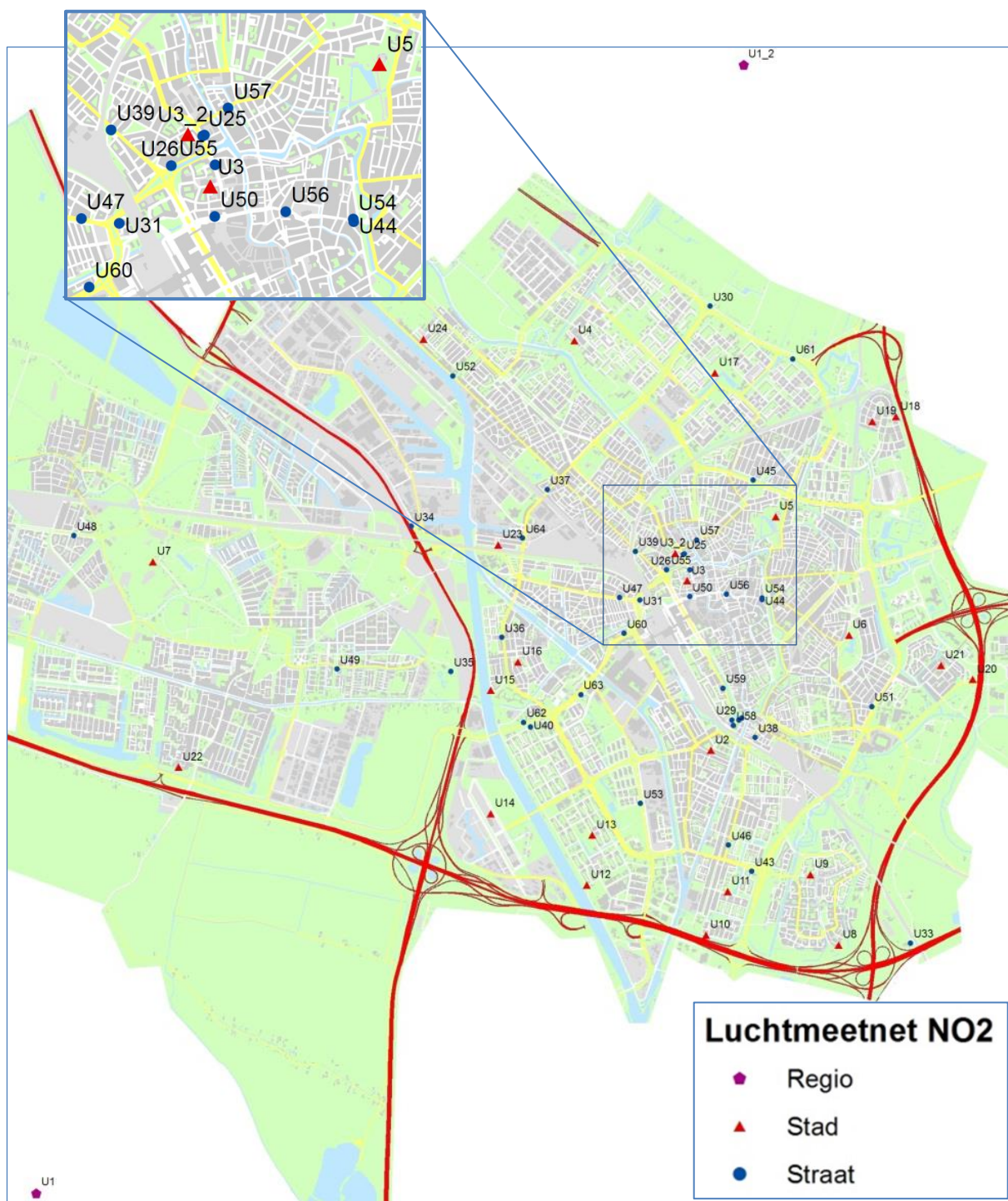
Voorbeeld van concentratiepatroon NO_2 in een stad



Figuur 2.1 De luchtkwaliteit op een locatie wordt bepaald door een stapeling van bronbijdragen die kunnen worden aangepakt door Europese, nationale en lokale maatregelen (PBL, 2009).

Van de 64 meetlocaties zijn er 24 ingericht om de achtergrondconcentratie verspreid over de stad te meten, in stadswijken dichtbij en op afstand van snelwegen. Daarnaast zijn 38 locaties gelegen langs drukke (stads)wegen. Om de stad- en straatmeetpunten beter te kunnen interpreteren zijn ook twee regionale meetpunten ingericht buiten de stad (linksonder en rechtsboven in figuur 2.2). Op twaalf meetlocaties meten we in tweevoud (duplo-metingen).

In bijlage 1 zijn de typering, namen en rijksdriehoek-coördinaten van de meetlocaties te vinden. Figuur 2.2 geeft de ligging, typering en numerieke codering (1–64) van de meetlocaties weer.



Figuur 2.2 Ligging, typering en numerieke codering van de Utrechtse meetlocaties.

2.3. Gegevensverwerking

Een uitgebreide beschrijving van de door Buro Blauw gehanteerde gegevensverwerking staat in het rapport 'BL2017.7936.01-V03: *Rapportage concentratiemetingen stikstofdioxide Utrecht*.' Hieronder gaan we in op de correctie die is toegepast op de ruwe meetgegevens door een 'ijking' met wettelijk goedgekeurde referentiemetingen, die plaatsvinden op RIVM meetstations van het LML (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit) en op een aantal meetstations van de GGD in Amsterdam.

Metingen op de RIVM meetstations

In de stad Utrecht meet het RIVM op enkele meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: de LML–straatmeetstations aan de Kardinaal de Jongweg (NL 10636) en de Constant Erzeijstraat (NL 10639) en het stadsachtergrond–station Griftpark (NL10 643). Hier vinden metingen plaats van fijn stof (PM₁₀/PM_{2,5}), Ozon (O₃) en stikstofoxiden (NO, NO₂) (zie: <https://www.luchtmeetnet.nl/>). De gevalideerde resultaten staan op de website: <http://www.lml.rivm.nl/gevalideerd/index.php>. Bijlage 3 geeft een beknopt overzicht van de concentraties NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} op de drie Utrechtse LML–meetstations.

Op de drie RIVM meetstations in Utrecht vinden – naast de buisjesmetingen– ook metingen van NO₂ concentraties met de wettelijk voorgeschreven methode plaats. Deze standaardmetingen (referentiemetingen) worden gebruikt voor de correctie van de buisjesmetingen. Deze door de Europese Unie voorgeschreven standaardmethode wordt ook gebruikt bij het LML en bij het Amsterdamse Luchtmeetnet van de GGD Amsterdam.

Vergelijking met de referentiemethode

De passieve meetmethode met de buisjes voldoet niet aan de wettelijke eisen voor NO₂ metingen (Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007), omdat met de buisjes géén – en met referentiemetingen wel – uurgemiddelde concentraties bepaald kunnen worden. De formele EU eis is dat de totale afwijking tussen de gemeten en de werkelijke concentratie minder is dan 15% voor uurgemiddelde concentraties. Passieve monsternamen van NO₂ is in de Europese regelgeving erkend als indicatieve meetmethode, met een toegestane meetfout van maximaal $\pm 25\%$. De prestatie van de wettelijk goedgekeurde referentiemeting (chemiluminescentie methode) is in de praktijk 8 tot 10%. De onzekerheid van de buisjesmetingen neemt af door ze te vergelijken met referentiemetingen. Buro Blauw stelt dat over het meetjaar 2016 de door haar gemeten *jaargemiddelde* stikstofdioxide–concentratie gemeten met Palmes buizen ter hoogte van de limietwaarde (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) behept is met een meetfout van minder dan 13%. Jaargemiddelde metingen met Palmes buizen voldoen daarmee aan de eis die de EU stelt aan de *meetnauwkeurigheid* van de referentiemethode ($\pm 15\%$).

De metingen voor het meetjaar 2016 zijn gestart op 29 december 2015. Tijdens de eerste 6 meetperiodes (zie bijlage 2) zijn vergelijkende metingen tussen diffusiebuisjes– en referentiemethode gedaan door de GGD Amsterdam op twaalf permanente meetstations uit het Amsterdams Luchtmeetnet en op drie van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (RIVM–LML) in Utrecht (GGDA rapportage 16–1112). Buro Blauw heeft de plaatsing van de samplers in periode 7 t/m 12 uitgevoerd en vergelijkende metingen uitgevoerd bij de LML–meetstations aan de Amsterdamse Veerkade en De Constant Rebecquestraat (Den Haag), de Graafseweg (Nijmegen), en de Kardinaal de Jongweg en de Constant Erzeijstraat (Utrecht).

Dit gaf voor iedere meetperiode afzonderlijk een gemiddelde correctiefactor ten opzichte van de referentiemethode. Met de factor zijn de in Utrecht passief gemeten concentraties gecorrigeerd. De gemiddelde correctiefactor per meetperiode t.o.v. de referentiemetingen varieerde tussen de 0,89 en 1,07; (tijdgewogen) gemiddeld over het jaar 1,01. Dit betekent dat de NO₂ concentratie volgens de wettelijk goedgekeurde referentiemethode *gemiddeld 1 %* hoger ligt dan de passief gemeten concentraties.

3. Resultaten

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de meetresultaten en beschouwt enkele aspecten uit de praktijk van het meten. Vervolgens kijken we naar de ontwikkeling van de concentraties in de loop der jaren. Om de invloed van het weer op de concentraties te kunnen duiden, bespreken we meteorologische gegevens van enkele, nabij Utrecht gelegen KNMI-meetstations. De laatste paragraaf van dit hoofdstuk gaat in op de ruimtelijke variatie in concentraties.

3.1. Meetresultaten 2016

Het meetprogramma en de meetlocaties zijn in 2016 grotendeels onveranderd gebleven vergeleken met 2015. Vanaf meetperiode 7 zijn echter de metingen in tweevoud op de locaties Kardinaal de Jongweg, Constant Erzeijstraat en Griftpark uitgebreid tot metingen in viervoud.

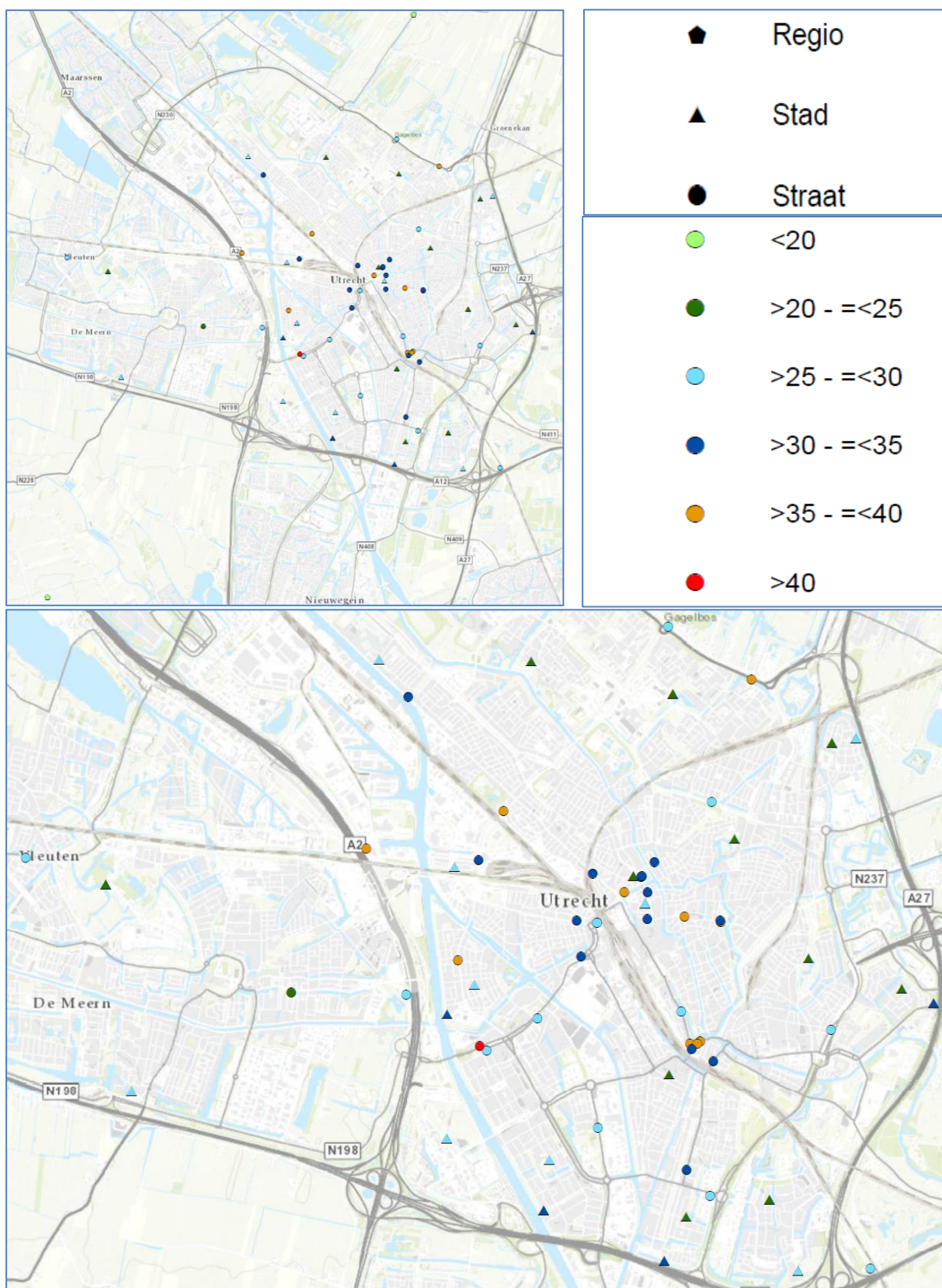
Bijlage 5 en de tabel in dit hoofdstuk vermelden voor elke meetlocatie de jaargemiddelde concentraties (gevalideerd, tijd-gewogen en na correctie met de referentiemetingen). Een overzicht van de meetwaarden per afzonderlijke meetperiode staat in de '*Rapportage concentratiemetingen stikstofdioxide Utrecht 2016* (BL 2017.7936.01-V03)'. Alle ruwe meetdata zijn in te zien en te downloaden als (csv-bestand) op de gemeentelijke webpagina van het luchtmeetnet <http://www.utrechtmilieu.nl/meetnet/>. Tabel 3.1 aan het einde van deze paragraaf vermeldt de meetwaarden en figuur 3.1 op de volgende pagina geeft de jaargemiddelde concentratie stikstofdioxide (NO₂) weer in klassen van 5 µg/m³.

In 2016 variëren de gemeten jaargemiddelde NO₂-concentraties van 19 tot 42 µg/m³. Vergeleken met 2015 nemen in 2016 de concentraties op *straatmeetlocaties* gemiddeld toe met 0,8 µg/m³ (gepaarde T-toets; p<0,005) en op *stadsachtergrond*-meetlocaties met 0,9 µg/m³ (gepaarde T-toets; p<0,05). De gemiddelde toename in 2016 (versus 2015) voor *alle meetlocaties samen* (straat-, regionale én stadsachtergrond) bedraagt 0,8 µg/m³ (gepaarde T-toets; p<0,0001). De grootste verschillen met 2015 zien we langs de Amsterdamsestraatweg [-2,2 µg/m³] en langs de A27 bij Rijnsweerd [+4,5 µg/m³].

Ten opzichte van de start van de metingen in 2011, is voor alle meetlocaties (straat-, regionale én stadsachtergrond samen) nog steeds sprake van een daling van gemiddeld 5,8 µg/m³. Bij de straatmeetlocaties is de gemiddelde afname 7,2 µg/m³. Bij de achtergrondlocaties is de gemiddelde afname 3,9 µg/m³.

Figuur 3.2 toont de verschillen in gemeten concentraties stikstofdioxide voor 2016 in vergelijking met 2015¹ (N.B. de verschillen bij de regionale achtergrondlocaties zijn vermeld in tabel 3.1).

¹ Bij de analyses zijn alleen locaties meegenomen die voldoen aan de formele validatie-eis van 90% datacapture.



Figuur 3.1. Jaargemiddelde NO₂ concentraties in microgram per m³ op de Utrechtse meetlocaties (2016). *Afbeelding linksboven: ten zuidwesten van de stad ligt de regiolocatie Rijnenburg/IJsselstein, ten noordoosten de regiolocatie Westbroek.* [Esri Nederland & Community Maps Contributors]

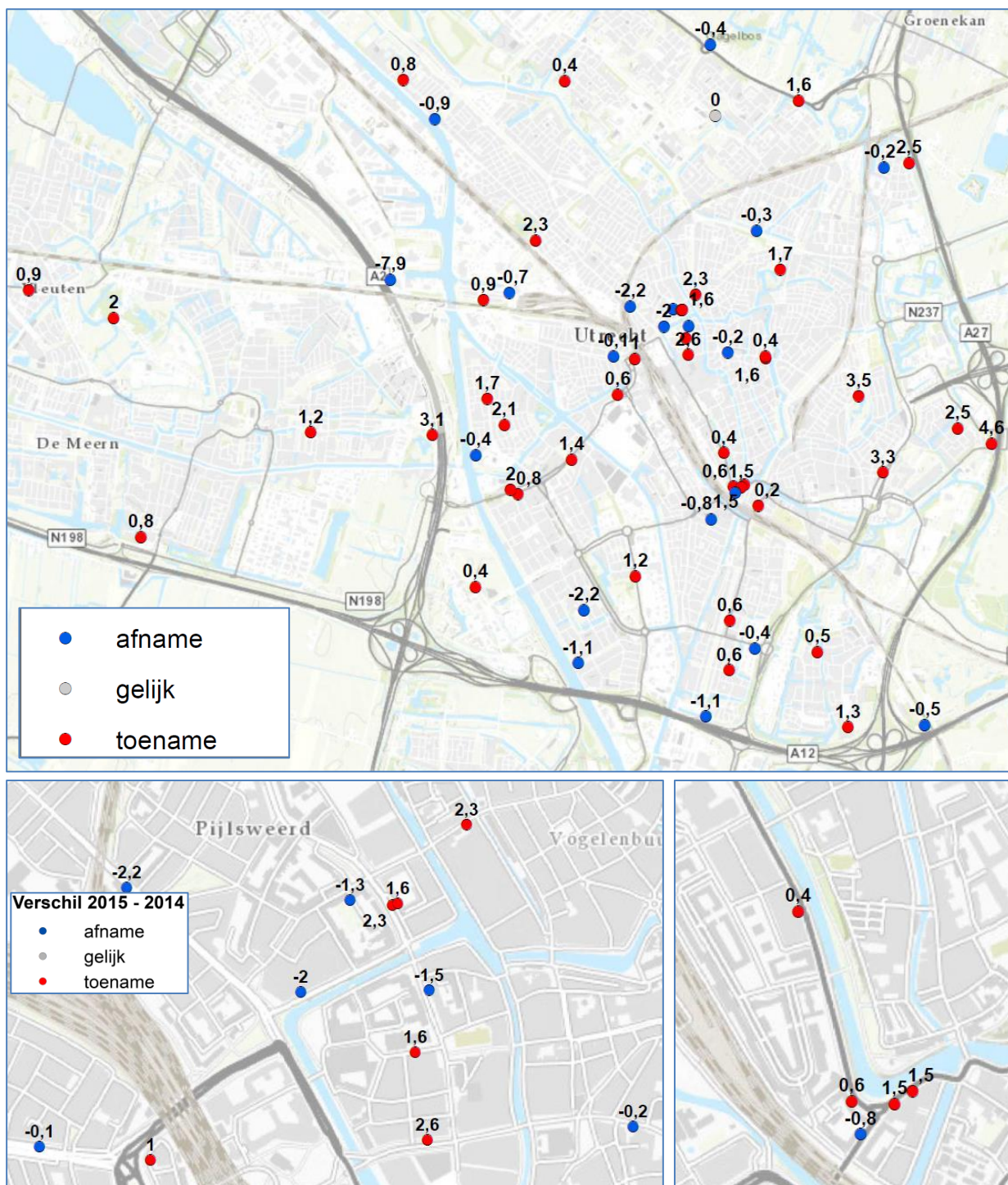
Sinds 1 januari 2015 geldt in Nederland een concentratie van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde norm voor stikstofdioxide. Een volgens wettelijk voorschrift (Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007) berekende jaargemiddelde concentratie boven² de $40,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kan wijzen op een overschrijding van deze norm. Daarnaast spreken we van een dreigende of potentiële overschrijding als de berekende concentratie hoger is dan $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maar lager dan de grenswaarde van $40,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In hoofdstuk 2 merkten we al op dat de buisjesmetingen niet geschikt zijn en ook niet toegestaan voor een toetsing aan de wettelijke grenswaarden voor stikstofdioxide. Maar de meetwaarden geven wel een goede indicatie van de concentratie in de buitenlucht en laten zien hoe deze zich verhoudt tot de EU-grenswaarde en de advieswaarde voor de jaargemiddelde concentratie stikstofdioxide die de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) nastreeft (beide bedragen $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Bij de interpretatie van de meetwaarden en de vergelijking met berekende concentraties is het belangrijk om op te merken dat de metingen op grotere hoogte (2–2,5 meter) en soms dichterbij de weg plaatsvinden dan waar men gebruikelijk met berekeningen aan de EU-grenswaarden toetst (op 10 meter van de rand van de weg).

Slechts weinig metingen mislukten (2,1 % oftewel 21 van de 1002 metingen): soms trof de GGD Amsterdam c.q. Buro Blauw geen meetbuisje en/of meetkoker meer aan op de meetlocatie of waren de meetbuisjes niet meer geschikt voor analyse.

² De wijze van afronding van berekende waarden is in artikel 68 van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 geregeld.



Figuur 3.2. Verschil jaargemiddelde concentraties stikstofdioxide [in $\mu\text{g}/\text{m}^3$] tussen 2016 en 2015.
[Esri Nederland & Community Maps Contributors]

Tabel 3.1 In 2011 t/m 2016 gemeten jaargemiddelde NO₂ concentraties en verschillen tussen in 2016 en in voorgaande jaren gemeten concentraties in µg/m³

Meetlocatie	GGDA 2011	GGDA 2012	GGDA 2013	GGDA 2014	GGDA 2015	GGDA 2016	Vershil 2016-2011	Vershil 2016-2015
Rijnenburg/IJsselstein	22,2	21,7	21,6	21,2	19,6	19,0	-3,2	-0,7
Westbroek				19,9	19,4	19,6		0,2
Rivierenwijk*	26,7	26,3	24,7	24,6	23,9	23,0	-3,7	-0,8
Wijk C	33,4	31,2	28,9	27,1	26,6	28,2	-5,2	1,6
Monicahof*				23,7	24,7	23,4		-1,3
Overvecht Noord	24,5	25,0	21,8	22,4	21,8	22,2	-2,3	0,4
Griftpark	27,2	28,1	24,4	23,3	20,1	21,8	-5,4	1,7
Wilhelminapark*	26,5	24,1	23,1	20,7	21,3	24,8	-1,7	3,5
Máximapark*	24,6	24,3	23,4	24,7	20,3	22,2	-2,4	2,0
Lunetten – rand	27,5	27,3	26,8	26,6	23,9	25,2	-2,2	1,3
Lunetten – midden	27,6	27,5	26,2	24,1	22,1	22,6	-5,1	0,5
Hoograven – rand*	35,8	39,6	32,4	34,5	34,8	33,7	-2,1	-1,1
Hoograven – midden	27,4	29,0	25,7	25,2	24,3	24,9	-2,5	0,6
Kanaleneiland-Zuid rand	39,1	38,3	35,5	38,2	34,5	33,4	-5,6	-1,1
Kanaleneiland-Zuid midden*	32,5	33,0	29,1	30,2	30,9	28,6	-3,8	-2,2
Leeuwenstein-Zuid	34,7	34,3	31,1	31,8	28,0	28,3	-6,4	0,4
Oog in Al – rand	34,6	37,1	31,6	30,7	31,8	31,3	-3,2	-0,4
Oog in Al – midden*	28,6	28,7	27,1	25,2	25,2	27,3	-1,3	2,1
Overvecht – zuid	27,9	26,9	24,1	23,6	24,4	24,4	-3,5	0,0
Voordorp – rand	28,7	26,7	27,3	26,1	23,1	25,5	-3,1	2,5
Voordorp – midden	24,4	24,4	22,5	22,6	21,2	21,1	-3,3	-0,2
Rijnsweerd –rand	35,1	34,5	31,7	31,1	25,5	30,1	-5,0	4,6
Rijnsweerd –midden*	25,1	24,9	23,6	22,6	20,7	23,1	-1,9	2,5
De Meern – rand*	28,4	27,2	24,4	26,2	25,6	26,4	-2,0	0,8
Schepenbuurt	29,1	28,0	24,4	24,6	24,1	25,0	-4,1	0,9
A'damsestraatweg (noord)	31,1	29,9	28,4	28,8	25,4	26,1	-5,0	0,8
Oudenoord	41,2	41,0	38,2	33,6	31,1	33,4	-7,7	2,3
Oudenoord (gevel)*				30,6	29,5	31,1		1,6
Weerdsingel	47,2	46,6	44,8	41,1	38,9	36,9	-10,3	-2,0
Catharijnesingel / Vaartsestraat	45,1	42,4	39,4	34,0	36,6	37,2	-7,9	0,6
Albert Schweitzerdreef*	34,3	33,4	29,5	32,4	30,1	29,7	-4,6	-0,4
Westplein	35,4	33,3	30,5	29,0	28,3	29,3	-6,2	1,0
t Blauwe huis	34,4	34,3	30,2	30,0	28,2	27,7	-6,7	-0,5
Noordelijke tunnelmond A2*			47,4	47,1	44,9	37,0		-7,9
Zuidelijke tunnelmond A2			26,8	27,7	23,7	26,8		3,1
Lessinglaan	39,1	38,1	35,9	33,7	33,9	35,6	-3,5	1,7
St. Josephlaan	39,0	38,0	36,1	36,1	33,5	35,8	-3,2	2,3
Albatrosstraat*	37,9	36,3	33,3	32,5	31,3	31,5	-6,4	0,2
A'damsestraatweg (zuid)	42,0	41,2	35,5	36,1	33,9	31,7	-10,3	-2,2
Ds. M.L. Kinglaan	34,4	35,0	29,9	29,9	28,8	29,6	-4,7	0,8
Catharijnesingel/Bleekstraat (o)	56,4	54,0	51,6	46,3	37,3	38,8	-17,6	1,5
Catharijnesingel/Bleekstraat (w)			47,4	41,9	34,9	36,4		1,5
t Goylaan	31,4	30,6	29,1	29,1	27,9	27,5	-3,9	-0,4
Nobelstraat (zuidzijde)	47,8	49,5	43,9	36,9	36,1	37,8	-10,0	1,6
Kardinaal de Jongweg	33,8	33,4	29,3	28,5	27,8	27,5	-6,3	-0,3
Constant Erzeijstraat	39,1	38,6	33,6	33,1	31,6	32,1	-7,0	0,6

Meetlocatie	GGDA 2011	GGDA 2012	GGDA 2013	GGDA 2014	GGDA 2015	GGDA 2016	Vershil 2016- 2011	Vershil 2016- 2015
Vleutenseweg	45,6	43,4	39,2	36,6	32,7	32,6	-13,0	-0,1
Stroomrugbaan	27,9	26,9	25,9	25,1	24,7	25,6	-2,3	0,9
Langerakbaan	25,2	22,8	22,5	21,5	20,2	21,4	-3,9	1,2
Vredenburg	49,9	44,9	42,6	33,2	29,2	31,8	-18,1	2,6
Laan van Minsweerd	30,1	29,8	27,8	27,3	24,7	28,0	-2,1	3,3
A'damsestraatweg (noord)	36,7	36,1	31,8	33,7	33,8	32,9	-3,7	-0,9
Europalaan (A. Frankplein)	29,7	31,1	30,3	28,8	25,5	26,7	-3,0	1,2
Nobelstraat (noordzijde)*		41,9	40,4	31,6	30,8	31,2		0,4
St. Jacobsstraat*				30,3	32,0	30,6		-1,5
Lange Jansstraat				35,4	35,3	35,1		-0,2
Adelaarstraat				33,2	30,6	32,9		2,3
Bleekstraat				34,3	32,2	31,4		-0,8
Catharijnesingel (zuid)				29,5	28,6	28,9		0,4
Graadt van Roggenweg				34,4	31,8	32,4		0,6
A. Schweitzerdreef (zuid)*				37,0	37,1	38,7		1,6
Ds. M.L. Kinglaan (noord)				41,0	40,2	42,3		2,0
Weg der Verenigde Naties				29,9	28,0	29,4		1,4
Cartesiusweg				36,1	35,4	34,6		-0,7

* Op deze locaties wordt door het ontbreken van gegevens van twee of meer meetperiodes per meetjaar in één of meer meetjaren niet voldaan aan de (formele) validatie-eis van 90% datacapture. In 2016 is dit het geval op de locatie Noordelijke tunnelmond A2.Trends

Dit hoofdstuk zoomt in op de meerjarige, trendmatige ontwikkeling van de luchtkwaliteit in Nederland.

3.1.1. Meerjarige trends in stikstofdioxideconcentraties en concentraties fijn stof

De concentraties voor de luchtverontreinigende componenten stikstofdioxide en fijn stof dalen gestaag.

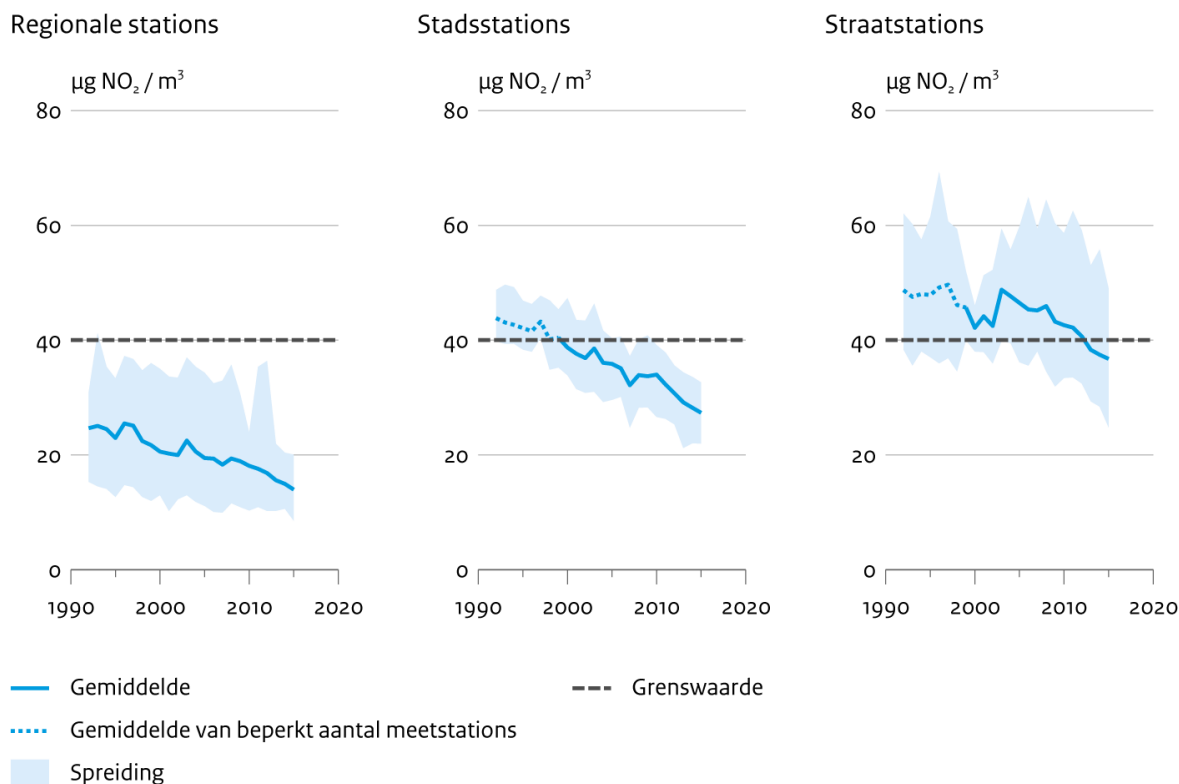
De figuren 3.3 en 3.5 laten de ontwikkeling zien van de jaargemiddelde, gemeten concentraties stikstofdioxide en fijn stof in Nederland vanaf 1992–2015 (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl).

Gegevens voor 2016 zijn nog niet beschikbaar op bovengenoemde website. Bijlage 3 geeft een overzicht van de concentraties NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} op de drie Utrechtse LML-metstations (inclusief het jaar 2016).

Jaargemiddelde concentratie van stikstofdioxide tussen 1992 en 2015 (landelijk)

Sinds eind jaren tachtig dalen de achtergrondconcentraties gestaag in zowel regionaal als stedelijk gebied. NO₂-concentraties op regionale achtergrondstations daalden in de periode 1994–2015 van 24 naar 14 µg/m³.

Concentratie stikstofdioxide in lucht



Bron: RIVM/DCMR/GGD Amsterdam 2016

PBL/dec16
www.clo.nl/nl023114

Figuur 3.3. Jaargemiddelde concentraties stikstofdioxide in Nederland 1992–2015 (Bron: RIVM/DCMR/GGDA 2016; www.compendiumvoordeleefomgeving.nl).

Op stedelijke achtergrond- en verkeersbelaste stations daalden de concentraties in de periode 2004–2015 significant met respectievelijk (gemiddeld) 0,9 en 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar (trendanalyse van Hoogerbrugge et al. (2016)). Voor NO_2 zijn in figuur 3.3 de gemiddelde concentraties opgenomen voor de straatstations en de achtergrondstations voor de periode 1992 t/m 2015.

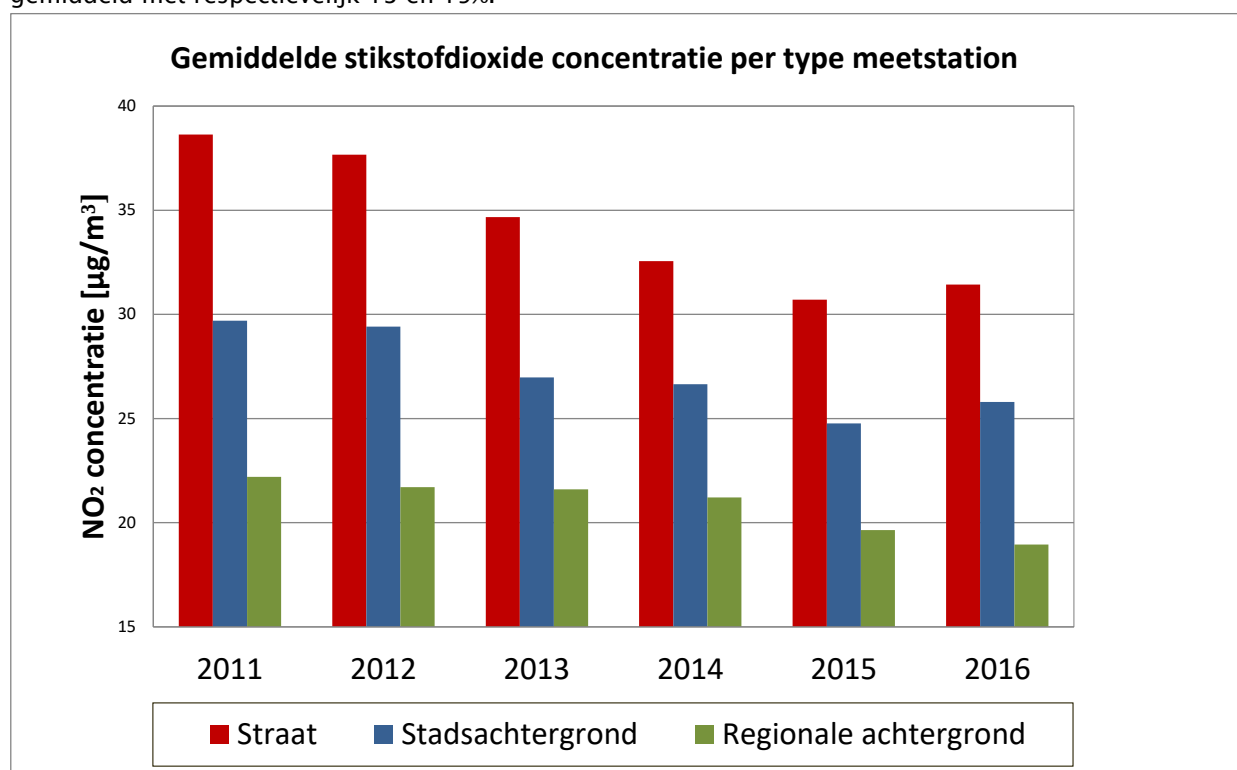
Maatregelen bij verkeer, industrie en de energiesector zorgden in de afgelopen jaren voor een daling in de NO_2 -concentraties. De laatste jaren is deze daling echter minder sterk en daar zijn meerdere redenen voor. Zo stijgt het aandeel stikstofdioxide in de uitlaatgassen door de gecombineerde toepassing van fijnstoffilters, oxidatiekatalysatoren en andere maatregelen. Verder is door strengere eisen aan motorvoertuigen de uitstoot weliswaar verminderd maar door een toename van het aantal gereden kilometers is het netto effect op de totale emissies kleiner.

3.1.2. Trends in gemeten concentraties stikstofdioxide in Utrecht (Utrechts luchtmeetnet)³

De afgelopen jaren zijn tal van maatregelen genomen om de luchtkwaliteit te verbeteren:

Bronmaatregelen die zorgen voor een afname van bronemissies (uitstoot), zowel internationaal, landelijk als gemeentelijk, maar ook tal van andere lokale maatregelen. Tenzij de weersomstandigheden ongunstig zouden uitpakken, verwachtten we dat daardoor in 2016 de concentraties op achtergrond- en straatmeetlocaties, verder zouden dalen. Helaas waren de weersomstandigheden in 2016 voor de luchtkwaliteit met betrekking tot NO₂ minder gunstig dan in 2015 en zette deze daling niet door.

Tabel 3.1 en figuur 3.4. laten in het algemeen telkens lagere concentraties zien ten opzichte van de voorgaande jaren. Die dalende trend stagneert echter in 2016. Ten opzichte van de start van de metingen (2011) is voor alle meetlocaties⁴ samen sprake van een daling van gemiddeld 5,8 µg/m³ (circa 1,2 µg/m³ per jaar). Bij de straatmeetlocaties bedraagt deze afname 7,2 µg/m³ (circa 1,4 µg/m³ per jaar). Bij de achtergrondlocaties (regio & stad) is de gemiddelde afname 3,9 µg/m³ (circa 0,8 µg/m³ per jaar). Ten opzichte van 2011 dalen in 2016 de concentraties bij de achtergrond- en de straatmeetstations gemiddeld met respectievelijk 13 en 19%.



Figuur 3.4. Jaargemiddelde concentraties stikstofdioxide per type meetlocatie tussen 2011 en 2016. (Alleen meetlocaties die alle meetjaren voldoen aan de formele validatie-eis van 90% datacapture zijn meegenomen; N= 21 (straat), N=15 (stadsachtergrond) en N=1 (regionale achtergrond)).

³ Voor de beoordeling van trends in de gemeten luchtkwaliteit in Utrecht zijn alleen meetlocaties beschouwd waar gedurende zes jaar is gemeten.

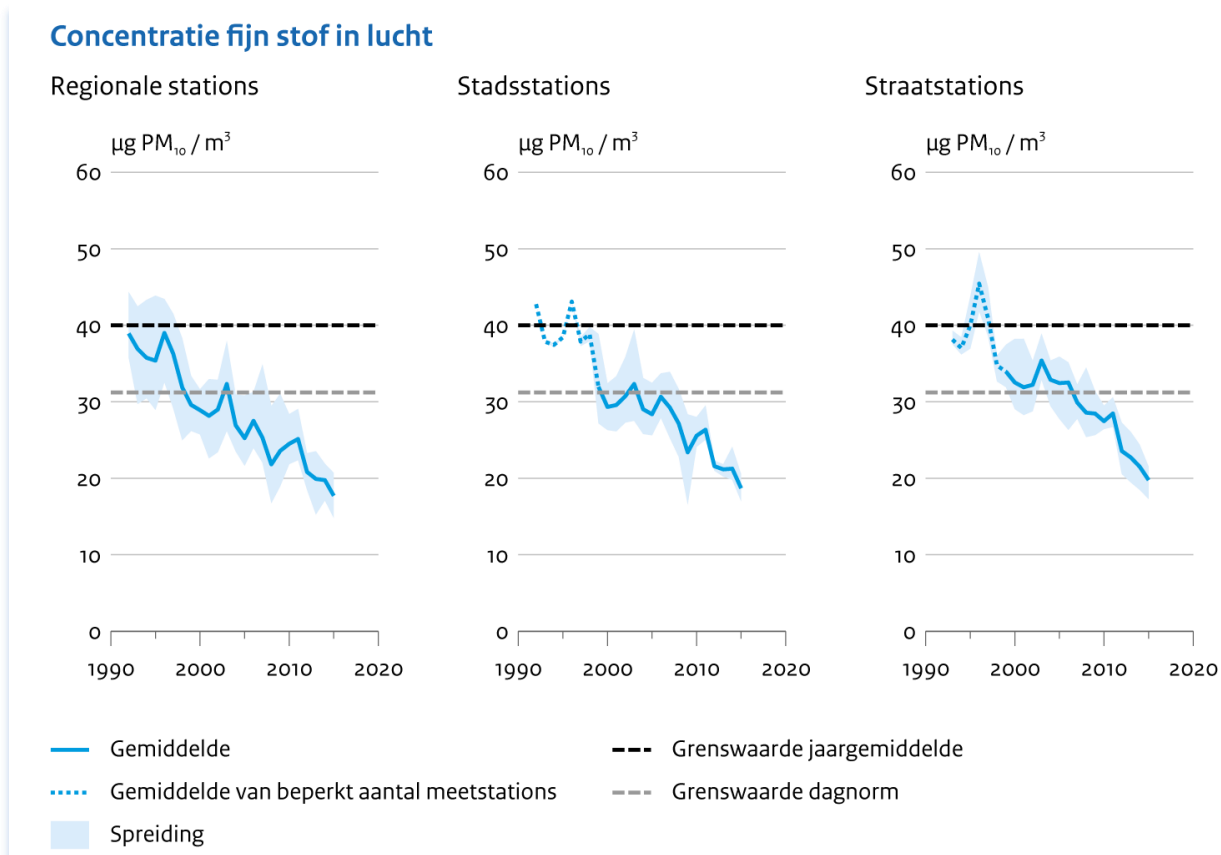
⁴ Bij deze analyse nemen we alleen meetlocaties mee die voldoen aan de formele validatie-eis van 90% datacapture.

Jaargemiddelde concentratie van fijn stof tussen 1992 en 2016 (landelijk)

De daling in de PM_{10} -concentraties in de afgelopen periode is toe te schrijven aan maatregelen bij verkeer ('roetfilters'), in de industrie en in de energiesector. Vanaf 2015 voldoet het Nederlandse gemiddelde – met uitzondering van verkeersbelaste plekken – aan de advieswaarde (een jaargemiddelde concentratie van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) die de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) nastreeft. Maar met name vanwege die verkeersbelasting hebben in Nederland naar schatting ruim één miljoen mensen in 2015 nog te maken met blootstelling aan concentraties boven deze advieswaarde.

Vanaf 1998 overschreed de jaargemiddelde concentratie fijn stof op geen enkele meetlocatie de EU-grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wel is in deze periode voor enkele meetstations op meer dan 35 dagen een etmaalgemiddelde concentratie boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vastgesteld. Vanaf 2010 blijven regionale en stedelijke meetlocaties onder deze grenswaarde van 35 dagen. Op enkele verkeersbelaste meetlocaties werd deze norm voor het laatst in 2011 overschreden.

Voor fijn stof (PM_{10}) is in de onderstaande figuur 3.5. de gemiddelde concentratie opgenomen voor alle meetstations (RIVM/DCMR/GGDA) in Nederland voor de periode 1992 t/m 2015. De grenswaarde voor fijn stof is met een zwarte stippellijn weergegeven. De norm voor het aantal dagen met een etmaalgemiddelde concentratie boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ komt overeen met een jaargemiddelde concentratie van $31,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze concentratie is met een grijze stippellijn weergegeven in de figuur.



Figuur 3.5. Jaargemiddelde concentraties fijn stof in Nederland 1992–2015
(Bron: RIVM/DCMR/GGD Amsterdam 2016; www.compendiumvoordeleefomgeving.nl).

Het aantal meetstations was tot 1999 in stedelijke gebieden beperkt; beschikbare meetwaarden zijn in de figuur als blauwe stippellijn weergegeven. Vanaf 1999 is dit aantal meetstations sterk uitgebreid en geeft de trendfiguur een robuuster beeld (solide lijn). De trendanalyse over de periode 2008–2015 laat een afname van gemiddeld $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar zien, met forse verschillen van jaar op jaar door weeromstandigheden.⁵ Uit metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van het RIVM en van de GGD Amsterdam en de DCMR blijkt dat de concentraties PM_{10} in 2016 gemiddeld lager zijn dan in dan in de jaren ervoor. Dit beeld komt ook terug bij het Utrechtse LML-meetstation van het RIVM aan de Kardinaal de Jongweg. Bij het LML-meetstation aan de Constant Erzeijstraat is de daling in 2015 minder uitgesproken, maar zet de dalende trend zich in 2016 voort (zie bijlage 3).

Ontwikkeling jaargemiddelde concentratie van de fijnere fractie fijn stof $\text{PM}_{2,5}$ (landelijk en Utrecht)

De fijnere fractie van fijn stof – deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer – noemen we $\text{PM}_{2,5}$. De kleine fractie van fijnstof ($\text{PM}_{2,5}$) gebruiken we vaak als algemene indicator voor alle gezondheidseffecten die een relatie hebben met fijnstof. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) stelt dat blootstelling aan $\text{PM}_{2,5}$ schadelijker is dan blootstelling aan PM_{10} . De WHO hanteert een (jaargemiddelde) advieswaarde van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In 2016 is de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde $\text{PM}_{2,5}$ ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nergens in Nederland overschreden. De gemeten stedelijke achtergrondconcentraties van $\text{PM}_{2,5}$ liggen in 2015 gemiddeld rond de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en daarmee ruim onder de EU-blootstellingsverplichting ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) die als doel heeft om de blootstelling van bevolking aan fijn stof terug te dringen. In 2016 zijn in Nederland gemiddeld lagere concentraties $\text{PM}_{2,5}$ gemeten dan in 2015.

Voor de fijnere fractie van fijn stof ($\text{PM}_{2,5}$) staat in figuur 3.6. de jaargemiddelde concentratie voor alle meetstations (RIVM/DCMR/GGDA) in Nederland voor de periode 2009 t/m 2015. In de $\text{PM}_{2,5}$ concentraties is vanaf 2009 een vrijwel gelijke daling waarneembaar als bij PM_{10} concentraties (zie figuur 3.5.) Het is dan ook de daling in de fijnere fractie die de daling in de fijn stof concentraties domineert (Hoogerbrugge et al., 2016).

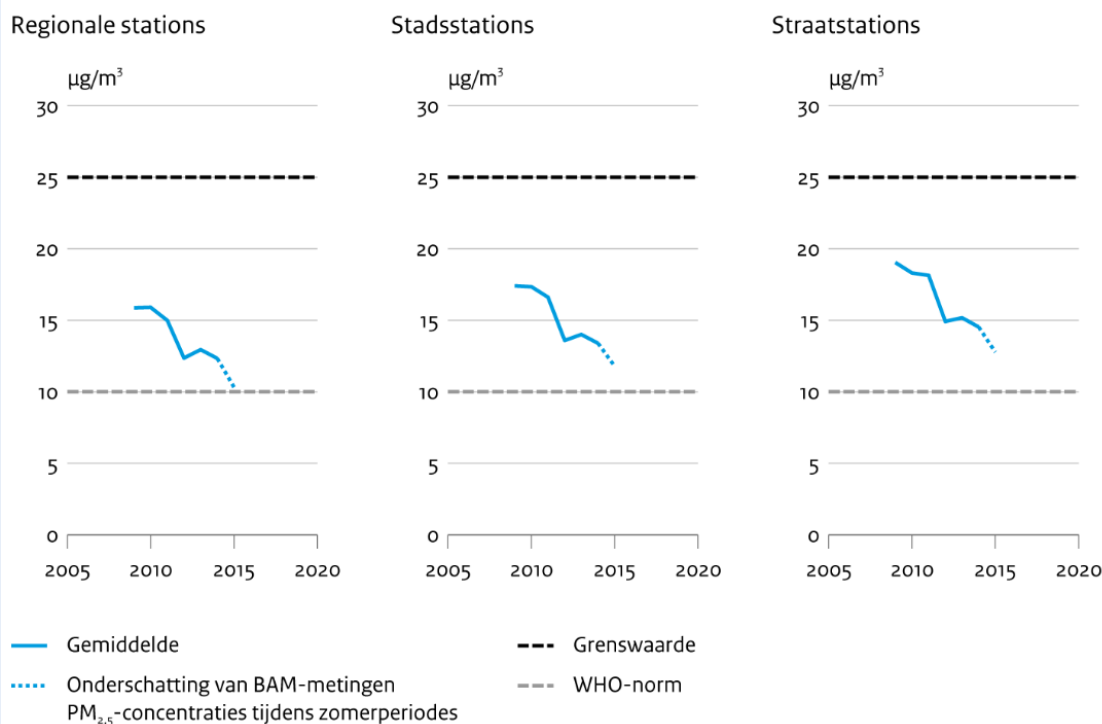
Sinds 2012 meet het RIVM ook concentraties $\text{PM}_{2,5}$ op het LML–straatmeetstation aan de Kardinaal de Jongweg en het LML–stadsachtergrondstation Griftpark. Onderstaande tabel vermeldt de jaargemiddelde concentraties in microgram per kubieke meter* (bron: RIVM):

Meetlocatie	2012	2013	2014	2015	2016
LML–Kardinaal de Jongweg	14,0	13,9	13,8	10,4	10,3
LML–Griftpark	12,4	12,9	12,7	12,7	11,8

* Op basis van zowel referentiemetingen als continue metingen (Bèta Attenuation Monitoren; BAM)

⁵ Hoogerbrugge, R., Nguyen, L., Wesseling, J., Van den Elshout, S., Willers, S., Visser, J. & S. Van der Zee, (2016) Trends in PM_{10} - en NO_2 -concentraties. Tijdschrift Lucht nummer 3, juni 2016, 13–16.

Fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$) in lucht



Figuur 3.6. Jaargemiddelde concentraties fijn stof (PM_{10}) in Nederland 2009–2015. Het vaststellen van $PM_{2,5}$ -concentraties in Nederland gebeurt met BAM-metingen in combinatie met referentiemetingen. Beide methoden leveren gelijkwaardige resultaten, maar de BAM metingen geven vanaf 2015 tijdens zomerperiodes te lage $PM_{2,5}$ concentraties. Mede vanwege een kleiner aantal referentiemetingen zijn er hierdoor minder geldige meetwaarden in 2015 en blijkt het jaargemiddelde minder robuust (blauwe stippellijn). Bron: RIVM/DCMR/GGD Amsterdam 2016;

www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

3.2. Invloed van het weer

Stikstofdioxidemetingen kunnen van maand tot maand en van jaar tot jaar (sterk) variëren als gevolg van wisselende meteorologische omstandigheden. Het weer heeft niet alleen een effect op de verspreiding van de plaatselijke emissies, maar ook op de achtergrondconcentraties (GCN rapportage 2016). Variaties in meteorologische omstandigheden leiden, bij gelijke emissies, tot toe- en afnamen in jaargemiddelde achtergrondconcentraties van ongeveer 5 % voor NO_2 (en 9 % voor PM_{10}). Om de weersinvloed te kunnen duiden, bespreken we de meteorologie van enkele nabij Utrecht gelegen KNMI-stations.

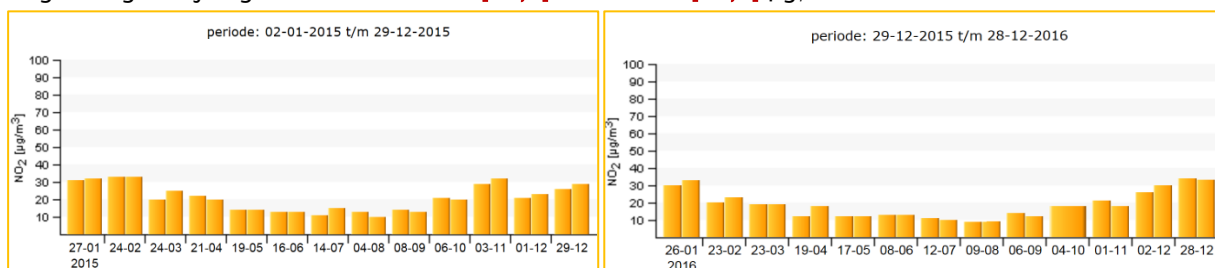
Daarnaast is de buisjes-meetmethode zelf afhankelijk van weersomstandigheden: hoge windsnelheid en een combinatie van hoge temperatuur en hoge relatieve luchtvochtigheid kunnen leiden tot overschatting van de NO_2 concentratie. Warm, zonnig weer kan leiden tot onderschatting (fotodegradatie van het absorbers door UV instraling). Maar omdat de metingen gedurende het jaar onder zeer diverse weersomstandigheden, en vergelijkingsmetingen met de referentiemethode plaatsvinden, kunnen we voor eventuele systematische verschillen corrigeren. Paragraaf 3.3.2 gaat in op de overeenkomsten en verschillen in het weer tussen 2016 en voorgaande jaren. De laatste paragraaf van dit hoofdstuk bespreekt de gevolgen van het weer op de meetwaarden voor luchtkwaliteit.

3.2.1. Concentratiepatroon binnen een kalenderjaar

Een terugkerend patroon in welhaast alle metingen vormt de afname van concentraties richting zomer en de toename richting winterperiode ten gevolge van de meteorologische condities (overheersende windrichting, neerslag en opbouw atmosferische grenslaag). In figuur 3.7. zijn ter illustratie drie afbeeldingen opgenomen van de (ongecorrigeerde) metingen in 2015 en 2016 op achtereenvolgens een meetlocatie voor de regionale achtergrond (Rijnenburg/IJsselstein), de stadsachtergrond (Griftpark) en een verkeersbelaste straat (Constant Erzeijstraat):

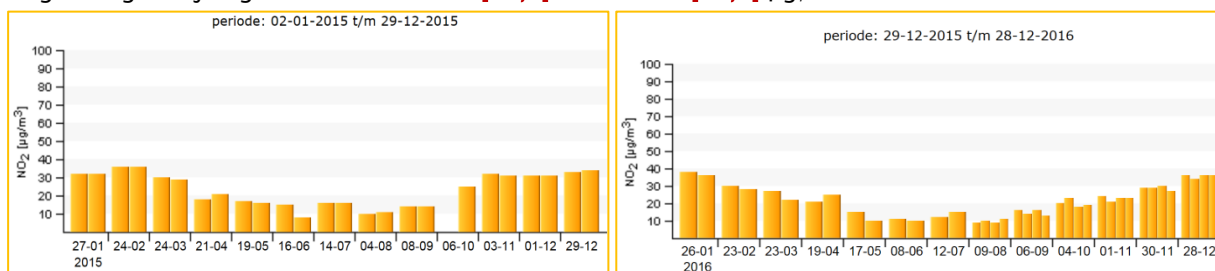
Meetpunt Rijnenburg/IJsselstein

Ongecorrigeerd jaargemiddelde in 2015 **[21,0]** en in 2016 **[18,8]** $\mu\text{g}/\text{m}^3$



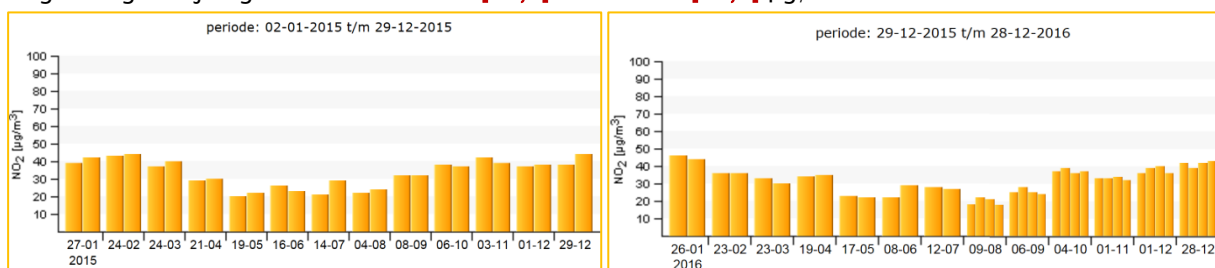
Meetpunt Griftpark

Ongecorrigeerd jaargemiddelde in 2015 **[23,5]** en in 2016 **[21,7]** $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Meetpunt Constant Erzeijstraat

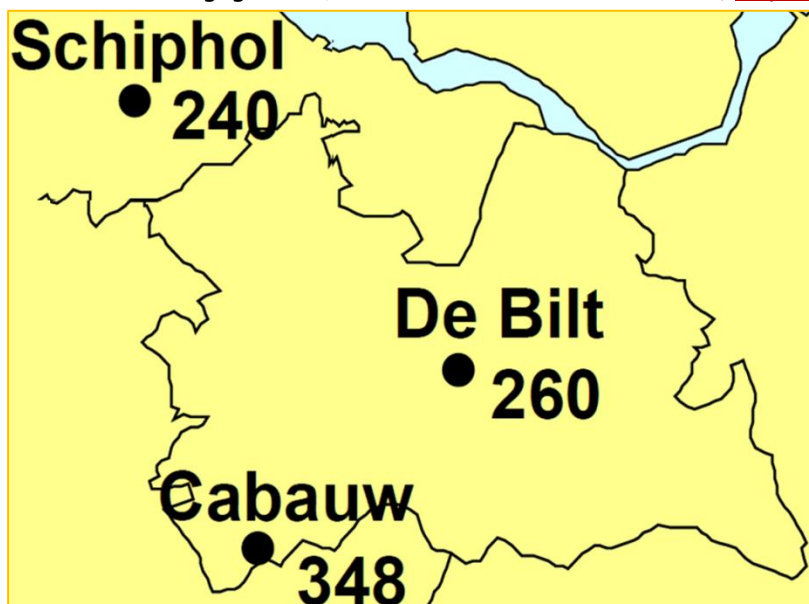
Ongecorrigeerd jaargemiddelde in 2015 **[33,4]** en in 2016 **[32,2]** $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Figuur 3.7 Variatie binnen het jaar (links: 2015 en rechts 2016) van gemeten (ongecorrigeerde) NO_2 -concentraties op meetpunten Rijnenburg/IJsselstein (regionale achtergrond), het Griftpark (stadsachtergrond) en de straatmeetlocatie C. Erzeijstraat.

3.2.2. Het weer in 2016 vergeleken met dat in de voorgaande vijf jaren

Deze paragraaf beschrijft het weer en de (mogelijke) invloed hiervan op de gemeten concentraties, aan de hand van meteorologische gegevens van drie rondom Utrecht gelegen meetstations van het KNMI: Schiphol (station 240), De Bilt (station 260) en Cabauw (station 348). Tabel 3.2. geeft een overzicht van enkele relevante gegevens (Bron: KNMI Klimaatdata en advies, <http://www.knmi.nl/klimatologie/>).



Figuur 3.8 KNMI meteorologische stations met stationsnummer.

Het KNMI beschrijft het jaar 2016 als zeer warm, zeer zonnig en aan de droge kant.

(<https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2016/jaar>)

Temperatuur, neerslag en wind

Met een landelijk gemiddelde jaartemperatuur van 10,7 °C tegen een langjarig landelijk gemiddelde jaartemperatuur van 10,1 °C was 2016 zeer warm. Daarmee eindigde 2016 in de top-10 van warmste jaren sinds 1901. Tabel 3.2 laat zien dat op de drie rondom Utrecht gelegen meetstations, de gemiddelde jaartemperatuur in 2016 redelijk vergelijkbaar was met die van 2015.

Het jaar 2016 was vrij droog, met een landelijk gemiddelde jaarsom neerslag van 757 mm (t.o.v. 849 mm normaal). Maar de regionale verschillen zijn groot, in het westen en zuiden was het wat natter en in het noorden wat droger dan normaal. Variatie vinden we ook terug in de neerslagcijfers voor Schiphol, De Bilt en Cabauw. De afname in neerslag in 2016 ten opzichte van het jaar daarvoor, is het meest uitgesproken in Cabauw. Daar viel zelfs bijna 90 mm minder neerslag dan in 2015.

De gemiddelde windsnelheid lag in 2016 op alle drie de stations onder het langjarig gemiddelde en was het laagst van alle jaren vanaf 2011. De wind kwam in 2016 vooral vaker vanuit het (noord)oosten en minder uit het (zuid)westen, zeker vergeleken met het jaar daarvoor. De jaargemiddelde windsnelheid ligt bij Schiphol in het algemeen hoger dan bij De Bilt, de gemiddelde windsnelheid bij Cabauw bevindt zich daar tussen in. Dit was ook het geval in 2016.

Tabel 3.2 Meteorologische gegevens voor drie KNMI meetstations (Schiphol, De Bilt en Cabauw).

	Schiphol						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	N*
Gemiddelde temperatuur (°C)	11,0	10,4	9,9	11,8	10,9	10,9	10,2
Jaarsom neerslag (mm)	776	969	792	838	885,1	862,6	838,2
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	5,1	4,9	5,0	4,8	5,2	4,7	5,1
% Noordenwind (320–40°)	15,3	15,6	22,4	15,5	14,3	15,6	17,6
% Oostenwind (50–130°)	19,8	16,8	21,8	20,6	17,5	21,6	19,7
% Zuidenwind (140–220°)	32,1	35,5	28,6	36,7	34,1	32,5	27,9
% Westenwind (230–310°)	31,4	30,6	26,1	25,9	32,8	28,8	33,3
% Veranderlijke wind/windstil	1,3	1,4	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6

	De Bilt						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	N*
Gemiddelde temperatuur (°C)	10,9	10,4	9,8	11,7	10,9	10,7	10,1
Jaarsom neerslag (mm)	909	878	827	872,9	853,3	838,0	832,5
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3,5	3,4	3,5	3,4	3,6	3,3	3,4
% Noordenwind (320–40°)	16,0	16,4	22,9	16,8	15,6	17,7	
% Oostenwind (50–130°)	17,3	14,6	19,4	17,4	14,7	17,4	
% Zuidenwind (140–220°)	33,2	37,5	29,6	39,2	36,5	35,2	
% Westenwind (230–310°)	31,4	29,4	26,2	24,0	31,2	26,7	
% Veranderlijke wind/windstil	2,1	2,2	2,0	2,6	2,0	2,9	

	Cabauw						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	N*
Gemiddelde temperatuur (°C)	10,9	10,2	9,7	11,6	10,7	10,7	10,2
Jaarsom neerslag (mm)	871	896	789	771,3	817,5	731,3	738,5
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	4,3	4,2	4,2	4,2	4,5	4,0	4,4
% Noordenwind (320–40°)	16,8	16,9	23,5	17,1	16,2	18,2	
% Oostenwind (50–130°)	19,2	16,0	19,2	19,2	16,0	19,6	
% Zuidenwind (140–220°)	33,6	37,2	30,6	38,8	35,9	34,2	
% Westenwind (230–310°)	29,2	28,5	25,4	22,9	30,3	26,5	
% Veranderlijke wind/windstil	1,2	1,4	1,3	2,0	1,5	1,6	

* N = normaal (langjarig gemiddelde 1981–2010).

De in bijlage 11 opgenomen windrozen laten de windrichtingen zien voor De Bilt, in klassen van 30 graden verdeeld. Voor iedere klasse is in drie Beaufortklassen aangegeven in hoeveel procent van de gevallen deze voorkwam. In 2016 was vooral de (noord)oostenwind bovengemiddeld (zie tabel 3.2).

Weersomstandigheden en meetwaarden

De meteogegevens over 2016 tonen ten opzichte van 2015 minder neerslag, een lagere gemiddelde windsnelheid, meer oostenwind en minder westenwind. Deze weersomstandigheden dragen bij aan een

toename van concentraties. Dit is ook in overeenstemming met de waarnemingen. De weersomstandigheden waren al met al in 2016 relatief ongunstig voor de luchtkwaliteit met betrekking tot stikstofdioxide.

3.3. Ruimtelijke spreiding

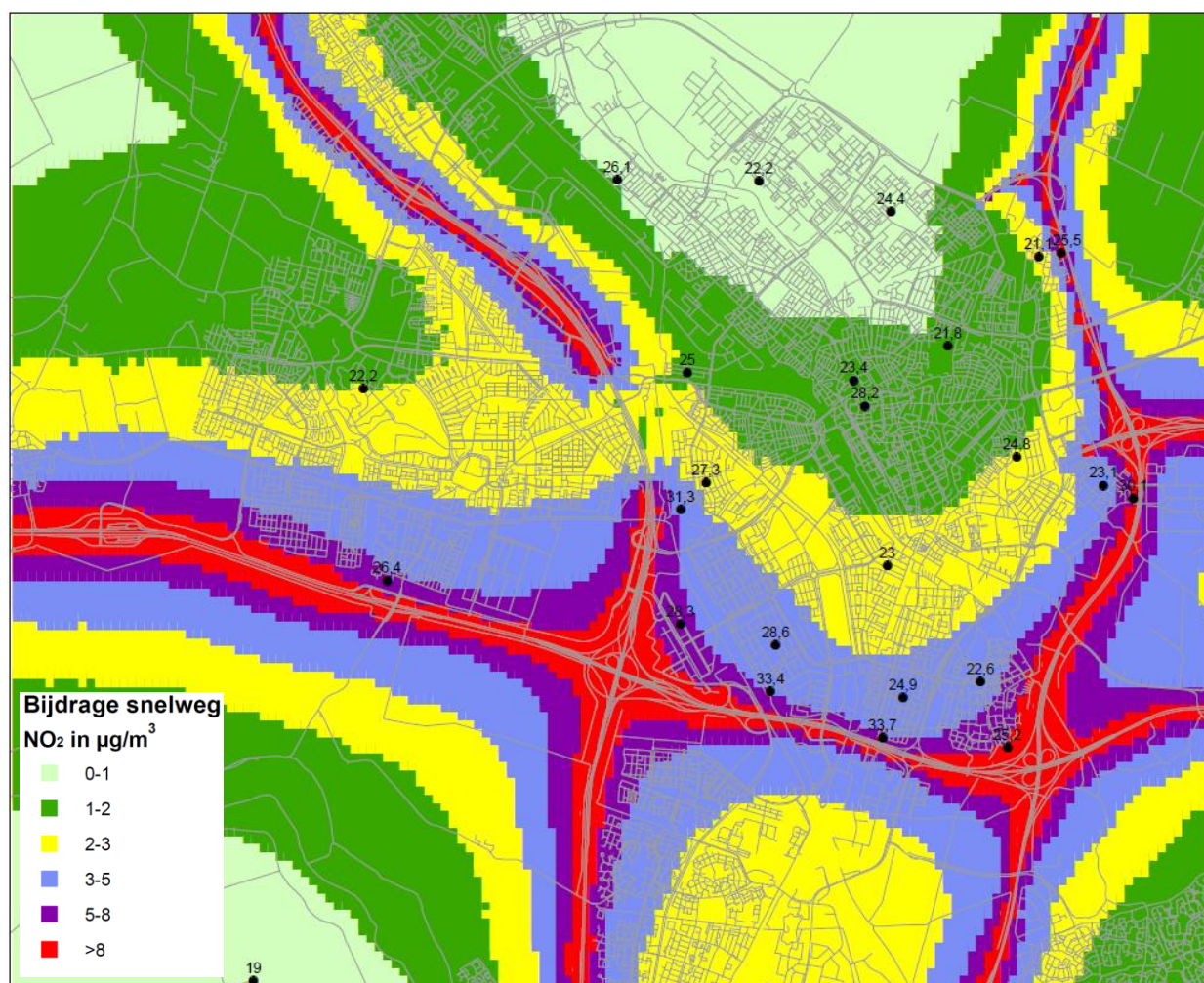
3.3.1. Achtergrondconcentraties, invloed snelwegen en lokale variaties

De metingen laten zien dat de jaargemiddelde achtergrondconcentraties in de stad hoger zijn dan in het buitengebied. De emissies van stedelijke bronnen verklaren deze verhoging. Deze verhoging ligt bij de stadsachtergrond-locaties normaal tussen de 1 tot 7 microgram per kubieke meter. Vergelijk bijvoorbeeld Westbroek ($19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) met Voordorp midden ($21,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) of Wijk C ($28,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ook het Griftpark kent in 2016 een vrij lage stadsachtergrondconcentratie stikstofdioxide ($21,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Omdat een deel van de stadsachtergrond-metlocaties bewust nabij snelwegen en/of het Amsterdam Rijnkanaal ligt, kan het verschil met de regionale achtergrond snel oplopen tot zo'n $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is het geval bij Hoograven-rand ($33,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en Kanaleneiland-Zuid rand ($33,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Concentraties langs snelwegen zijn dus aanmerkelijk hoger dan op grotere afstand van de snelweg.

Door een ongelijke verdeling van de emissiebronnen over de stad en variaties in windcondities en bebouwingsdichtheid, zijn de (achtergrond)niveaus niet overal in de stad gelijk. De concentratie in Leidsche Rijn (Langerakbaan met $21,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is bijvoorbeeld duidelijk lager dan in de oude binnenstad. De invloed van snelwegen (en NRU) op de hoogte van de concentraties is op de meeste 'gepaarde' locaties duidelijk waarneembaar, zoals kan worden afgelezen in tabel 3.4 (zie ook figuur 3.11). De concentraties zijn hoger langs Rijksweg A12 (tussen Oudenrijn en Knooppunt Lunetten) dan langs de A27, wat in lijn ligt met de verkeersintensiteiten en de overheersende windrichting in 2016. De locatie Rijsweerd-rand, ten westen van de A27, is ook belast door de Weg tot de Wetenschap, wat een relatief groot verschil met Rijsweerd-midden geeft. Het verschil ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is in 2016 vermoedelijk extra groot doordat er relatief meer (noord)oostenwind was.

Tabel 3.4 Jaargemiddelde NO₂ concentraties in [µg/m³] ter bepaling invloed snelwegen.

Meetlocatie Rand (naam en code)	Afstand tot rijksweg [m]	NO ₂ rand	NO ₂ Δ	NO ₂ midden	Afstand tot rijksweg [m]	Meetlocatie Midden (naam en code)
Hoograven (U10)	51	33,7	8,8	24,9	590	Hoograven (U11)
Kanaleneiland-Zuid (U12)	280	33,4	4,8	28,6	850	Kanaleneiland-Zuid (U13)
Oog in Al (U15)	210	31,3	4,0	27,3	490	Oog in Al (U16)
Voordorp (U18)	57	25,5	4,5	21,1	330	Voordorp (U19)
Rijnsweerd (U20)	49	30,1	7,0	23,1	415	Rijnsweerd (U21)
De Meern (U22)	112	26,4	4,1	22,2	2400 (A12)	Maximapark (U7)
Lunetten (U8)	160 (A12)	25,2	2,6	22,6	740 (A27)	Lunetten (U9)



Figuur 3.11 Voor het jaar 2016 bepaalde snelwegbijdragen aan de NO₂ concentraties per 100 bij 100 meter vak. De afbeelding geeft ook de gemeten jaargemiddelde concentraties aan bij de achtergrondmeetlocaties.

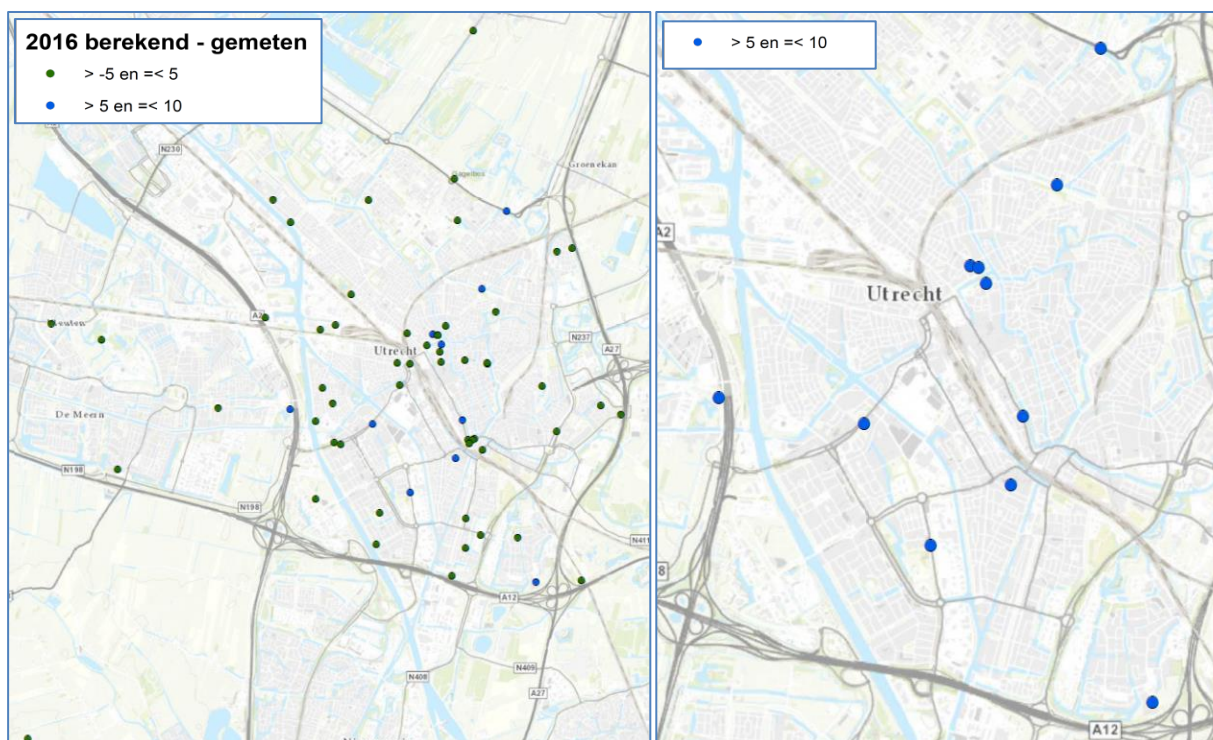
4. Gemeten en berekende waarden

Eén van de doelen van het luchtmeetnet is aandacht geven aan het vergelijken van gemeten en berekende concentraties, omdat berekeningen aan de basis staan van de juridische beoordeling van de luchtkwaliteit. Dit hoofdstuk gaat in op de verschillen en overeenkomsten tussen de met de NSL-Monitoringstool (NSL = Nationale Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit) berekende concentraties en de in 2016 gemeten concentraties. Deze waarden gebruiken we ook voor de vergelijking van berekende en 'gemeten' verkeersbijdragen (de bijdrage van het lokale verkeer aan de totale concentratie).

4.1. Vergelijking jaargemiddelden en verkeersbijdragen

4.1.1. Vergelijking metingen met berekeningen NSL-Monitoringstool

Met de NSL-Monitoringstool 2017 is het jaar 2016 doorgerekend op basis van de verkeersintensiteiten uit het verkeersmodel Vru3.3u dat vanaf 8 november 2016 in gebruik is. Aan de Monitoringstool zijn rekenpunten toegevoegd die overeenkomen met de posities van de straat- en stadsachtergrond meetlocaties. De berekende concentraties vergelijken we met de gemeten jaargemiddelde concentraties op de meetlocaties. Bijlage 8 geeft een overzicht van de gemeten en berekende waarden plus de verschillen. De linkerkant van figuur 4.1 toont aan dat het verschil op de meeste locaties binnen de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ blijft. Gelet op alle onzekerheden in meting en berekening is zo'n verschil acceptabel. Op tien locaties is het verschil groter, hier zijn de meetwaarden lager dan de berekende waarden (fig. 4.1 rechts).



Figuur 4.1 Vergelijking tussen de met de NSL-Monitoringstool berekende en de gemeten NO_2 concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op stads- en straatmeetlocaties. [Esri Nederland & Community Maps Contributors]

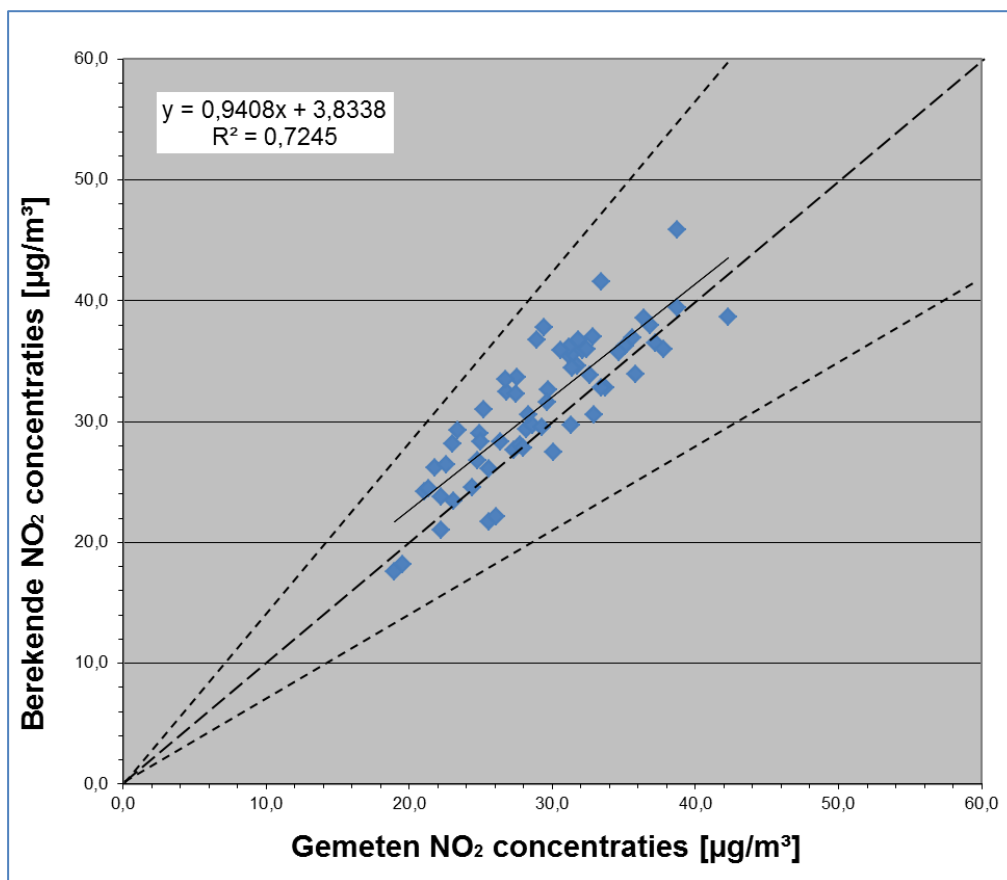
Tabel 4.1 vermeldt de meetlocaties waarbij het verschil tussen berekende en gemeten concentratie groter is dan $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inclusief het daar optredende verschil. In tabel 4.2 zijn mogelijke verklaringen opgenomen van de verschillen. Figuur 4.2 toont het wiskundig verband tussen de gemeten concentraties en de berekende concentraties bij achtergrond- en straatmeetlocatie (zie ook bijlage 9).

Tabel 4.1 *Grootste verschillen tussen berekende en gemeten jaargemiddelde NO_2 concentraties; (berekende – gemeten waarde; meetlocaties waarbij het verschil groter is dan $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).*

Code Meetlocatie	Naam Meetlocatie	Vershil (berekend – gemeten) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
U63	Weg der Verenigde Naties	8,4
U25	Oudenoord	8,2
U59	Catharijnesingel (zuid)	7,9
U61	A. Schweitzerdreef (zuid)	7,1
U53	Europalaan (Anne Frankplein)	6,8
U45	Kardinaal de Jongweg	6,1
U3_2	Monicahof	5,9
U8	Lunetten – rand	5,8
U35	Zuidelijke tunnelmond A2	5,7
U55	St. Jacobsstraat	5,3

Tabel 4.2 *Mogelijke verklaring verschillen tussen berekende en gemeten jaargemiddelde NO_2 concentraties*

Naam Meetlocatie	Mogelijke verklaring voor verschil
Weg der Verenigde Naties	Vermoedelijk overschatting van stagnatiefactor (0,8) ter plaatse van meetpunt.
Oudenoord	Ter plaatse van het meetpunt geeft de keuze voor stagnatiefactor (0,8) in het rekenmodel vermoedelijk enige overschatting verkeersbijdrage. Verschil met name door relatief hoog berekende achtergrondconcentratie (zie ook Monicahof).
Catharijnesingel (zuid)	Gemeten en berekende verkeersbijdrage komt redelijk goed overeen.
A. Schweitzerdreef (zuid)	Uit windtunnelonderzoek blijkt dat de berekende concentraties met de NSL-Monitoringstool te hoog zijn. De hier berekende waarde houdt geen rekening met de correctiefactor die uit dit windtunnelonderzoek volgt.
Europalaan (Anne Frankplein)	Eén rijlijn in de model berekening voor 4 rijbanen houdt wellicht iets te weinig rekening met ongelijke verkeersstromen in noordelijke en zuidelijke richting. Gemeten en berekende verkeersbijdrage komt niettemin redelijk goed overeen.
Kardinaal de Jongweg	Groene golf heeft vermoedelijk tot lagere concentraties geleid.
Monicahof	Uitval meetperiode 3 (periode van het jaar met relatief hoge concentraties). Relatief hoog berekende achtergrondconcentratie.
Lunetten – rand	Effect geluidswal (opstuwing) in combinatie met overheersende windrichting van invloed op verspreiding luchtverontreiniging.
Zuidelijke tunnelmond A2	Afwijkend windpatroon 2016 en mogelijk effect tunneldosering
St. Jacobsstraat	Werkzaamheden aan de St. Jacobsstraat in 2016, waardoor tijdelijk minder verkeer. Uitval meetperiode 11 (periode van het jaar met relatief hoge concentraties).



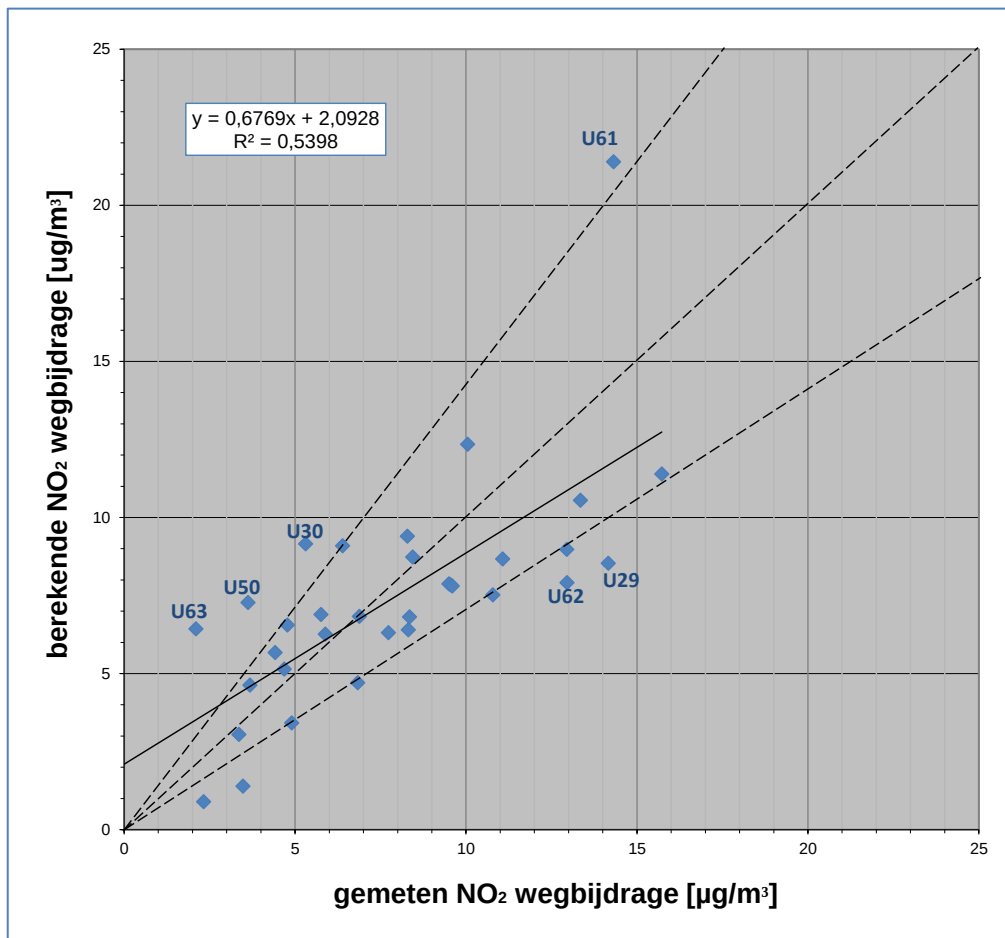
Figuur 4.2 Gemeten versus berekende NO₂ concentraties op achtergrond- en straatlocaties (N=63). De fijn-gestippelde lijnen geven de $\pm 30\%$ afwijking aan van de lijn $y=x$. De afbeelding toont ook de formule voor de regressielijn en de bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2).

Uit de figuur valt af te lezen dat de overeenkomst tussen gemeten en berekende waarden gemiddeld goed is. Wel is de spreiding en het verschil op een beperkt aantal locaties nog redelijk groot (zie ook tabel 4.1). Afhankelijk van de locatie zijn berekende waarden zowel hoger als lager dan gemeten waarden, maar meestal hoger. Niet meegenomen in deze vergelijking is de locatie bij de Noordelijke tunnelmond A2 (U34) vanwege het ontbreken van gegevens van drie meetperiodes in 2016.

4.1.2. Vergelijking tussen gemeten en berekende verkeersbijdrage

Deze paragraaf zoomt in op de verhouding tussen de met de NSL-Monitoringstool berekende en de met metingen berekende verkeersbijdrage. Omdat de variatie in achtergrondconcentraties ruimtelijk gezien relatief beperkt is (uiteraard op enige afstand van de snelwegen), hebben straatmeetlocaties een achtergrondbelasting die naar verwachting redelijk overeenkomt met die van een nabijgelegen stadsachtergrond-meetlocatie. Door het verschil te nemen tussen de jaargemiddelde concentraties op beide locaties verkrijgt u enig inzicht in de lokale 'gemeten' verkeersbijdrage bij het straatmeetpunt.

Bijlage 10 vermeldt de 'gemeten' en berekende verkeersbijdragen. Figuur (4.3) geeft een beeld van de verhouding tussen 'gemeten' en berekende verkeersbijdragen. Hieruit valt af te lezen dat het op deze manier bepaalde verband redelijk is. Op individuele meetlocaties kan het verschil, in absolute waarde of procentueel, echter betrekkelijk groot zijn.



Figuur 4.3 Gemeten versus berekende verkeersbijdrage NO₂ op straatlocaties.

In tabel 4.3 zijn drie locaties opgenomen met de grootste (absolute) verschillen (verschil gelijk aan of groter dan 5 µg/m³). Het verschil tussen gemeten en berekende jaargemiddelde concentraties op de straatmeetlocaties lijkt alleen op de A. Schweitzerdreef voornamelijk toe te schrijven aan de – ten opzichte van de gemeten verkeersbijdragen –relatief hoog berekende verkeersbijdragen. Wellicht zorgt extra stagnatie op de Ds. M.L. Kinglaan door de tunneldosering bij de Leidsche Rijntunnel A2 voor een relatief hogere verkeersbijdrage.

Tabel 4.3 Vergelijking tussen de met de NSL-Monitoringstool berekende en de 'gemeten' NO₂ verkeersbijdrage. Rechter kolom: het verschil in jaargemiddelde NO₂ concentratie op de meetlocatie.

Meetlocatie (code)	Meetlocatie (naam)	Verskil Verkeersbijdrage (berekend-gemeten) [µg/m ³]	Verskil Jaargemiddelde (berekend-gemeten) [µg/m ³]
U61	A. Schweitzerdreef (zuid)	7,1	7,1
U29	Catharijnesingel –Vaartsestraat	-5,6	-0,7
U62	Ds. M.L. Kinglaan (noord)	-5,1	-3,6

4.2. Op zoek naar overige verklarende factoren

Eerdere gemeentelijke meetnetrapportages (Rapportage Luchtmeetnet Utrecht 2011 t/m 2015) belichtten al diverse aspecten die een rol spelen bij verschillen tussen gemeten en berekende concentraties. Vandaar dat deze paragraaf zich vooral richt op enkele specifieke invoerparameters van de NSL-Monitoringstool-2017.

4.2.1. Verkeer (wegverkeer en binnenvaart)

Wijzigingen in de verkeersstromen als gevolg van tijdelijke, soms langdurige werkzaamheden kunnen op een locatie meer of minder uitstoot van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging veroorzaken. In het stationsgebied is bijvoorbeeld sprake van bouwactiviteiten, waarvan de intensiviteit jaarlijks verschilt. Niet alleen werkzaamheden op de bouwplaats zelf, maar ook transport van mensen en materialen van en naar de bouwplek zorgt (tijdelijk) voor extra luchtverontreiniging. De effecten van dergelijke situaties vallen soms buiten de bij de berekening van luchtkwaliteit gebruikte verkeersmodellering. Dit heeft dan uiteraard gevolgen voor het verschil tussen gemeten en berekende concentraties.

De emissie berekenen we op basis van de hoeveelheid en samenstelling van het verkeer, maar ook op de bijbehorende emissiefactoren (emissie per voertuig per meter). Emissiefactoren in de Nederlandse luchtkwaliteitsmodellen zijn gebaseerd op de gemiddelde Nederlandse wagenparksamenstelling. Maar de samenstelling van een lokaal wagenpark kan afwijken van het Nederlandse gemiddelde.

Het rapport "Grootschalige concentratie- en depositekaarten voor Nederland, Rapportage 2016, van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)" bespreekt een aantal aspecten van de onzekerheden in (grootschalige) concentratiekaarten. Hiertoe behoren de onzekerheden over de verspreiding van de emissies van bewegende bronnen. Het RIVM vermeldt dat momenteel voor de verspreiding van de emissies van schepen dezelfde methode gehanteerd wordt als voor stationaire bronnen, maar dat bij een bewegende bron de emissies naar verwachting minder stijgen, waardoor concentraties hoger kunnen zijn. Aangezien de lokale bijdrage van scheepvaart is meegenomen in de grootschalige achtergrondconcentraties (1 bij 1 km vakken), kan dit tot gevolg hebben dat deze bijdrage dicht bij het kanaal in de berekening van de lokale luchtkwaliteit onderschat wordt (zie ook 4.1.2). In het algemeen zal er sprake zijn van een dalende concentratiegradiënt als de afstand tot de vaarweg toeneemt.

De stadsachtergrondlocaties Kanaleneiland-Zuid rand (U12) en Oog in Al – rand (U15) liggen op respectievelijk circa 67 meter en 17 meter van het Amsterdam-Rijnkanaal. Die bij de Amsterdamsestraatweg (noord) (code U24) op circa 94 meter van het kanaal. De verschillen tussen de met de NSL-Monitoringstool berekende en de in 2016 gemeten concentraties bedragen op deze locaties respectievelijk $-0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $-1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $-3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (een negatieve waarde betekent dat de meting hoger uitvalt dan de berekening). Gelet op alle onzekerheden in meting en berekening zijn dergelijke kleine verschillen acceptabel.

5. Conclusie

De afgelopen jaren zijn vele gemeentelijke, landelijke en internationale maatregelen genomen om de luchtkwaliteit te verbeteren. De verwachting was dat de dalende trend in gemeten concentraties zou doorzetten. Maar de stikstofdioxide-concentraties namen in 2016, mede veroorzaakt door relatief ongunstige weersomstandigheden, licht toe ten opzichte van 2015.

In 2016 variëren de gemeten jaargemiddelde NO₂-concentraties van 19 tot 42 µg/m³. Ten opzichte van 2015 nemen in 2016 de NO₂-concentraties op straatmeetlocaties gemiddeld toe met 0,8 µg/m³ en op stadsachtergrond-meetlocaties met 0,9 µg/m³. De grootste verschillen met 2015 zien we langs de Amsterdamsestraatweg [-2,2 µg/m³] en langs de A27 bij Rijnsweerd [+4,5 µg/m³].

In 2016 ligt het hoogst gemeten jaargemiddelde [42,3 µg/m³] bij de Ds. M.L. Kinglaan langs het fietspad bij de Wartburg nog boven de EU-grenswaarde voor stikstofdioxide (en de advieswaarde van de WHO). Hoge jaargemiddelden (>36 µg/m³) langs binnenstedelijke wegen treffen we ook aan bij de drie meetlocaties aan de Catharijnesingel [39, 37 en 36], de Nobelstraat [38] en de Weerdsingel [37]. Relatief hoog zijn de gemeten stadsachtergrond-concentraties bij Hoograven-rand [34], Kanaleneiland Zuid-rand [33], Oog-in-Al rand [31] en Rijnsweerd-rand [30 µg/m³].

De overeenkomst tussen de gemeten en berekende NO₂-concentraties is in het algemeen goed. Op een aantal meetlocaties (met name langs de Weg der Verenigde Naties, Oudenoord en Catharijnesingel (zuid)) is de berekende concentratie relatief hoog ten opzichte van de gemeten concentratie. Vermoedelijk is hier sprake van een overschatting van de berekende verkeersbijdrage.

Bijlagen

Bijlage 1 Overzicht meetlocaties Utrecht 2016

code	Regiomeetpunt (achtergrond)	omschrijving	X (RD)	Y (RD)
1/D	Rijnenburg/IJsselstein	Stuivenbergweg IJsselstein	128824	449343
1_2	Westbroek	Burgemeester Huydecoperweg	136887	462180

code	Stadmeetpunt (achtergrond)	omschrijving	X (RD)	Y (RD)
2	Rivierenwijk	Jacob Westerbaenstraat	136526	454394
3/D	Wijk C	Waterstraat	136243	456322
3_2	Monicahof	Monicahof	136114	456627
4/D	Overvecht Noord	Costa Ricadreef	134958	459045
5	Griftpark	Locatie RIVM station	137253	457042
6	Wilhelminapark	Wilhelminapark	138088	455695
7	Máximapark	Alendorperweg	130154	456528
8	Lunetten – rand	Lombardije	137971	452171
9	Lunetten – midden	Balkan	137649	452972
10	Hoograven – rand	Herautsingel	136460	452283
11	Hoograven – midden	Camminghaplantsoen	136707	452778
12	Kanaleneiland-Zuid rand	Aziëlaan	135100	452853
13	Kanaleneiland-Zuid midden	Marco Pololaan	135161	453418
14	Leeuwenstein-Zuid	Mercatorlaan	134006	453664
15	Oog in Al – rand	Johan Wagenaarkade (AR-Kanaal)	134009	455065
16	Oog in Al – midden	Händelstraat	134315	455391
17	Overvecht – zuid	Mykonosdreef/Karpathosdreef	136559	458678
18	Voordorp – rand	Augusto Sandinostraat	138624	458178
19	Voordorp – midden	Chico Mendesstraat	138354	458126
20	Rijnsweerd –rand	Enny Vredelaan	139502	455191
21	Rijnsweerd –midden	Ovidiuslaan	139141	455350
22	De Meern – rand	Spinsterlaan	130446	454193
23	Schepenbuurt	Aakplein	134092	456721
24	A'damsestraatweg (noord)	Talmastraat	133240	459061

Vervolg bijlage 1 overzicht meetlocaties Utrecht 2016

code	Straatmeetpunt	omschrijving	X (RD)	Y (RD)
25	Oudenoord	Wegvak grenzend aan Weerdsingel	136199	456614
25-2	Oudenoord (gevel)	Wegvak grenzend aan Weerdsingel	136210	456616
26	Weerdsingel	Wegvak grenzend aan Paardenveld	136011	456436
29/D	Catharijnesingel/Vaartsestraat	Wegvak ten zuiden van Vaartsestraat	136753	454731
30	Albert Schweitzerdreef	Gageldijk/ Henri Dunantplein	136507	459436
31	Westplein	Lange Hagelstraat/Westplein	135703	456092
33/D	t Blauwe huis	Nieuwe Houtenseweg	138789	452192
34	Noordelijke tunnelmond A2	Noordelijke tunnelmond A2 (oostzijde)	133100	456932
35	Zuidelijke tunnelmond A2	Zuidelijke tunnelmond A2 (westzijde)	133548	455281
36	Lessinglaan	Wegvak grenzend aan Haydnlaan	134132	455668
37	St Josephlaan	St Josephlaan	134648	457351
38	Albatrosstraat	Albatrosstraat	137011	454548
39/D	Amsterdamsestraatweg (zuid)	Wegvak nabij Blokstraat	135654	456649
40	Ds. M.L. Kinglaan (zuidzijde)	Attleeplantsoen	134459	454652
41	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	Tussen Bleekstraat en Ledig Erf	136868	454751
41/D	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	Tussen Bleekstraat en Ledig Erf	136834	454727
43	t Goylaan	Wegvak grenzend aan 't Goyplein	136978	453008
44	Nobelstraat	Wegvak grenzend aan Lucasbolwerk	137098	456102
45/D	Kardinaal De Jongweg	Locatie RIVM station	136998	457458
46/D	Constant Erzeijstraat	Locatie RIVM station	136713	453307
47/D	Vleutenseweg	Locatie voormalig RIVM station	135475	456120
48	Stroomrugbaan	Stroomrugbaan – De Vuursche	129250	456825
49	Langerakbaan	Wegvak nabij Skageraklaan	132252	455308
50	Vredenburg	Vredenburg	136265	456136
51	Laan van Minsweerd	Woningen nabij afrit Waterlinieweg	138346	454882
52	Amsterdamsestraatweg (noord)	Nabij Amsterdam-Rijnkanaal	133556	458656
53	Europalaan (Anne Frankplein)	Tussen Anne Frankplein en Europaplein	135711	453779
54	Nobelstraat (noordzijde)*	Wegvak grenzend aan Lucasbolwerk	137095	456117
55	St. Jacobsstraat	Tussen Waterstraat en Oranjestraat	136274	456447
56	Lange Jansstraat	Tussen Telingstraat en Janskerkhof	136693	456160
57	Adelaarstraat	Bemuurde Weerd Oostzijde/Gruttersdijk	136352	456778
58	Bleekstraat	A. van Scheltemabaan/Catharijnesingel	136770	454669
59	Catharijnesingel (zuid)	Lange Smeestraat/Pasteurstraat	136651	455091
60	Graadt van Roggenweg	Nabij Westplein	135521	455713
61	Albert Schweitzerdreef (zuid)*	Nabij Centaurusdreef	137445	458845
62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	Nabij Brucknerlaan	134341	454687
63	Weg der Verenigde Naties	Ten zuiden van Overste den Oudenlaan	135030	455016
64	Cartesiusweg	Ten zuiden van Nijverheidsweg	134366	456797

Bijlage 2 Meetperioden 2016

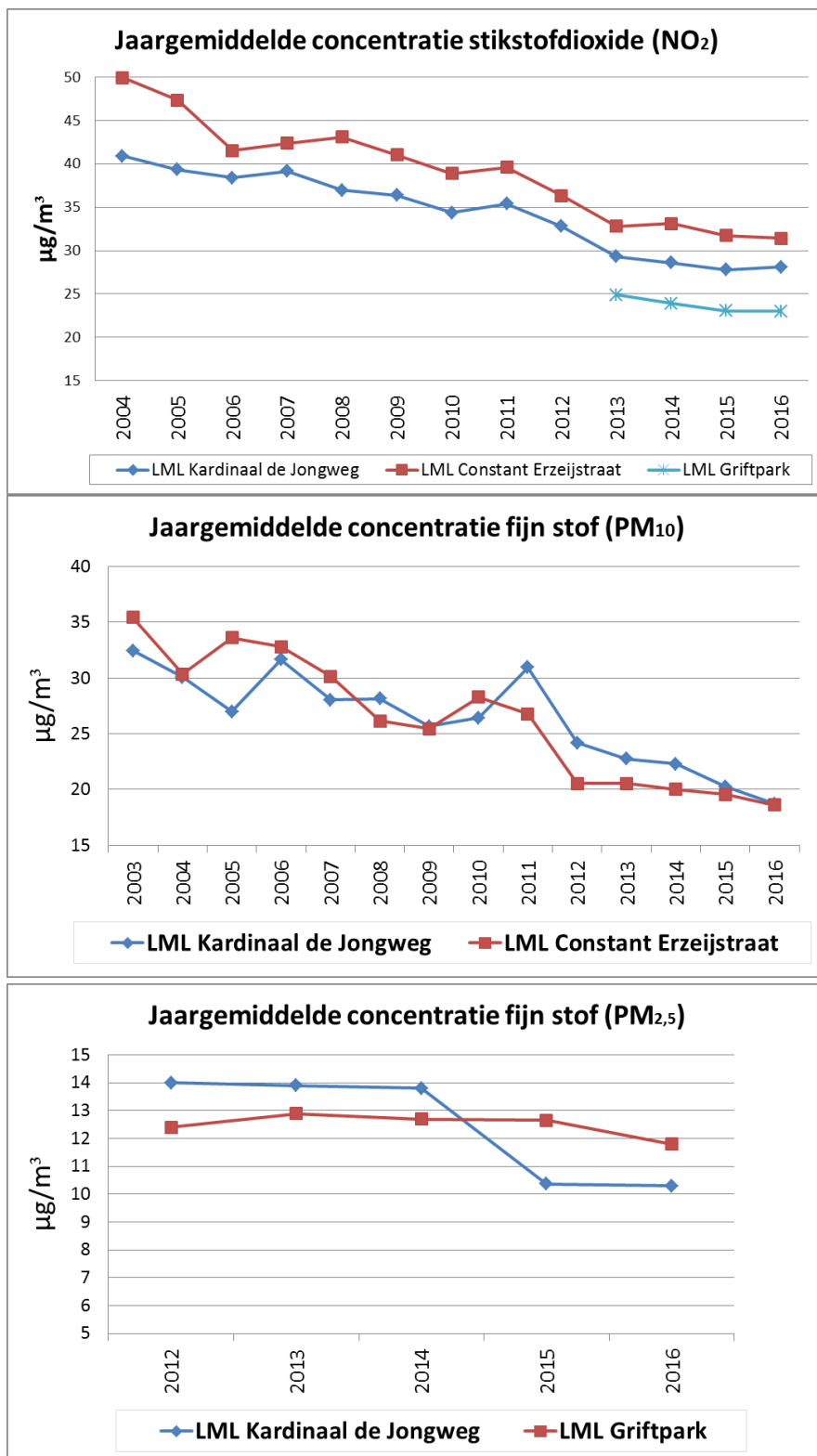
GGD Amsterdam

Meetperiode	startdatum	einddatum
1	29-12-2015	26-01-2016
2	26-01-2016	23-02-2016
3	23-02-2016	23-03-2016
4	23-03-2016	19-04-2016
5	19-04-2016	17-05-2016
6	17-05-2016	08-06-2016

Buro Blauw

Meetperiode	startdatum	einddatum
7	16-06-2016	12-07-2016
8	12-07-2016	09-08-2016
9	09-08-2016	06-09-2016
10	06-09-2016	04-10-2016
11	04-10-2016	01-11-2016
12	01-11-2016	02-12-2016
13	02-12-2016	28-12-2016

Bijlage 3 Meetwaarden (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) LML-RIVM Utrecht



Bijlage 4 Overzicht duplometingen

Meetlocatie	Code	Periode												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rijnenburg/IJsselstein	U1	30	20	19	12	12	13	10	9	14	18	21	26	34
	U1/D	33	23	19	18	12	13	10	9	12		18	30	33
	verschil	3	3	0	6	0	0	0	0	2		3	4	1
Wijk C	U3		32	28	32	20	21	27	15	25	31	33	34	42
	U3/D		28	32	31	13	18	20	18	24	33	32	34	40
	verschil		4	4	1	7	3	7	3	1	2	1	0	2
Overvecht Noord	U4	38	30	20	23	12	15	15	13	16	22	21	30	38
	U4/D	35	29	19	25	12	12	15	13	15	22	20	28	36
	verschil	3	1	1	2	0	3	0	0	1	0	1	2	2
Griftpark	U5	38	30	27	21	15	11	12	9	16	20	24	29	36
	U5/D	36	28	22	25	10	10	12	10	14	23	21	29	34
	U5/D							10	9	16	18	23	30	36
	U5/D							12	11	13	19	23	27	36
	max. verschil	2	2	5	4	5	1	2	2	3	5	3	3	2
Catharijnesingel/Vaartsestraat	U29	46	41	36	43	25	34		25	31	39	37	43	46
	U29/D	45	44	36	39	30	27		24	31	40	36	40	46
	verschil	1	3	0	4	5	7		1	0	1	1	3	0
t Blauwe huis	U33	39	38	29	28	18	19	22	17	20	28		33	37
	U33/D	42	38	27	22	20	20	22	21	19	28		37	40
	verschil	3	0	2	6	2	1	0	4	1	0		4	3
A'damsestraatweg zuid	U39	40	37	31	32	22	25	27	25	25	35	30	36	41
	U39/D	41	38	34	32	27	25	27	22	29	33	31	37	37
	verschil	1	1	3	0	5	0	0	3	4	2	1	1	4
Cath. singel/Bleekstraat (oost)	U41	45	40	39	39	32	41	35	30	36	42	38	41	42

Meetlocatie	Code	Periode												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	U41/D	41	40	40	40	34	39	34	30	35	42	39	43	45
	verschil	4	0	1	1	2	2	1	0	1	0	1	2	3
Kardinaal de Jongweg	U45	42	33	26	25	20	19	23	17	24	30	28	34	37
	U45/D	41	33	25	27	13	18	24	19	23	30	28	35	38
	U45/D							24	19	23	29	27	32	41
	U45/D							23	18	23	31	27	33	40
	max. verschil	1	0	1	2	7	1	1	2	1	2	1	3	4
Constant Erzeijstraat	U46	46	36	33	34	23	22	24	18	25	37	33	36	42
	U46/D	44	36	30	35	22	29	25	22	28	39	33	39	39
	U46/D							25	21	25	36	34	40	42
	U46/D							25	18	24	37	32	36	43
	max. verschil	2	0	3	1	1	7	1	4	4	3	2	4	4
Vleutenseweg	U47	44	33	25	33	29	24	25	25	30	39	35	38	39
	U47/D	41	35	38	28	22	32	24	25	25	39	34	38	41
	verschil	3	2	13	5	7	8	1	0	5	0	1	0	2
Europalaan	U53	42	28	32	21	19	18	20	17	21	29	30	31	36
	U53/D	37	31	27	24	16	19	20	17	21	31	30	33	38
	verschil	5	3	5	3	3	1	0	0	0	2	0	2	2

Meetwaarden NO₂ in µg/m³; het betreft ongecorrigeerde resultaten.

Op twaalf meetlocaties meten we in tweevoud (duplo-metingen), op drie daarvan is m.i.v. periode 7 in viervoud gemeten. Idealiter geven deze gepaarde metingen ongeveer dezelfde waarde. In de praktijk kunnen ze echter een grote spreiding vertonen, deels inherent aan de gebruikte meetmethodiek (inclusief de analyse van de metingen in het lab), de variatie in kwaliteit van de buisjes en dergelijke. Gepaarde metingen met Palmesbuisjes verschillen veelal tussen de circa 1–5 microgram per kubieke meter. De Utrechtse meervouds-metingen geven in 2016 gemiddeld een onderling verschil van maximaal 2,3 µg/m³.

Bijlage 5 Meetresultaten 2016

Meetlocatie ID	Meetlocatie Naam	Meetlocatie Type	Jaargemiddelde concentratie* NO ₂ in µg/m ³
U1	Rijnenburg/IJsselstein	Regionaal	19,0
U1-2	Westbroek	Regionaal	19,6
U2	Rivierenwijk	Stad	23,0
U3	Wijk C	Stad	28,2
U3-2	Monicahof	Stad	23,4
U4	Overvecht Noord	Stad	22,2
U5	Griftpark	Stad	21,8
U6	Wilhelminapark	Stad	24,8
U7	Máximapark	Stad	22,2
U8	Lunetten – rand	Stad	25,2
U9	Lunetten – midden	Stad	22,6
U10	Hoograven – rand	Stad	33,7
U11	Hoograven – midden	Stad	24,9
U12	Kanaleneiland-Zuid – rand	Stad	33,4
U13	Kanaleneiland-Zuid – midden	Stad	28,6
U14	Leeuwenstein-Zuid	Stad	28,3
U15	Oog in Al – rand	Stad	31,3
U16	Oog in Al – midden	Stad	27,3
U17	Overvecht – zuid	Stad	24,4
U18	Voordorp – rand	Stad	25,5
U19	Voordorp – midden	Stad	21,1
U20	Rijnsweerd –rand	Stad	30,1
U21	Rijnsweerd –midden	Stad	23,1
U22	De Meern – rand	Stad	26,4
U23	Schepenbuurt	Stad	25,0
U24	Amsterdamsestraatweg (noord)	Stad	26,1
U25	Oudenoord	Straat	33,4
U25-2	Oudenoord (gevel)	Straat	31,1
U26	Weerdsingel	Straat	36,9
U29	Catharijnesingel / Vaartsestraat	Straat	37,2
U30	Albert Schweitzerdreef	Straat	29,7

Vervolg bijlage 5 Meetresultaten 2016

Meetlocatie ID	Meetlocatie Naam	Meetlocatie Type	Jaargemiddelde concentratie* NO ₂ in µg/m ³
U31	Westplein	Straat	29,3
U33	t Blauwe huis	Straat	27,7
U34**	Noordelijk tunnelmond A2	Straat	37,0
U35	Zuidelijke tunnelmond A2	Straat	26,8
U36	Lessinglaan	Straat	35,6
U37	St Josephlaan	Straat	35,8
U38	Albatrosstraat	Straat	31,5
U39	Amsterdamsestraatweg (zuid)	Straat	31,7
U40	Ds. M.L. Kinglaan	Straat	29,6
U41	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	Straat	38,8
U41-2	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	Straat	36,4
U43	t Goylaan	Straat	27,5
U44	Nobelstraat	Straat	37,8
U45	Kardinaal De Jongweg	Straat	27,5
U46	Constant Erzeijstraat	Straat	32,1
U47	Vleutenseweg	Straat	32,6
U48	Stroomrugbaan	Straat	25,6
U49	Langerakbaan	Straat	21,4
U50	Vredenburg	Straat	31,8
U51	Laan van Minsweerd	Straat	28,0
U52	Amsterdamsestraatweg (noord)	Straat	32,9
U53	Europalaan (Anne Frankplein)	Straat	26,7
U54	Nobelstraat (noordzijde)	Straat	31,2
U55	St. Jacobsstraat	Straat	30,6
U56	Lange Jansstraat	Straat	35,1
U57	Adelaarstraat	Straat	32,9
U58	Bleekstraat	Straat	31,4
U59	Catharijnesingel (zuid)	Straat	28,9
U60	Graadt van Roggenweg	Straat	32,4
U61	Albert Schweitzerdreef (zuid)	Straat	38,7
U62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	Straat	42,3
U63	Weg der Verenigde Naties	Straat	29,4
U64	Cartesiusweg	Straat	34,6

Meetlocatie_ID

Gemeentelijk identificatienummer van de meetlocatie

Jaargemiddelde

Jaargemiddelde concentratie bepaald op basis van gevalideerde en geijkte metingen

*Tijdgewogen gemiddelde

De duur van elke "4-wekelijkse" meetperiode is om planning- technische redenen in de praktijk enigszins variabel (in 2016 variërend tussen de 22 en 31 dagen). Buro Blauw bepaalt daarom voor iedere locatie afzonderlijk 'tijdgewogen' jaargemiddelden. Het effect van tijdgewogen ten opzichte van niet tijdgewogen is echter beperkt tot correcties van enkele tienden µg/m³ in de berekende jaargemiddelden.

**

Op deze locatie wordt door het ontbreken van meetgegevens niet voldaan aan de (formele) validatie-eis van 90% datacapture.

Bijlage 6 Invoer NSL-Monitoringstool (MTR2017, jaar 2016)* – kenmerken wegsegmenten

STRAATNAAM	X (m)	Y (m)	SEGMENT _ID	Stagnatie factor
Adelaarstraat	136352	456778	1280904	0,4
Albatrosstraat	137011	454547	1281338	0
Albert Schweitzerdreef	136507	459436	789646	0
Albert Schweitzerdreef	136507	459436	1280769	0,8
A. Schweitzerdreef (Z)	137448	458836	1280792	0,8
A. Schweitzerdreef (Z)	137448	458836	1280796	0,6
Amsterdamsestraatweg (N)	133571	458643	788506	0
Amsterdamsestraatweg (Z)	135654	456649	1280829	0,4
Bleekstraat	136770	454669	1281158	0,4
Cartesiusweg	134366	456797	788711	0,4
Cartesiusweg	134366	456797	788717	0
Catharijnesingel/Bleekstraat (O)	136868	454751	789760	0,4
Catharijnesingel/Bleekstraat (W)	136868	454751	789760	0,4
Catharijnesingel/Vaartsestraat	136753	454731	1281157	0,8
Catharijnesingel/Vaartsestraat	136753	454731	1281166	0
Catharijnesingel (Z)	136651	455091	789690	0,4
Constant Erzeijstraat	136713	453307	1281101	0
Ds Martin Luther Kingln (N)	134381	454701	1307450	0,8
Ds Martin Luther Kingln (N)	134381	454701	1307451	0
Ds Martin Luther Kingln (N)	134381	454701	1312879	0
Ds Martin Luther Kingln (N)	134381	454701	1312880	0,8
Ds Martin Luther Kingln (Z)	134459	454652	1312878	0
Europalaan	135711	453779	1281413	0
Graadt van Roggenweg	135521	455713	1281039	0
Graadt van Roggenweg	135521	455713	1281704	0,4
Kardinaal de Jongweg	136998	457458	1280840	0
Kardinaal de Jongweg	136998	457458	1280842	0
Lange Jansstraat	136693	456160	1280935	0
Langerakbaan	132252	455308	1281923	0
Langerakbaan	132252	455308	1281920	0

STRAATNAAM	X (m)	Y (m)	SEGMENT _ID	Stagnatie factor
Lessinglaan	134132	455668	1280980	0
Lessinglaan	134132	455668	1280982	0
Nobelstraat (N)	137095	456117	1280928	0,4
Nobelstraat (Z)	137098	456102	1280928	0,4
Oudenoord	136199	456614	1396358	0,8
St. Jacobsstraat	136274	456440	1396351	0,4
St.-Josephlaan	134648	457351	1280729	0
St.-Josephlaan	134648	457351	1281449	0
Stroomrugbaan	129250	456825	787888	0,4
Stroomrugbaan	129250	456825	787889	0,4
t Goylaan	136978	453008	1281632	0
t Goylaan	136978	453008	1456727	0,8
Vleutenseweg	135475	456120	1281586	0
Vleutenseweg	135475	456120	1281588	0,4
Vleutenseweg	135475	456120	1281587	0
Vleutenseweg	135475	456120	1281589	0,8
Vredenburg	136275	456133	789530	0,4
Vredenburg	136275	456133	1281502	0,8
Weerdsingel wz	136011	456436	1396360	0,4
Weg der Verenigde Naties	135030	455016	1281739	0,8
Weg der Verenigde Naties	135030	455016	1281743	0
Westplein (Daalsetunnel)	135703	456092	1281493	0

*De bijlagen 6 en 7 geven de invoerparameters voor de berekeningen met de NSL-Monitoringstool op basis van het op 8 oktober 2016 definitief vastgestelde Vru3.3u verkeersmodel. Voor de gebruikte verkeersintensiteiten wordt verwezen naar de [NSL Monitoringstool](#).

Bijlage 7 Invoer NSL-Monitoringstool (MTR2017, jaar 2016)* – overige kenmerken

STRAATNAAM	X (m) rekenpunt	Y (m) rekenpunt	SEGMENT ID	RECEPTOR ID	AFSTAND (m)	WEG TYPE	BOMEN FACTOR
Albatrosstraat	137011	454547	1281338	15635132	7,4	2	1,25
Albert Schweitzerdreef	136507	459436	789646	15538502	14,0	4	1,25
Albert Schweitzerdreef	136507	459436	1280769	15538502	31,4	4	1,25
A. Schweitzerdreef (zuid)	137448	458836	1280792	15865285	14,6	4	1,25
A. Schweitzerdreef (zuid)	137448	458836	1280796	15865285	27,8	4	1,25
Adelaarstraat	136352	456778	1280904	15865281	6,7	2	1,25
Amsterdamsestraatweg (noord)	133571	458643	788506	15538480	14,1	4	1,25
Amsterdamsestraatweg (z)	135654	456649	1280829	15538484	9,1	2	1
Bleekstraat	136770	454669	1281158	15865291	11,4	2	1
Cartesiusweg	134366	456797	788711	15865288	23,9	3	1,25
Cartesiusweg	134366	456797	788717	15865288	13,8	4	1,25
Catharijnesingel (Rijnkade)	136332	455789	1281523	15635470	15,9	4	1,25
Catharijnesingel/Bleekstraat (o)	136868	454751	789760	15538483	6,1	3	1,5
Catharijnesingel/Bleekstraat (w)	136834	454727	789760	15709310	6,1	3	1,5
Catharijnesingel/Vaartsestraat	136753	454731	1281166	15538491	14,3	3	1,25
Catharijnesingel/Vaartsestraat	136753	454731	1281157	15538491	7,3	3	1,25
Catharijnesingel (zuid)	136651	455091	789690	15865290	11,1	3	1,25
Constant Erzeijstraat	136713	453307	1281101	15538487	6,9	2	1,25
Europalaan	135711	453779	1281413	15538504	13,8	4	1,25
Graadt van Roggenweg	135521	455713	1281039	15865289	35,3	1	1,25
Graadt van Roggenweg	135521	455713	1281704	15865289	17,0	1	1,25
Kardinaal de Jongweg	136998	457458	1280840	15538485	13,6	4	1,5
Kardinaal de Jongweg	136998	457458	1280842	15538485	32,2	4	1,5
Lange Jansstraat	136694	456160	1280935	15865282	8,2	2	1
Langerakbaan	132252	455308	1281923	15538503	11,9	4	1
Langerakbaan	132252	455308	1281920	15538503	18,6	4	1
Lessinglaan	134132	455668	1280982	15538495	18,2	1	1,5
Lessinglaan	134132	455668	1280980	15538495	5,8	1	1,5
Nobelstraat (noordzijde)	137095	456117	1280928	15709316	7,3	2	1
Nobelstraat (zuidzijde)	137098	456102	1280928	15538488	7,3	2	1

STRAATNAAM	X (m) rekenpunt	Y (m) rekenpunt	SEGMENT ID	RECEPTOR ID	AFSTAND (m)	WEG TYPE	BOMEN FACTOR
Oudenoord	136199	456614	1396358	15538486	8,6	2	1
Oudenoord (gevel)	136210	456616	1396358	15876782	13,2	2	1
St. Jacobsstraat	136274	456440	1396351	15865284	7,6	4	1
St.-Josephlaan	134648	457351	1281449	15538498	9,2	1	1
St.-Josephlaan	134648	457351	1280729	15538498	14,6	1	1
Stroomrugbaan	129250	456825	787888	15538482	12,0	4	1
Stroomrugbaan	129250	456825	787889	15538482	23,0	4	1
t Goylaan	136978	453008	1281622	15538492	15,7	4	1,25
t Goylaan	136978	453008	1281632	15538492	37,3	4	1,25
Vleutenseweg	135475	456120	1281586	15538493	23,1	1	1,25
Vleutenseweg	135475	456120	1281588	15538493	15,1	1	1,25
Vleutenseweg	135475	456120	1281587	15538493	26,9	1	1,25
Vleutenseweg	135475	456120	1281589	15538493	11,6	1	1,25
Vredenburg	136275	456133	789530	15538494	12,3	2	1
Vredenburg	136275	456133	1281502	15538490	17,3	2	1
Weerdsingel	136011	456436	1396360	15538490	8,9	3	1,25
Weg der Verenigde Naties	135030	455016	1281739	15865287	20,5	4	1,25
Weg der Verenigde Naties	135030	455016	1281743	15865287	41,0	4	1,25
Westplein	135703	456092	1281493	15538497	32,3	4	1,25

XY	Rijksdriehoekcoördinaten van rekenpunten (bij straatmeetpunten).
Segment ID	Identificatienummer van de aan het straatmeetpuntlocatie aangekoppelde (weg)segment zoals die in de monitoring van het NSL zijn ingevoerd.
Receptor ID	Identificatienummer van de bij het straatmeetpunt behorende rekenpunt in de NSL-Monitoringstool.
Afstand	Voor de berekening van de concentratie gehanteerde afstand tussen weg (rijlijn) en meetlocatie (rekenpunt).
Wegtype	Maat voor bebouwingssituatie langs de weg SRM1 wegtype 1=brede streetcanyon; wegtype 2=smalle streetcanyon; 3= aan één zijde min of meer aaneengesloten bebouwing 4= basistype
Bomenfactor	Maat voor de aanwezigheid van bomen langs de weg: 1 hier en daar bomen of in het geheel niet; 1,25 één of meer rijen bomen met een onderlinge afstand van minder dan 15 meter met openingen tussen de kronen; 1,5 de kronen raken elkaar en overspannen minstens een derde gedeelte van de straatbreedte.
Snelheidstype	Voor alle straten is snelheidstype c "normaal stadsverkeer" aangehouden, behalve voor de A. Schweitzerdreef waar snelheidstype e (stadsverkeer met minder congestie) is gehanteerd.

Bijlage 8 Vergelijking meet- en rekenresultaten 2016

Toelichting:

- *De NSL-Monitoringstool houdt geen rekening met de oriëntatie van de straat ten opzichte van de windroos. Daarnaast kunnen we met de NSL-Monitoringstool-2017 niet corrigeren voor de hoogte waarop het meetbuisje hangt.*
- *Het is niet altijd mogelijk om met de juiste rekenafstand tussen meetpunt en weg-as in de berekeningen te werken. Bijvoorbeeld als de ligging van de gemodelleerde rijlijn niet geheel overeenkomt met de daadwerkelijke ligging van de weg-as (bijvoorbeeld in een bocht) en het meetpunt wel met de juiste coördinaten in het rekenmodel zit.*
- *Zowel metingen als berekeningen kennen een aanzienlijke onzekerheid. Berekeningen van de jaargemiddelde concentratie die voldoen aan de 'Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007' mogen wettelijk gezien niet meer dan 30% afwijken van de werkelijke jaargemiddelde concentratie.*

Meetlocatie (regionaal en stadsachtergrond)	Id	X (m)	Y (m)	NO ₂ Berekend [µg/m ³]	NO ₂ Gemeten [µg/m ³]	NO ₂ Berekend- Gemeten [µg/m ³]
Rijnenburg/IJsselstein	U1	128824	449343	17,6	19,0	-1,4
Westbroek	U1-2	136887	462180	18,2	19,6	-1,4
Rivierenwijk	U2	136526	454394	28,2	23,0	5,2
Wijk C	U3	136243	456322	29,4	28,2	1,2
Monicahof	U3-2	136114	456627	29,3	23,4	5,9
Overvecht Noord	U4	134958	459045	23,8	22,2	1,5
Griftpark	U5	137253	457042	26,1	21,8	4,4
Wilhelminapark	U6	138088	455695	26,8	24,8	2,0
Máximapark	U7	130154	456528	21,0	22,2	-1,2
Lunetten – rand	U8	137971	452171	31,0	25,2	5,8
Lunetten – midden	U9	137649	452972	26,4	22,6	3,8
Hoograven – rand	U10	136460	452283	32,8	33,7	-0,9
Hoograven – midden	U11	136707	452778	29,0	24,9	4,1
Kanaleneiland-Zuid – rand	U12	135100	452853	32,8	33,4	-0,6
Kanaleneiland-Zuid – midden	U13	135161	453418	29,7	28,6	1,0
Leeuwenstein-Zuid	U14	134006	453664	30,6	28,3	2,3
Oog in Al – rand	U15	134009	455065	29,7	31,3	-1,6
Oog in Al – midden	U16	134315	455391	27,7	27,3	0,4
Overvecht – zuid	U17	136559	458678	24,6	24,4	0,2
Voordorp – rand	U18	138624	458178	21,7	25,5	-3,8
Voordorp – midden	U19	138354	458126	24,2	21,1	3,1
Rijnsweerd –rand	U20	139502	455191	27,5	30,1	-2,6
Rijnsweerd –midden	U21	139141	455350	23,5	23,1	0,3
De Meern – rand	U22	130446	454193	28,3	26,4	2,0
Schepenbuurt	U23	134092	456721	28,4	25,0	3,3
Amsterdamsestraatweg (noord)	U24	133240	459061	22,2	26,1	-3,9

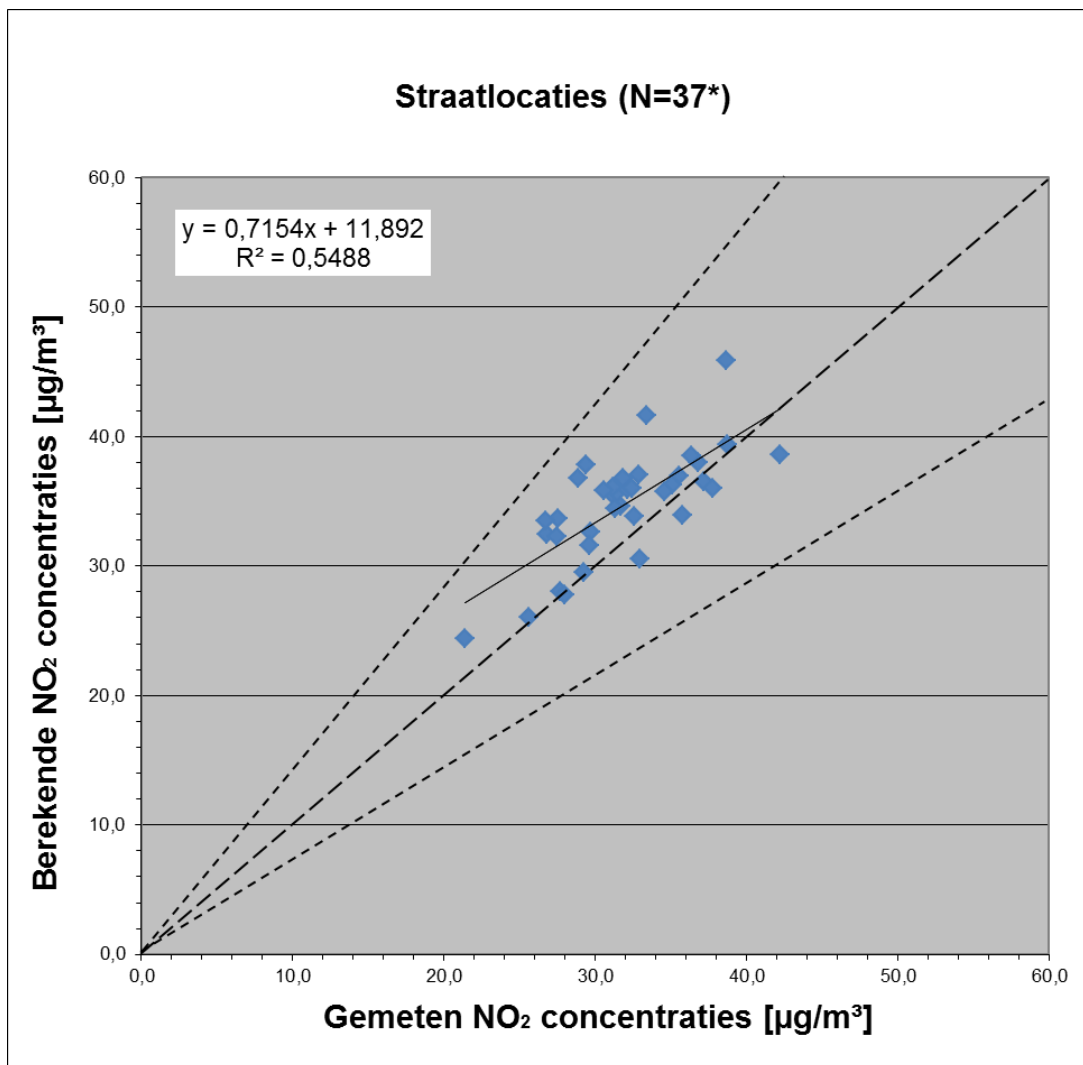
Vervolg bijlage 8 Vergelijking meet- en rekenresultaten 2016

Meetlocatie (straatlocaties)	Id	X (m)	Y (m)	NO ₂ Berekend [µg/m ³]	NO ₂ Gemeten [µg/m ³]	NO ₂ Berekend- Gemeten [µg/m ³]
Oudenoord	U25	136199	456614	41,6	33,4	8,2
Oudenoord (gevel)	U25-2	136210	456617	35,6	31,1	4,4
Weerdsingel	U26	136011	456436	38,0	36,9	1,1
Catharijnesingel/Vaartsestraat	U29	136753	454731	36,5	37,2	-0,7
Albert Schweitzerdreef	U30	136507	459436	32,6	29,7	2,9
Westplein	U31	135703	456092	29,5	29,3	0,3
<i>t Blauwe huis ('straatlocatie')</i>	U33	138789	452192	28,0	27,7	0,3
<i>N. tunnelmond A2 ('straatlocatie')*</i>	U34	133100	456932	41,5	37,0	4,6
<i>Z. tunnelmond A2 ('straatlocatie')</i>	U35	133548	455281	32,5	26,8	5,7
Lessinglaan	U36	134132	455668	36,9	35,6	1,3
St Josephlaan	U37	134648	457351	33,9	35,8	-1,9
Albatrosstraat	U38	137011	454548	35,6	31,5	4,1
Amsterdamsestraatweg (zuid)	U39	135654	456649	34,6	31,7	2,9
Ds. M.L. Kinglaan	U40	134459	454652	31,6	29,6	1,9
Catharijnesingel (Bleekstraat oost)	U41	136868	454751	39,4	38,8	0,6
Catharijnesingel (Bleekstraat west)	U41-2	136834	454727	38,6	36,4	2,2
t Goylaan	U43	136978	453008	32,3	27,5	4,8
Nobelstraat (zuidzijde)	U44	137098	456102	36,0	37,8	-1,7
Kardinaal De Jongweg	U45	136998	457458	33,7	27,5	6,1
Constant Erzeijstraat	U46	136713	453307	35,9	32,1	3,8
Vleutenseweg	U47	135475	456120	33,8	32,6	1,2
Stroomrugbaan	U48	129250	456825	26,1	25,6	0,5
Langerakbaan	U49	132252	455308	24,4	21,4	3,0
Vredenburg	U50	136265	456136	36,7	31,8	4,9
Laan van Minsweerd	U51	138346	454882	27,8	28,0	-0,2
Amsterdamsestraatweg (noord)	U52	133556	458656	30,6	32,9	-2,4
Europalaan (Anne Frankplein)	U53	135711	453779	33,5	26,7	6,8
Nobelstraat (noordzijde)	U54	137095	456117	36,1	31,2	4,9
St. Jacobsstraat	U55	136274	456447	35,9	30,6	5,3
Lange Jansstraat	U56	136693	456160	36,2	35,1	1,2
Adelaarstraat	U57	136352	456778	37,0	32,9	4,2
Bleekstraat	U58	136770	454669	34,4	31,4	3,1
Catharijnesingel (zuid)	U59	136651	455091	36,8	28,9	7,9
Graadt van Roggenweg	U60	135521	455713	36,0	32,4	3,6
A. Schweitzerdreef (zuid)	U61	137445	458845	45,8	38,7	7,1
Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	U62	134341	454687	38,6	42,3	-3,6
Weg der Verenigde Naties	U63	135030	455016	37,8	29,4	8,4
Cartesiusweg	U64	134366	456797	35,7	34,6	1,1

* Op deze locatie wordt door het ontbreken van meetgegevens niet voldaan aan de (formele) validatie-eis van 90% datacapture.

Bijlage 9

Meet- en rekenresultaten op straatlocaties



Gemeten versus berekende NO₂ concentraties op straatlocaties: De fijn-gestippelde lijnen geven de $\pm 30\%$ afwijking aan van de lijn $y=x$. De afbeelding toont ook de formule voor de regressielijn en de bijbehorende determinatiecoëfficiënt (R^2).

Op de resultaten is een 'standaard' lineaire regressie toegepast. Deze regressiemethode houdt geen rekening met de onzekerheid in de onafhankelijke variabele (in dit geval de gemeten NO₂-concentratie). Het snijpunt van de lijn die door de oorsprong gaat en waarvoor geldt dat de berekende concentratie gelijk is aan de gemeten concentratie ($y=x$), snijdt de lijn die volgens de methode van lineaire regressie de relatie tussen gemeten en berekende waarden het beste beschrijft. Dit snijpunt ligt rond de 64 µg/m³ als we achtergrond- en straatlocaties samen beschouwen. Als we alleen naar de straatlocaties kijken ligt het rond de 42 µg/m³.

Bijlage 10 Gemeten en berekende verkeersbijdrage

Meet- locatie (code)	Meetlocatie (Straatmeetpunten)	Meetlocatie achtergrond gekoppeld	Verkeers- bijdrage NO ₂ Berekend (MT) [µg/m ³]	Verkeers- bijdrage NO ₂ Gemeten* (GGDA) [µg/m ³]	Verkeers- bijdrage NO ₂ Berekend- Gemeten* [µg/m ³]
U25	Oudenoord	Monicahof	12,3	10,0	2,3
U25-2	Oudenoord (gevel)	Monicahof	6,3	7,7	-1,4
U26	Weerdsingel wz	Gem. Monicahof & Wijk C	8,7	11,1	-2,4
U29	Catharijnesingel/Vaartsestr.	Rivierenwijk	8,5	14,2	-5,6
U30	Albert Schweitzerdreef	Overvecht -zuid	9,1	5,3	3,8
U31	Westplein	Gem. Monicahof & Wijk C	1,4	3,5	-2,1
U36	Lessinglaan	Oog in Al-midden	9,4	8,3	1,1
U37	St.-Josephlaan	Schepenbuurt	7,5	10,8	-3,3
U38	Albatrosstraat	Rivierenwijk	8,7	8,4	0,3
U39	Amsterdamsestraatweg	Monicahof	6,8	8,4	-1,5
U40	Ds. M.L. Kinglaan (zuid)	Oog in Al-midden	0,9	2,3	-1,4
U41	C. singel/Bleekstraat (west)	Rivierenwijk	11,4	15,7	-4,3
U41-2	C. singel/Bleekstraat (oost)	Rivierenwijk	10,5	13,3	-2,8
U43	't Goylaan	Hoograven-midden	3,4	4,9	-1,5
U44	Nobelstraat (zuid)	Wijk C	9,0	12,9	-4,0
U45	Kardinaal de Jongweg	Griftpark	6,9	5,8	1,1
U46	Constant Erzeijstraat	Hoograven-midden	7,8	9,6	-1,7
U47	Vleutenseweg	Wijk C	5,7	4,4	1,2
U48	Stroomrugbaan	Maximapark	3,0	3,4	-0,3
U49	Langerakbaan	Maximapark	0,7	-0,9	n.v.t.
U50	Vredenburg	Wijk C	7,3	3,6	3,6
U52	Amsterdamsestraatweg (n)	Amsterdamsestraatweg (n AG)	4,7	6,8	-2,1
U53	Europalaan	Rivierenwijk	4,6	3,7	0,9
U54	Nobelstraat	Wilhelminapark	9,1	6,4	2,7
U55	St. Jacobsstraat	Gem. Monicahof & Wijk C	6,5	4,8	1,8
U56	Lange Jansstraat	Wijk C	6,8	6,9	-0,1
U57	Adelaarstraat	Monicahof	7,9	9,5	-1,6
U58	Bleekstraat	Rivierenwijk	6,4	8,3	-1,9
U59	Catharijnesingel (zuid)	Rivierenwijk	6,3	5,9	0,4
U60	Graadt van Roggenweg	Gem. Oog in Al-midden & Wijk C	5,1	4,7	0,4
U61	A. Schweitzerdreef (zuid)	Overvecht-zuid	21,4	14,3	7,1
U62	Ds. M.L. Kinglaan (noord)	Gem. Oog in Al-rand & midden	7,9	13,0	-5,1
U63	Weg der Verenigde Naties	Oog in Al-midden	6,4	2,1	4,3
U64	Cartesiusweg	Schepenbuurt	7,8	9,6	-1,8

* De verkeersbijdrage wordt niet direct gemeten maar indirect afgeleid uit metingen die enerzijds op de straatmeetlocatie en anderzijds op de dichtstbijzijnde (of meest relevante) achtergrondlocatie plaatsvinden. Vanwege een negatieve waarde voor de 'gemeten' verkeersbijdrage is de locatie Langerakbaan uit de vergelijking gehouden.

Bijlage 1 1 Windrozen De Bilt (KNMI)

In de windroos zijn de windrichtingen in klassen van 30 verdeeld. Voor iedere klasse is in drie Beaufortklassen aangegeven in hoeveel procent van de gevallen deze voorkwam (relatieve frequentie).

