



Metingen van jaargemiddelde stikstofdioxideconcentraties (NO₂) in de gemeente Utrecht in 2015

In opdracht van:

Gemeente Utrecht
Sector Milieu en Mobiliteit
Postbus 8406
3503 RK UTRECHT

Amsterdam, mei 2016

Auteur(s) H. J.P. Helmink

GGD Amsterdam
LO team Luchtkwaliteit
Postbus 2200
1000 CE AMSTERDAM

auteur
projectnr

H.J. P. Helmink 
13-1216

11-05-2016
19 blz

doc 16-1112
2 bijlagen

beoordeeld
goedgekeurd

J.H. Visser 
F. Woudenberg 

11-05-2016
11-05-2016

Aan de totstandkoming van deze rapportage werkten mee:

Peter Koopman (bemonstering)
Saskia van der Zee (beoordeling meetlocaties)

© GGD, Amsterdam, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

GGD Amsterdam en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken. De inhoud van dit rapport mag aan derden niet anders dan als één geheel worden ontsloten, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten en aansprakelijkheid.

Inhoud

samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling en afbakening	6
2 Methoden	7
2.1 Meetmethoden	7
2.2 Meetstrategie	8
2.3 Gegevensverwerking	9
3 Resultaten	12
3.1 Validatie meetresultaten	12
3.2 Resultaten van de NO ₂ metingen Utrecht	12
4 Referenties	15
Bijlage 1 blad 1 coördinaten meetlocaties	16
Bijlage 1 blad 2 coördinaten meetlocaties	17
Bijlage 2 meetresultaten	19

samenvatting

In opdracht van de gemeente Utrecht zijn in het kalenderjaar 2015 metingen uitgevoerd van de concentratie stikstofdioxide (NO₂) op verschillende locaties binnen de gemeente Utrecht. Het jaar 2015 is het vijfde achtereenvolgende jaar waarover wordt gerapporteerd.

De NO₂ metingen zijn uitgevoerd met behulp van een passieve meetmethode, het meetprogramma beslaat 64 in overleg met de gemeente Utrecht geselecteerde locaties.

In 2015 zijn geen mutaties in het meetprogramma geïntroduceerd ten opzichte van 2014, er is alleen een naamswijziging doorgevoerd; U31 "Noordelijke tunnelmond Westpleintunnel" heet voortaan "Westplein", de positie van de Palmes diffusiebuis is ongewijzigd gebleven.

Tegelijk met de metingen in de gemeente Utrecht heeft de GGD Amsterdam, afdeling Luchtkwaliteit, het NO₂ gehalte met behulp van Palmes diffusiebuisjes gemeten (in duplo) op 12 permanente meetstations uit het Amsterdams Luchtmeetnet en op 3 permanente meetstations van het RIVM gelegen in Utrecht. Op deze meetstations wordt het NO₂ gehalte continu in de tijd gemeten met behulp van chemiluminescentie, de door de Europese Unie voorgeschreven referentiemethode. De met Palmesbuizen gemeten NO₂ concentraties konden daarom worden vergeleken met de meetstations in Amsterdam (GGDA) en Utrecht (RIVM). De in Utrecht passief gemeten concentraties zijn op basis daarvan voor iedere meetperiode afzonderlijk gecorrigeerd voor de gemiddelde afwijking ten opzichte van de chemiluminescentie methode.

Aldus werd in Utrecht een jaargemiddelde NO₂ concentratie gemeten die varieerde van afgerond 19 µg/m³ op de regionale achtergrondlocatie Westbroek tot 45 µg/m³ (Noordelijke tunnelmond A2). Op twee locaties te weten U43 "Noordelijke tunnelmond A2" en U62 "Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)" ofwel bij twee wegvakken, zijn jaargemiddelde concentraties gemeten die (zonder afronding) hoger liggen dan de vigerende grenswaarde van 40 µg/m³.

Vergelijken we de meetwaarden met 2011, 2012, 2013 en 2014 dan worden opnieuw gemiddeld lagere waarden vastgesteld. Dit jaar wordt de hoogste concentratie stikstofdioxide gemeten op locatie U34 "Noordelijke tunnelmond A2", deze bedroeg als afgerond jaargemiddelde 45 µg/m³. Ten opzichte van 2014 is daarmee het aantal overschrijdingslocaties met 3 afgenomen, op U26 Weerdsingel, U41 en U41-2 (Catharijnesingel/Bleekstraat, respectievelijk oost en west) worden in 2015 voor het eerst geen overschrijdingen meer vastgesteld.

Vergelijken we de stikstofdioxide meetwaarden met 2014 dan worden op de achtergrondpunten globaal lagere (gemiddeld -1,6 µg/m³) concentraties gemeten. De meteogegevens over 2015 tonen op Schiphol – evenals in De Bilt - ten opzichte van 2014 meer neerslag, meer westenwind en minder oostenwind. Gemiddeld levert dit lagere stikstofdioxideconcentraties op ten opzichte van 2014. Een en ander is in overeenstemming met de waarnemingen, echter het effect van de meteorologische omstandigheden op stikstofdioxide is complex en niet te onderscheiden van de algemene, eveneens dalende trend.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Inrichtingsplan Meetnet Luchtkwaliteit Utrecht

Door burgers en maatschappelijke groeperingen is er bij de gemeente Utrecht op aangedrongen om, naast het berekenen aandacht te geven aan het meten van luchtverontreiniging. Door de commissie Stad en Ruimte is geadviseerd tot inrichting van een netwerk van stikstofdioxide-meetbuisjes, beter bekend als Palmesbuizen. Doelstelling hierbij is de concentraties stikstofdioxide op meerdere meetlocaties verspreid over de stad langere tijd te volgen.

Er zijn drie typen meetlocaties onderscheiden te weten;

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

De gemeente Utrecht wil aandacht besteden aan het vergelijken van de gemeten waarden met modeluitkomsten, hiertoe worden de overeenkomsten en verschillen in de jaarlijkse meetnetrapportages van de gemeente Utrecht in een afzonderlijk hoofdstuk beschreven. Omdat de Palmesbuismetingen niet voldoen aan de wettelijke eisen zoals vastgesteld in de Wet milieubeheer kunnen de uitkomsten niet worden toegepast voor (juridische) toetsing aan grenswaarden. Deze toetsing zal daarom plaatsvinden door middel van berekening met behulp van de wettelijk voorgeschreven rekenmodellen.

Wetgeving, vigerende grenswaarden

In 2001 is het Besluit luchtkwaliteit in werking getreden, waarbij destijds voor een aantal luchtverontreinigende stoffen de normstelling aanzienlijk is aangescherpt. De meest kritische componenten in dit verband zijn stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10}). Het Besluit luchtkwaliteit 2001 is daarna vervangen door het Besluit luchtkwaliteit 2005, waarin een aantal wijzigingen ten opzichte van het eerdere Besluit is doorgevoerd. Aan de normstelling zelf is toen echter niets veranderd. Intussen is het Besluit luchtkwaliteit 2005 vervangen door de Wet luchtkwaliteit (Wet milieubeheer (luchtkwaliteitseisen), een aanpassing van de Wet milieubeheer).

Voor NO_2 is een grenswaarde vastgesteld waaraan de luchtkwaliteit vanaf het jaar 2010 moet voldoen. Deze grenswaarde bedraagt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde concentratie (bijlage 2 bij de Wet milieubeheer). Voor wat betreft deze wettelijke grenswaarden moet nog worden opgemerkt dat er op 7 april 2009 door de Europese Commissie aan Nederland uitstel is verleend om te voldoen aan de luchtkwaliteitsnormen (derogatie EU). Dit uitstel is verleend op basis van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Voor fijnstof PM_{10} moet Nederland voldoen aan de Europese grenswaarden vanaf 11 juni 2011, voor stikstofdioxide geldt de grenswaarde vanaf 1 januari 2015. Vanwege het uitstel was er tot laatstgenoemde datum voor stikstofdioxide tijdelijk sprake van een verhoogde grenswaarde van $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sinds de invoering van het nieuwe Besluit zijn gemeentes verplicht zelf te inventariseren waar, binnen hun gemeente, "knelpunten" voorkomen, d.w.z. waar de grenswaarden voor NO_2 en PM_{10} worden overschreden. Deze verplichting geldt voor gemeentes met meer dan 40.000 inwoners en voor kleinere gemeentes waarvan het aannemelijk is dat er, als gevolg van hun ligging in een agglomeratie en/of de aanwezigheid van belangrijke lokale bronnen, knelpunten zijn.

Wanneer binnen een gemeente concentraties voorkomen die boven het niveau van de grenswaarde liggen, zijn deze gemeentes verplicht een zogenaamd plan van aanpak op te stellen, waarin lokale maatregelen ter verlaging van de concentraties worden beschreven. Voor NO₂ worden in de Wet luchtkwaliteit overigens ook grenzen gesteld aan het optreden van piekconcentraties: de grenswaarde van 200 µg/m³ als uurgemiddelde NO₂ concentratie mag niet meer dan 18 keer per jaar worden overschreden. Overschrijding van deze grenswaarde komt in de praktijk echter nauwelijks voor.

1.2 Doelstelling en afbakening

Doelstelling is de ontwikkeling van de luchtkwaliteit voor stikstofdioxide verspreid over de stad over een reeks van jaren te volgen en de inwoners van Utrecht te informeren over de luchtkwaliteit in de stad. De jaargemiddelde NO₂ concentratie wordt met behulp van Palmesbuismetingen vastgesteld op (thans) 64 locaties in en om de gemeente Utrecht.

2 Methoden

2.1 Meetmethoden

De standaardmethode om het NO₂ gehalte in de buitenlucht te meten, is een actieve methode waarbij buitenlucht door middel van een pomp wordt aangezogen, waarna het NO₂ gehalte via het principe van chemiluminescentie wordt bepaald. Deze chemiluminescentiemethode is de door de Europese Unie voorgeschreven standaardmethode. De methode wordt gebruikt in het bij de GGD Amsterdam in beheer zijnde Amsterdamse Luchtmeetnet, en wordt ook door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) toegepast in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. De GGD Amsterdam is evenals het RIVM voor deze verrichting geaccrediteerd conform NEN EN ISO 17025.

Met de chemiluminescentiemethode kunnen uurgemiddelde NO₂ concentraties worden gemeten, waardoor inzicht wordt verkregen in het optreden van piekconcentraties. Via de relatie met de windrichting is het mogelijk inzicht te krijgen in de herkomst van de verontreiniging. Nadeel van deze actieve meetmethode is echter dat er geavanceerde apparatuur nodig is en infrastructurele voorzieningen in de vorm van stroom en meetbehuizing.

Een eenvoudig alternatief voor het meten van de NO₂ concentratie is het gebruik van een passieve meetmethode, met behulp van zogenaamde Palmes diffusiebuisjes. Deze methode is in 1976 voor het eerst in de literatuur beschreven (Palmes, 1976) en wordt sindsdien op grote schaal toegepast (Bush e.a., 2001; Stevenson e.a., 2001). Palmes diffusiebuisjes worden gedurende langere tijd in de buitenlucht opgehangen, waarbij de monstername plaatsvindt door middel van diffusie van het in de lucht aanwezige NO₂ naar het adsorbens in het Palmes buisje. Deze methode is relatief goedkoop en eenvoudig toepasbaar, omdat er geen infrastructurele voorzieningen nodig zijn. De buisjes vallen nauwelijks op en kunnen nagenoeg overal worden opgehangen, waardoor het mogelijk is een goed inzicht te krijgen in de ruimtelijke variatie in concentratie. Nadeel van de methode is de langere middelingstijd waarover de concentratie wordt gemeten. Dit is echter geen probleem wanneer het gaat om het bepalen van langdurige gemiddelden, zoals de jaargemiddelde concentratie NO₂.

Het Palmes diffusiebuisje is een cilindrisch buisje met een lengte van 7,2 cm en een doorsnede van 1,1 cm. Het buisje wordt aan één kant afgesloten met een (zwarte) dop waarin zich een met triethanolamine (TEA) gecoat grid bevindt. Via de open kant van de buis diffundeert het NO₂ naar de gesloten kant, waar het door het TEA wordt geabsorbeerd in de vorm van nitrietionen. Om overbelading te voorkomen, worden de buisjes iedere 4 weken in het veld gewisseld. De beladen buisjes worden in het laboratorium geanalyseerd volgens de door Palmes (1976) beschreven methode. Kort samengevat komt het erop neer dat de nitriet ionen van het grid geresorbeerd worden met behulp van Salzman reagens (naftyleen diammoniumdichloride), waarna de nitrietconcentratie spectrofotometrisch wordt bepaald. De NO₂ concentratie in de lucht (in µg/m³) wordt per Palmesbuisje berekend uit de hoeveelheid nitriet in µg absoluut, waarbij per meetperiode een blanco is meegenomen. De preparatie en analyse van de buisjes is uitgevoerd door Bureau Blauw in Wageningen. De accreditatie van deze organisatie is te vinden op www.RvA.nl certificaat nr. L400.

2.2 Meetstrategie

De Palmesbuisjes zijn opgehangen op een hoogte van circa 2-2,5 meter. Op de locaties U₁, U₃, U₄, U₅, U₂₉, U₃₃, U₃₉, U₄₁, U₄₅, U₄₆, U₄₇ en U₅₃ is in duplo bemonsterd. Iedere circa 4 weken zijn de buisjes in het veld gewisseld. In bijlage 1 zijn de exacte meetlocaties middels x-y coördinaten vastgelegd. Het meetprogramma is ten opzichte van 2013 uitgebreid tot 64 in overleg met de gemeente Utrecht geselecteerde locaties. Ten opzichte van 2013 zijn onderstaande meetlocaties aan het programma toegevoegd:

- Westbroek (regionale achtergrond, code U₁₋₂)
- Monicahof (stad code U₃₋₂)
- St Jacobsstraat (straat, code U₅₅)
- Lange Jansstraat (straat, code U₅₆)
- Adelaarstraat (straat, code U₅₇)
- Bleekstraat (straat, code U₅₈)
- Catharijnesingel (zuid) (straat, code U₅₉)
- Graadt van Roggenweg (straat, code U₆₀)
- Albert Schweitzerdreef (zuid) (straat, code U₆₁)
- Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde) (straat, code U₆₂)
- Weg der Verenigde Naties (straat, code U₆₃)
- Cartesiusweg (straat, code U₆₄)

De straatlocaties Catharijnebaan (Daalsesingel/Knipstraat) (U₂₇), Catharijnesingel (Rijnkade) (U₂₈) en Waterlinieweg (U₄₂) zijn komen te vervallen. Vanaf mei 2015 is in Pijlsweerd-Zuid ter vergelijking met de bestaande locatie Oudenoord (U₂₅) ook aan de gevel een buis geplaatst (Oudenoord (gevel), code U₂₅₋₂). Voorts zijn door enkele veranderingen in de omgeving op sommige straatlocaties iets andere plaatsen gekozen:

Ds. M.L. Kinglaan (U₆₂): Tijdens tweede meetperiode (28-1-2014 tot 25-2-2014) is de lantaarnpaal met meetbuisje circa 25 meter opgeschoven in westelijke richting.

Albert Schweitzerdreef (zuid) (U₆₁): vanaf 8-7-2015 buisje opgehangen aan paal ANWB bord.

Vredenburg (U₅₀): vanaf 23-4-2014 buisje opgehangen aan beugel afkomstig van Wijk C-Komitee.

Door de herinrichting van de St. Jacobsstraat zijn er in 2015 enige verplaatsingen geweest van de meetlocatie voordat de definitieve meetlocatie (U₅₅) halverwege het jaar kon worden vastgelegd.

In 2015 zijn verder geen nieuwe mutaties in het meetprogramma geïntroduceerd, er is alleen een naamswijziging doorgevoerd; U₃₁ "Noordelijke tunnelmond Westpleintunnel" heet voortaan "Westplein", de positie van de Palmes diffusiebuis is ongewijzigd gebleven.

Tegelijk met de metingen in de gemeente Utrecht heeft de GGD afdeling Luchtkwaliteit het NO₂ gehalte met dezelfde meetmethode gemeten op verschillende locaties in Amsterdam. Daaronder vallen ook de permanente meetstations uit het Amsterdamse Luchtmeetnet waar NO₂ ook conform de referentiemethode wordt gemeten. Op deze stations wordt het NO₂ gehalte continu in de tijd gemeten met behulp van chemiluminescentie. Het RIVM meet op drie Utrechtse locaties, te weten Kardinaal de Jongweg, Constant Erzeijstraat en Griftpark eveneens met de referentiemethode de stikstofdioxideconcentratie. De Palmesbuisjes in Utrecht en Amsterdam zijn in dezelfde werkweek gewisseld. In iedere periode zijn Palmesbuizen in duplo geplaatst op de Amsterdamse en Utrechtse

meetstations. Door vergelijking met de chemiluminescentiemetingen van de meetstations vindt correctie plaats van de Palmesbuismetingen. De metingen in Amsterdam hebben het gehele kalenderjaar 2015 geduurd. Dit geldt ook voor de meetlocaties in de gemeente Utrecht. Tabel 1 geeft een overzicht van de meetperiodes.

Tabel 1. Overzicht van de meetperiodes.

Periode	Van	Tot
1	2 januari 2015	27 januari
2	27 januari	24 februari
3	24 februari	24 maart
4	24 maart	21 april
5	21 april	19 mei
6	19 mei	16 juni
7	16 juni	14 juli
8	14 juli	04 augustus
9	04 augustus	08 september
10	08 september	06 oktober
11	06 oktober	03 november
12	03 november	01 december
13	01 december	29 december 2015

2.3 Gegevensverwerking

Beoordeling kwaliteit Palmesbuizen

Voor de Palmes buis metingen uitgevoerd conform de beschreven meetstrategie is een nieuwe foutenbeschouwing ontwikkeld. Omdat de prestaties van Palmes diffusiebuizen jaarlijks kunnen verschillen is deze berekening voor het laatst over de meetwaarden van 2014 geactualiseerd (GGDA, 2015). Daarbij is met de meetwaarden van 2014 naar analogie van de door de DCMR gehanteerde methode (DCMR 2014) de meetfout in de referentiemethode conform NEN EN 14211:2012 meegenomen in de onzekerheidsberekening. Hierdoor lijkt de grootte van het betrouwbaarheidsinterval te zijn toegenomen ten opzichte van voorgaande jaren. In werkelijkheid is dit echter niet het geval omdat de onzekerheid aan de limietwaarde in de referentiemeting (circa 10% als 95BI) nu wordt meegeteld. Op basis van de hier gevolgde methodiek (Leave One Out methode) en door middel van foutenanalyse over de correctiemethode die GGD Amsterdam hanteert, wordt vastgesteld dat een jaargemiddelde stikstofdioxideconcentratie gemeten in 2014 met Palmes buizen ter hoogte van de limietwaarde behept is met een meetfout van $\pm 13,5\%$ (als 95BI). Later in 2016 zal de onzekerheidsberekening worden herhaald met de meetgegevens van 2015.

Metingen met Palmes buizen voldoen niet aan de wettelijke eisen zoals deze in Nederland zijn geformuleerd, omdat met Palmes buizen geen uurgemiddelde concentraties bepaald kunnen worden. De jaargemiddelde metingen van de NO₂ concentratie met Palmes buizen voldoen echter wel aan de eis die de EU stelt aan de meetnauwkeurigheid van de referentiemethode ($\pm 15\%$).

Correctie van de Palmesbuizen

Dit jaar zijn, evenals in 2013 en 2014, alle jaargemiddelden voor iedere locatie afzonderlijk tijdgewogen uitgevoerd. Enkele meetperiodes hebben een afwijkende duur, het effect van tijdgewogen ten opzichte van *niet* tijdgewogen is echter beperkt tot correcties van enkele tienden $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in de berekende jaargemiddelden.

De metingen zijn uitgevoerd met behulp van een passieve meetmethode. Deze meetmethode werd vergeleken met de actieve referentiemethode zoals gebruikt in het Amsterdamse Luchtmeetnet en drie meetstations van het RIVM in Utrecht. De passief gemeten NO₂ concentratie is voor iedere periode van 4 weken gecorrigeerd op basis van de actief gemeten NO₂ concentratie. De jaargemiddelde NO₂ concentratie op de meetlocaties is berekend als het gemiddelde van 13 4-weekse meetperiodes en gecorrigeerd op basis van de werkelijke tijdsduur van iedere afzonderlijke meetperiode (tijdgewogen gemiddelde). Op een aantal locaties ontbraken meetgegevens gedurende één of meerdere meetperiodes.

In de tabel in bijlage 2 is voor iedere locatie een jaargemiddelde uitgerekend na correctie op basis van vergelijking met chemiluminescentie van alle beschikbare Utrechtse en Amsterdamse stations. Er worden dan, na correctie, op 2 locaties (bij de noordelijke tunnelmond van de Leidsche Rijntunnel langs Rijksweg A2 en langs de Ds. M.L. Kinglaan) hogere jaargemiddelde concentraties vastgesteld dan de jaargemiddelde grenswaarde ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) die vanaf 1 januari 2015 geldt. Indien alleen op basis van de Utrechtse locaties wordt gecorrigeerd geldt dit voor dezelfde 2 locaties. Bij het vergelijken van gemeten concentraties met grenswaarden is het van belang te realiseren dat de metingen om praktische redenen vaak op kortere afstand van de wegrand worden uitgevoerd dan waarop volgens de (huidige) wettelijke eisen getoetst moet worden middels modelberekeningen. Hierdoor zullen gemeten concentraties soms hoger uitvallen dan de volgens wettelijk voorschrift berekende concentraties die voor de toetsing gelden. Daar staat tegenover dat veel buizen hoger hangen dan de formele "rekenhoogte". Dit geeft veelal een verlaging van de gemeten concentratie.

Het gebruik van Palmes diffusiebuisjes voor het meten van NO₂ concentraties is een veel gebruikte en internationaal geaccepteerde methode. In het Verenigd Koninkrijk wordt de methode al jarenlang toegepast in het kader van een landelijk dekkend monitoringsysteem bestaande uit ruim 1200 meetlocaties, waarbij 330 lokale autoriteiten zijn betrokken (Bush e.a., 2001). De gebruikte methode is in zekere mate afhankelijk van de weersomstandigheden. In de literatuur is beschreven dat met name windsnelheid, en in mindere mate temperatuur en relatieve luchtvochtigheid, van invloed zijn op de gemeten concentraties. Hoge windsnelheid leidt tot overschatting van de NO₂ concentratie. Doordat het uiteinde van het Palmes buisje open is, kan windinslag optreden, waardoor de effectieve diffusielengte afneemt (Gair & Penkett, 1995). Ook de combinatie van hoge temperatuur en hoge relatieve luchtvochtigheid kan leiden tot overschatting van de concentratie doordat onder deze omstandigheden de diffusiesnelheid toeneemt (Plaisance e.a., 2004). Warm, zonnig weer zou tegelijkertijd echter met name bij een 4-weekse meetperiode kunnen leiden tot onderschatting van de NO₂ concentratie, doordat

als gevolg van UV instraling fotodegradatie optreedt van het reeds gevormde absorbans (Heal e.a., 1999). Niettemin is de kracht van het onderzoek juist dat gedurende een vol jaar, dus onder diverse meteorologische omstandigheden is gemeten, en dat vergelijkingsmetingen zijn uitgevoerd tussen de passieve en de actieve methode, zodat voor eventuele systematische verschillen gecorrigeerd kon worden. Aanname daarbij is wel dat de weersomstandigheden in Amsterdam en Utrecht vergelijkbaar zijn geweest. In 2015 ligt net als in 2014 en 2011 de factor tussen de Palmesmetingen en de referentiemetingen in Utrecht iets hoger dan ten opzichte van de gemiddelde correctie op basis van alle vergelijkingsmetingen Amsterdam *plus* Utrecht. In 2012 is dit beeld net andersom en in 2013 zijn de factoren nauwelijks verschillend.

3 Resultaten

3.1 Validatie meetresultaten

Het verschil tussen de actief en passief gemeten NO_2 concentratie op de Amsterdamse meetstations en Utrechtse meetstations is voor iedere meetperiode berekend als een gemiddelde correctiefactor. De resultaten van de Palmesbuizen gecorrigeerd met deze factor zijn per periode en als jaargemiddelde weergegeven in bijlage 2. De eerste kolom in de tabel geeft het type meetlocatie. In de tweede kolom is de buiscode opgenomen, met een D is aangegeven dat betrokken locatie in duplo is bemonsterd, hiervan is dan tekens het gemiddelde in de berekeningen betrokken. De laatste kolom van de tabel op bijlage 2 geeft de jaargemiddelde concentratie weer indien alleen op basis van de Utrechtse locaties wordt gecorrigeerd. Alle jaargemiddelden voor iedere locatie zijn tijdgewogen berekend. In bijlage 2 zijn de waarden boven de grenswaarde voor stikstofdioxide ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) die over 2015 na een derogatieperiode van 6 jaar voor het eerst weer geldt, rood gemarkeerd. Op vijf locaties U3-2, U7, U13, U16 en U55, te weten Monicahof, Maximapark, Kanaleneiland-Zuid(midden) en Oog in Al (midden), wordt door het ontbreken van twee of meer meetperiodes niet voldaan aan de (formele) validatie-eis van 90% datacapture. De resultaten van de duplometingen zijn telkens gemiddeld. Er is in Utrecht over 2015 één duplometing (U53 periode 3) afgekeurd. Bij deze duplo is het verschil te groot. Beide individuele waarnemingen (resp. 40 en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zijn geen plausibele waarden, het gemiddelde ligt echter vrijwel op het jaargemiddelde. Hierdoor levert het meetellen of juist weglaten van dit gemiddelde over deze periode geen significant verschil op in het jaargemiddelde.

3.2 Resultaten van de NO_2 metingen Utrecht

Tabel 2 geeft de jaargemiddelde NO_2 gehalten zoals gemeten in de periode van 2 januari 2015 tot en met 29 december 2015 op 64 locaties in Utrecht.

In de tabel 2 zijn de waarden die hoger liggen dan de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ welke na een derogatieperiode van 6 jaar in 2015 voor het eerst van kracht is, rood gemarkeerd. Indien alleen op basis van de Utrechtse stations wordt gecorrigeerd worden op dezelfde locaties 'overschrijdingen' gevonden. Twee meetlocaties tonen over 2015 jaargemiddelde waarden die hoger liggen dan de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$: U 34 Noordelijke Tunnelmond A2 en U62 Ds. M.L. Kinglaan, noordzijde. Dit jaar wordt de hoogste concentratie stikstofdioxide gemeten op locatie U34, deze bedroeg als afgerond jaargemiddelde $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ten opzichte van 2014 is daarmee het aantal overschrijdingslocaties met 3 afgenomen. Op U26 Weerdsingel, U41 en U41-2 (Catharijnesingel/Bleekstraat, respectievelijk oost en west) worden in 2015 geen 'overschrijdingen' meer vastgesteld.

Tabel 2: Gemiddelde NO₂ gehalten gemeten in de periode van 2 januari 2015 t/m 29 december 2015 in µg/m³, na correctie t.o.v. referentiemethode.

Nr.	Omschrijving	Type	Gecorrigeerde NO ₂ concentratie in µg/m ³
U1/D	Rijenburg / IJsselstein	Regionaal	19,6
U1-2	Westbroek	Regionaal	19,4
U2	Rivierenwijk	Stad	23,9
U3/D	Wijk C	Stad	26,6
U3-2*	Monicahof	Stad	24,7
U4/D	Overvecht Noord	Stad	21,8
U5/D	Griftpark	Stad	20,1
U6	Wilhelminapark	Stad	21,3
U7*	Maximapark	Stad	20,3
U8	Lunetten - rand	Stad	23,9
U9	Lunetten - midden	Stad	22,1
U10	Hoograven - rand	Stad	34,8
U11	Hoograven - midden	Stad	24,3
U12	Kanaleneiland-Zuid - rand	Stad	34,5
U13*	Kanaleneiland-Zuid - midden	Stad	30,9
U14	Leeuwenstein-zuid	Stad	28,0
U15	Oog in Al - rand	Stad	31,8
U16*	Oog in Al - midden	Stad	25,2
U17	Overvecht - zuid	Stad	24,4
U18	Voordorp - rand	Stad	23,1
U19	Voordorp - midden	Stad	21,2
U20	Rijnsweerd - rand	Stad	25,5
U21	Rijnsweerd - midden	Stad	20,7
U22	De Meern - rand	Stad	25,6
U23	Schepenbuurt	Stad	24,1
U24	Amsterdamsestraatweg (noord)	Stad	25,4

* Op deze locaties wordt door het ontbreken van twee of meer meetperiodes niet voldaan aan de (formele) validatie-eis van 90% datacapture.

Vervolg tabel 2

Nr.	Omschrijving	Type	Gecorrigeerde NO ₂ concentratie in µg/m ³
U25	Oudenoord	Straat	31,1
U25-2	Oudenoord (gevel)	Straat	29,5
U26	Weerdsingel	Straat	38,9
U29/D	Catharijnesingel / Vaartsestraat	Straat	36,6
U30	Albert Schweitzerdreef	Straat	30,1
U31	Westplein	Straat	28,3
U33/D	t Blauwe huis	Straat	28,2
U34	Noordelijke tunnelmond A2	Straat	44,9
U35	Zuidelijke tunnelmond A2	Straat	23,7
U36	Lessinglaan	Straat	33,9
U37	St. Josephlaan	Straat	33,5
U38	Albatrosstraat	Straat	31,3
U39/D	Amsterdamsestraatweg (zuid)	Straat	33,9
U40	Ds. M.L. Kinglaan	Straat	28,8
U41	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	Straat	37,3
U41-2	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	Straat	34,9
U43	t Goylaan	Straat	27,9
U44	Nobelstraat	Straat	36,1
U45/D	Kardinaal de Jongweg	Straat	27,8
U46/D	Constant Erzeijstraat	Straat	31,6
U47/D	Vleutenseweg	Straat	32,7
U48	Stroomrugbaan	Straat	24,7
U49	Langerakbaan	Straat	20,2
U50	Vredenburg	Straat	29,2
U51	Laan van Minsweerd	Straat	24,7
U52	Amsterdamsestraatweg (noord)	Straat	33,8
U53/D	Europalaan (Anne Frankplein)	Straat	25,5
U54	Nobelstraat	Straat	30,8
U55*	St. Jacobsstraat	Straat	32,0
U56	Lange Jansstraat	Straat	35,3
U57	Adelaarstraat	Straat	30,6
U58	Bleekstraat	Straat	32,2
U59	Catharijnesingel (zuid)	Straat	28,6
U60	Graadt van Roggenweg	Straat	31,8
U61	Albert Schweitzerdreef (zuid)	Straat	37,1
U62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	Straat	40,2
U63	Weg der Verenigde Naties	Straat	28,0
U64	Cartesiusweg	Straat	35,4

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

4 Referenties

Bush T, S Smith, K Stevenson, S Moorcroft. Validation of nitrogen dioxide diffusion tube methodology in the UK. *Atmospheric Environment* 2001;35 :289-296.

DCMR, 28 oktober 2014 rapport 21808501 "Analyse Palmes buis meetresultaten meetperiode april 2013-april 2014"

Gair AJ, SA Penkett. The effects of wind speed and turbulence on the performance of diffusion tube samplers. *Atmospheric Environment* 1995;29:2529-2533.

GGDA 15-1138 Palmes 2014. Prestatiekenmerken Palmes diffusiebuizen meetjaar 2014. oktober 2015, Amsterdam.

Heal MR, MA O'Donoghue, JN Cape. Overestimation of urban nitrogen dioxide by passive diffusion tubes: a comparative exposure and model study. *Atmospheric Environment* 1999;33:513-524.

Inrichtingsplan Meetnet Luchtkwaliteit Utrecht, versie 17 november 2010, Gemeente Utrecht, Stadsontwikkeling, afdeling Milieu & Duurzaamheid.

Palmes ED, AF Gunnison, J Dimattio, C Tomezyk. Personal sampler for nitrogen dioxide. *American Industrial Hygiene Association* 1976;37:570-577.

Plaisance H, A. Piechocki-Minguy, S Garcia-Fouque, JC Galloo. Influence of meteorological factors in the NO₂ measurements by passive diffusion tube. *Atmospheric Environment* 2004;38:573-580.

Stevenson K, T Bush, D Mooney. Five years of nitrogen dioxide measurement with diffusion tube samplers at over 1000 sites in the UK. *Atmospheric Environment* 2001;35;281-287.

Bijlage 1 blad 1 coördinaten meetlocaties

type	code	naam	X (RD)	Y (RD)
Regionaal	U1/D	Rijnenburg / IJsselstein	128824	449343
Regionaal	U1-2	Westbroek	136925	462229
Stad	U2	Rivierenwijk	136516	454383
Stad	U3/D	Wijk C	136246	456313
Stad	U3-2	Monicahof	136117	456628
Stad	U4/D	Overvecht Noord	134958	459045
Stad	U5/D	Griftpark	137253	457042
Stad	U6	Wilhelminapark	138088	455695
Stad	U7	Maximapark	130154	456528
Stad	U8	Lunetten - rand	137971	452171
Stad	U9	Lunetten - midden	137649	452972
Stad	U10	Hoograven - rand	136460	452283
Stad	U11	Hoograven - midden	136707	452778
Stad	U12	Kanaleneiland-Zuid - rand	135100	452853
Stad	U13	Kanaleneiland-Zuid - midden	135161	453418
Stad	U14	Leeuwenstein-zuid	134006	453664
Stad	U15	Oog in Al - rand	134009	455065
Stad	U16	Oog in Al - midden	134315	455391
Stad	U17	Overvecht - zuid	136559	458678
Stad	U18	Voordorp - rand	138624	458178
Stad	U19	Voordorp - midden	138354	458126
Stad	U20	Rijnsweerd - rand	139502	455191
Stad	U21	Rijnsweerd - midden	139141	455350
Stad	U22	De Meern - rand	130446	454193
Stad	U23	Schepenbuurt	134092	456721
Stad	U24	Amsterdamsestraatweg (N) AG	133240	459061

Bijlage 1 blad 2 coördinaten meetlocaties

Type	code	naam	X (RD)	Y (RD)
Straat	U25	Oudenoord	136199	456614
Straat	U25-2	Oudenoord (gevel)	136210	456617
Straat	U26	Weerdsingel	136011	456436
Straat	U29/D	Catharijnesingel / Vaartsestraat	136753	454731
Straat	U30	Albert Schweitzerdreef	136507	459436
Straat	U31	Westplein	135703	456092
Straat	U33/D	t Blauwe huis	138789	452192
Straat	U34	Noordelijke tunnelmond A2	133108	456926
Straat	U35	Zuidelijke tunnelmond A2	133541	455265
Straat	U36	Lessinglaan	134132	455668
Straat	U37	St. Josephlaan	134648	457351
Straat	U38	Albatrosstraat	137017	454530
Straat	U39/D	Amsterdamsestraatweg (zuid)	135654	456649
Straat	U40	Ds. M.L. Kinglaan (zuidzijde)	134459	454652
Straat	U41/D	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	136868	454751
Straat	U41-2	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	136832	454728
Straat	U43	t Goylaan	136978	453008
Straat	U44	Nobelstraat (zuidzijde)	137098	456102
Straat	U45/D	Kardinaal De Jongweg	136998	457458
Straat	U46/D	Constant Erzeijstraat	136713	453307
Straat	U47/D	Vleutenseweg	135475	456120
Straat	U48	Stroomrugbaan	129250	456825
Straat	U49	Langerakbaan	132252	455308
Straat	U50	Vredenburg	136271	456133
Straat	U51	Laan van Minsweerd	138346	454882
Straat	U52	Amsterdamsestraatweg (noord)	133571	458643
Straat	U53/D	Europalaan (Anne Frankplein)	135711	453779
Straat	U54	Nobelstraat (noordzijde)	137041	455981
Straat	U55	St. Jacobstraat	136273	456441
Straat	U56	Lange Jansstraat	136701	456166
Straat	U57	Adelaarstraat	136350	456776
Straat	U58	Bleekstraat	136776	454668
Straat	U59	Catharijnesingel (zuid)	136651	455091
Straat	U60	Graadt van Roggenweg	135515	455710
Straat	U61	Albert Schweitzerdreef (zuid)	137445	458845
Straat	U62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	134381	454701
Straat	U63	Weg der Verenigde Naties	135030	455017
Straat	U64	Cartesiusweg	134366	456797

Bijlage 2 meetresultaten

		concentratie													tijdgewogen gemiddelde	
		periode 1	periode 2	periode 3	periode 4	periode 5	periode 6	periode 7	periode 8	periode 9	periode 10	periode 11	periode 12	periode 13		
van		2-1-2015	27-1-2015	24-2-2015	24-3-2015	21-4-2015	19-5-2015	16-6-2015	14-7-2015	4-8-2015	8-9-2015	6-10-2015	3-11-2015	1-12-2015		
tot		27-1-2015	24-2-2015	24-3-2015	21-4-2015	19-5-2015	16-6-2015	14-7-2015	4-8-2015	8-9-2015	6-10-2015	3-11-2015	1-12-2015	29-12-2015		
correctie factor t.o.v. referentie Amsterdam+Utrecht		0,89	0,92	0,95	0,99	1,00	1,10	1,06	1,06	1,00	0,96	0,96	0,85	0,81	Correctie A'dam+Utrecht 0,96	Correctie alleen Utrecht 0,98
Type																
Regionaal	U1/D Rijnenburg / Usselstein	28	30	21	21	14	14	14	12	14	20	29	19	22	19,6	20,0
Regionaal	U1-2 Westbroek	27	27	22	19	15	14	17	11	16	16	24	21	25	19,4	19,7
Stad	U2 Rivierenwijk	33	35	29	23	14	12	20	18	20	26	29	25	29	23,9	24,3
Stad	U3/D Wijk C	33	36	29	26	20	21	22	20	24	30	36	26	27	26,6	27,1
Stad	U3-2 Monicahof	29	34	27	23	19	19	17				30	28	25	24,7	25,3
Stad	U4/D Overvecht Noord	34	30	26	20	15	14	15	13	16	20	25	28	31	21,8	22,2
Stad	U5/D Griftpark	29	33	28	19	17	13	17	11	14	24	30	26	27	20,1	20,5
Stad	U6 Wilhelminapark	28	32	22	19	14	26	15	15	17	21	26	22	23	21,3	21,7
Stad	U7 Maximapark	26	31		16		13	15		11	22	26	20	23	20,3	20,6
Stad	U8 Lunetten - rand	30	32	32	24	17	19	21	16	21	23	28	24	26	23,9	24,3
Stad	U9 Lunetten - midden	32	32	26	22	16	11	13	17	19	24	30	24	25	22,1	22,4
Stad	U10 Hoograven - rand	45	46	41	33	22	22	33	33	33	35	37	40	39	34,8	35,4
Stad	U11 Hoograven - midden	28	34	29	24	20	15	20	19	20	26	31	25	28	24,3	24,7
Stad	U12 Kanaleneiland-Zuid - rand	47	45	39	34	25	22	25	32	30	33	39	41	43	34,5	35,1
Stad	U13 Kanaleneiland-Zuid - midden	38	40	35	23	26	26		23	29	33	30	30	34	30,9	31,4
Stad	U14 Leeuvenstein-zuid	38	41	37	24	16	23	21	23	17	30	37	31	31	28,0	28,5
Stad	U15 Oog in Al - rand	38	39	30	30	28	48	26	26	25	28	35	33	32	31,8	32,4
Stad	U16 Oog in Al - midden	34	34	29	29	22	19	21	20		22	31			25,2	25,7
Stad	U17 Overvecht - zuid	32	36	29	23	18	16	16	17	20	23	30	29	31	24,4	24,8
Stad	U18 Voordorp - rand	28	31	27		20	22	20	19	18	23	27	22	23	23,1	23,5
Stad	U19 Voordorp - midden	30	31	23	21	16	16	16	13	13	21	29	23	28	21,2	21,6
Stad	U20 Rijsweerd - rand	31	34	34	24	24	25	25	20	21	11	35	25	26	25,5	26,1
Stad	U21 Rijsweerd - midden	27	30	23	21	12	19	19	16	12	25	25	22	23	20,7	21,0
Stad	U22 De Meern - rand	38	35	32	25	18	15	21		21	24	27	24	27	25,6	26,1
Stad	U23 Schepenbuurt	30	34	26	20	21	13	21	23	21	24	32	25	27	24,1	24,5
Stad	U24 Amsterdamsestraatweg (N) AG	32	34	31	25	22	20	15	17	19	22	35	30	30	25,4	25,8
Straat	U25 Oudenoord	34	40	35	32	27	23	27	23	30	36	41	30	28	31,1	31,7
Straat	U25-2 Oudenoord (gevel)	36	39	36	30	22	27	21	24	22	35	37	28	30	29,5	30,0
Straat	U26 Weerdsingel	39	43	41	42	44	44	45	37	39	39	34	31	30	38,9	39,7
Straat	U29/D Catharijnesingel / Vaartsestraat	43	46	40	37	36	34	35	26	29	38	40	37	38	36,6	37,3
Straat	U30 Albert Schweitzerdreef	46	44	32	27	27	19	22	20	22	27	33	38	40	30,1	30,7
Straat	U31 Westplein	32	36	36	28	26	21	20	20	23	32	31	33	33	28,3	28,8
Straat	U33/D t Blauwe huis	39	39	36	26	26	21	20	21	21	29	31	33	30	28,2	28,8
Straat	U34 Noordelijke tunnelmond A2	55	61	47		44	41	34	39	43	44	40	47	49	44,9	45,8
Straat	U35 Zuidelijke tunnelmond A2	27	33	27	23	18	19	25	15	19	27	34	20	23	23,7	24,1
Straat	U36 Lessinglaan	40	43	40	36	33	25	34	22	34	28	35	36	36	33,9	34,5
Straat	U37 St. Josephlaan	40	47	43	42	28	27	26	31	23	31	41	32	30	33,5	34,1
Straat	U38 Albatrosstraat	37	39	42	32	27	27	23	24	36	26	33	31	31	31,3	31,9
Straat	U39/D Amsterdamsestraatweg (zuid)	41	42	38	36	29	23	35	30	35	35	38	31	32	33,9	34,5
Straat	U40 Ds. M.L. Kinglaan (zuidzijde)	38	39	34	33	25	24	20	24	21	28	34	29	31	28,8	29,3
Straat	U41/D Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	44	43	41	36	34	40	40	30	29	39	44	35	36	37,3	38,0
Straat	U41-2 Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	38	42	37	34	32	40	36	25	29	37	42	31	33	34,9	35,5
Straat	U43 t Goylaan	34	36	31	25	22	23	23	17	42	28		26	25	27,9	28,4
Straat	U44 Nobelstraat (zuidzijde)	40	43	40	34	33	31	38	32	38	39	38	35	32	36,1	36,8
Straat	U45/D Kardinaal De Jongweg	38	38	31	27	22	20	23	23	23	28	32	30	30	27,8	28,3
Straat	U46/D Constant Erzeijstraat	36	40	37	29	21	27	26	24	32	36	39	32	33	31,6	32,1
Straat	U47/D Vleutenseweg	40	43	39		28	31	28	26	27	34	40	30	31	32,7	33,4
Straat	U48 Stroomrugbaan	31	35	28	16	19	26	18		19	21	34	20	27	24,7	25,1
Straat	U49 Langerakbaan	26	29	26	20	17	13	15	13	17	18	28	20	23	20,2	20,6
Straat	U50 Vredenburg	35	42	31	33	18	16	26	26	23	33	37	31	32	29,2	29,7
Straat	U51 Laan van Minsweerd	29	35	24	21	22	18	21	19	13	34	35	28	28	24,7	25,2
Straat	U52 Amsterdamsestraatweg (noord)	38	43	39	33	23	27	34	30	33	35	37	33	37	33,8	34,4
Straat	U53/D Europalaan (Anne Frankplein)	28	33	24	25	23	23	22	20	23	28	35	25	26	25,5	26,0
Straat	U54 Nobelstraat (noordzijde)	33	36	34	29	30	33	27	27	32	34	36	27	24	30,8	31,4
Straat	U55 St. Jacobstraat	35		42	33	29		31	26	29	32	37		30	32,0	32,6
Straat	U56 Lange Jansstraat	39	40	42	36	30	33	33	32	31	36	41	36	33	35,3	36,0
Straat	U57 Adelaarstraat	30	40	36	27	27	22	30	26	30	35	36	29	31	30,6	31,1
Straat	U58 Bleekstraat	38	38	37	36	28	23	33	32	32	28	35	31	32	32,2	32,8
Straat	U59 Catharijnesingel (zuid)	31	39	31	30	26	25	26	23	29	28	33	27	25	28,6	29,1
Straat	U60 Graadt van Roggenweg	40	41	36	36	28	27	26	20	30	30	38	33	29	31,8	32,4
Straat	U61 Albert Schweitzerdreef (zuid)	41	38	45	36	30	36	37	36	39	40	46	32	30	37,1	37,9
Straat	U62 Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	48	49	48	34	40	35	37	39	35	37	44	41	41	40,2	41,0
Straat	U63 Weg der Verenigde Naties	36	37	34	25	24	23	25	24	21	27	34	30	28	28,0	28,5
Straat	U64 Cartesiusweg	39	48	36	39	23	33	31	27	33	41	42	34	36	35,4	36,0