



# Metingen van jaargemiddelde stikstofdioxideconcentraties (NO<sub>2</sub>) in de gemeente Utrecht in 2014


**In opdracht van:**  
Gemeente Utrecht  
Sector Milieu en Mobiliteit  
Mevrouw A.J. Oude Groote Beverborg  
Postbus 8406  
3503 RK UTRECHT

Amsterdam, maart 2015

**Auteur(s)** H. J.P. Helmink

GGD Amsterdam  
LO team Luchtkwaliteit  
Postbus 2200  
1000 CE AMSTERDAM



auteur  
projectnr

H.J.P. Helmink   
13-1216

15-04-2015  
19 blz

doc 15-1114  
2 bijlagen

beoordeeld  
goedgekeurd

J.H. Visser   
F. Woudenberg 

15-04-2015  
15-04-2015

**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

<b>samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 Achtergrond	6
1.2 Doelstelling en afbakening	7
<b>2 Methoden</b>	<b>7</b>
2.1 Meetmethoden	7
2.2 Meetstrategie	8
2.3 gegevensverwerking	9
<b>3 Resultaten</b>	<b>11</b>
3.1 Validatie meetresultaten	11
3.2 Resultaten van de NO <sub>2</sub> metingen Utrecht	12
<b>4 Referenties</b>	<b>15</b>
<b>Bijlage 1 blad 1 coördinaten meetlocaties</b>	<b>16</b>
<b>Bijlage 1 blad 2 coördinaten meetlocaties</b>	<b>17</b>
<b>Bijlage 2 meetresultaten</b>	<b>19</b>

## samenvatting

In opdracht van de gemeente Utrecht zijn in het kalenderjaar 2014 metingen uitgevoerd van de concentratie stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) op verschillende locaties binnen de gemeente Utrecht. 2014 is het vierde achtereenvolgende jaar waarover wordt gerapporteerd, de meetopdracht loopt tot en met 2015.

De NO<sub>2</sub> metingen zijn uitgevoerd met behulp van een passieve meetmethode, 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 ter vergelijking met de bestaande locatie Oudenoord (U25) ook aan de gevel een buis geplaatst (Oudenoord (gevel), code U25-2).

Tegelijk met de metingen in de gemeente Utrecht heeft de GGD Amsterdam, afdeling Luchtkwaliteit, het NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> gehalte continu in de tijd gemeten met behulp van chemiluminescentie, de door de Europese Unie voorgeschreven referentiemethode. De met Palmesbuizen gemeten NO<sub>2</sub> concentraties konden daarom worden vergeleken met de meetstations in Amsterdam (GGDA) en Utrecht (RIVM). Voor het eerst dit jaar kon de RIVM locatie Griftpark in deze vergelijking worden betrokken omdat het RIVM hier is gestart met het meten van stikstofdioxide met de referentiemethode. 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 NO<sub>2</sub> concentratie gemeten die varieerde van afgerond 20 µg/m<sup>3</sup> op de nieuw toegevoegde regionale achtergrondlocatie Westbroek tot 47 µg/m<sup>3</sup> (Noordelijke tunnelmond A2). Op geen enkele meetlocatie zijn jaargemiddelde concentraties gemeten die hoger

liggen dan de vigerende jaargemiddelde grenswaarde van  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Wel liggen dit meetjaar op 5 meetlocaties, ofwel bij 4 wegvakken, de gemeten jaargemiddelde concentraties hoger dan de grenswaarde voor stikstofdioxide ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) die vanaf 1 januari 2015 geldt. Het gaat dan met name over de meetlocaties aan de Weerdsingel, de Catharijnesingel (twee locaties tussen Bleekstraat en Ledig Erf) en de nieuwe meetlocaties aan de Ds. M.L. Kinglaan en nabij de Noordelijke tunnelmond nabij de A2.

Vergelijken we de meetwaarden met 2011, 2012 en 2013 dan worden opnieuw gemiddeld lagere waarden vastgesteld. Meest in het oog springende verlaging is dit jaar gemeten op zowel de noord- als zuidzijde van de Nobelstraat als op de locatie Vredenburg. De locaties Vredenburg (U50) en de noord- en zuidzijde van de Nobelstraat (U 44 en U54), tonen elk een scherpe daling ten opzichte van vorige jaren waardoor in 2014 voor het eerst hier de grenswaarde niet wordt overschreden. Vergelijken we de stikstofdioxide meetwaarden met 2013 dan worden op de achtergrondpunten globaal dezelfde concentraties gemeten. Het weer in 2014 verschilde weinig met de gemiddelde meteorologie (KNMI Schiphol), behalve dat dit jaar beduidend warmer is geweest.

# 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: 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.

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 voor een aantal luchtverontreinigende stoffen de normstelling aanzienlijk is aangescherpt. De meest kritische componenten in dit verband zijn stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en fijn stof (PM<sub>10</sub>). Voor de andere componenten wordt geen normoverschrijding verwacht. 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 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<sub>2</sub> is een grenswaarde vastgesteld waaraan de luchtkwaliteit vanaf het jaar 2010 moet voldoen. Deze grenswaarde bedraagt 40 µg/m<sup>3</sup> 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<sub>10</sub> moet Nederland voldoen aan de Europese grenswaarden vanaf 11 juni 2011, voor stikstofdioxide geldt de grenswaarde vanaf 1 januari 2015. Tot die tijd geldt voor stikstofdioxide een grenswaarde van 60 µg/m<sup>3</sup>.

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<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> 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 NO<sub>2</sub> worden in de Wet luchtkwaliteit overigens ook grenzen gesteld aan het optreden van piekconcentraties: de grenswaarde van 200 µg/m<sup>3</sup> als uurgemiddelde NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> gehalte in de buitenlucht te meten, is een actieve methode waarbij buitenlucht door middel van een pomp wordt aangezogen, waarna het NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> 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 monsternamen plaatsvindt door middel van diffusie van het in de lucht aanwezige NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub>.

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 NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> concentratie in de lucht (in µg/m<sup>3</sup>) 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](http://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 2014 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): vanaf 25-3-2014 is de lantaarnpaal 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 opgehangen aan beugel afkomstig van Wijk C-Komitee.



Tegelijk met de metingen in de gemeente Utrecht heeft de GGD afdeling Luchtkwaliteit het NO<sub>2</sub> gehalte met dezelfde meetmethode gemeten op verschillende locaties in Amsterdam. Daaronder vallen ook de permanente meetstations uit het Amsterdamse Luchtmeetnet waar NO<sub>2</sub> ook conform de referentiemethode wordt gemeten. Op deze stations wordt het NO<sub>2</sub> 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 week 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 2014 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 2014	28 januari
2	28 januari	25 februari
3	25 februari	25 maart
4	25 maart	23 april
5	23 april	20 mei
6	20 mei	17 juni
7	17 juni	08 juli
8	08 juli	12 augustus
9	12 augustus	09 september
10	09 september	07 oktober
11	07 oktober	04 november
12	04 november	02 december
13	02 december	02 januari 2015

## 2.3 gegevensverwerking

### *Beoordeling kwaliteit Palmesbuizen*

Voor de Palmes buis metingen uitgevoerd conform de beschreven meetstrategie is een foutenbeschouwing ontwikkeld. Een foutenschatting (GGD rapport 12-1163) op basis van het meetjaar 2011 laat zien dat verankering met de chemiluminescentiemethode op circa 12 locaties leidt tot een 95% betrouwbaarheidsinterval (2.sd) van  $\pm 12\%$  van de jaargemiddelde Palmes meetwaarde.

Omdat de prestaties van Palmes buizen jaarlijks kunnen verschillen wordt deze berekening jaarlijks geactualiseerd. Over het meetjaar 2012 is GGD rapport 13-1115 opgesteld, over meetjaar 2013 is dat GGD rapport 14-1116. Beide foutenanalyses tonen ter hoogte van de toekomstige limietwaarde van 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2015) een eenzijdig 95% betrouwbaarheidsinterval

(2.sd) van rond de 10%. Tevens wordt voor het eerst over 2014 de berekeningswijze iets aangepast waarbij ook de onzekerheid in de referentiemethode zal worden betrokken in de onzekerheid van het Palmes resultaat. Hierover wordt later dit jaar gerapporteerd.

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 NO<sub>2</sub> 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 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 NO<sub>2</sub> concentratie is voor iedere periode van 4 weken gecorrigeerd op basis van de actief gemeten NO<sub>2</sub> concentratie. De jaargemiddelde NO<sub>2</sub> 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. Tweemaal is een duplo afgekeurd op basis van plausibiliteit (Catharijnesingel/Vaartsestraat U29, periode 9 en Vleutenseweg U47, periode 11).

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 5 locaties (in 4 wegvakken) hogere jaargemiddelde concentraties dan de jaargemiddelde grenswaarde ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) die vanaf 1 januari 2015 geldt vastgesteld. Indien alleen op basis van de Utrechtse locaties wordt gecorrigeerd geldt dit voor dezelfde 5 locaties. Op geen enkele meetlocatie zijn overigens jaargemiddelde concentraties gemeten die hoger liggen dan de vigerende jaargemiddelde grenswaarde van  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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 diffusiebuizen voor het meten van NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> concentratie, doordat als gevolg van UV instraling fotodegradatie optreedt van het reeds gevormde absorbens (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 2014 ligt net als in 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<sub>2</sub> 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 µg/m<sup>3</sup>) die vanaf 1 januari 2015 geldt rood gemarkeerd. Op drie locaties U6, U25-2 en U61, te weten Wilhelminapark, Oudenoord (gevel) en Albert Schweitzerdreef (zuid) wordt door het ontbreken van twee of meer meetperiodes niet voldaan aan de (formele) validatie-eis van 90% datacapture. De resultaten van de duplo-metingen zijn telkens gemiddeld. Er zijn over 2014 twee duplo's afgekeurd, te weten periode 9 locatie U29 en periode 11 locatie U47. Voor beide geldt dat op basis van plausibiliteit het resultaat van een Palmes buisje is gerapporteerd. In bijlage 1 zijn de coördinaten van de exacte meetlocatie weergegeven.

### 3.2 Resultaten van de NO<sub>2</sub> metingen Utrecht

Tabel 2 geeft de jaargemiddelde NO<sub>2</sub> gehalten zoals gemeten in de periode van 3 januari 2013 tot en met 2 januari 2014 op 64 locaties in Utrecht.

Uit tabel 2 blijkt dat de gemeten NO<sub>2</sub> gehalten op alle meetlocaties, na correctie ten opzichte van de referentiemethode (gemeten op totaal 14 meetstations), lager te zijn dan de vigerende grenswaarde van 60 µg/m<sup>3</sup>. In de tabel zijn de waarden die hoger liggen dan de grenswaarde die vanaf 1 januari 2015 geldt (40 µg/m<sup>3</sup>) rood gemarkeerd; indien alleen op basis van de Utrechtse stations wordt gecorrigeerd worden op dezelfde locaties 'overschrijdingen' gevonden. Vijf meetlocaties tonen over 2014 jaargemiddelde waarden die hoger liggen dan de grenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup>: U26 Weerdsingel, U 34 Noordelijke Tunnelmond A2, U41 en U41-2 Catharijnesingel/Bleekstraat oost en west, en U62 Ds. M.L. Kinglaan, noordzijde. Dit jaar worden de hoogste concentraties gemeten op locatie U41 en U34, de Catharijnesingel/Bleekstraat en de Noordelijke Tunnelmond A2. Achtereenvolgens bedroegen hier de jaargemiddelden over 2014 afgerond 46 en 47 µg/m<sup>3</sup>. De locaties Vredenburg (U50) en de noord en zuidzijde van de Nobelstraat (U44 en U54), tonen elk een scherpe daling ten opzichte van vorige jaren waardoor in 2014 voor het eerst hier het jaargemiddelde onder de 40 µg/m<sup>3</sup> ligt.

Tabel 2: Gemiddelde NO<sub>2</sub> gehaltenes gemeten in de periode van 2 januari 2014 t/m 2 januari 2015 in µg/m<sup>3</sup>, na correctie t.o.v. referentiemethode.

Nr.	Omschrijving	Type	Gecorrigeerde NO <sub>2</sub> concentratie in µg/m <sup>3</sup>
U1/D	Rijnenburg / IJsselstein	Regionaal	21,2
U1-2	Westbroek	Regionaal	19,9
U2	Rivierenwijk	Stad	24,6
U3/D	Wijk C	Stad	27,1
U3-2	Monicahof	Stad	23,7
U4/D	Overvecht Noord	Stad	22,4
U5/D	Griftpark	Stad	23,3
U6	Wilhelminapark	Stad	20,7
U7	Maximapark	Stad	24,7
U8	Lunetten - rand	Stad	26,6
U9	Lunetten - midden	Stad	24,1
U10	Hoograven - rand	Stad	34,5
U11	Hoograven - midden	Stad	25,2
U12	Kanaleneiland-Zuid - rand	Stad	38,2
U13	Kanaleneiland-Zuid - midden	Stad	30,2
U14	Leeuwenstein-zuid	Stad	31,8
U15	Oog in Al - rand	Stad	30,7
U16	Oog in Al - midden	Stad	25,2
U17	Overvecht - zuid	Stad	23,6
U18	Voordorp - rand	Stad	26,1
U19	Voordorp - midden	Stad	22,6
U20	Rijnsweerd - rand	Stad	31,1
U21	Rijnsweerd - midden	Stad	22,6
U22	De Meern - rand	Stad	26,2
U23	Schepenbuurt	Stad	24,6
U24	Amsterdamsestraatweg (noord)	Stad	28,8

## Vervolg tabel 2

Nr.	Omschrijving	Type	Gecorrigeerde NO <sub>2</sub> concentratie in µg/m <sup>3</sup>
U25	Oudenoord	Straat	33,6
U25-2	Oudenoord (gevel)	Straat	30,6
U26	Weerdsingel	Straat	41,1
U29/D	Catharijnesingel / Vaartsestraat	Straat	34,0
U30	Albert Schweitzerdreef	Straat	32,4
U31	Noordelijke tunnelmond Westpleintunnel	Straat	29,0
U33/D	t Blauwe huis	Straat	30,0
U34	Noordelijke tunnelmond A2	Straat	47,1
U35	Zuidelijke tunnelmond A2	Straat	27,7
U36	Lessinglaan	Straat	33,7
U37	St. Josephlaan	Straat	36,1
U38	Albatrosstraat	Straat	32,5
U39/D	Amsterdamsestraatweg (zuid)	Straat	36,1
U40	Ds. M.L. Kinglaan	Straat	29,9
U41	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	Straat	46,3
U41-2	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	Straat	41,9
U43	t Goylaan	Straat	29,1
U44	Nobelstraat	Straat	36,9
U45/D	Kardinaal de Jongweg	Straat	28,5
U46/D	Constant Erzeijstraat	Straat	33,1
U47/D	Vleutenseweg	Straat	36,6
U48	Stroomrugbaan	Straat	25,1
U49	Langerakbaan	Straat	21,5
U50	Vredenburg	Straat	33,2
U51	Laan van Minsweerd	Straat	27,3
U52	Amsterdamsestraatweg (noord)	Straat	33,7
U53/D	Europalaan (Anne Frankplein)	Straat	28,8
U54	Nobelstraat	Straat	31,6
U55	St. Jacobsstraat	Straat	30,3
U56	Lange Jansstraat	Straat	35,4
U57	Adelaarstraat	Straat	33,2
U58	Bleekstraat	Straat	34,3
U59	Catharijnesingel (zuid)	Straat	29,5
U60	Graadt van Roggenweg	Straat	34,4
U61	Albert Schweitzerdreef (zuid)	Straat	37,0
U62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	Straat	41,0
U63	Weg der Verenigde Naties	Straat	29,9
U64	Cartesiusweg	Straat	36,1

## 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.

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

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 NO<sub>2</sub> 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)	136207	456615
Straat	U26	Weerdsingel	136011	456436
Straat	U29/D	Catharijnesingel / Vaartsestraat	136753	454731
Straat	U30	Albert Schweitzerdreef	136507	459436
Straat	U31	Noordelijke tunnelmond Westpleintunnel	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)	137448	458836
Straat	U62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	134381	454701
Straat	U63	Weg der Verenigde Naties	135030	455017
Straat	U64	Cartesiusweg	134366	456797



