



blauw

**JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10
ARNHEM 2014**

Metingen met de diffusiebuis methode en TEOM

Rapportnummer: BL2015.6960.01-V01
28 mei 2015

**JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10
ARNHEM 2014**

Metingen met de diffusiebuis methode en TEOM

Rapportnummer: BL2015.6960.01-V01
28 mei 2015

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	Meetstrategie	4
2.1.	Meetmethoden	4
2.2.	Meetlocaties	5
3	Bespreking meetcampagne	8
3.1.	Meetperiodes	8
3.2.	Afwijkingen en bijzonderheden.....	8
3.3.	Vergelijkende referentiemetingen NO ₂	8
3.4.	Toetsing meetfout NO ₂	9
3.5.	Correctie meetresultaten PM10	9
4	Meetresultaten	10
4.1	Verwerking analyseresultaten	10
4.2	Jaargemiddelden	10
4.5.	Concentratie variatie gedurende het jaar.....	13
5.	Fijnstof (PM10) concentratiemetingen.....	14
6	Conclusies.....	16
7.	LITERATUURLIJST	18
	BIJLAGEN	19
	Bijlage 1 Wettelijk kader.....	20
	Bijlage 2 Meetmethoden	21
	Bijlage 3 Meetlocaties	23
	Bijlage 4 Gegevens meetcampagne.....	24
	Bijlage 5 Gecorrigeerde periode gemiddelde concentraties	26
	VERANTWOORDING	27

1 INLEIDING

Buro Blauw voert in opdracht van de gemeente Arnhem stikstofdioxide metingen uit in en rond de stad. In dit rapport worden de resultaten van de metingen behandeld die zijn uitgevoerd in 2014.

Doel van het onderzoek is het monitoren van de luchtkwaliteit in Arnhem. Tevens kunnen de (verkeers)-modelberekeningen worden vergeleken met de meetwaarden.

De concentratie van NO₂ functioneert als primaire indicator voor de luchtkwaliteit. Deze stof geeft samen met fijnstof relatief veel overschrijdingen in Nederland. Van deze stoffen is bekend dat ze effect hebben op de gezondheid en zijn gerelateerd aan verkeers- en verbrandingsemissies in de stad.

In dit rapport worden de resultaten van het meetprogramma over 2014 gepresenteerd. De meetstrategie wordt beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt het verloop van de meetcampagne besproken. In hoofdstuk 4 worden vervolgens de resultaten gerapporteerd. In hoofdstuk 5 worden de meetresultaten vergeleken met de metingen uit voorgaande jaren. De conclusies van het onderzoek worden tenslotte in hoofdstuk 6 gepresenteerd.

In bijlage 1 wordt een uitleg over het wettelijk kader gepresenteerd.

2 MEETSTRATEGIE

2.1. Meetmethoden

De bij het onderzoek te hanteren meetmethoden worden in tabel 1 vermeld.

Tabel 2.1. Gehanteerde meetmethoden

Bepaling	Verrichting	Referentie methode	Accreditatie ¹
Lucht op diffusiebuisjes	Het bepalen van het gehalte aan stikstofdioxide, spectrofotometrie	Gelijkwaardig aan NEN-EN 13528; deel 1,2,3	Q
	Plaatsing en wisseling van de diffusiebuisjes	NEN-EN 13528; deel 3	-

1: De met Q gemerkte verrichtingen zijn geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie

De RvA heeft accreditatie verleend aan Buro Blauw voor een aantal verrichtingen en verklaart dat voldaan is aan de accreditatiecriteria gesteld in de norm NEN-EN-ISO/IEC 17025. Wat betreft de NO₂-metingen is de gehanteerde analyseprocedure (gelijkwaardig aan NEN-EN 13528 dl 1-3) geaccrediteerd. De gehele meetprocedure voor het uitvoeren van NO₂-concentratieingen in de buitenlucht is opgenomen in het kwaliteitssysteem van Buro Blauw.

NO₂-concentratieingen

De NO₂-concentraties zijn gemeten met zogenaamde Palmes diffusiebuisjes, ook wel aangeduid met passieve monsternamen methode. In bijlage 2 staat deze meetmethode uitgebreider omschreven. In dit onderzoek is gekozen voor uitvoering van de metingen in tweevoud. Door de metingen in tweevoud uit te voeren wordt de variatie verkleind en is een controle mogelijk of de gerealiseerde meetfout niet afwijkt van de voor de methode bepaalde meetfout. Voor de toetsing aan de referentiemethode worden de resultaten van vergelijkende metingen gebruikt, welke Buro Blauw bij diverse RIVM stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit uitvoert.

Aangezien er in Arnhem geen LML station aanwezig is, is gekozen voor correctie van de meetgegevens met een gemiddelde correctiefactor berekend over alle RIVM-stations waar Buro Blauw vergelijkende metingen uitvoert.

PM10-concentratieingen

Voor het meten van de fijnstof concentraties in de buitenlucht zijn verschillende meetmethoden mogelijk. De genormaliseerde referentie meetmethode zoals vastgesteld in NEN-EN 12341 beschrijft voor PM10 een monsternamen met behulp van een low-volume sampler, bijvoorbeeld met een Klein-filtergerät. Met deze methodiek wordt fijnstof bemonsterd op een filter waarbij na bemonstering gravimetrische analyses worden uitgevoerd. Deze methode is echter arbeidsintensief en levert geen continu meetsignaal op. Voor continue meetsignalen zijn een aantal meetmethoden ontwikkeld. Buro Blauw beschikt over een zogenaamde TEOM (Tapered Element Oscillating Monitor) PM10-monitor, waarmee de fijnstof concentratie continu in de buitenlucht gemeten wordt. Het filter waarop bemonsterd wordt, bevindt zich op een oscillerende houder. De bepaling van fijnstof volgt uit veranderingen in de oscillatie van het filter, door toename

van het filtergewicht. De TEOM is in een Europees meetprogramma (CEN 2001) vergeleken met de referentiemethode. Hierbij is een correctiefactor vastgesteld voor de door de TEOM gemeten stofconcentraties t.o.v. de referentiemethode. Voor de TEOM is vastgesteld dat het een bruikbaar meetinstrument is voor de continue monitoring van fijnstofconcentraties in de buitenlucht.

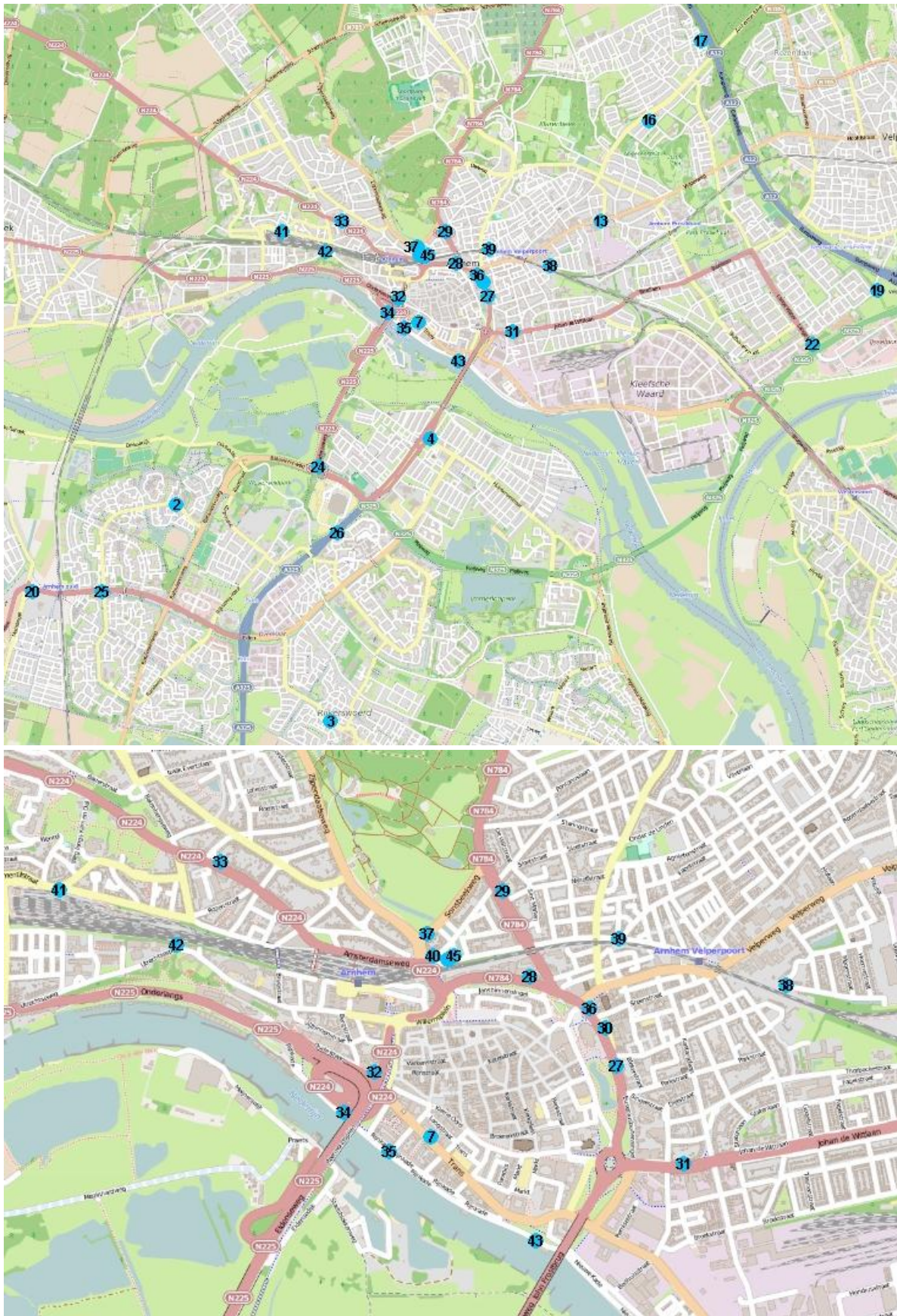
Tijdens de eerste twee maanden is gebruik gemaakt van een TEOM uitgerust met een FDMS (Filter Dynamic Measurement System). Om deze reden wordt verondersteld dat geen correctiefactor ten opzichte van de referentiemethode hoeft te worden toegepast. Uit periodieke controlemetingen met de referentiemethode (Leckel) blijkt dat de waarden van de TEOM inderdaad niet of nauwelijks afwijken van de referentiemethode. Een correctie factor van 1 (zgn geen correctiefactor) is hiermee aannemelijk. Voor de overige maanden is gebruik gemaakt van een TEOM zonder FDMS. De meetwaarden van deze TEOM worden gecorrigeerd met een factor 1,3 – deze waarde is gebaseerd op diverse controlemetingen van Buro Blauw voor andere projecten.

Door te meten met een TEOM kan worden getoetst aan beide normeringen die gelden voor PM10: het aantal overschrijdingen van de 24-uurs norm, en de jaargemiddelde grenswaarde. Om de jaargemiddelde concentratie PM10 te bepalen worden de uren meetresultaten gemiddeld tot één jaargemiddelde waarde.

2.2. Meetlocaties

In de figuur 3.1 zijn de meetlocaties weergegeven. Een groot aantal locaties is gericht op de verkeersintensieve binnenring van het centrum. Daarnaast zijn de ontsluitingen, de snelweg A12 en enkele wijken vertegenwoordigd. In tabel 3.1 zijn de meetlocaties nader omschreven.

Locatie 20 (Schuytgraaf) was voorheen ingedeeld als stadsachtergrond station. Echter de komst van nieuwbouw en de N837 heeft er voor gezorgd dat deze locatie niet meer representatief is als achtergrond station. Deze locatie is dus in deze rapportage ingedeeld bij de groep wijkontsluiting.



Figuur 3.1. Overzicht meetlocaties voor de NO₂-concentraties in Arnhem. Boven: alle locaties. Onder: locaties in het centrum. (Kaartenmateriaal: OpenStreetMap.org)

Tabel 3.1. Meetlocaties 2014

Nr.	Weg	Type
2	Hollandweg	Wijkontsluiting
3	Klompélaan	Wijkontsluiting
4	Huissensestraat	Centrum toevoering
7	Weerdjesstraat	Centrum
13	Velperweg-Enka	Centrum toevoering
16	Beatrixweg	Stedelijke achtergrond
17	Varenstraat	Nabij A12
19	Dunoweg	Nabij A12
20	Schuytgraaf	Wijkontsluiting
22	Ijsseloord 2	Centrum toevoering
24	Eldenseweg/Bata4en	Centrum toevoering
25	Hollandweg/Metamor	Wijkontsluiting
26	A325	Centrum toevoering
27	Eusebiusbuitensingel	Centrum
28	Jansbuitensingel	Centrum
29	Apeldoornseweg	Centrum toevoering
30	Velperbuitensingel	Centrum
31	Boulevard Heuvelink	Centrum toevoering
32	Oude Kraan	Centrum
33	Amsterdamseweg	Centrum toevoering
34	Boterdijk	Rijnkade en scheepvaart
35	Rijnkade	Rijnkade en scheepvaart
36	Peperbus	Centrum
37	Sonsbeek 8	Centrum toevoering
38	Schavenmolenstraat sp.	Spoorwegen
39	West-Peterstraat sp.	Spoorwegen
40	Zypendaalsetunnel sp.	Spoorwegen
41	Noorderparallelweg sp.	Spoorwegen
42	Utrechtseweg sp.	Spoorwegen
43	Rijnkade FiWaDo	Rijnkade en scheepvaart
44	Sonsbeeksingel	Centrum toevoering
45	De La Reijstraat	Centrum toevoering

3 BESPREKING MEETCAMPAGNE

3.1. Meetperiodes

Binnen de opgestelde luchtkwaliteitseisen is uitgegaan van jaargemiddelde concentraties per kalenderjaar. Daarom is gekozen voor meetcampagnes die zoveel mogelijk aansluiten bij het kalenderjaar. Het jaar is onderverdeeld in 13 meetperiodes van 4 weken. De metingen zijn op 8 januari 2014 gestart en op 7 januari 2015 beëindigd.

3.2. Afwijkingen en bijzonderheden

De bijzonderheden over de metingen zijn in tabel 4b in bijlage 4 samengevat. Hierbij worden ook bijzonderheden vermeld welke tijdens het wisselen (ophangen van de diffusiebuisjes) zijn opgevallen. De opmerkingen geven geen volledig beeld van alle afwijkende omstandigheden. Bij het vergelijken van de concentraties per locatie kunnen opmerkingen echter verklarend werken.

3.3. Vergelijkende referentiemetingen NO₂

Buro Blauw voert bij verschillende LML (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit) stations vergelijkende metingen uit. In tabel 3.1 zijn de vastgestelde gemiddelde correctiefactoren van alle stations opgenomen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de perioden niet synchroon lopen met de metingen in 's-Hertogenbosch.

De vergelijkende metingen worden uitgevoerd bij een regionaal station (rustige landelijke locatie), stad station (stedelijke achtergrond), en straatstations (drukke straten, hoge belasting). De metingen met de diffusiebuisjes zijn uitgevoerd in 3 of 4-voud en vrijwel zonder uitval.

Tabel 3.1 Correctiefactoren, zoals vastgesteld bij vergelijkende metingen

LML #	Plaats	Naam	Type station	Jaargemiddelde via referentiemethode	Correctie
230	Biest Houtakker	Biestsestraat	regionaal	20,6	1,05
236	Eindhoven	Genovevalaan	Straat	28,0	0,97
237	Eindhoven	Noordbrabantlaan	Straat	32,8	0,99
404	Den Haag	De Constant Rebecquestraat	Stad	28,2	1,06
445	Den Haag	Amsterdamse Veerkade	Straat	36,9	0,94
639	Utrecht	Constant Erzeijstraat	Straat	33,2	1,03
741	Nijmegen	Graafseweg	Straat	33,9	0,95
742	Nijmegen	De Ruyterstraat	Stad	22,2	1,10

Uit de tabel blijkt dat er voor de verschillende locaties kleine verschillen in de correctiefactoren zijn. Deze kleine verschillen zijn het gevolg van het verschil in meetcondities waarbij met name de meteorologische omstandigheden een rol spelen; de verschillen tussen actieve en passieve bemonstering (chemoluminiscentie vs Palmes diffusiebuisjes) speelt hierin eveneens mee. Overall is de afwijking t.o.v. de referentiemethode klein en wijkt de palmes diffusiebuis methode niet meer dan enkele procenten af.

Aangezien er in Arnhem geen LML station aanwezig is, is gekozen voor correctie van de meetgegevens met een gemiddelde correctie factor voor de gehele meetcampagne. De gemiddelde correctiefactor over alle LML stations uit tabel 3.1 in 2014 bedraagt 1,01.

3.4. Toetsing meetfout NO₂

In de meetcampagne zijn de NO₂-concentraties in tweevoud gemeten. De toevallige meetfout van deze metingen is gemiddeld 3,5%. De systematische fout die de afwijking tussen de diffusiebuismetingen en de metingen uitgevoerd volgens de referentie methode weergeeft, bedraagt in dit onderzoek gemiddeld 1,0%. Op basis van deze in duplo uitgevoerde metingen en de vergelijking met de RIVM-stations is de totale meetfout (combinatie van toevallige en systematische fout) gedurende de gehele meetperiode vastgesteld. Deze bedraagt 3,6%.

Deze waarde is kleiner dan de vastgestelde meetonzekerheid zoals voor de door Buro Blauw gehanteerde methode van 14,9%. Er is geen reden aan te nemen dat de uitgevoerde campagne afwijkt van eerder uitgevoerde onderzoeken, daarom wordt in deze rapportage als totale meetfout 14,9% aangehouden(1).

3.5. Correctie meetresultaten PM10

Zoals beschreven in paragraaf 2.1 is in de eerste twee perioden gebruik gemaakt van een TEOM uitgerust met een FDMS. Deze waarden komen één op één over met de referentiemethode. Voor de overige maanden is de ruwe data gecorrigeerd met een factor 1,3, een waarde die is gebaseerd op diverse controlemetingen van Buro Blauw voor andere projecten.

4 MEETRESULTATEN

4.1 Verwerking analyseresultaten

In het separaat bijgeleverde technische rapport BL2015.6960.02 staan de ongecorrigeerde resultaten in certificaat vorm per periode gegeven.

In tabel 5a in bijlage 5 staan de voor alle locaties periode-gemiddelde waarden gerapporteerd, gecorrigeerd met behulp van de in tabel 3.1 berekende correctiefactoren. De correcties zijn per periode uitgevoerd met de correctiefactor behorende bij de vastgestelde belasting. De resultaten worden als afgeronde getallen gepresenteerd. De berekeningen zijn uitgevoerd met niet afgeronde cijfers.

4.2 Jaargemiddelden

In tabel 4.1 worden de gecorrigeerde jaargemiddelde NO₂-concentraties en het berekende 95%-betrouwbaarheidsinterval op basis van een totale meetfout van 14,9% weergegeven. In de tabel is een indeling gemaakt tussen 7 soorten meetlocaties. Deze indeling in verschillende locaties is gemaakt om inzicht te geven in de luchtkwaliteit per soort locatie in Nieuwegein. De 7 soorten locaties zijn:

1. Centrum: meetposities langs de ring;
2. Centrum toevoer ring: meetposities langs wegen die aansluiten op de ring;
3. Wijkontsluiting: meetposities langs toegangswegen van woonwijken;
4. Nabij A12: meetposities in woonwijken en nabij een autosnelweg;
5. Stadsachtergrond: meetposities langs rustige wegen of straten;
6. Rijn: invloed scheepvaart en verkeer op kade;
7. Spoorwegen.

Tabel 4.1. Berekening jaargemiddelde gecorrigeerde NO₂-concentraties in Arnhem met 95%-bovenwaarden en 95%-onderwaarde 2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Meetlocatie	95%-onderwaarde	Gemeten jaargemiddelde	95%-bovenwaarde
Centrum			
7 Weerdjesstraat	25,8	27,5	29,2
27 Eusebiusbuitensingel	34,0	36,2	38,4
28 Jansbuitensingel	32,1	34,2	36,2
30 Velperbuitensingel	30,4	32,4	34,3
32 Oude Kraan	30,9	32,9	34,9
36 Peperbus	33,0	34,4	35,9
Gemiddeld		32,9	

Tabel 4.1. Vervolg

Meetlocatie	95%-onderwaarde	Gemeten jaargemiddelde	95%-bovenwaarde
Centrum toevoering			
4 Huissensestraat	28,3	30,1	32,0
13 Velperweg-Enka	23,7	25,2	26,7
22 Ijsseloord 2	34,4	36,6	38,8
24 Eldenseweg/Bata4en	30,8	32,8	34,8
26 A325	33,4	35,5	37,6
29 Apeldoornseweg	29,1	31,0	32,8
31 Boulevard Heuvelink	27,1	28,8	30,5
33 Amsterdamseweg	23,4	24,9	26,4
37 Sonsbeek 8	25,0	26,6	28,2
44 Sonsbeeksingel	20,0	21,3	22,6
45 De La Reijstraat	21,4	22,8	24,1
Gemiddeld		28,7	
Wijkontsluiting			
2 Hollandweg	24,5	26,3	28,0
3 Klompélaan	21,6	23,0	24,4
20 Schuytgraaf	23,5	25,0	26,5
25 Hollandweg/Metamor	24,4	26,0	27,6
Gemiddeld		25,1	
Nabij A12			
17 Varenstraat	22,4	23,9	25,3
19 Dunoweg	22,9	24,4	25,9
Gemiddelde		24,1	
Stedelijke achtergrond			
16 Beatrixweg	19,7	21,0	22,2
Gemiddelde		21,0	
Rijnkade en scheepvaart			
34 Boterdijk	30,3	32,2	34,1
35 Rijnkade	28,3	30,1	31,9
43 Rijnkade FiWaDo	28,0	29,8	31,6
Gemiddeld		30,7	
Spoorwegen			
38 Schavenmolenstraat sp.	18,4	19,6	20,8
39 West-Peterstraat sp.	22,3	23,7	25,2
40 Zypendaalsetunnel sp.	24,1	25,7	27,2
41 Noorderparallelweg sp.	19,1	20,3	21,5
42 Utrechtseweg sp.	19,1	20,3	21,5
Gemiddeld		21,9	

Tabel 4.1 geeft inzicht in de variatie van de jaargemiddelde concentratie NO₂ over de gemeente. De laagste concentratie wordt gemeten langs de spoorweg, aan de Schavenmolenstraat (38), en bedraagt 19,6 µg/m³. De hoogst gemeten jaargemiddelde concentratie bedraagt 36,6 µg/m³ bij de IJsseloord 2 (22) in de categorie 'centrum toevoering'. De gemeten jaargemiddelde stedelijke achtergrond bedraagt 21,0 µg/m³.

In de woonwijken in de nabijheid van de A12 en langs de wijkontsluitingswegen is de gemiddelde concentratie respectievelijk 3,1 en 4,1 µg/m³ verhoogd ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. De gemiddelde concentraties bedragen respectievelijk 24,1 en 25,1 µg/m³.

In het centrum is de jaargemiddelde concentratie 32,9 µg/m³, een verhoging van 11,9 µg/m³ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Aan de centrumring bedraagt de verhoging ten opzichte van de stedelijke achtergrond gemiddeld 7,7 µg/m³ met een gemiddelde concentratie van 28,7 µg/m³. Echter de concentraties langs de ring laten een relatief grote variatie zien: deze variëren tussen de 21,3 en 35,5 µg/m³.

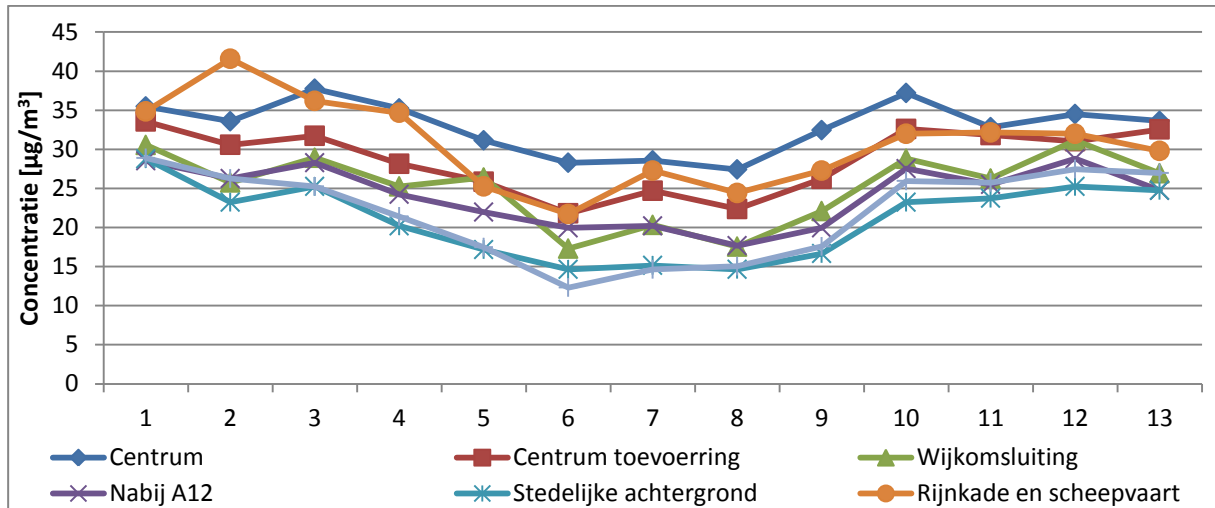
Langs het water is de jaargemiddelde concentratie 30,7 µg/m³, een verhoging van 9,7 µg/m³ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Op de locaties langs het spoor variëren de concentraties tussen de 19,6 en 25,7 µg/m³, ofwel een verlaging van 1,4 tot een verhoging van 4,7 µg/m³.

Toetsing grenswaarde 2015

Voor de grenswaarde van 40 µg/m³, welke per 1 januari 2010 van kracht is, is derogatie verleend tot 1 januari 2015. Gedurende de derogatieperiode blijft de grenswaarde van kracht, maar vindt er geen handhaving plaats. Uit tabel 4.5 blijkt dat de jaargemiddelde concentratie zonder uitzondering onder de 40 µg/m³ is uitgekomen. Ook de 95%-bovenwaarde is voor alle locaties lager dan 40 µg/m³. Hierdoor geldt voor alle posities dat de jaargemiddelde concentraties met 95% zekerheid voldoen aan de grenswaarde.

4.5. Concentratie variatie gedurende het jaar

In figuur 4.1 wordt het verloop van de NO₂-concentratie in Arnhem van 7 soorten locaties grafisch weergegeven. Per periode zijn de gemiddelde NO₂-concentraties per soort locatie weergegeven.



Figuur 4.3. Verloop concentraties voor de verschillende locaties gedurende het jaar

De locatietypen vertonen vergelijkbare schommelingen over de meetperioden. De schommelingen worden veroorzaakt door seizoens- en weersinvloeden; bijvoorbeeld belasting van buiten de stad (regionale achtergrond), verkeersintensiteit, verkeersgedrag, temperatuur, wind en neerslag. In de zomermaanden liggen de concentraties van een aantal locaties gemiddeld wat lager.

Verder blijkt dat de gemiddelde concentratie in het centrum veelal hoger ligt dan de concentratie bij drukke wegen (centrum toevoerring). Het verkeer geeft in het centrum, door de hoge verkeersintensiteit, stagnatie en ongunstige verspreidingscondities een hoge belasting van de luchtkwaliteit. Variaties op microniveau (het gebruik van c.v. ketels, kachels in de winter) zijn in de figuur niet waarneembaar: de verhoging t.o.v. de achtergrond varieert licht.

Daarnaast wordt opgemerkt dat de gemiddelde concentraties op de Rijnkade en scheepvaart vergelijkbaar zijn met de concentraties in het centrum en op drukke wegen nabij het centrum. Het concentratieverloop voor de hoogst belaste categorieën, centrum, centrumontsluiting en Rijnkade scheepvaart ligt tussen de 21 en 42 µg/m³.

5. FIJNSTOF (PM10) CONCENTRATIEMETINGEN

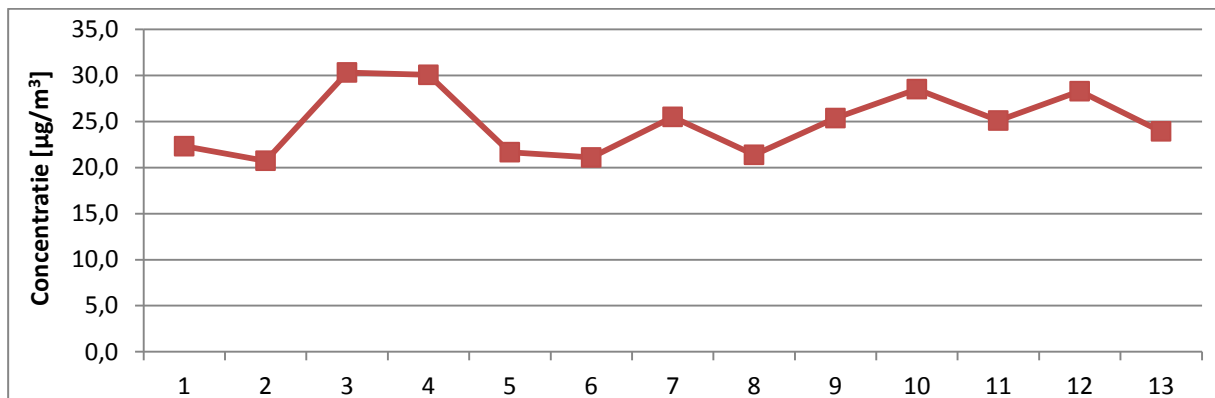
De resultaten van de fijnstof metingen zijn samengevat in de onderstaande tabel 5.1 en zijn per periode gepresenteerd. De meting is ongeveer op de toetsingsafstand van de weg uitgevoerd (10 meter vanaf de wegrand, op een openbaar toegankelijke locatie).

Door de uitvoering in enkelvoud zijn de metingen gevoeliger voor uitval. Echter, de plaatsing van de meetapparatuur is bestendiger tegen vandalisme t.o.v. de NO₂-metingen-buisjes en storingen treden voornamelijk op door stroomuitval of filteroverbelasting. Dit levert niet direct dataverlies, er wordt slechts een beperkt deel van de periode bemonsterd. Over het gehele monstername jaar is er 9% uitval geweest. Dit is vooral te wijten aan uitval gedurende periode 1 en 2. Aan het eind van periode 1 en gedurende periode 2 was er een storing, waardoor gedurende die periodes respectievelijk 19 en 97% uitval was. In de overige periodes was er nagenoeg geen uitval (maximaal 2%).

Tabel 5.1. Meetresultaten PM10 concentratie metingen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] per periode en gemiddelde over het jaar

Locatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	gem
36 Peperbus	22,3	20,7	30,3	30,0	21,7	21,1	25,5	21,4	25,4	28,5	25,1	28,3	23,9	25,2

In figuur 5.1 is het verloop in concentratie uitgezet tegen de perioden.



Figuur 5.1. Concentratieverloop PM10 bij de Peperbus

Uit de figuur wordt opgemerkt dat de fluctuatie in PM10-concentratie groot is. Het verschil lijkt seizoensgebonden; in de zomermaanden zijn de concentraties lager dan in de meeste overige maanden. Deze verschillen treden op o.a. door temperatuur verschillen. In de zomer zijn er door de hogere buitentemperatuur minder vluchtige componenten aanwezig in het fijnstof. Daarnaast spelen bijvoorbeeld activiteiten in de (agrarische) omgeving en wijzigingen in depositie door meteorologische omstandigheden bij PM10 een grotere rol dan bij NO₂.

In tabel 5.2 worden de gemiddelde concentratie en het aantal overschrijdingsdagen over de meetperiode gepresenteerd. Daarnaast worden ook de GCN data voor 2014 gegeven.

Tabel 5.2. Gemiddelde meetresultaten PM10 concentraties

Locatie	Gemiddelde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Overschrijdingen 24-uurswaarde [#]	
	Blauw meting	GCN 2014	Blauw gemeten	GCN 2014
36 Peperbus	25,2	21,2	7	10

Uit de tabel is af te lezen dat zowel de gemeten als de GCN fijnstof concentratie ruim onder de jaargemiddelde grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blijven. De GCN berekent op de meetlocatie een concentratie van dezelfde orde grootte.

Het aantal gemeten overschrijdingsdagen blijft ruim onder de limiet van 35, en is zelfs lager dan het aantal gegeven door de GCN data. Hoogstwaarschijnlijk komt dit door de uitval van metingen in periode 1 en 2.

6 CONCLUSIES

In 2014 is de NO₂-concentratie in Arnhem op 32 posities gemeten en PM10 op 1 locatie. De metingen zijn uitgevoerd gedurende 2014 in 13 perioden. De NO₂-metingen zijn uitgevoerd met Palmes diffusiebuisjes. De metingen zijn vrijwel vrij van storingen uitgevoerd. Daarnaast is PM10 continu gemeten met behulp van een TEOM. Uit de meetcampagne worden de volgende conclusies getrokken:

1. Vergelijkende metingen met Palmes buisjes t.o.v. de referentiemethode zijn uitgevoerd. Hierbij is een afwijking vastgesteld van 1,0%. Hiervoor zijn de meetdata gecorrigeerd. De toevallige meetfout bedroeg gemiddeld 3,5%. Voor de totale meetfout is de door Buro Blauw voor de gehanteerde methode vastgestelde waarde van 14,9% aangehouden.
2. De gemeten jaargemiddelde concentratie NO₂ in Arnhem varieert tussen 19 en 37 µg/m³. De gemeten jaargemiddelde stadsachtergrond concentratie bedraagt 21 µg/m³.
3. In de woonwijken in de nabijheid van de A12 en langs de wijkontsluitingswegen is de gemiddelde concentratie 3 tot 4 µg/m³ verhoogd ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. De gemiddelde concentraties bedragen respectievelijk 24 en 25 µg/m³.
4. In het centrum is de jaargemiddelde concentratie 33 µg/m³, een verhoging van 12 µg/m³ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Aan de centrumring bedraagt de verhoging ten opzichte van de stedelijke achtergrond 0,3 tot 14,5 µg/m³, de gemiddelde concentratie bedraagt 29 µg/m³. De concentraties aan de ring variëren tussen de 21 en 36 µg/m³.
5. Langs het water is de jaargemiddelde concentratie 31 µg/m³, een verhoging van 10 µg/m³ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Op de overige locaties langs het spoor variëren de concentraties tussen de 19 en 26 µg/m³, ofwel een verlaging van 1 tot een verhoging van 5 µg/m³.
6. Als rekening gehouden wordt met een totale meetfout van 14,9% geldt alle locaties dat de geldende grenswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ waarvoor tot 2015 derogatie is verleend, met 95% zekerheid niet overschreden wordt.
7. De gemeten concentraties laten schommelingen zien tussen de verschillende meetperiodes. Deze schommelingen worden veroorzaakt door seizoens- en weersinvloeden.
8. De gemiddelde fijnstof (PM10) concentraties vastgesteld voor de meetperiode bedraagt 25 µg/m³ en blijft ruim onder de jaargemiddelde grenswaarde. Ook het gemeten aantal overschrijdingsdagen van 7 voldoet aan de gestelde eisen.
9. Het wordt aanbevolen de meetcampagne, eventueel uitgebreid met nieuwe posities, zo veel mogelijk ongewijzigd voort te zetten. Trends kunnen dan worden vastgesteld

door vergelijking met voorgaande jaren. Hierdoor kan, onafhankelijk van de absolute waarde, worden getoetst of de luchtkwaliteit duidelijk verbetert (of verslechtert).

10. De fluctuatie in de fijnstofconcentratie is groot. Dit komt voornamelijk doordat de achtergrondbelasting aan grote veranderingen onderhevig is. Bijvoorbeeld spelen activiteiten in de (agrarische) omgeving en wijzigingen in depositie door meteorologische omstandigheden bij PM10 een grotere rol dan bij NO₂. Het is aan te bevelen om deze monitoring van het fijnstof voort te zetten.

De opinies/interpretaties vermeld in dit rapport vallen buiten de scope van de accreditatie op basis van de NEN-EN-ISO/IEC 17025.

7. LITERATUURLIJST

1. **Bree, F.B.H. de.** *Meetonzekerheid NO2 Palmesbuisjes (Interne rapportage)*. Wageningen : Buro Blauw, 2006. LLI-09.
2. **Jansen, N.A.H., Brunekreef, B., Hoek, G., Keuken, M.** *Verkeersgerelateerde luchtverontreinigingen gezondheid, een kennisoverzicht*. sl : Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit van Utrecht, 2002.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 WETTELIJK KADER

De Europese Unie heeft zich ten doel gesteld om voor diverse luchtverontreinigende stoffen voorstellen te formuleren van grenswaarden voor de luchtkwaliteit ter bescherming van mens en milieu. Het beleid richt zich nadrukkelijk op de bescherming van het leefmilieu en het verbeteren van dit leefmilieu. In Nederland is de kaderrichtlijn in de Wet milieubeheer opgenomen (hoofdstuk 5, titel 2 Wm). Aangezien titel 5.2 handelt over luchtkwaliteit staat deze ook wel bekend als de 'Wet luchtkwaliteit'.

Naast de luchtkwaliteitseisen voorziet de wet in de planmatige aanpak voor Nederland om de Europese luchtkwaliteitseisen te halen: het zogenaamde Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Het NSL bevat afspraken om op nationaal, provinciaal en regionaal niveau de gestelde eisen te halen. Daarbij is rekening gehouden met gewenste en geplande ruimtelijke ontwikkelingen. De uitvoeringsregels behorend bij de wet zijn vastgelegd in algemene maatregelen van bestuur (AMvB) en ministeriële regelingen (MR) die gelijktijdig met de 'Wet luchtkwaliteit' in werking treden.

Het zijn met name de stoffen PM10 en NO₂ die in Nederland zorgen voor overschrijdingen van de grenswaarden. Uit epidemiologische studies blijkt dat het wonen nabij (snel)wegen nadelig is voor de gezondheid(2). Er bestaat een direct gezondheidseffect aan de longen als gevolg van langdurige blootstelling aan te hoge concentraties PM10 en NO₂.

De grenswaarde voor de jaargemiddelde NO₂ concentratie bedraagt 40 µg/m³. De grenswaarde als uurgemiddelde die 18 keer per jaar mag worden overschreden bedraagt 200 µg/m³. [Staatsblad 414, Bijlage 2 bij de Wet milieubeheer, voorschrift 2.1, 2.2 en 2.3].

De grenswaarde voor de jaargemiddelde PM10 concentratie bedraagt eveneens 40 µg/m³. De grenswaarde als 24-uursgemiddelde die 35 keer per jaar mag worden overschreden bedraagt 50 µg/m³. [Staatsblad 414, artikel 5.16a, voorschrift 2.1 en 2.2]

Door de Europese Commissie is aan Nederland derogatie verleend. Dit houdt (voor grote delen van Nederland, waaronder Nieuwegein) in dat, indien de voor NO₂ gestelde datum van 1 januari 2010 niet werd gehaald, uitstel wordt verleend tot uiterlijk 1 januari 2015. De grenswaarde blijft onverminderd van kracht, maar er vindt tot de uitgestelde data geen handhaving plaats. Tot 2015 geldt de volgende verhoogde plandrempel voor NO₂: een jaargemiddelde van 60 µg/m³. Voor de fijnstof norm was uitstel verleend tot uiterlijk 1 juli 2011.

BIJLAGE 2 MEETMETHODEN

Meetmethode NO₂

Het meetprincipe bestaat uit de diffusie van NO₂ in de buitenlucht naar een reactief oppervlak waar het NO₂ chemisch wordt gebonden. Na afloop van de monstername methode wordt de hoeveelheid gebonden NO₂ analytisch bepaald. De NO₂-concentratie in de buitenlucht wordt berekend uit de monstername duur, de diffusiesnelheid van NO₂ en de diffusielengte.

De meetposities bestaan uit een monstername koker, waarin de Palmes diffusiebuisjes worden geplaatst. Door deze kokers wordt de windsnelheid bij de monsteropening van de buisjes gereduceerd, terwijl de uitwisseling van de monsterlucht ongehinderd plaats vindt. Een koker worden met behulp van kabelbinders aan bijvoorbeeld een lantaarnpaal of een verkeersbord bevestigd.

Ter controle zijn binnen elke meetperiode blanco metingen verricht. Bij een blanco meting zijn de buisjes gelijk behandeld en gedurende de monstername periode in het veld geplaatst, de afsluitende dop is hierbij echter niet verwijderd. Door deze methode zijn de blanco buisjes op dezelfde manier behandeld en onder gelijkwaardige meteorologische invloed bewaard. Eventuele invloed door zonlicht (UV) en temperatuurverschillen wordt op deze manier mede gecontroleerd. De blanco metingen zijn enkel gebruikt ter controle.

De meetfout (nauwkeurigheid van de meting) van deze meetmethode is afhankelijk van de monstername duur en de concentratie NO₂ waarin gemeten wordt. Bij een gemiddeld concentratieniveau van NO₂ in de buitenlucht en een monstername duur van 4 weken, bedraagt de theoretische meetfout 30% (= meetfout die in de literatuur wordt gegeven). Met deze meetfout en een jaargemiddelde d.m.v. 13 monstername perioden (n=13) kan een meetonzekerheid als 95%-betrouwbaarheidsinterval (bbhi) van 18% worden berekend. Formule A geeft de berekening weer van de meetonzekerheid (χ), waarin t een statische(Student)grootte is die afhankelijk is van het aantal waarnemingen (n).

$$\chi = \frac{t_{(0,95;n-1)} * 30\%}{\sqrt{n}} \quad [A]$$

Buro Blauw heeft voor de totale meetprocedure een meetonzekerheid vastgesteld van 14,9% (1).

Voor het vaststellen van de absolute meetfout (= systematische fout, verschil tussen werkelijke waarde en gemeten waarde) van de metingen met de Palmes diffusiebuisjes, moet een vergelijkende meting met de genormaliseerde meetmethode (referentiemethode) uitgevoerd worden. Dit betreft continue concentratiemetingen met een chemoluminescentie monitor conform de norm NEN-EN 14211.

Het bepalen van de uurgemiddelde grenswaarde is niet mogelijk met deze methodiek. De praktijk wijst uit dat de uurgemiddelde waarde voor NO₂ alleen wordt overschreden op locaties waar de jaargemiddelde waarde door hoge verkeersintensiteit eveneens (fors) wordt overschreden.

BIJLAGE 3 MEETLOCATIES

Tabel 3a Locatie gegevens

Nummer	Locatie	X	Y
2	Hollandweg	188.128	441.708
3	Klompélaan	189.688	439.515
4	Huissensestraat	190.695	442.372
7	Weerdjesstraat	190.587	443.562
13	Velperweg-Enka	192.433	444.587
16	Beatrixweg	192.922	445.605
17	Varenstraat	193.445	446.410
19	Dunoweg	195.230	443.882
20	Schuytgraaf	186.672	440.826
22	Ijsseloord 2	194.579	443.333
24	Eldenseweg/Batavieren	189.569	442.090
25	Hollandweg/Metamor	187.366	440.831
26	A325	189.761	441.424
27	Eusebiusbuitensingel	191.282	443.827
28	Jansbuitensingel nieuw	190.957	444.158
29	Apeldoornseweg 80	190.857	444.481
30	Velperbuitensingel nieuw	191.239	443.969
31	Boulevard Heuvelink nieuw	191.531	443.462
32	Oude Kraan nieuw	190.379	443.802
33	Amsterdamseweg nieuw	189.800	444.588
34	Boterdijk nieuw	190.265	443.650
35	Rijnkade nieuw	190.433	443.505
36	Peperbus nieuw	191.182	444.040
37	Sonsbeek 8 nieuw	190.575	444.318
38	Schavenmolenstraat Spoor	191.916	444.126
39	West-Peterstraat Spoor	191.292	444.299
40	Zijpendaalsetunnel Spoor	190.597	444.235
41	Noorderparallelweg Spoor	189.201	444.483
42	Utrechtseweg Spoor	189.639	444.278
43	Rijnkade / Fiwado	190.982	443.171
44	Sonsbeeksingel	190.652	444.225
45	De La Reijstraat	190.675	444.236

BIJLAGE 4 GEGEVENS MEETCAMPAGNE

Tabel 4a Meetperiodes 2014

Periode	Van	Tot
1	08-01-2014	05-02-2014
2	05-02-2014	04-03-2014
3	04-03-2014	01-04-2014
4	01-04-2014	28-04-2014
5	28-04-2014	26-05-2014
6	26-05-2014	25-06-2014
7	25-06-2014	23-07-2014
8	23-07-2014	21-08-2014
9	21-08-2014	17-09-2014
10	17-09-2014	16-10-2014
11	16-10-2014	12-11-2014
12	12-11-2014	11-12-2014
13	11-12-2014	07-01-2015

Tabel 4b Bijzonderheden meetcampagne NO₂ 2014

Datum	Locatie	Bijzonderheid
08-01-2014	Alle	Meetpunten ingericht
01-04-2014	3	Klompélaan
28-04-2014	2	Hollandweg
25-06-2014	2	Hollandweg
21-08-2014	7	Weerdjesstraat
17-09-2014	43	Rijnkade / Fiwado
11-12-2014	2	Hollandweg
07-01-2015	2	Hollandweg

Er is gedurende de meetcampagne voor NO₂ weinig uitval geweest. Driemaal ontbrak één van de twee buisjes (respectievelijk periode 3 - locatie 3, periode 4 – locatie 2 en periode 5 – locatie 2), voor die situaties is het resultaat van het andere buisje als enkelvoudige waarde gebruikt. Driemaal ontbraken beide buisjes (respectievelijk periode 8 – locatie 7 en periodes 12 en 13 – locatie 2); voor deze momenten ontbreekt dus een waarde. Het ontbreken van buisjes vond meestal plaats op locatie 2 Hollandweg; de reden hiervoor is onbekend.

Tabel 4c Uitval meetcampagne PM10 2014

Datum	Opmerking
17-01-2014	3 uur uitval
26-01-2014	5 uur uitval
27-01-2014	1 uur uitval
28-01-2014	3 uur uitval
01-02-2014 tot 03-03-2014	Geen data beschikbaar in verband met storing (lekkage)
04-03-2014	3 uur uitval
07-03-2014	2 uur uitval
07-04-2014	2 uur uitval
17-04-2014	2 uur uitval
26-05-2014	2 uur uitval
18-07-2014	1 uur uitval
18-08-2014	1 uur uitval
08-09-2014	1 uur uitval
17-10-2014	1 uur uitval
24-11-2014	2 uur uitval
24-12-2014	4 uur uitval

Over het gehele monstername jaar is er 9% uitval geweest. Dit is vooral te wijten aan uitval gedurende periode 1 en 2. Aan het eind van periode 1 en gedurende periode 2 was er een storing, waardoor er gedurende die periodes respectievelijk 19 en 97% uitval was. In de overige periodes was er nagenoeg geen uitval (maximaal 2%).

BIJLAGE 5 GECORRIGEERDE PERIODE GEMIDDELDE CONCENTRATIES

 Tabel 5a Samenvatting meetresultaten NO₂ concentratiemetingen, gecorrigeerd voor de referentiemethode [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2 Hollandweg	29,8	25,8	29,8	26,3	43,4	17,2	20,7	18,7	20,7	30,8	25,8	-	-
3 Klompélaan	29,3	24,2	26,3	22,2	18,2	15,2	17,2	15,7	19,2	28,8	26,8	29,8	26,3
4 Huissensestraat	32,8	29,3	33,3	30,3	26,3	23,7	26,8	23,7	27,3	33,3	37,4	31,8	35,9
7 Weerdjesstraat	30,8	29,3	31,8	29,8	23,2	21,7	22,7	-	25,8	30,3	26,3	31,3	26,8
13 Velperweg-Enka	31,3	26,8	28,3	24,7	20,7	17,2	21,2	17,7	23,2	28,8	26,8	30,8	30,3
16 Beatrixweg	28,8	23,2	25,3	20,2	17,2	14,6	15,2	14,6	16,7	23,2	23,7	25,3	24,7
17 Varenstraat	27,3	23,7	27,8	23,7	22,7	20,7	21,2	18,2	23,2	27,3	23,7	26,8	23,7
19 Dunoweg	29,8	28,8	28,8	24,7	21,2	19,2	19,2	17,2	16,7	27,8	27,3	30,8	25,8
20 Schuytgraaf	30,8	28,3	32,8	29,3	25,3	15,2	17,7	15,2	20,7	25,8	26,3	30,3	27,8
22 Ijsseloord 2	39,9	46,0	38,4	34,8	34,8	26,8	33,3	29,8	32,3	41,9	43,4	34,8	39,4
24 Eldenseweg/Batavieren	38,4	36,4	35,4	31,8	31,3	27,8	29,8	25,8	30,3	36,4	34,8	32,3	35,9
25 Hollandweg/Metamor	32,3	24,7	26,8	23,2	18,7	21,7	25,8	20,7	27,8	29,8	26,3	33,3	26,8
26 A325	34,8	28,8	41,4	36,4	33,3	36,4	35,9	31,3	36,4	38,9	32,3	33,3	42,4
27 Eusebiusbuitensingel	36,9	37,9	41,9	39,9	37,9	33,3	26,8	32,3	37,9	42,9	36,4	34,8	31,8
28 Jansbuitensingel nieuw	32,8	29,3	39,9	37,9	33,3	34,8	34,3	28,8	36,4	35,9	31,3	34,8	34,8
29 Apeldoornseweg 80	34,3	29,8	32,8	32,3	30,8	25,8	28,3	26,8	31,8	34,8	31,8	33,8	29,3
30 Velperbuitensingel nieuw	36,4	33,8	38,4	33,8	29,8	24,7	27,3	23,2	29,8	37,4	34,8	33,8	37,4
31 Boulevard Heuvelink nieuw	31,3	26,3	34,8	26,8	24,2	24,2	22,7	22,2	27,8	36,4	32,8	31,8	32,8
32 Oude Kraan nieuw	38,9	36,4	37,4	34,3	28,8	26,3	28,8	25,8	30,8	36,9	33,3	36,9	33,3
33 Amsterdamseweg nieuw	31,3	25,8	26,8	25,3	21,7	17,2	18,7	16,7	22,2	28,8	27,3	32,3	29,3
34 Boterdijk nieuw	39,9	40,9	36,4	34,8	28,8	23,2	30,3	24,2	30,3	34,3	34,8	31,8	28,8
35 Rijnkade nieuw	33,3	42,4	34,3	32,3	22,7	22,2	28,3	21,7	27,8	30,8	31,3	33,8	29,8
36 Peperbus nieuw	37,1	34,8	37,1	35,6	33,8	28,8	31,6	27,0	34,1	39,9	34,8	35,4	37,6
37 Sonsbeek 8 nieuw	35,4	33,8	29,3	25,3	24,2	17,2	22,2	20,2	21,7	29,8	30,8	28,3	27,8
38 Schavenmolenstraat Spoor	27,3	23,2	22,2	19,2	15,2	10,1	12,6	13,1	15,2	22,7	21,7	25,8	26,8
39 West-Peterstraat Spoor	29,8	28,8	27,3	23,2	19,2	13,6	15,7	15,7	18,7	28,3	28,8	29,8	29,8
40 Zijpendaalsetunnel Spoor	32,8	31,3	27,8	24,7	22,7	16,2	17,2	20,7	22,2	30,3	30,3	29,8	27,8
41 Noorderparallelweg Spoor	29,3	23,7	26,3	19,7	15,2	10,6	12,6	12,6	15,2	23,7	23,7	26,3	24,7
42 Utrechtseweg Spoor	25,3	24,2	22,7	20,2	15,2	11,1	15,2	13,1	16,7	24,7	24,2	25,8	25,8
43 Rijnkade / Fiwado	31,3	41,4	37,9	36,9	24,2	19,7	23,2	27,3	23,7	30,8	30,3	30,3	30,8
44 Sonsbeeksingel	28,3	24,7	22,7	21,2	17,7	12,1	16,2	16,2	17,2	24,7	24,2	25,3	26,8
45 De La Reijstraat	31,3	28,8	25,8	20,7	19,2	11,6	16,7	15,7	18,2	24,7	28,3	26,8	28,3

VERANTWOORDING

Rapporttitel	JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10 ARNHEM 2014
Subtitel	Metingen met de diffusiebuis methode en TEOM
Rapportnummer	BL2015.6960.01-V01
	Deze versie vervangt eventueel eerder uitgebrachte versies in zijn geheel
Trefwoorden	Luchtkwaliteit, NO ₂ , stikstofdioxide, Palmes diffusiebuis, Arnhem
Opdrachtgever	Gemeente Arnhem
Adres	Eusebiusbuitensingel 53 6800 HA Arnhem
Contactpersoon	Urban Buitenhuis
Uitvoerder(s)	M.F. Wiegiersma, S.M. Geersing-Moorhoff, J.W.M. Peters
Auteur	J.D. Dingemanse MSc
Functie auteur	Adviseur luchtkwaliteit
Paraaf auteur	
Controleur	Ir. F.C. Wijma
Functie controleur	Adviseur luchtkwaliteit
Paraaf controleur	
Datum	28 mei 2015



Nude 54 – 6702 DN Wageningen
telefoon 0317 466699 – fax 0317 426111
email info@buroblauw.nl – internet www.buroblauw.nl