



blauw

**JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10
ARNHEM 2016**

NO₂ metingen met de diffusiebuis methode en PM₁₀ metingen met de TEOM

Rapportnummer: BL2017.7796.01-V01
4 september 2017

**JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10
ARNHEM 2016**

NO₂ metingen met de diffusiebuis methode en PM₁₀ metingen met de TEOM-methode

Rapportnummer: BL2017.7796.01-V01
4 september 2017

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	3
2. Meetstrategie	4
2.1. Meetmethoden	4
2.2. Meetonzekerheid	5
2.3. Meetlocaties	6
3. Bespreking meetcampagne	9
3.1. Meetperiodes	9
3.2. Afwijkingen en bijzonderheden	9
3.3. Vergelijkende referentiemetingen NO ₂	9
3.4. Toetsing meetfout NO ₂	10
4. Meetresultaten NO ₂	11
4.1. Verwerking analyseresultaten	11
4.2. Jaargemiddelden	11
4.3. Concentratie variatie gedurende het jaar	14
5. Fijnstof (PM10) concentratiemetingen	17
6. Conclusies	19
7. LITERATUURLIJST	21
BIJLAGEN	22
Bijlage 1 Wettelijk kader	23
Bijlage 2 Meetmethoden	24
Bijlage 3 Meetlocaties	26
Bijlage 4 Gegevens meetcampagne	27
Bijlage 5 Gecorrigeerde periode gemiddelde concentraties	29
VERANTWOORDING	30

2. MEETSTRATEGIE

2.1. Meetmethoden

De bij het onderzoek gehanteerde meetmethoden worden in tabel 2.1 vermeld.

Bepaling	Verrichting	Referentie methode	Accreditatie ¹
Monsterneming NO ₂	Plaatsing en wisseling van de diffusiebuisjes	NEN-EN 13528; deel 3: 2004	-
Analyse NO ₂	Het bepalen van het gehalte aan stikstofdioxide, spectrofotometrie	Gelijkwaardig aan NEN-EN 13528; deel 1: 2002,2: 2002,3: 2004	Q
Analyse PM10	Het bepalen van de concentratie fijnstof (PM10), oscillatiebalans (TEOM)	Gelijkwaardig aan AS 3580.9.8: 2008	Q
Bepaling fijnstof	Het bepalen van het gehalte aan fijn stof (PM10 en PM2,5); gravimetrie	NEN-EN 12341: 2014	Q
Monsterneming fijnstof	Monsterneming ten behoeve van fijn stof (PM2,5 en PM10) met een LVS3	NEN-EN 12341: 2014	Q
Bepaling NO ₂	Het bepalen van de concentratie stikstofdioxide (NO ₂). chemoluminescentie	NEN-EN 14211: 2005	-

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

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

De Raad voor Accreditatie (RvA) heeft accreditatie verleend aan Buro Blauw voor een aantal verrichtingen volgens de norm NEN-EN-ISO/IEC 17025: 2005.

NO₂-concentratiemetingen met Palmes diffusiebuisjes

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 of de gerealiseerde meetfout niet afwijkt van de voor de methode bepaalde meetfout. Voor de toetsing aan de referentiemethode zijn 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 met het station (741) Graafseweg en het station (742) Ruyterstraat in Nijmegen waar Buro Blauw vergelijkende metingen uitvoert.

PM10-concentratiemetingen

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. 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.

De TEOM is 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 (oftewel geen correctiefactor) is hiermee aannemelijk.

Voor periodiek controlemetingen met de referentiemethode zijn de filters gedurende 24 uur beladen met een aanzuigdebiet van 2,3 m³/uur. Tijdens de meetperiode zijn de debieten en de sensoren voor temperatuur en druk regelmatig gecontroleerd. De afkeur voor het debiet bedraagt 2%, de temperatuur mag niet meer dan 2°C afwijken, de druk niet meer dan 20 hPa. Aan alle eisen is tijdens de meetcampagne voldaan.

De monitoren voor fijnstof en NO₂ zijn gedurende het meetjaar periodiek gecontroleerd.

2.2. Meetonzekerheid

Het meten van de PM10 concentratie gaat met een zekere onnauwkeurigheid gepaard. De EU (EU Richtlijn 1999/30/EC) staat een onzekerheidsmarge van 25% toe. Uit een uitgebreid validatie onderzoek door het RIVM (1) van de monitoren van het landelijk meetnet volgt dat de meetonzekerheden van de toegepaste PM10 monitoren liggen tussen de 16% en de 22% en daarmee voldoen aan de Europese eis.

Voor het uitvoeren van de referentie-metingen is gebruik gemaakt van een Low Volume Sampler (LVS), van Sven Leckel SEQ47/50. Buro Blauw heeft in 2010 en in 2015 een uitgebreid validatie onderzoek uitgevoerd (2). Voor de LVS is daarbij een uitgebreide meetonzekerheid vastgesteld van 7,6% bij een concentratie van 50 µg/m³. Voor de TEOM is tijdens een studie over de periode van 2006 – 2010 een uitgebreide meetonzekerheid vastgesteld van 17,8%. Uit de validatie van de referentie-metingen in Arnhem met de TEOM-metingen in Arnhem volgt een uitgebreide meetonzekerheid van 15,4%.

De NO₂-concentraties zijn gemeten met zogenaamde Palmes diffusiebuisjes. De meetfout (nauwkeurigheid van de meting) van deze meetmethode is afhankelijk van de monstername duur en het concentratieniveau NO₂. Bij een gemiddeld concentratieniveau

van NO₂ in de buitenlucht en een monstername duur van 4 weken, bedraagt de theoretische meetfout 30%.

Buro Blauw heeft voor de totale meetprocedure een meetonzekerheid vastgesteld van 14,9% (3). De metingen van Buro Blauw worden uitgevoerd gelijkwaardig aan de norm NEN-EN 13528 – deel 1 t/m 3.

Buro Blauw is lid van de Vereniging Kwaliteit Luchtmetingen. De vereniging zet zich in voor een permanente ontwikkeling en borging van een goede kwaliteit van luchtmetingen en bestaat uit vooraanstaande meet- en inspectie instanties in Nederland.

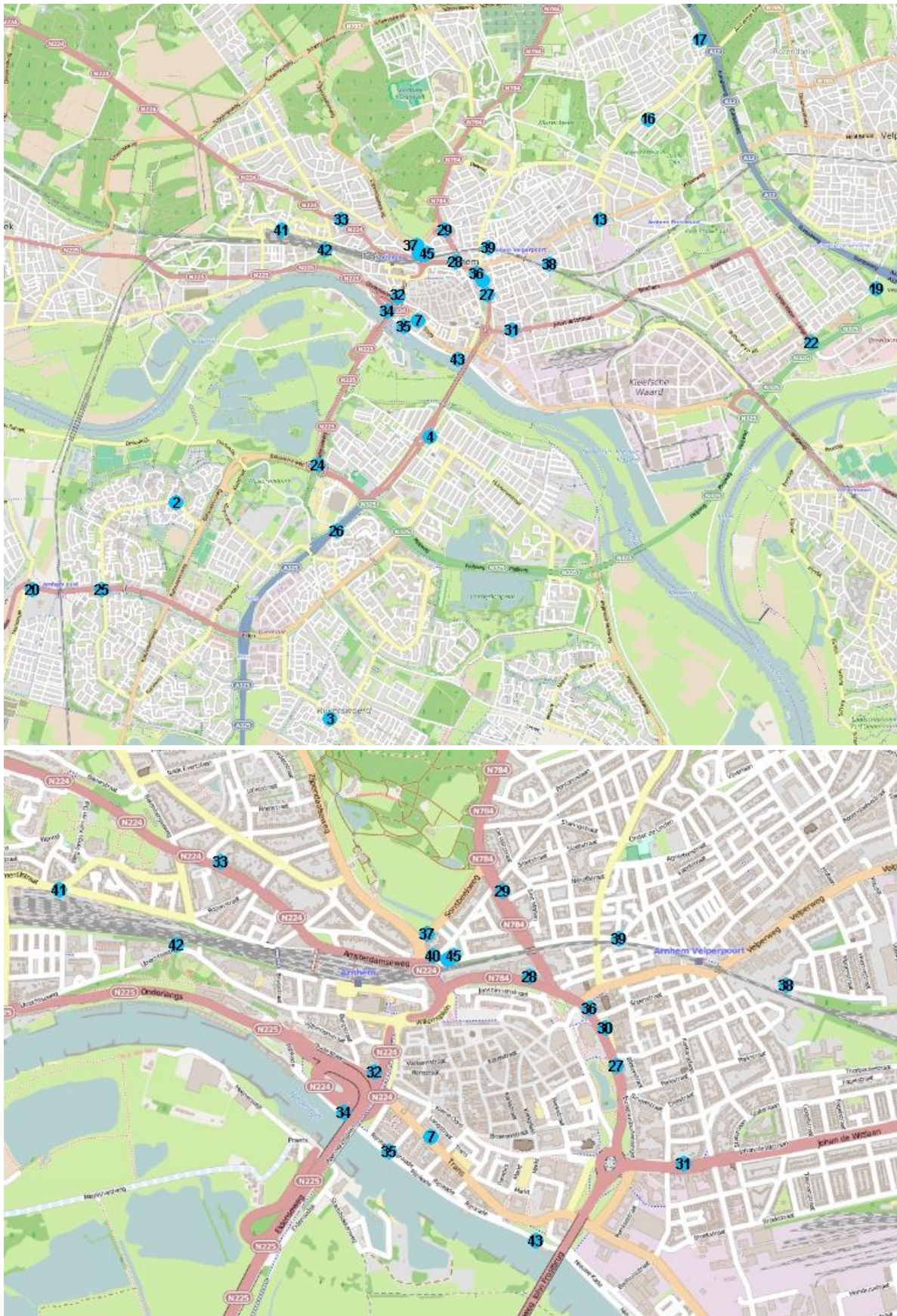
2.3. Meetlocaties

In figuur 2.1 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 2.2 zijn de meetlocaties nader omschreven.

De meetlocaties voor NO₂ zijn onderverdeeld in zeven groepen. De indeling is gemaakt om inzicht te geven in de luchtkwaliteit per soort locatie in Arnhem. De verschillende locaties zijn:

- 1.** Centrum: meetposities langs de centrum 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.

In tabel 2.1 is een overzicht te vinden van alle locaties en hun locatie-type.



Figuur 2.1. Overzicht meetlocaties voor de NO₂-concentraties in Arnhem. Boven: alle locaties. Onder: locaties in het centrum. (Kaartenmateriaal: OpenStreetMap.org)

Tabel 2.1. Meetlocaties 2016

Nr.	Locatie	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 een uitgegaan van jaargemiddelde concentraties per kalenderjaar. Daarom is gekozen voor meetcampagne die zoveel mogelijk aansluit bij het kalenderjaar. Het jaar is onderverdeeld in 13 meetperiodes van 4 weken. De metingen zijn op 4 januari 2016 gestart en op 4 januari 2017 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

De vergelijkende metingen zijn uitgevoerd bij een LML stations in Nijmegen: het LML station 741, aan de Graafseweg (centrum – hoogbelast – station). Het LML station 742, aan de De Ruyterstraat (verkeersluw – laagbelast – station) wordt voor het jaar 2016 niet meegenomen. In tabel 3.1 zijn de resultaten van de concentraties en correctiefactor per periode van het LML station 741 gegeven. De metingen met de diffusiebuisjes zijn uitgevoerd in 3-voud.

Tabel 3.1. Referentie methode versus Palmes diffusiebuis methode per periode

LML station 741 Graafseweg		
Periode	Concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Correctiefactor
1	35,2	0,98
2	31,1	0,99
3	40,4	1,06
4	31,3	0,98
5	29,5	0,99
6	34,6	0,96
7	23,9	0,93
8	28,8	0,91
9	28,2	0,97
10	37,2	0,98
11	36,0	1,07
12	34,5	1,01
13	41,9	1,00
gemiddeld	33,3	0,99

Buro Blauw voert ook bij andere LML stations vergelijkende metingen uit. In tabel 3.2 zijn de voor 2016 vastgestelde gemiddelde correctiefactoren van alle stations opgenomen. De vergelijkende metingen zijn uitgevoerd bij een stadstation (stedelijke achtergrond) en straatstations (drukke straten, hoge belasting). De vergelijkende metingen zijn in 3 of 4-oud uitgevoerd. De gemiddelde correctiefactor over alle meetcampagnes van Buro Blauw in 2016 bedraagt 1,01.

Tabel 3.2 Correctiefactoren, zoals vastgesteld bij vergelijkende metingen

LML #	Plaats	Naam	Type station	Jaargemiddelde referentiemethode	Correctie
236	Eindhoven	Genovevalaan	Straat	25,4	0,98
237	Eindhoven	Noordbrabantlaan	Straat	31,3	1,05
404	Den Haag	De Constant Rebecquestraat	Stad	24,8	1,06
445	Den Haag	Amsterdamse Veerkade	Straat	34,7	0,96
639	Utrecht	Constant Erzeijstraat	Straat	31,1	1,03
741	Nijmegen	Graafseweg	Straat	33,3	0,99

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. Over het geheel is de afwijking t.o.v. de referentiemethode klein en wijkt de palmes diffusiebuis methode niet meer dan enkele procenten af.

3.4. Toetsing meetfout NO₂

In de meetcampagne zijn de NO₂-concentraties in tweevoud gemeten. De toevallige meetfout van deze metingen is gemiddeld 3,3%. De systematische fout die de afwijking tussen de diffusiebuismetingen en de metingen uitgevoerd volgens de referentie methode weergeeft, bedraagt in dit onderzoek gemiddeld 4,6%. 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 5,7%.

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 ⁽³⁾.

4. MEETRESULTATEN NO₂

4.1. Verwerking analyseresultaten

In het technisch rapport BL2016.7796.02 staan de ongecorrigeerde resultaten in certificaatvorm 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.

Tabel 4.1. Berekening jaargemiddelde gecorrigeerde NO₂-concentraties in Arnhem met 95%-bovenwaarden en 95%-onderwaarde 2016 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Meetlocatie	95%-onderwaarde	Gemeten jaargemiddelde	95%-bovenwaarde
Centrum			
7 Weerdjesstraat	23,8	25,3	26,9
27 Eusebiusbuitensingel	31,7	33,8	35,8
28 Jansbuitensingel	29,6	31,5	33,4
30 Velperbuitensingel	28,1	29,9	31,7
32 Oude Kraan	27,2	28,9	30,7
36 Peperbus	30,5	31,9	33,2
Gemiddeld		30,2	
Centrum toevoering			
4 Huissensestraat	25,6	27,3	29,0
13 Velperweg-Enka	21,1	22,5	23,9
22 Ijsseloord 2	29,5	31,4	33,4
24 Eldenseweg/Bata4en	25,5	27,3	29,1
26 A325	29,9	31,9	33,9
29 Apeldoornseweg	25,9	27,6	29,3
31 Boulevard Heuvelink	25,5	27,2	28,9
33 Amsterdamseweg	21,4	22,7	24,1
37 Sonsbeek 8	22,1	23,5	24,9
44 Sonsbeeksingel	17,9	19,1	20,3
45 De La Reijstraat	18,8	20,0	21,3
Gemiddeld		25,5	
Wijkontsluiting			
2 Hollandweg	20,9	22,4	23,9
3 Klompélaan	19,3	20,6	21,8
20 Schuytgraaf	17,6	19,0	20,4
25 Hollandweg/Metamor	23,3	24,8	26,3
Gemiddeld		21,7	

Tabel 4.1. Vervolg

Meetlocatie	95%-onderwaarde	Gemeten jaargemiddelde	95%-bovenwaarde
Nabij A12			
17 Varenstraat	19,7	21,0	22,3
19 Dunoweg	21,8	23,3	24,7
Gemiddelde		22,1	
Stedelijke achtergrond			
16 Beatrixweg	17,1	18,2	19,3
Rijnkade en scheepvaart			
34 Boterdijk	25,8	27,5	29,2
35 Rijnkade	22,9	24,4	25,9
43 Rijnkade FiWaDo	22,9	24,4	25,9
Gemiddeld		25,4	
Spoorwegen			
38 Schavenmolenstraat sp.	16,3	17,4	18,5
39 West-Peterstraat sp.	20,2	21,5	22,8
40 Zypendaalsetunnel sp.	21,3	22,7	24,1
41 Noorderparallelweg sp.	16,7	17,7	18,8
42 Utrechtseweg sp.	17,4	18,5	19,6
Gemiddeld		19,6	

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 17,4 µg/m³. De hoogst gemeten jaargemiddelde concentratie bedraagt 33,8 µg/m³ bij de Eusebiusbuitensingel (27) in de categorie 'centrum'. De gemeten jaargemiddelde stedelijke achtergrond bedraagt 18,2 µg/m³.

In de woonwijken in de nabijheid van de A12 en langs de wijkontsluitingswegen is de gemiddelde concentratie respectievelijk 3,9 en 3,5 µg/m³ verhoogd ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. De gemiddelde concentraties bedragen respectievelijk 22,1 en 21,7 µg/m³.

In het centrum is de jaargemiddelde concentratie 30,2 µg/m³, een verhoging van 12,0 µg/m³ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Aan de centrumring bedraagt de verhoging ten opzichte van de stedelijke achtergrond gemiddeld 7,3 µg/m³ met een gemiddelde concentratie van 25,5 µg/m³. Echter de concentraties langs de ring laten een relatief grote variatie zien: deze variëren tussen de 19,1 en 31,9 µg/m³.

Langs het water is de jaargemiddelde concentratie 25,4 µg/m³, een verhoging van 7,2 µg/m³ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Op de locaties langs het spoor variëren de concentraties tussen de 17,4 en 22,7 µg/m³.

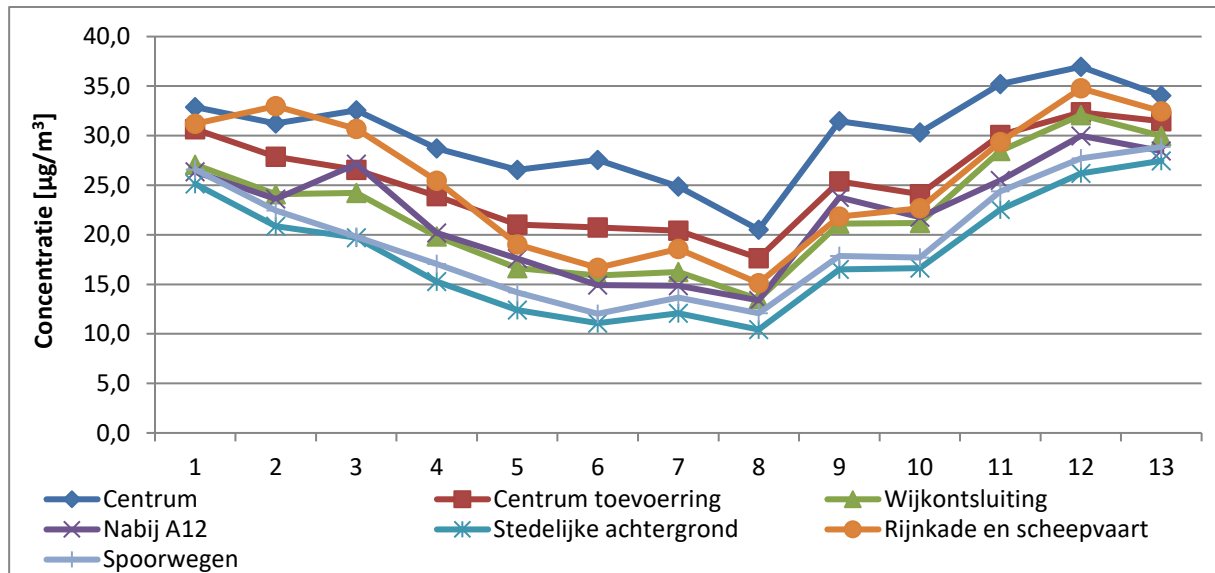
Toetsing grenswaarde

Uit de meetresultaten in tabel 4.1 blijkt dat de jaargemiddelde concentratie bij alle locaties lager dan 40 µg/m³ is. Ook de 95%-bovenwaarde is voor alle locaties lager dan

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hierdoor geldt voor alle posities dat de jaargemiddelde concentraties met 95% zekerheid voldoen aan de grenswaarde.

4.3. 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 4.1. 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.

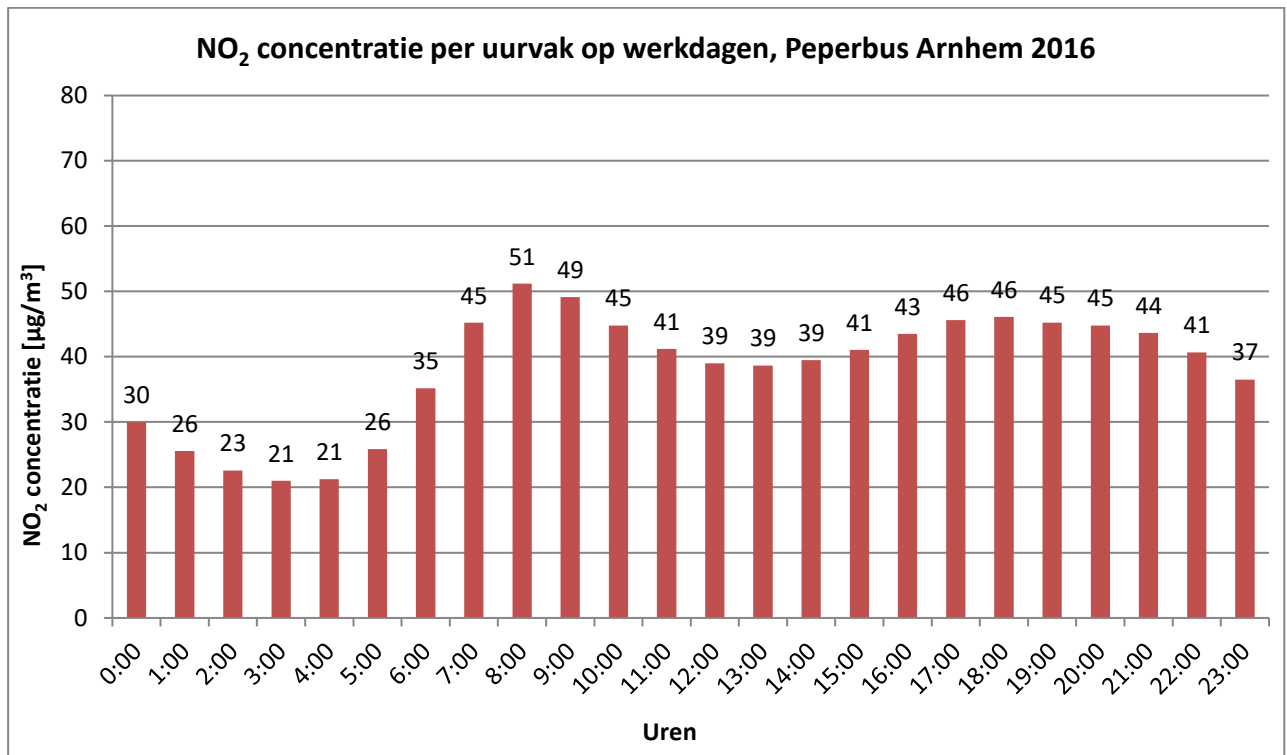
Daarnaast wordt opgemerkt dat de gemiddelde concentraties op de Rijnkade en scheepvaart vergelijkbaar zijn met de concentraties in het centrum en op drukke wegen nabij het centrum. Het concentratieverloop voor de hoogst belaste categorieën, centrum, centrumontsluiting en Rijnkade scheepvaart ligt tussen de 19,1 en 33,8 µg/m³.

Op de locatie Peperbus is gedurende het jaar 2016 de NO₂ concentratie gemeten. De gemiddelde NO₂ concentratie van alle uurgemiddelde waarden bedraagt: 36,9 µg/m³. Voor deze locatie geldt dat de gemiddelde NO₂ concentratie onder de jaargemiddelde NO₂ concentratie van 40 µg/m³ blijft.

De data van de continu gemeten NO₂ concentratiemetingen is verwerkt tot uurvakken. Voor de werkdagen van maandag tot en met vrijdag is de gemiddelde NO₂ concentratie

per uurvak berekend. In figuur 4.2 wordt de uurgemiddelde NO₂ concentratie gegeven per uurvak.

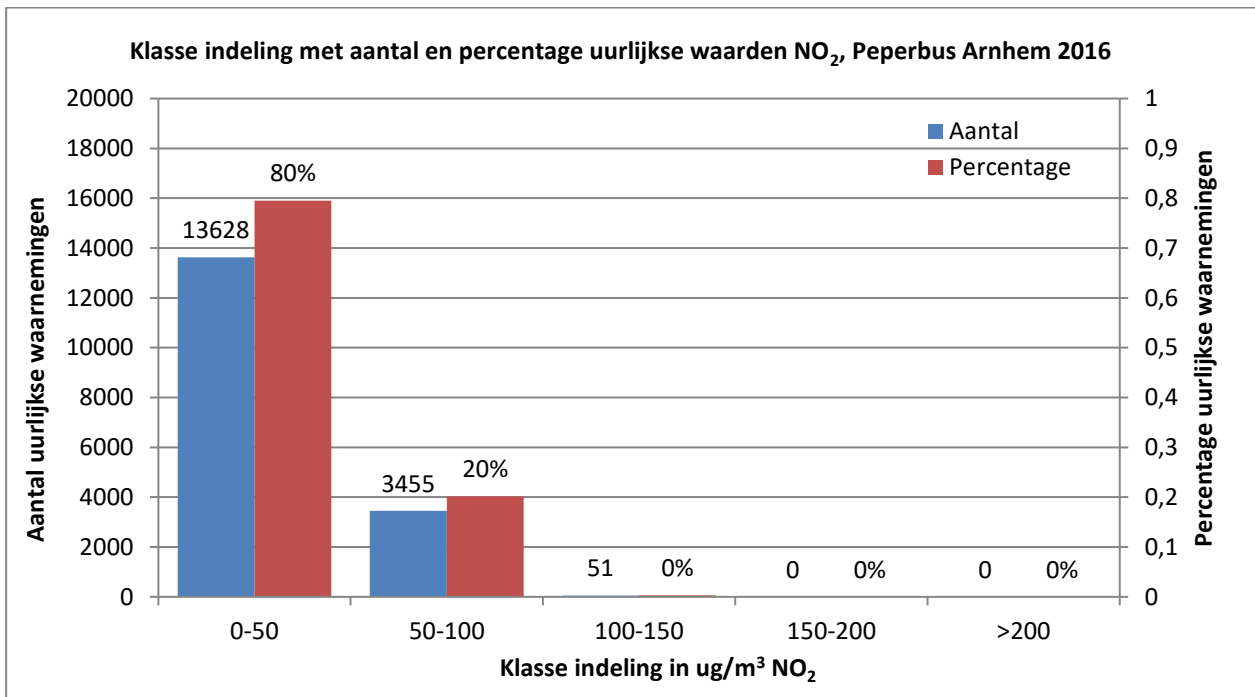
In de figuur is zowel de ochtendspits als de avondspits duidelijk te zien. De ochtendspits is om 8:00 op het hoogtepunt met een gemeten uurgemiddelde concentratie van 51 µg/m³. De avondspits bereikt om 17:00 het hoogtepunt met een uurgemiddelde concentratie van 46 µg/m³.



Figuur 4.2 Gemiddelde NO₂ concentratie van alle werkdagen (maandag tot en met vrijdag) per uurvak

Gedurende de meetperiode is de uurgemiddelde waarde van 200 µg/m³ niet overschreden.

In figuur 4.3 is de NO₂-concentratie grafisch ingedeeld in klassen. Daarbij is de dataset onderverdeeld in het aantal malen dat een uurgemiddelde concentratie in een bepaalde klasse voorkomt, en het percentage van de data in de klasse ten opzichte van de totale dataset.



Figuur 4.3 Aantal en percentage uurgemiddelde concentratie NO₂ per klasse

5. FIJNSTOF (PM10) CONCENTRATIEMETINGEN

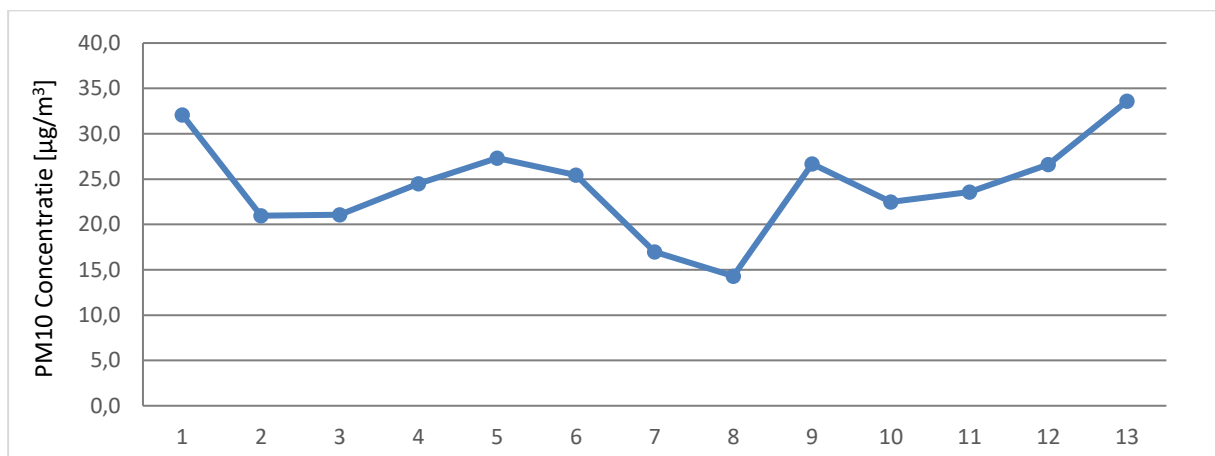
De resultaten van de fijnstof metingen zijn samengevat in de onderstaande tabel 5.1 en zijn per periode gepresenteerd. De meting is ongeveer op de toetsingsafstand van de weg uitgevoerd (10 meter vanaf de wegrand, op een openbaar toegankelijke locatie).

Over het gehele monstername jaar 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

Perioden / Locatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	gem
36 Peperbus	32,1	21,0	21,1	24,5	27,3	25,5	17,0	14,3	26,7	22,5	23,6	26,6	33,6	24,3

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 NO_2 .

In tabel 5.2 worden de gemiddelde concentratie en het aantal overschrijdingsdagen over de meetperiode gepresenteerd. Daarnaast worden ook de Grootschalige Concentratie Nederland (GCN) data voor 2016 gegeven.

Tabel 5.2. Gemiddelde meetresultaten PM10 concentraties

Locatie	Gemiddelde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Overschrijdingen 24-uurswaarde [#]	
	Blauw meting	GCN 2016	Aantal Blauw	Aantal GCN
36 Peperbus	24,3	22,2	16	16

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 gelijk aan het aantal gegeven door de GCN data.

6. CONCLUSIES

In 2016 is de NO₂-concentratie in Arnhem op 32 posities gemeten en de PM10 concentratie op 1 locatie. De metingen zijn verdeelde over 13 perioden. De NO₂-metingen zijn uitgevoerd met Palmes diffusiebuisjes. De metingen zijn nagenoeg stovingvrij van storingsen 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 en de referentiemethode volgt uitgevoerd. Hierbij is een afwijking vastgesteld van 4,6%. Hiervoor zijn de meetdata gecorrigeerd. De toevallige meetfout bedroeg gemiddeld 3,3%. 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 17,4 en 33,8 µg/m³. De gemeten jaargemiddelde stadsachtergrond concentratie bedraagt 18,2 µg/m³.
3. In de woonwijken in de nabijheid van de A12 en langs de wijkontsluitingswegen is de gemiddelde concentratie 3,9 en 3,5 µg/m³ verhoogd ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. De gemiddelde concentraties bedragen respectievelijk 22,1 en 21,7 µg/m³.
4. In het centrum is de jaargemiddelde concentratie 30,2 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 7,3 µg/m³, de gemiddelde concentratie bedraagt 25,5 µg/m³. De concentraties aan de ring variëren tussen de 19,1 en 31,9 µg/m³.
5. Langs het water is de jaargemiddelde concentratie 25,4 µg/m³, een verhoging van 7,2 µg/m³ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Op de overige locaties langs het spoor variëren de concentraties tussen de 17,4 en 22,7 µg/m³.
6. Als rekening gehouden wordt met een totale meetfout van 14,9% geldt voor alle locaties dat de geldende grenswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ jaargemiddelde 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 die is vastgesteld voor de meetperiode bedraagt 24,3 µg/m³ en blijft ruim onder de jaargemiddelde grenswaarde. Ook het gemeten aantal overschrijdingsdagen van 16 voldoet aan de gestelde eisen.
9. 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.

7. LITERATUURLIJST

1. **Beijk, R, et al.** *PM10: Validatie en equivalentie 2006*. Bilthoven : RIVM, 2007. RIVM rapport 680708001/2007.
2. **Kosters, M.** *Meetonzekerheid fijnstof in de buitenlucht (interne rapportage)*. Wageningen : Buro Blauw, 2015. MDM_07.
3. **Bree, F.B.H. de.** *Meetonzekerheid NO2 Palmesbuisjes (Interne rapportage)*. Wageningen : Buro Blauw, 2006. LLI-09.
4. **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 (4). 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-uurgemiddelde die 35 keer per jaar mag worden overschreden bedraagt 50 µg/m³. [Staatsblad 414, artikel 5.16a, voorschrift 2.1 en 2.2].

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.

Meetmethode PM10

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 en PM2,5 een monstername met behulp van een Low Volume Sampler. Met deze methodiek wordt fijnstof bemonsterd op een filter om vervolgens gravimetrisch geanalyseerd te worden. Een afbeelding van de LVS wordt in figuur 1 gegeven.

Voor de fijnstof metingen met de LVS is zowel de monstername als de filterweging geaccrediteerd. De filters zijn gedurende 24 uur beladen met een aanzuigdebiet van 2,3 m³/uur. Tijdens de meetcampagne zijn de debieten en de sensoren voor temperatuur en druk regelmatig gecontroleerd. De afkeur voor het debiet bedraagt 2%, de temperatuur mag niet meer dan 2 °C afwijken, de druk niet meer dan 20 hPa. Aan alle eisen is tijdens de meetcampagne voldaan.



Figuur 1 Low Volume Sampler LVS

De meetmethode met de LVS is een arbeidsintensieve methode en levert geen continu meetsignaal op. Voor continue meetsignalen is een aantal meetmethoden ontwikkeld. Buro Blauw beschikt over een zogenaamde TEOM (Tapered Element Oscillating Monitor), een PM10-monitor waarmee de fijnstof concentratie continu in de buitenlucht gemeten wordt. Het meetfilter bevindt zich op een oscillerende houder. De bepaling van fijnstof volgt uit veranderingen in de oscillatie (frequentie) van het filter, door een 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 ten opzichte van de referentiemethode. De TEOM is een bruikbaar meetinstrument voor de continue monitoring van fijnstofconcentraties in de buitenlucht.

BIJLAGE 3 MEETLOCATIES

Tabel 3 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 2016

Periode	Van	Tot
1	04-01-2016	04-02-2016
2	04-02-2016	03-03-2016
3	03-03-2016	31-03-2016
4	31-03-2016	25-04-2016
5	25-04-2016	26-05-2016
6	26-05-2016	21-06-2016
7	21-06-2016	20-07-2016
8	20-07-2016	16-08-2016
9	16-08-2016	13-09-2016
10	13-09-2016	12-10-2016
11	12-10-2016	09-11-2016
12	09-11-2016	07-12-2016
13	07-12-2016	04-01-2017

 Tabel 4b Bijzonderheden meetcampagne NO₂ 2016

Datum	Locatie	Bijzonderheid
25-4-2016	2 Hollandweg	buisje 61 verdwenen uit de koker
26-5-2016	2 Hollandweg	buisje gevonden in het gras
20-7-2016	26 A325	buisje 57 weg
	2 Hollandweg	buisje 61 weg
16-8-2016	32 Oude Kraan nieuw	Wilemstunnel afgesloten van 5 t/m 15 augustus Nu 1 rijbaan beschikbaar ivm werkzaamheden in de tunnel
13-9-2016	43 Rijnkade / Fiwado	opbouw festijn afgesloten voor verkeer
	16 Beatrixweg	bestatingswerkzaamheden
12-10-2016	2 Hollandweg	buisjes op de grond en in de goot
	20 Schuytgraaf	graafwerkzaamheden en parkeerterrein weg
9-11-2016	20 Schuytgraaf	Paal en koker, buisjes weg. Grondwerkzaamheden nieuwe locatie ingericht
7-12-2016	20 Schuytgraaf	Lantaarnpaal & koker & buisjes 433-65 en 433-66 verdwenen. Nieuwe locatie ingericht bij Omnibus

Er is gedurende de meetcampagne voor NO₂ weinig uitval geweest. viermaal ontbrak beide buisjes (respectievelijk periode 4 - locatie 2, periode 7 – locatie 2 en 26, periode 10 – locatie 2, periode 12 – locatie 24 en periode 11, 12 en 13- locatie 20), voor die situaties er is geen resultaat.

Tabel 4c Uitval meetcampagne PM10 2016

Datum	Opmerking
15-02-2016	3 uur uitval
6-03-2016	5 uur uitval
25-3-2016	3 uur uitval
15-4-2016	2 uur uitval
6-5-2016	4 uur uitval
7-5-2016	4 uur uitval
12-5-2016	4 uur uitval
26-5-2016	6 uur uitval
27-5-2016	6 uur uitval
29-5-2016	10 uur uitval
30-5-2016	24 uur uitval
31-5-2016	12 uur uitval
2-9-2016	14 uur uitval
3-9-2016	24 uur uitval
4-9-2016	24 uur uitval
5-9-2016	12 uur uitval
12-9-2016	2 uur uitval
13-9-2016	9 uur uitval
14-9-2016	10 uur uitval
15-9-2016	8 uur uitval
17-11-2016	3 uur uitval
22-11-2016	3 uur uitval

BIJLAGE 5 GECORRIGEERDE PERIODE GEMIDDELDE CONCENTRATIES

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

VERANTWOORDING

Rapporttitel	JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10 ARNHEM 2016
Subtitel	NO ₂ metingen met de diffusiebuis methode en PM10 metingen met de TEOM
Rapportnummer	BL2017.7796.01-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. Wiegersma, S.M. Geersing-Moorhoff, J.W.M. Peters
Auteur	C. Miranda MSC
Functie auteur	Adviseur luchtkwaliteit
Paraaf auteur	
Controleur	Ir. M. Koster
Functie controleur	Adviseur luchtkwaliteit
Paraaf controleur	
Datum	4 september 2017



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