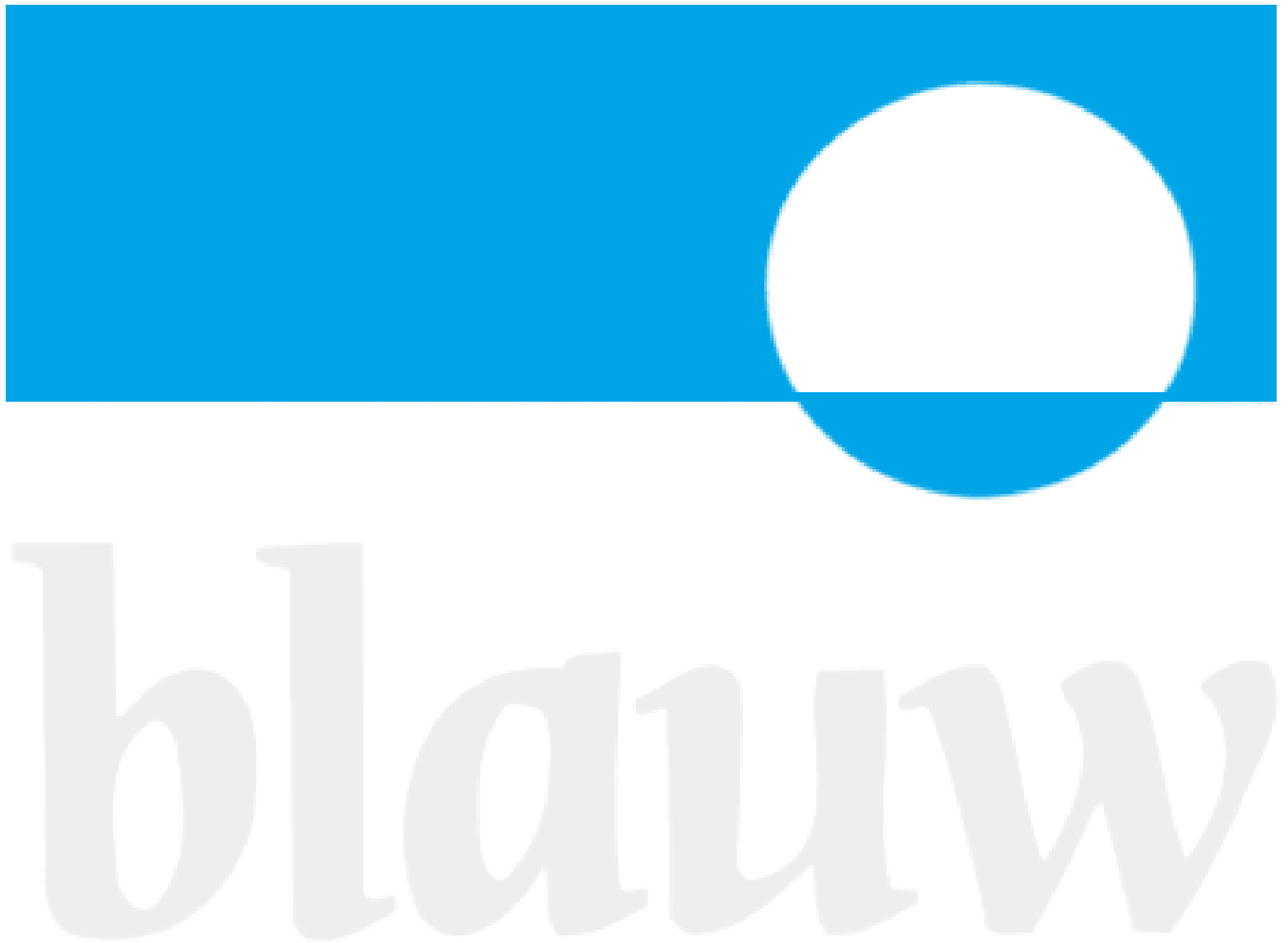




**JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10 IN
ARNHEM 2019**

NO₂-metingen met de diffusiebuismethode en PM10 metingen met de TEOM

Rapportnummer: BL2020.9299.01-V01
Mei 2020

**JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10
IN ARNHEM 2019**

NO₂-metingen met de diffusiebuismethode en PM10 metingen met de TEOM

Rapportnummer: BL2020.9299.01-V01
Mei 2020

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	MEETSTRATEGIE	4
2.1.	Meetmethoden	4
2.2.	Meetonzekerheid	5
2.3.	Meetlocaties	6
3	BESPREKING MEETCAMPAGNE	10
3.1.	Meetperiodes NO ₂ -concentratiemetingen	10
3.2.	Afwijkingen en bijzonderheden NO ₂ -concentratiemetingen	10
3.3.	Vergelijkende referentiemetingen NO ₂ -concentratiemetingen	10
3.4.	Toetsing meetfout NO ₂ -concentratiemetingen	11
3.5.	Bespreking meetcampagne fijnstof	11
4	RESULTATEN	12
4.1	Verwerking analyseresultaten	12
4.2	Jaargemiddelden	12
4.3	Concentratieverschillen tussen locatietypen per periode	14
5.	Fijnstof (PM10) concentratiemetingen	19
6.	CONCLUSIES	21
7.	LITERATUURLIJST	23
	BIJLAGEN	24
	Bijlage 1 Wettelijk kader	25
	Bijlage 2 Meetmethoden	26
	Bijlage 3 Meetlocaties	28
	Bijlage 4 Meetcampagne gegevens NO ₂	29
	Bijlage 5 Gecorrigeerde periode gemiddelde concentraties	31
	Bijlage 6 Meetcampagne gegevens PM10	32
	VERANTWOORDING	33

1 INLEIDING

Buro Blauw heeft in opdracht van de gemeente Arnhem stikstofdioxide- (NO_2) en fijnstof-concentratiemetingen verspreid over de stad Arnhem uitgevoerd. In dit rapport worden de resultaten van de metingen gepresenteerd die zijn uitgevoerd in 2019. Doel van het onderzoek is het monitoren van de luchtkwaliteit in Arnhem.

De concentratie van NO_2 fungeert 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 gerelateerd zijn aan verkeers- en verbrandingsemissies in de stad.

In dit rapport worden de resultaten van het meetprogramma over 2019 gepresenteerd. De meetstrategie wordt beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt het verloop van de meetcampagne besproken. In hoofdstuk 4 worden vervolgens de NO_2 -resultaten gerapporteerd. In hoofdstuk 5 worden de meetresultaten van fijnstof concentratiemetingen gerapporteerd. De conclusies van het onderzoek worden tenslotte in hoofdstuk 6 gepresenteerd.

In de bijlages wordt ingegaan op diverse aspecten van het luchtkwaliteitsonderzoek.

2 MEETSTRATEGIE

2.1. Meetmethoden

De bij het onderzoek te hanteren meetmethoden worden in tabel 2.1 vermeld.

Tabel 2.1 Gehanteerde meetmethoden

Bepaling	Verrichting	Referentie methode	Accreditatie ¹
Bepaling 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 LVS	NEN-EN 12341: 2014	Q
Bepaling NO ₂	Het bepalen van de concentratie stikstofdioxide (NO ₂). Chemoluminescentie	NEN-EN 14211: 2005	-
Omgevingslucht op diffusiebuisjes	Het bepalen van het gehalte aan stikstofdioxide, spectrofotometrie	Gelijkwaardig aan NEN-EN 16339	Q

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 en verklaart dat voldaan is aan de accreditatiecriteria gesteld in de norm NEN-EN-ISO/IEC 17025: 2005. Wat betreft de NO₂-metingen is het bepalen van het gehalte aan stikstofdioxide via spectrofotometrie (gelijkwaardig aan NEN-EN 16339) geaccrediteerd. De gehele meetprocedure voor het uitvoeren van NO₂-concentratieingen in de buitenlucht is opgenomen in het kwaliteitssysteem van Buro Blauw.

NO₂-concentratieingen met een chemoluminiscentiemonitor

Voor het meten van de NO₂-concentratie is er op één locatie gebruik gemaakt van een chemoluminescentiemonitor zoals beschreven in de norm NEN-EN 14211. Buro Blauw is voor deze verrichting niet geaccrediteerd voor de bepaling in omgevingslucht. Met deze monitor kunnen continu-metingen verricht worden. Door gebruikt te maken van deze methode, kan getoetst worden aan zowel uurgemiddelde als jaargemiddelde grenswaarden.

NO₂-concentratieingen met Palmes diffusiebuisjes

De NO₂-concentraties zijn op alle locaties (beschreven in paragraaf 2.3) gemeten met zogenaamde Palmes diffusiebuisjes, ook wel aangeduid als passieve monsternamemethode. 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 er een controle of de gerealiseerde meetfout niet afwijkt van de voor de methode bepaalde meetfout. Voor de ijking aan de referentiemethode zijn de resultaten van vergelijkende metingen gebruikt, welke Buro Blauw bij diverse RIVM stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) uitvoert.

Aangezien er in Arnhem geen LML station aanwezig is, is gekozen voor correctie van de meetgegevens met een gemiddelde correctiefactor (per periode) berekend met waarden van 8 LML-stations waar Buro Blauw vergelijkende metingen uitvoert.

PM10-concentratiemetingen

Voor het meten van de fijnstofconcentraties in de buitenlucht zijn verschillende meetmethoden mogelijk. De genormaliseerde referentiemethode zoals vastgesteld in NEN-EN 12341 beschrijft voor PM10 een monstername 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 is een aantal meetmethoden ontwikkeld. Buro Blauw beschikt over een zogenaamde TEOM (Tapered Element Oscillating Monitor) PM10-monitor, waarmee de concentratie fijnstof in de buitenlucht continu 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 Filter Dynamic Measurement System (FDMS). Hiervan is vastgesteld dat er 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 correctiefactor van 1 (oftewel geen correctiefactor) is hiermee aangetoond.

Voor periodieke 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 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

NO₂-concentratiemetingen met Palmes diffusiebuisjes

De meetfout (nauwkeurigheid van de meting) van deze meetmethode is afhankelijk van de monsternameduur en het concentratieniveau NO₂. Bij een gemiddeld concentratieniveau van NO₂ in de buitenlucht en een monsternameduur van 4 weken, bedraagt de theoretische meetfout 30%.

Buro Blauw heeft voor de totale meetprocedure een meetonzekerheid vastgesteld van 14,4% (1). De metingen van Buro Blauw worden uitgevoerd gelijkwaardig aan de norm NEN-EN 13528 – deel 1 t/m 3.

NO₂-concentratiemetingen met chemoluminescentiemonitor

De metingen zijn conform NEN-EN 14211:2012 uitgevoerd, en daarmee de referentiemethode. IJking is daardoor niet benodigd. De meetonzekerheid is in deze norm vastgelegd. De relatieve meetonzekerheid is bij 95% betrouwbaarheid kleiner of gelijk aan 15 procent voor een jaargemiddelde waarde van 40 µg/m³ stikstofdioxide.

PM10-concentratiemetingen

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 validatieonderzoek door het RIVM (2) van de monitoren van het landelijk meetnet volgt dat de meetonzekerheden van de toegepaste PM10 monitoren tussen de 16% en 22% liggen en daarmee voldoen aan de Europese eis.

Voor het uitvoeren van de referentiemetingen is gebruik gemaakt van een Low Volume Sampler (LVS), van Sven Leckel SEQ47/50. Buro Blauw heeft in 2010 en in 2015 een uitgebreid validatieonderzoek uitgevoerd (3). 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 13,6%.

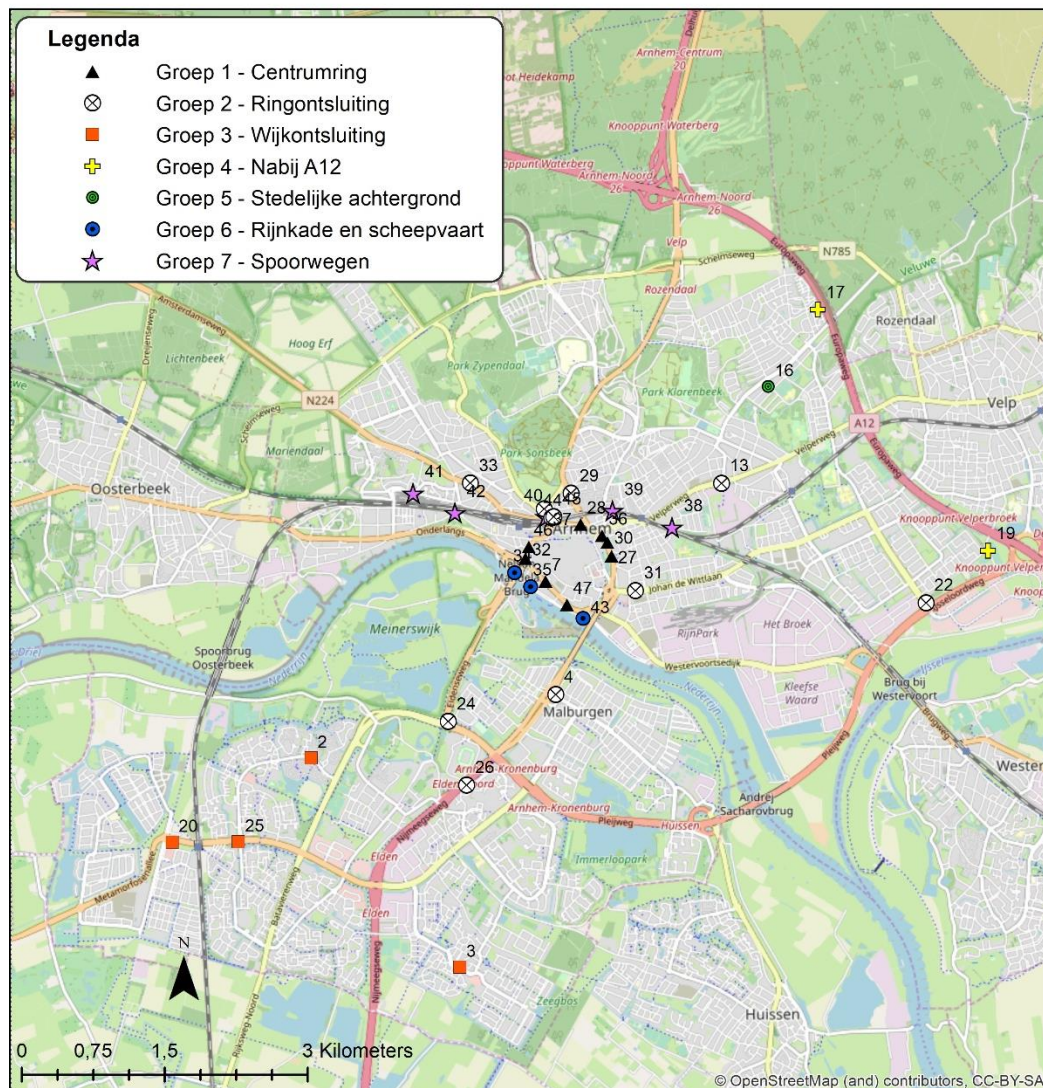
Buro Blauw is lid van de Vereniging Kwaliteit Luchtmetingen. De vereniging zet zich in voor een permanente ontwikkeling en borging van een goede kwaliteit van luchtmetingen en bestaat uit vooraanstaande meet- en inspectie-instanties in Nederland.

2.3. Meetlocaties

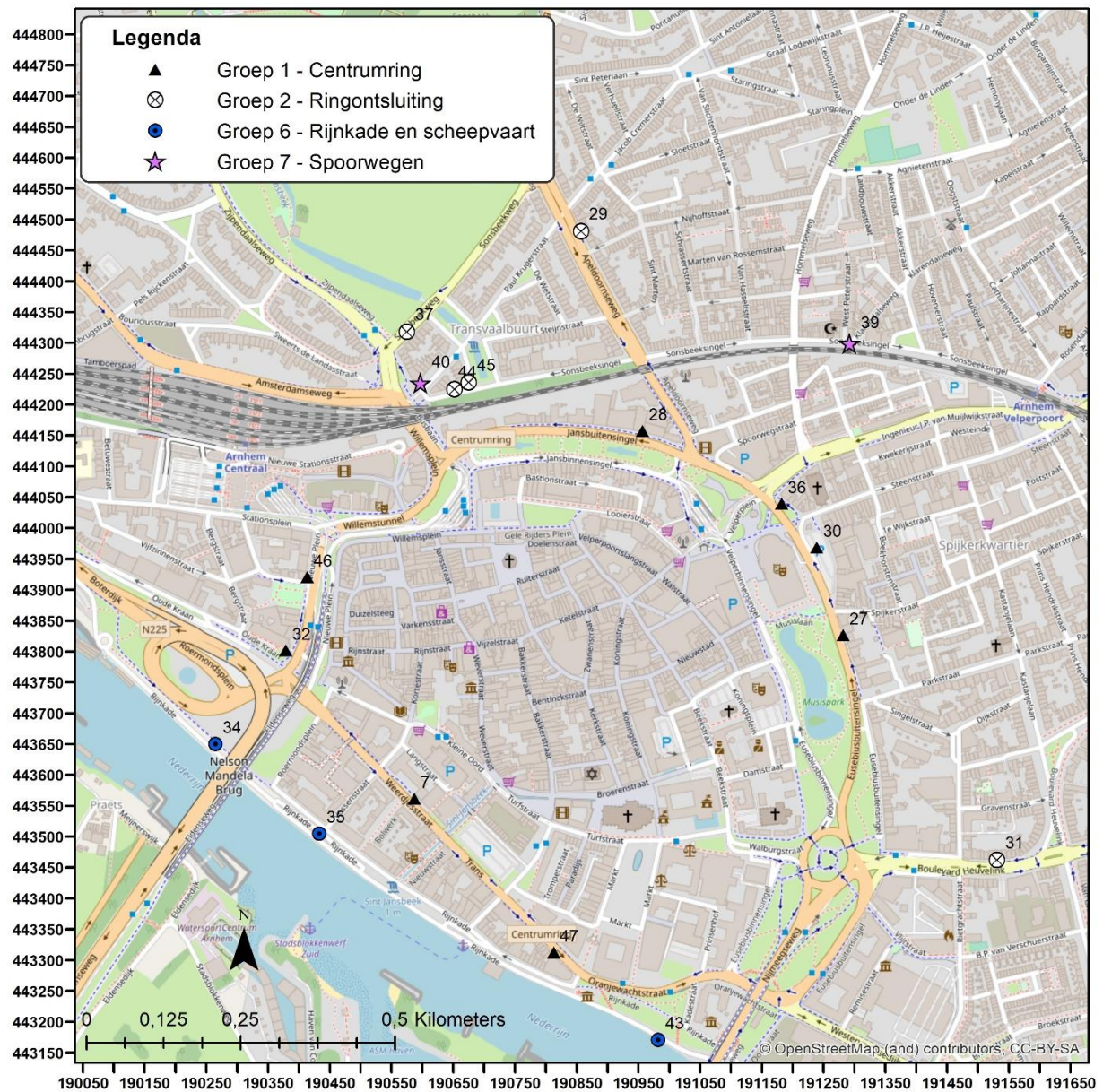
Er is op een totaal van 34 meetlocaties verspreid over Arnhem gemeten. Een groot aantal locaties is gericht op de verkeersintensieve binnenring van het centrum. Daarnaast zijn de ontsluitingen, de snelweg A12, en enkele wijken vertegenwoordigd. In figuur 2.1 zijn de meetlocaties weergegeven, met een uitvergroting van het centrum in figuur 2.2. In tabel 2.2 zijn de meetlocaties nader omschreven.

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

1. Centrumring: meetposities langs de centrumring;
2. Ringontsluiting: meetposities langs wegen die aansluiten op de ring;
3. Wijkontsluiting: meetposities langs toegangswegen van woonwijken;
4. Nabij A12: meetposities in woonwijken nabij de autosnelweg;
5. Stedelijke achtergrond: meetpositie langs rustige weg;
6. Rijnkade en scheepvaart: meetposities nabij scheepvaart en verkeer op kade;
7. Spoorwegen: meetposities nabij een spoorweg.



Figuur 2.1 Overzicht van alle meetlocaties voor de NO₂-concentraties verspreid over Arnhem.
(Kaartmateriaal: OpenStreetMap.org©)



Figuur 2.2. Overzicht meetlocaties voor de NO₂-concentraties in het centrum van Arnhem.
(Kaartmateriaal: OpenStreetMap.org©)

Tabel 2.2. Meetlocaties 2019

Nr.	Locatie	Groe
2	Hollandweg	Wijkontsluiting
3	Klompélaan	Wijkontsluiting
4	Huissensestraat	Ringontsluiting
7	Weerdjesstraat	Centrumring
13	Velperweg-Enka	Ringontsluiting
16	Beatrixweg	Stedelijke achtergrond
17	Varenstraat	Nabij A12
19	Dunoweg	Nabij A12
20	Schuytgraaf	Wijkontsluiting
22	IJsseloord 2	Ringontsluiting
24	Eldenseweg/Bata4en	Ringontsluiting
25	Hollandweg/Metamor	Wijkontsluiting
26	A325	Ringontsluiting
27	Eusebiusbuitensingel	Centrumring
28	Jansbuitensingel	Centrumring
29	Apeldoornseweg	Ringontsluiting
30	Velperbuitensingel	Centrumring
31	Boulevard Heuvelink	Ringontsluiting
32	Oude Kraan	Centrumring
33	Amsterdamseweg	Ringontsluiting
34	Boterdijk	Rijnkade en scheepvaart
35	Rijnkade	Rijnkade en scheepvaart
36	Peperbus	Centrumring
37	Sonsbeek 8	Ringontsluiting
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	Ringontsluiting
45	De La Reijstraat	Ringontsluiting
46	Nieuwe Plein	Centrumring
47	Eusebiusplein 27	Centrumring

3 BESPREKING MEETCAMPAGNE

3.1. Meetperiodes NO₂-concentratiemetingen

Binnen de opgestelde luchtkwaliteitseisen is uitgegaan van jaargemiddelde concentraties per kalenderjaar. Daarom is gekozen voor meetcampagnes met diffusiebuisjes welke zoveel mogelijk aansluiten bij het kalenderjaar. Het jaar is onderverdeeld in totaal 13 meetperiodes van 4 weken. Een overzicht van de meetperiodes staat in tabel 4a in bijlage 4. De metingen met de diffusiebuisjes zijn gestart op 28 december 2018 en beëindigd op 27 december 2019.

3.2. Afwijkingen en bijzonderheden NO₂-concentratiemetingen

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, maar kunnen verklarend werken bij het vergelijken van de concentraties per locatie.

De meteorologische omstandigheden hebben invloed op NO₂-concentratie. 2019 was, net als 2018, een zeer warm en droog jaar. Mogelijk heeft de hoge temperatuur en vele zonuren als effect lagere waarden van de NO₂-jaarconcentraties; deze lijken te worden teruggezien in de meetwaarden.

De weersextremen hebben ook invloed gehad op de correctiefactoren tussen de metingen van de concentratie met Palmes diffusiebuisjes en de referentiemetingen uitgevoerd binnen het LML-meetnet. Er is een toename van de correctiefactoren te zien ten opzichte van eerdere meetjaren; de gemiddelde correctiefactor van 1,06 in 2018 nam in 2019 iets af tot 1,05, een vergelijkbare waarde (ook qua meteorologische omstandigheden) met 2018. Een verklaring van deze veranderingen is niet direct aan te wijzen; hoge temperaturen en afwijkende ozonconcentraties hebben verschillende effecten op de twee verschillende meetmethoden. In deze rapportage is daarom extra kritisch gekeken naar de resultaten en conclusies.

3.3. Vergelijkende referentiemetingen NO₂-concentratiemetingen

De vergelijkende metingen zijn dit jaar, net als in 2018 maar in tegenstelling tot andere jaren, niet bij de LML-stations in Nijmegen uitgevoerd; dit omdat de waardes van station 742, aan de De Ruyterstraat (verkeersluw – laag belast – station) voor 2019 zijn afgekeurd. De waardes van heel Arnhem alleen vergelijken met station 741 aan de Graafseweg in Nijmegen (centrum – hoog belast – station) zou een zeer vertekend beeld geven. Daarom is er voor gekozen om te werken met de jaargemiddelde correctiefactoren zoals door Buro Blauw vastgesteld van alle overige goedgekeurde stations in Nederland.

In tabel 3.1 zijn de vastgestelde jaargemiddelde correctiefactoren van alle goedgekeurde stations opgenomen. De vergelijkende metingen worden uitgevoerd bij stadsstations (stedelijke achtergrond), en straatstations (drukke straten, hoge belasting). Het regionale station 230 (rustige, landelijke locatie) waar eerder ook door Buro Blauw metingen gedaan zijn is opgeheven door het RIVM; er bleken lokale bronnen te zijn welke niet representatief zijn voor de omgeving. De vergelijkende metingen worden in

drie- of viervoud uitgevoerd. De gemiddelde correctiefactor over alle meetcampagnes van Buro Blauw in 2019 bedraagt 1,06.

Tabel 3.1. Correctiefactoren, zoals vastgesteld bij vergelijkende metingen in 2019

LML #	Plaats	Naam	Type station	Jaargemiddelde referentiemethode	Correctie
236	Eindhoven	Genovevalaan	Straat	22,1	0,99
237	Eindhoven	Noordbrabantlaan	Straat	24,2	1,08
404	Den Haag	De Constant Rebecquestraat	Stad	21,3	1,06
445	Den Haag	Amsterdamse Veerkade	Straat	30,7	0,98
636	Utrecht	Constant Erzeijstraat	Straat	24,6	1,12
639	Utrecht	Kardinaal De Jongweg	Straat	22,0	1,04
643	Utrecht	Griftpark	Stad	17,0	1,13
741	Nijmegen	Graafseweg	Straat	30,0	0,97

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 (chemoluminescentie vs Palmes diffusiebuisjes) speelt hierin eveneens mee. Over het geheel is de afwijking t.o.v. de referentiemethode in orde grootte gelijk aan meteorologisch minder extreme jaren.

3.4. Toetsing meetfout NO₂-concentratie metingen

In de meetcampagne zijn de NO₂-concentraties in tweevoud gemeten. De toevallige meetfout van deze metingen is gemiddeld 3,1%. De systematische fout die de afwijking tussen de diffusiebuismetingen en de metingen uitgevoerd volgens de referentiemethode 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 5,5% en is kleiner dan de vastgestelde meetonzekerheid zoals voor de door Buro Blauw gehanteerde methode van 14,4%. Er is geen reden aan te nemen dat de uitgevoerde campagne afwijkt van eerder uitgevoerde onderzoeken, daarom wordt in deze rapportage als totale meetfout 14,4% aangehouden (4).

3.5. Bespreking meetcampagne fijnstof

De bijzonderheden over de metingen zijn in tabel 6 in bijlage 6 gegeven.

Door de uitvoering met een enkelvoudige monitor zijn de metingen gevoeliger voor uitval t.o.v. in duplo uitgevoerde metingen zoals uitgevoerd met de diffusiebuisjes. Echter, de plaatsing van de meetapparatuur is bestendig tegen vandalisme, en storingen treden voornamelijk op door stroomuitval of filteroverbelasting. Dit levert niet direct dataverlies op, er wordt slechts een beperkter deel van de periode bemonsterd. Over het gehele monsternamejaar (1 januari 2019 t/m 12 januari 2020) is er bij de fijnstofmetingen van de TEOM 0,25% uitval geweest.

4 RESULTATEN

4.1 Verwerking analyseresultaten

In het separaat bijgeleverde technische rapport BL2020.9299.02 zijn de ongecorrigeerde resultaten in certificaatvorm per periode gegeven.

In tabel 5a in bijlage 5 staan de voor alle locaties gemiddelde waarden per periode 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

Het jaargemiddelde in 2019 is $22,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, terwijl dit in 2018 $24,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was, een afname van $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Er kunnen geen eerlijke vergelijkingen gemaakt worden met eerdere jaren dan 2018 voor het gemiddelde van alle posities, omdat er in 2018 2 locaties bij zijn gekomen.

In tabel 4.1 worden de gecorrigeerde jaargemiddelde NO_2 -concentraties en het berekende 95%-betrouwbaarheidsinterval op basis van een totale meetfout van 14,4% weergegeven. De meetlocaties zijn onderverdeeld in 7 groepen. Omwille van de leesbaarheid en het maken van vergelijkingen zijn de waarden in de volgende tabellen met één cijfer achter de komma gepresenteerd.

Tabel 4.1. Berekening jaargemiddelde gecorrigeerde NO_2 -concentraties in Arnhem met 95%-bovenwaarden en 95%-onderwaarde 2019 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Meetlocatie	95%-onderwaarde	Gemeten jaargemiddelde	95%-bovenwaarde
Centrumring			
7 Weerdjesstraat	22,7	24,1	25,6
27 Eusebiusbuitensingel	27,6	29,4	31,1
28 Jansbuitensingel	27,8	29,6	31,4
30 Velperbuitensingel	24,8	26,4	28,0
32 Oude Kraan	24,5	26,1	27,6
36 Peperbus	27,1	28,2	29,4
46 Nieuwe Plein	26,0	27,6	29,3
47 Eusebiusplein 27	28,1	29,8	31,6
Gemiddeld		27,7	

Tabel vervolgt op volgende pagina

Vervolg tabel 4.1

Meetlocatie	95%-onderwaarde	Gemeten jaargemiddelde	95%-bovenwaarde
Ringontsluiting			
4 Huissensestraat	23,3	24,8	26,2
13 Velperweg-Enka	19,0	20,2	21,4
22 IJsseloord 2	27,7	29,4	31,1
24 Eldenseweg/Bata4en	23,9	25,4	26,9
26 A325	25,0	26,6	28,2
29 Apeldoornseweg	22,0	23,4	24,8
31 Boulevard Heuvelink	22,9	24,4	25,8
33 Amsterdamseweg	18,8	20,0	21,2
37 Sonsbeek 8	20,1	21,4	22,6
44 Sonsbeeksingel	19,4	20,6	21,8
45 De La Reijstraat	17,9	19,0	20,2
Gemiddeld		23,2	
Wijkontsluiting			
2 Hollandweg	18,4	19,6	20,8
3 Klompélaan	17,2	18,3	19,4
20 Schuytgraaf	17,3	18,4	19,5
25 Hollandweg/Metamor	21,7	23,1	24,4
Gemiddeld		19,8	
Nabij A12			
17 Varenstraat	18,0	19,1	20,3
19 Dunoweg	18,0	19,1	20,3
Gemiddelde		19,1	
Stedelijke achtergrond			
16 Beatrixweg	15,8	16,8	17,8
Rijnkade en scheepvaart			
34 Boterdijk	26,1	27,8	29,4
35 Rijnkade	21,7	23,1	24,5
43 Rijnkade FiWaDo	24,9	26,7	28,4
Gemiddeld		25,8	
Spoorwegen			
38 Schavenmolenstraat sp.	15,1	16,1	17,1
39 West-Peterstraat sp.	18,4	19,6	20,7
40 Zypendaalsetunnel sp.	19,3	20,5	21,8
41 Noorderparallelweg sp.	15,3	16,3	17,3
42 Utrechtseweg sp.	17,0	18,0	19,1
Gemiddeld		18,1	
Totaalgemiddelde		22,9	

Tabel 4.1 geeft inzicht in de variatie van de jaargemiddelde NO₂-concentratie over de stad. De gemeten jaargemiddelde stedelijke achtergrond (16) bedraagt 16,8 µg/m³. Opvallend is dat de laagste concentratie wordt gemeten langs de spoorweg, aan de Schavenmolenstraat (38) waar deze 16,1 µg/m³ bedraagt. Dit is lager dan op de positie waar de stedelijke achtergrond wordt bepaald. De lokale belasting is op positie 38 en ook 41 (Noorderparallelweg, eveneens aan het spoor) lager dan de stedelijke achtergrondpositie. Dit is ook geobserveerd in 2018. De hoogst gemeten jaargemiddelde concentratie bedraagt 29,8 µg/m³, en is gemeten bij Eusebiusplein 27 (locatie 47). Dit is

een daling t.o.v. 2018, toen bedroeg de hoogst gemeten concentratie $33,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aan de Eusebiusbuitensingel, locatie 27. Beide locaties behoren tot de groep centrumring.

In de woonwijken in de nabijheid van de A12 en langs de wijkontsluitingswegen bedragen de gemiddelde concentraties respectievelijk $19,1$ en $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemiddelde concentraties zijn daarmee respectievelijk $3,0$ en $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verhoogd ten opzichte van de stedelijke achtergrond.

Langs de centrumring is de jaargemiddelde concentratie $27,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, een verhoging van $10,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. Langs de ringontsluiting bedraagt de gemiddelde concentratie $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat een verhoging oplevert ten opzichte van de stedelijke achtergrond van $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Echter de concentraties langs de ringontsluiting laten een relatief grote variatie zien: deze variëren tussen de $19,0$ en $29,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

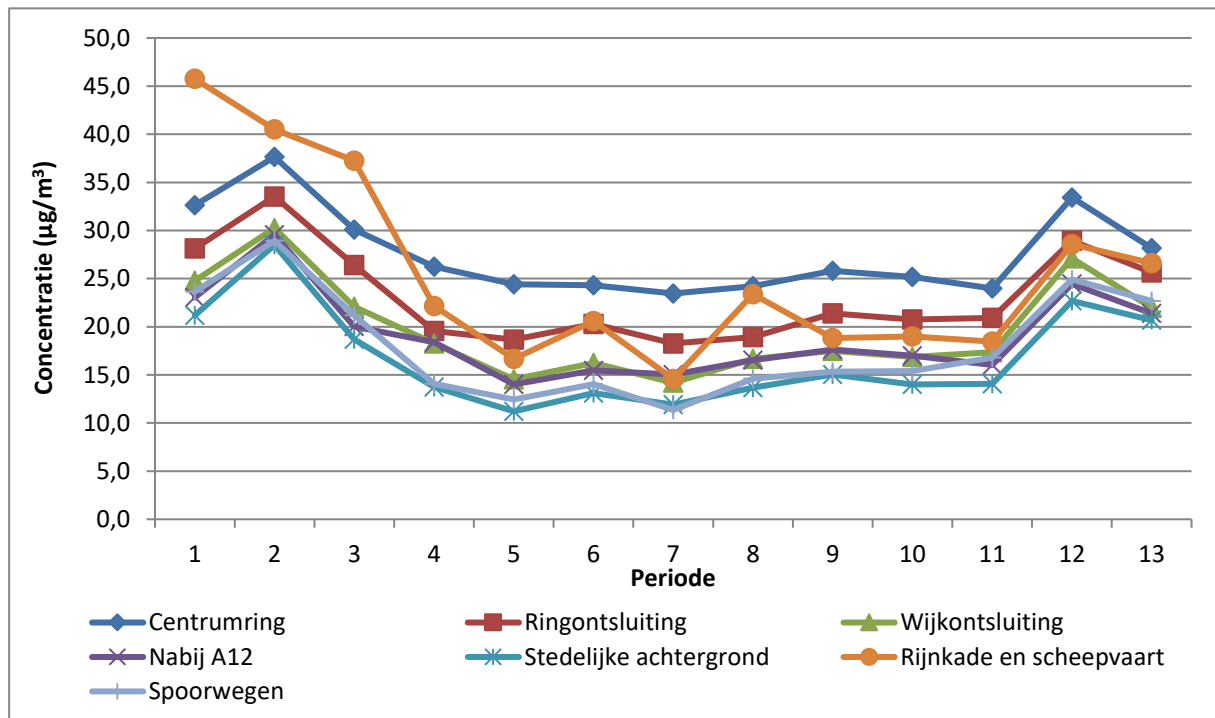
Op de locaties langs de Rijnkade is de jaargemiddelde concentratie $25,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, een verhoging van $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ten opzichte van de stedelijke achtergrond. Op de locaties langs het spoor variëren de concentraties tussen de $16,1$ en $20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het gemiddelde van $18,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligt slechts $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan de stedelijke achtergrond.

Toetsing grenswaarde

Uit de meetresultaten in tabel 4.1 blijkt dat de jaargemiddelde concentratie bij alle locaties lager dan de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is. Ook de 95%- bovenwaarden liggen allemaal onder $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en daarmee is met 95% zekerheid te zeggen dat wordt voldaan aan de grenswaarde. Er wordt dus op alle posities voldaan aan de luchtkwaliteitseisen.

4.3 Concentratieverschillen tussen locatietypen per periode

In figuur 4.1 wordt het verloop van de NO_2 -concentratie in Arnhem van 7 groepen locaties grafisch weergegeven. Per periode zijn de gemiddelde NO_2 -concentraties per groep weergegeven.



Figuur 4.1. Verloop concentraties voor de verschillende groepen locaties gedurende het jaar

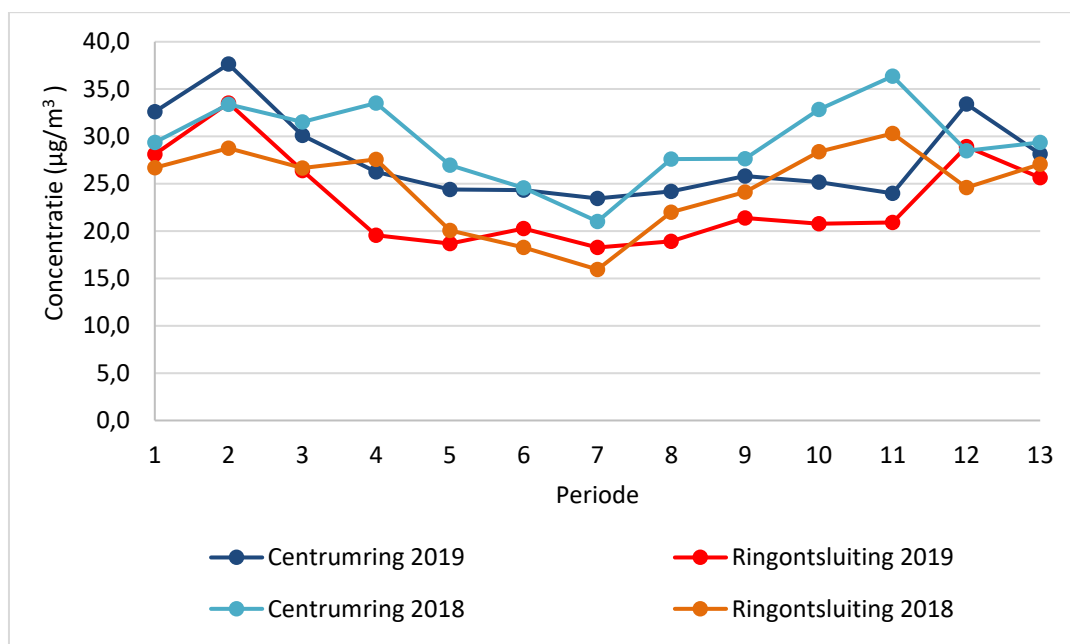
De locatietypen vertonen vergelijkbare schommelingen over de meetperioden, welke worden veroorzaakt door seizoens- en weersinvloeden; bijvoorbeeld belasting van buiten de stad (regionale achtergrond), verkeersintensiteit, verkeersgedrag, temperatuur, wind en neerslag. In de zomermaanden liggen de concentraties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

Verder blijkt dat de gemiddelde concentratie langs de centrumring (donkerblauwe lijn) veelal hoger ligt dan de concentratie bij drukke wegen (zoals de ringontsluiting, rode lijn). Het verkeer geeft door de hoge verkeersintensiteit in het centrum stagnatie en de ongunstige verspreidingscondities daar veroorzaken een hoge belasting van de luchtkwaliteit. Variaties op microniveau (zoals 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.

Er wordt opgemerkt dat de gemiddelde concentraties op de Rijnkade en scheepvaart (oranje lijn) een erg grillig beeld geven, vooral vergeleken met de andere groepen. Dit is niet uitzonderlijk vergeleken met andere jaren. De rijnkade en scheepvaart (oranje lijn) staan naast wegverkeer ook onder (directe) invloed van schepen. In het begin van het jaar waren de concentraties veel hoger dan de overige locaties, vanaf periode 4 lijken de concentraties te zijn genormaliseerd en meer overeenkomstig met de overige (vooral wegverkeer belaste) locaties.

Ook wordt er opgemerkt dat per 1 januari 2019 een milieuzone is ingevoerd voor het centrum van Arnhem. Vooruitlopend op het van kracht worden van deze milieuzone zijn mogelijk al oudere dieselloftuigen vervangen. In figuur 4.2 zijn de verschillen voor de

twee centrumgerelateerde groepen centrumring en ringontsluiting gevisualiseerd voor beide jaren.

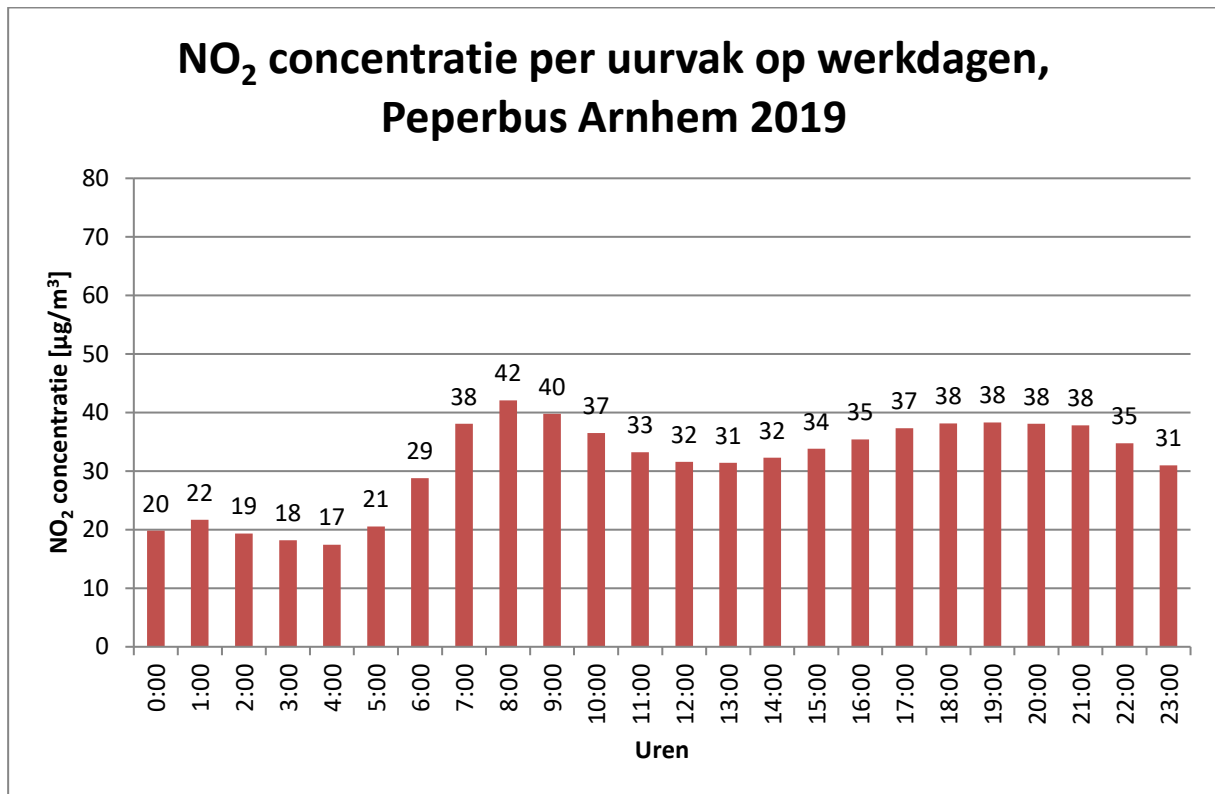


Figuur 4.2. Vergelijking van de concentraties voor de centrumgerelateerde groepen tussen 2018 en 2019.

Er is grotendeels te zien dat de concentraties in 2019 afgenomen zijn t.o.v. dezelfde groep het jaar er voor. Het jaargemiddelde van de centrumring is $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ afgenomen, dat van de ringontsluiting $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vooral de centrumring vertoont in 2019 een sterke afvlakking van de concentratie; ze blijft gedurende een zeer lange periode (van periode 4 t/m periode 11) vrij constant rond circa $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liggen.

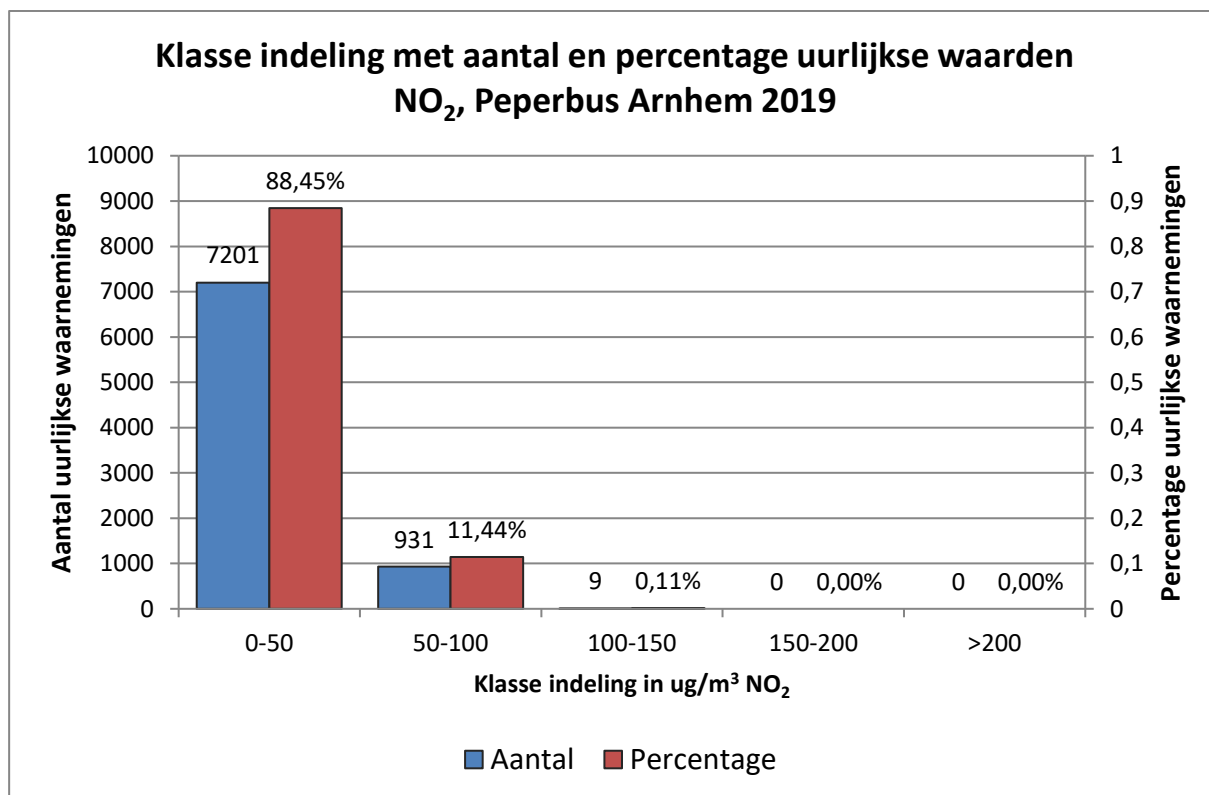
Op de locatie Peperbus is gedurende het kalenderjaar 2019 de NO_2 -concentratie continu gemeten met een chemoluminescentiemonitor. De data van de continu gemeten NO_2 -concentratiemetingen is verwerkt tot uurvakken. Voor de werkdagen maandag t/m vrijdag is de gemiddelde NO_2 -concentratie per uurvak berekend. In figuur 4.3 wordt de uurgemiddelde NO_2 -concentratie gegeven per uurvak. Voor deze locatie geldt dat de gemiddelde NO_2 -concentratie onder de jaargemiddelde NO_2 -concentratie van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blijft.

In de figuur is zowel de ochtendspits als de avondspits duidelijk te zien. De ochtendspits is om 8:00 op het hoogtepunt met een uurgemiddelde van $42,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De avondspits bereikt om 19:00 het hoogtepunt met een uurgemiddelde van $38,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemiddelde NO_2 -concentratie van alle uurgemiddelde waarden, inclusief weekenden, bedraagt $29,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figuur 4.3 Gemiddelde NO₂-concentratie van alle werkdagen (maandag tot en met vrijdag) per uurvak

In figuur 4.4 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 4.4 Aantal en percentage uurgemiddelde concentratie NO₂ per klasse

Uit de figuur blijkt dat uren waarbij de concentratie sterk verhoogd is (meer dan 150 µg/m³) niet voorkomen. Daaruit kan worden geconcludeerd dat er geen lokale bronnen aanwezig zijn die kortstondig voor hoge concentraties zorgen. Gedurende de meetperiode is ook de uurgemiddelde waarde van 200 µg/m³ niet overschreden. Dit komt overeen met de verwachtingen: Lokaal verkeer heeft grote invloed, andere lokale bronnen hebben geen significante bijdrage op de uurgemiddelde waarde. Er zijn 18 overschrijdingen van de uurgemiddelde waarde toegestaan. Aangezien er géén overschrijdingen gemeten zijn, wordt aan deze luchtkwaliteitseis voldaan.

5. FIJNSTOF (PM10) CONCENTRATIEMETINGEN

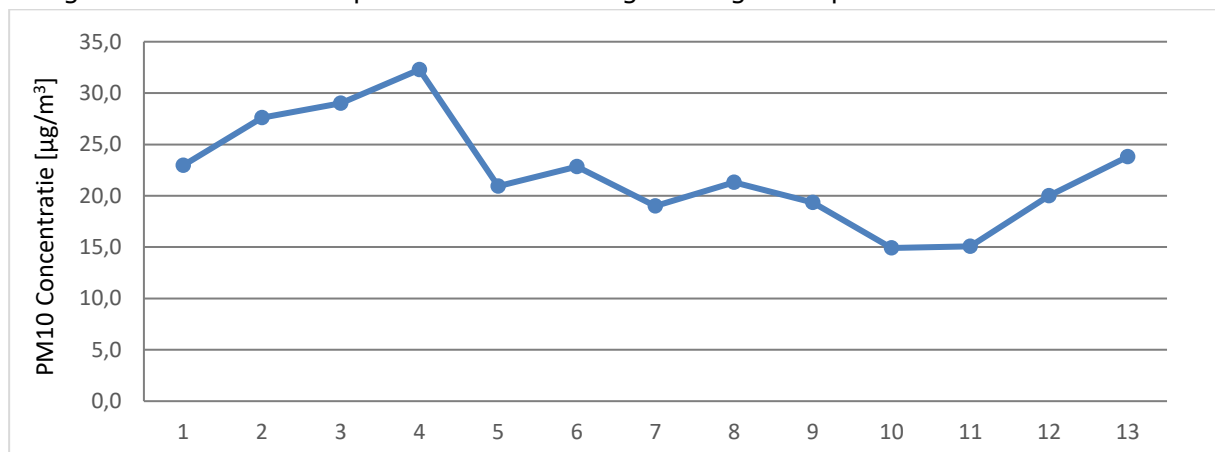
De resultaten van de fijnstofmetingen zijn samengevat in de onderstaande tabel 5.1 en zijn per periode gepresenteerd. De meting is ongeveer op de toetsingsafstand van de weg uitgevoerd (10 meter vanaf de wegrand, op een openbaar toegankelijke locatie).

Over het gehele monsternamejaar was er nagenoeg geen uitval (totaal 0,25%). Het aantal gevalideerde vierentwintig-uurgemiddelde concentraties per kalenderjaar bedraagt daarmee meer dan 90 procent, zoals gesteld in de RBL 2007 (5). De uitval is verspreid over 12 dagen, met een maximum van 5 gemiste uren per dag.

Tabel 5.1. Meetresultaten PM10 concentratiemetingen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] per periode en gemiddelde over 2019

Perioden / Locatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	gem
36 Peperbus	23,0	27,6	29,0	32,3	20,9	22,8	19,0	21,3	19,3	14,9	15,1	20,0	23,8	22,2

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



Figuur 5.1. Concentratieverloop PM10 bij de Peperbus in Arnhem

Uit de figuur wordt opgemaakt dat de concentratie PM10 gedurende het jaar een bijna constante afname laat zien, met enkel in de laatste 2 perioden van het jaar (de winter) een toename. Dit is mogelijk een (in)direct gevolg van de wering van dieselloertuigen uit het centrum.

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 2019 gegeven.

Tabel 5.2. Gemiddelde meetresultaten PM10 concentraties 2019

Locatie	Gemiddelde [µg/m ³]		Aantal overschrijdingen 24-uurswaarde [#]	
	Blauw meting	GCN 2019	Blauw	GCN
36 Peperbus	22,2	18,94	10	7

Uit de tabel is af te lezen dat zowel de door Buro Blauw gemeten als de in de GCN berekende fijnstofconcentratie ruim onder de jaargemiddelde grenswaarde van 40 µg/m³ blijven. De GCN berekent op de meetlocatie een concentratie van dezelfde ordegrrootte, maar wel structureel lagere concentraties en aantal overschrijdingen. Het aantal gemeten overschrijdingsdagen waarop meer dan 50 µg/m³ wordt waargenomen blijft met een aantal van 10 ruim onder de limiet van 35.

6. CONCLUSIES

De NO₂-concentratie in Arnhem is op 34 posities gemeten, en de PM10-concentratie op 1 locatie. De metingen zijn in 2019 uitgevoerd gedurende 13 perioden. De NO₂-metingen zijn uitgevoerd met Palmes diffusiebuisjes. Daarnaast is PM10 continu gemeten met behulp van een TEOM. Uit de meetcampagne worden de volgende conclusies getrokken:

1. Er zijn vergelijkende metingen uitgevoerd tussen de Palmes diffusiebuisjesmethode en de referentiemethode. Hierbij is een afwijking vastgesteld van 4,6%. Hiervoor is de meetdata gecorrigeerd. De toevallige meetfout bedroeg gemiddeld 3,1%. Voor de totale meetfout is de door Buro Blauw voor de gehanteerde methode vastgestelde waarde van 14,4% aangehouden.
2. De gemeten jaargemiddelde concentratie van NO₂ in Arnhem varieert tussen 16,1 en 29,8 µg/m³. De gemeten jaargemiddelde stadsachtergrondconcentratie bedraagt 22,9 µg/m³.
3. In de woonwijken in de nabijheid van de A12 en langs de wijkontsluitingswegen is de gemiddelde concentratie 2,3 en 3,0 µg/m³ verhoogd ten opzichte van deze stedelijke achtergrond. De gemiddelde concentraties bedragen respectievelijk 19,1 en 19,8 µg/m³.
4. Langs de centrumring is de jaargemiddelde concentratie 27,7 µg/m³, een verhoging van 10,8 µg/m³ ten opzichte van de stedelijke achtergrond. Aan de ringontsluiting bedraagt de verhoging ten opzichte van de stedelijke achtergrond 6,4 µg/m³, de gemiddelde concentratie bedraagt 23,2 µg/m³. De concentraties langs de ringontsluiting variëren tussen de 19,0 en 29,4 µg/m³.
5. Op de locaties langs de kade is de jaargemiddelde concentratie 25,8 µg/m³, een verhoging van 9,0 µg/m³ ten opzichte van de stedelijke achtergrond. Op de locaties langs het spoor variëren de concentraties tussen de 16,1 en 20,5 µg/m³.
6. Als rekening gehouden wordt met een totale meetfout van 14,4% geldt voor alle locaties dat de geldende grenswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ als jaargemiddelde met 95% zekerheid niet overschreden wordt.
7. De gemiddelde fijnstof (PM10) concentratie die is vastgesteld voor de meetperiode bedraagt 22,2 µg/m³ en blijft ruim onder de jaargemiddelde grenswaarde. Ook het gemeten aantal overschrijdingsdagen van 10 voldoet aan de gestelde eisen.
8. De fijnstofconcentratie nam gedurende heel 2019 bijna constant af, er was enkel een toename in de laatste maanden van het kalenderjaar. Mogelijk is deze afname een uitwerking van het invoeren van de milieuzone in het centrum.
9. Onder invloed van de bijzondere meteorologische omstandigheden is de NO₂-concentratie gedaald. Of deze daling standhoud zal moeten blijken aan de hand van de metingen in komende jaren. Opgemerkt wordt dat ook de invoering van de

milieuzone in het centrum van Arnhem mogelijk een meetbaar verlagend effect heeft op de NO₂-concentraties.

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. **Beijk, R, et al.** *PM10: Validatie en equivalentie 2006.* Bilthoven : RIVM, 2007. RIVM rapport 680708001/2007.
3. **Kosters, M.** *Meetonzekerheid fijnstof in de buitenlucht (interne rapportage).*
Wageningen : Buro Blauw, 2015. MDM_07.
4. **Miranda, Catarina.** *Validatie NO2-diffusie metingen (Interne rapportage).*
Wageningen : Buro Blauw, 2017. LLV-02.
5. **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 (5). 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].

Voor de beoordeling van de luchtkwaliteit is door VROM het document Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 opgesteld. Hierin wordt o.a. bepaald hoe de luchtkwaliteit berekend en/of gemeten dient te worden ten einde het kwaliteitsniveau te toetsen of deze voldoet aan de grenswaarden. De meetmethode en de plaatsing van de locaties zoals in deze campagne gehanteerd komen zoveel mogelijk overeen met de voorschriften uit deze regeling; De meetmethode met passieve monsternamen wordt gecorrigeerd voor de afwijking met de referentiemethode. De meetlocaties bevinden zich conform artikel 25 lid 1b op niet meer dan 10 meter van de weg, tenzij er infrastructurele beperkingen zijn.

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 wordt de hoeveelheid gebonden NO₂ analytisch bepaald. De NO₂-concentratie in de buitenlucht wordt berekend uit de monsternameduur, 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 plaatsvindt. Een koker wordt 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, echter is de afsluitende dop is hierbij niet verwijderd. Hiermee zijn de blanco buisjes op dezelfde manier behandeld en onder gelijkwaardige meteorologische invloed bewaard als de buisjes waar mee gemeten wordt. Eventuele invloed door zonlicht (UV) en temperatuurverschillen worden 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 monsternameduur en de concentratie NO₂ waarin gemeten wordt. Bij een gemiddeld concentratieniveau van NO₂ in de buitenlucht en een monsternameduur van 4 weken, bedraagt de theoretische meetfout 30% (deze meetfout wordt in de literatuur 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)grootheid 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 14,4% (4).

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 3 Locatiegegevens

	Locatie	X	Y
2	Hollandweg	188128	441708
3	Klompélaan	189688	439515
4	Huissensestraat	190695	442372
7	Weerdjesstraat	190587	443562
13	Velperweg-Enka	192433	444587
16	Beatrixweg	192922	445605
17	Varenstraat	193445	446410
19	Dunoweg	195230	443882
20	Schuytgraaf	186672	440826
22	IJsseloord 2	194579	443333
24	Eldenseweg/Bata4en	189569	442090
25	Hollandweg/Metamor	187366	440831
26	A325	189761	441424
27	Eusebiusbuitensingel	191282	443827
28	Jansbuitensingel	190957	444158
29	Apeldoornseweg	190857	444481
30	Velperbuitensingel	191239	443969
31	Boulevard Heuvelink	191531	443462
32	Oude Kraan	190379	443802
33	Amsterdamseweg	189800	444588
34	Boterdijk	190265	443650
35	Rijnkade	190433	443505
36	Peperbus	191182	444040
37	Sonsbeek 8	190575	444318
38	Schavenmolenstraat sp.	191916	444126
39	West-Peterstraat sp.	191292	444299
40	Zypendaalsetunnel sp.	190597	444235
41	Noorderparallelweg sp.	189201	444483
42	Utrechtseweg sp.	189639	444278
43	Rijnkade FiWaDo	190982	443171
44	Sonsbeeksingel	190652	444225
45	De La Reijstraat	190675	444236
46	Nieuwe Plein	190414	443921
47	Eusebiusplein 27	190813	443313

Bijlage 4 Meetcampagne gegevens NO₂

Tabel 4a Meetperiodes 2019

Periode	Van	Tot
1	02-01-2019	28-01-2019
2	28-01-2019	25-02-2019
3	25-02-2019	27-03-2019
4	27-03-2019	25-04-2019
5	25-04-2019	22-05-2019
6	22-05-2019	17-06-2019
7	17-06-2019	15-7-2019
8	15-7-2019	12-8-2019
9	12-8-2019	10-09-2019
10	10-09-2019	07-10-2019
11	07-10-2019	04-11-2019
12	04-11-2019	02-12-2019
13	02-12-2019	03-01-2020

Tabel 4b Bijzonderheden meetcampagne 2019

Datum	Locatie	Bijzonderheid
2-1-2019	32	32 Oude Kraan nieuw
25-2-2019	31	31 Boulevard Heuvelink nieuw
27-3-2019	31	31 Boulevard Heuvelink nieuw
	27	27 Eusebiusbuitensingel
	45	45 De La Reijstraat
	29	29 Apeldoornseweg nieuw
25-4-2019	29	29 Apeldoornseweg nieuw
22-5-2019	29	29 Apeldoornseweg nieuw
17-6-2019	41	41 Noorderparallelweg Spoor
	32	32 Oude Kraan nieuw
	29	29 Apeldoornseweg nieuw
15-7-2019	47	Eusebiusplein 27
	29	29 Apeldoornseweg nieuw
12-8-2019	43	43 Rijnkade / Fiwado
	29	29 Apeldoornseweg nieuw
10-9-2019	29	29 Apeldoornseweg nieuw
7-10-2019	43	43 Rijnkade / Fiwado
	45	45 De La Reijstraat
	29	29 Apeldoornseweg nieuw

Tabel 4c Uitval meetcampagne methode chemoluminiscentiemonitor NO₂ 2019

Datum	Opmerking
26 februari	1 uur uitval
6 maart t/m 17 maart	Storing, geen metingen
18 maart	13 uur uitval
23 mei t/m 12 juni	Storing, geen metingen
13 juni	6 uur uitval
19 juni	1 uur uitval
25 juli	5 uur uitval
26 juli	5 uur uitval
22 augustus	1 uur uitval
22 november	1 uur uitval

Bijlage 5 Gecorrigeerde periode gemiddelde concentraties

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

Nr.	Locatienaam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	Hollandweg	24,4	31,2	22,9	17,6	14,8	16,2	13,1	14,8	16,1	17,0	17,0	26,7	23,1
3	Klompélaan	23,8	28,5	20,8	15,4	12,7	14,7	11,9	14,8	15,5	15,5	17,5	25,7	21,2
4	Huissensestraat	30,7	35,5	30,1	18,1	20,4	23,0	19,9	20,0	23,3	21,5	20,9	30,8	27,9
7	Weerdjesstraat	31,3	33,9	26,5	23,1	21,9	19,9	22,1	21,1	21,2	20,5	18,5	29,7	24,0
13	Velperweg-Enka	24,9	30,6	21,8	17,6	15,3	16,2	14,8	16,5	17,1	18,0	18,9	27,2	23,6
16	Beatrixweg	21,2	28,5	18,7	13,7	11,2	13,1	11,9	13,7	15,0	14,0	14,1	22,7	20,7
17	Varenstraat	21,7	27,4	18,7	18,7	15,3	16,2	17,6	18,2	19,7	17,0	14,6	23,2	20,2
19	Dunoweg	24,4	31,7	21,3	18,1	12,7	14,7	12,5	14,8	15,5	17,0	17,5	25,7	22,6
20	Schuytgraaf	23,8	30,1	20,8	15,4	11,7	14,1	11,9	15,4	16,6	15,5	16,0	26,2	21,2
22	Ijsseloord 2	32,3	39,8	31,7	23,6	25,0	28,3	24,4	28,5	28,0	26,5	28,2	34,8	31,2
24	Eldenseweg/Bata4en	28,1	36,0	29,1	19,2	20,4	22,5	23,3	21,7	22,8	23,5	23,8	32,3	27,4
25	Hollandweg/Metamor	27,0	31,2	23,9	24,7	18,9	19,9	19,9	21,7	21,8	19,5	18,9	29,7	22,6
26	A325	33,9	37,6	32,7	21,4	25,5	26,7	23,3	17,7	27,5	25,0	21,4	27,7	25,5
27	Eusebiusbuitensingel	30,7	38,7	28,6	31,3	27,5	27,2	18,7	27,9	28,5	30,0	28,7	35,3	28,8
28	Jansbuitensingel	36,0	39,2	32,7	31,3	28,5	25,7	26,1	27,4	26,4	26,5	23,8	32,8	28,4
29	Apeldoornseweg	25,4	33,3	24,9	20,9	17,8	19,4	17,0	21,1	25,9	23,0	21,4	29,2	24,5
30	Velperbuitensingel	31,3	36,6	28,6	26,4	20,9	22,5	22,7	23,4	24,4	24,0	22,3	32,3	27,9
31	Boulevard Heuvelink	31,8	33,3	28,6	23,6	21,4	20,4	19,9	20,0	21,8	21,0	19,9	30,3	25,0
32	Oude Kraan	30,2	36,6	28,6	24,2	22,4	23,6	21,6	21,7	23,3	23,5	22,8	32,8	27,9
33	Amsterdamseweg	25,4	31,7	21,8	20,3	16,3	15,7	15,3	13,7	15,5	17,0	17,5	26,7	22,6
34	Boterdijk	43,4	40,9	48,3	23,6	16,8	29,3	15,9	27,4	20,7	21,0	18,9	28,7	26,0
35	Rijnkade	43,4	36,6	29,1	20,9	16,3	16,8	14,8	19,4	17,6	17,0	17,0	27,2	24,0
36	Peperbus	34,7	39,8	32,5	23,9	24,5	25,4	23,6	22,0	25,6	26,0	24,8	34,5	29,6
37	Sonsbeek 8	23,8	30,6	22,3	20,9	15,3	18,9	16,5	17,1	19,7	19,0	21,4	27,2	25,0
38	Schavenmolenstraat sp.	22,3	26,9	19,2	12,1	10,2	12,0	9,1	12,0	13,5	14,0	14,6	22,2	21,2
39	West-Peterstraat sp.	25,4	31,7	23,4	14,3	13,8	16,2	11,9	15,4	16,1	16,5	18,5	26,7	24,5
40	Zypendaalsetunnel sp.	25,4	30,6	24,4	15,4	14,8	17,3	13,6	17,7	17,6	18,0	20,4	27,2	24,5
41	Noorderparallelweg sp.	22,3	27,4	19,2	13,2	11,2	10,5	10,2	12,0	13,0	12,5	14,1	24,2	22,1
42	Utrechtseweg sp.	22,8	28,0	19,7	15,4	12,2	14,1	11,9	16,0	16,6	16,0	16,5	24,2	21,2
43	Rijnkade FiWaDo	50,3	44,1	34,3	22,0	16,8	15,7	13,1		18,1		19,4	29,7	29,8
44	Sonsbeeksingel	28,1	30,6	24,4	14,8	14,8	16,2	14,2	16,5	17,6	18,0	19,9	26,7	25,5
45	De La Reijstraat	24,9	29,6	22,9	14,8	13,3	15,7	12,5	15,4	16,1	16,0	17,0	25,2	24,0
46	Nieuwe Plein	31,3	37,6	29,1	27,4	24,5	24,1	25,0	23,4	24,9	25,0	24,8	33,3	28,8
47	Eusebiusplein 27	35,5	38,7	34,3	22,5	25,0	26,2	27,8	26,8	32,1	26,0	26,2	36,8	29,8

Bijlage 6 Meetcampagne gegevens PM10

Tabel 6 Uitval meetcampagne PM10 2019

Datum	Opmerking
12 februari	2 uur uitval
23 februari	1 uur uitval
8 april	1 uur uitval
5 juni	1 uur uitval
13 juni	2 uur uitval
19 juni	2 uur uitval
25 juli	5 uur uitval
26 juli	3 uur uitval
20 augustus	1 uur uitval
10 september	2 uur uitval
16 oktober	2 uur uitval
19 november	1 uur uitval
19 november	1 uur uitval

VERANTWOORDING

Rapporttitel	JAARRAPPORTAGE CONCENTRATIEMETINGEN STIKSTOFDIOXIDE EN PM10 IN ARNHEM 2019
Subtitel	NO ₂ -metingen met de diffusiebuismethode en PM10 metingen met de TEOM
Rapportnummer	BL2020.9299.01-V01
	Deze versie vervangt eventueel eerder uitgebrachte versies in zijn geheel
Trefwoorden	Luchtkwaliteit, NO ₂ , stikstofdioxide, snelweg, woonwijk, Palmes diffusiebuis, Arnhem, PM10, stikstof, TEOM
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	N.J.T. Scholten, MSc
Functie auteur	Adviseur luchtkwaliteit
Paraaf auteur	
Controleur	J.W.M. Peters
Functie controleur	Senior adviseur luchtkwaliteit
Paraaf controleur	
Datum	Mei 2020



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