

**JAARRAPPORTAGE STIKSTOFDIOXIDECONCENTRATIEMETINGEN UTRECHT
2022**

Metingen met de diffusiebuismethode

Rapportnummer: BL2023.10819.01-V01
Oktober 2023

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	MEETSTRATEGIE	4
2.1.	Meetmethode.....	4
2.2.	Meetlocaties	5
2.3.	Meetcampagne	8
3	RESULTATEN	9
3.1	Verwerking analyseresultaten	9
3.2	Jaargemiddelden	10
4	CONCLUSIES	14
5	LITERATUURLIJST	15
	BIJLAGEN	16
	Bijlage 1 Wettelijk kader	17
	Bijlage 2 Meetmethoden.....	18
	Bijlage 3 Meetlocaties	20
	Bijlage 4 Gegevens meetcampagne	22
	Bijlage 5 Gecorrigeerde periode gemiddelde concentraties.....	24
	VERANTWOORDING	26

1 INLEIDING

In opdracht van de gemeente Utrecht voert Buro Blauw stikstofdioxide (NO₂) concentratiemetingen uit in en rond Utrecht. Doel van het onderzoek is het monitoren van de luchtkwaliteit in Utrecht.

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.¹

Leeswijzer

In dit rapport worden de resultaten van het meetprogramma over 2022 gepresenteerd. De meetstrategie en het verloop van de meetcampagne worden beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 worden vervolgens de resultaten gerapporteerd. De conclusies van het onderzoek worden vervolgens in hoofdstuk 4 gepresenteerd.

In de bijlages zijn gegevens over de meetmethode, de meetlocaties, de meetcampagne en de gecorrigeerde meetwaarden opgenomen.

¹ WHO. *global air quality guidelines*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> : World Health Organisation, 2021.

2 MEETSTRATEGIE

2.1. Meetmethode

De bij het onderzoek te hanteren meetmethode wordt in tabel 2.1 vermeld.

Tabel 2.1. Gehanteerde meetmethoden

Bepaling	Verrichting	Referentie Methode	Accreditatie ¹
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 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 zijn zowel het bepalen van het gehalte aan stikstofdioxide via spectrofotometrie als de plaatsing en wisseling van de diffusiebuisjes en daarmee de concentratieberekening geaccrediteerd (gelijkwaardig aan NEN-EN 16339). De gehele meetprocedure voor het uitvoeren van NO₂-concentratieingen in de buitenlucht, is opgenomen in het kwaliteitssysteem van Buro Blauw.

Eventuele opinies/interpretaties vermeld in dit rapport in hoofdstuk 4, vallen buiten de scope van de accreditatie op basis van de NEN-EN-ISO/IEC 17025.

NO₂-concentratieingen

De NO₂-concentraties zijn gemeten met zogenaamde Palmes diffusiebuisjes, ook wel aangeduid als passieve monsternamen methode. In bijlage 2 staat deze meetmethode uitgebreider omschreven. In dit onderzoek is gekozen voor uitvoering van de metingen in enkelvoud en 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. Bij de RIVM-meetstations wordt in viervoud gemeten.

In dit onderzoek zijn de vergelijkende metingen ten opzichte van de referentiemethode uitgevoerd bij meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML), welke worden beheerd door het RIVM. Het betreft hierbij 9 stations in 4 plaatsen:

- Drie meetstations in Utrecht:
 - LML straatstation 636 aan de Kardinaal de Jongweg;
 - LML straatstation 639 aan de Constant Erzeijstraat;
 - LML stadsachtergrondstation 643 aan het Griftpark;
- Twee stations in Den Haag:
 - LML stadachtergrondstation 404 aan de De Constant Rebecquestraat;
 - LML straatstation 445 aan de Amsterdamse Veerkade;
- Twee stations in Nijmegen:
 - LML straatstation 741 aan de Graafseweg;
 - LML stadsachtergrondstation 742 aan de De Ruyterstraat;
- Twee stations in Eindhoven:
 - LML straatstation 236 aan de Genovevalaan;
 - LML straatstation 237 aan de Noordbrabantlaan.

2.2. Meetlocaties

Gedurende de meetperioden zijn de NO₂-diffusiebuisjes op 64 door de gemeente aangewezen locaties in Utrecht langs wegen aan lantaarnpalen en verkeersborden opgehangen, op een hoogte van ca. 2,5 meter². Een deel van de metingen is uitgevoerd langs binnenstedelijke wegen. Tevens zijn er metingen op stedelijke en regionale achtergrondlocaties uitgevoerd. In bijlage 3 worden van alle meetpunten de x- en y-coördinaten gegeven. In 2022 zijn de meetlocaties niet gewijzigd.

Uit de figuren is op te maken dat de metingen verspreid over de stad zijn uitgevoerd, waarbij onderscheid te maken valt in drie categorieën. Bij de verwerking van de resultaten is een indeling gemaakt in deze 3 groepen locaties. Deze indeling is gemaakt om inzicht te geven in de luchtkwaliteit per locatiegroep in Utrecht.

De verschillende groepen zijn (kleuren komen terug in resultatentabel 3.2):

1. **Regionale achtergrond**: meetposities buiten de bebouwde kom van Utrecht;
2. **Stadsachtergrond**: meetposities in woonwijken waar de invloed van het lokale verkeer gering is;
3. **Straat**: meetposities langs een drukke stedelijke weg.

Tabel 2.2 geeft de typeindeling van de meetpunten weer.

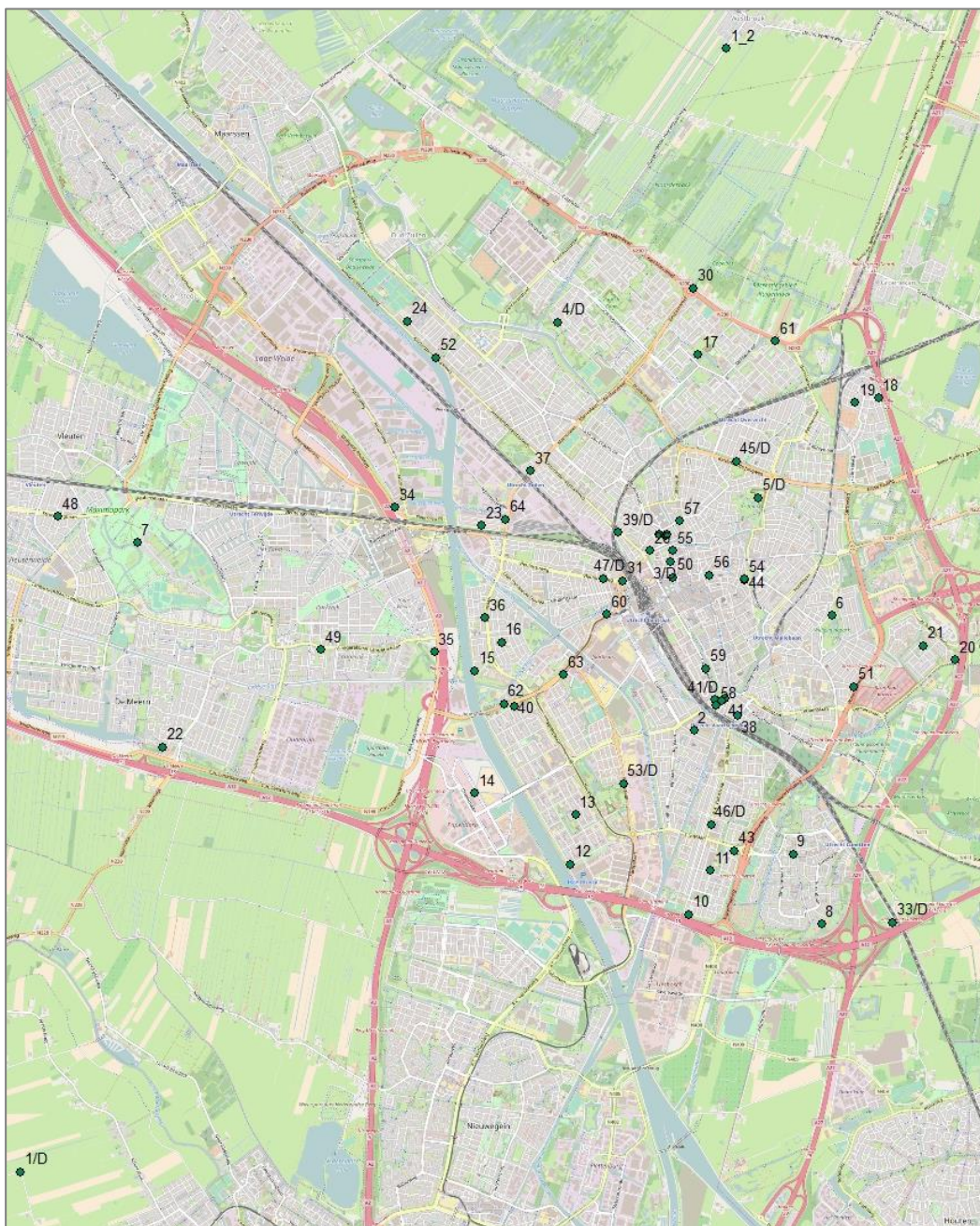
Tabel 2.2 Meetlocaties met indeling naar type.

Nr.	Naam	Type meetlocatie
1/D	Rijnenburg/IJsselstein	Regionale achtergrond
1_2	Westbroek	Regionale achtergrond
2	Rivierenwijk	Stadsachtergrond
3/D	Wijk C	Stadsachtergrond
3_2	Monicahof	Stadsachtergrond

² Fischer PH, Marra M, Wesseling J, Cassee FR. *Invloed van de afstand tot een drukke verkeersweg op de lokale luchtkwaliteit en de gezondheid*. s.l. : RIVM, 2007.

Nr.	Naam	Type meetlocatie
4/D	Overvecht Noord	Stadsachtergrond
5/D	Griftpark	Stadsachtergrond
6	Wilhelminapark	Stadsachtergrond
7	Máximapark	Stadsachtergrond
8	Lunetten - rand	Stadsachtergrond
9	Lunetten - midden	Stadsachtergrond
10	Hoograven - rand	Stadsachtergrond
11	Hoograven - midden	Stadsachtergrond
12	Kanaleneiland-Zuid - rand	Stadsachtergrond
13	Kanaleneiland-Zuid - midden	Stadsachtergrond
14	Leeuwenstein-Zuid	Stadsachtergrond
15	Oog in Al - rand	Stadsachtergrond
16	Oog in Al - midden	Stadsachtergrond
17	Overvecht - zuid	Stadsachtergrond
18	Voordorp - rand	Stadsachtergrond
19	Voordorp - midden	Stadsachtergrond
20	Rijnsweerd -rand	Stadsachtergrond
21	Rijnsweerd -midden	Stadsachtergrond
22	De Meern - rand	Stadsachtergrond
23	Schepenbuurt	Stadsachtergrond
24	Amsterdamsestraatweg (noord)	Stadsachtergrond
25	Oudenoord	Straatmeetpunt
25_2	Oudenoord (gevel)	Straatmeetpunt
26	Weerdsingel	Straatmeetpunt
29/D	Catharijnesingel / Vaartsestraat	Straatmeetpunt
30	Albert Schweitzerdreef	Straatmeetpunt
31	Westplein	Straatmeetpunt
33/D	t Blauwe huis	Straatmeetpunt
34	Noordelijke tunnelmond A2	Straatmeetpunt
35	Zuidelijke tunnelmond A2	Straatmeetpunt
36	Lessinglaan	Straatmeetpunt
37	St Josephlaan	Straatmeetpunt
38	Albatrosstraat	Straatmeetpunt
39/D	Amsterdamsestraatweg (zuid)	Straatmeetpunt
40	Ds. M.L. Kinglaan	Straatmeetpunt
41	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	Straatmeetpunt
41/D	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	Straatmeetpunt
43	't Goylaan	Straatmeetpunt
44	Nobelstraat	Straatmeetpunt
45/D	Kardinaal De Jongweg	Straatmeetpunt
46/D	Constant Erzeijstraat	Straatmeetpunt
47/D	Vleutenseweg	Straatmeetpunt
48	Stroomrugbaan	Straatmeetpunt
49	Langerakbaan	Straatmeetpunt
50	Vredenburg	Straatmeetpunt
51	Laan van Minsweerd	Straatmeetpunt
52	Amsterdamsestraatweg (noord)	Straatmeetpunt
53/D	Europalaan (Anne Frankplein)	Straatmeetpunt
54	Nobelstraat (noordzijde)	Straatmeetpunt
55	St. Jacobsstraat	Straatmeetpunt
56	Lange Jansstraat	Straatmeetpunt

In figuur 2.1 zijn de meetlocaties op een overzichtskaart aangegeven.



Figuur 2.1 Overzicht meetlocaties Utrecht (Kaartenmateriaal: OpenStreetMap.org©).

2.3. Meetcampagne

2.3.1 MEETPERIODES

Binnen de opgestelde luchtkwaliteitseisen is uitgegaan van jaargemiddelde concentraties per kalenderjaar. Daarom is gekozen voor meetcampagnes 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 zijn gestart op 21 december 2021 en beëindigd op 20 december 2022.

2.3.2 AFWIJKINGEN EN BIJZONDERHEDEN

Een tabel met een overzicht van afwijkingen en bijzonderheden van de meetlocaties staat in bijlage 4, tabel 4b. 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, echter kunnen opmerkingen bij het vergelijken van de concentraties per locatie verklarend werken.

De (meteorologische) omstandigheden hebben invloed op de NO₂-concentratie. 2022 was het op twee na warmste jaar sinds 1901. Het was één van de warmste zomers gemeten en het zonnigste jaar sinds het begin van de waarnemingen. Het was ook een droog jaar.³ In een warm, droog en zonnig jaar is de stikstofdioxideconcentratie gemiddeld lager dan in een koel, nat jaar met weinig zon.

De covid-19 pandemie heeft in 2020 en 2021 invloed gehad op de concentraties. Het jaar 2022 werd nog ingeleid met een harde lockdown, maar al snel werden coronamaatregelen opgeheven en ging ook het verkeer weer terug naar de toestand voor corona.

³ Huiskamp, Adrie. *Jaar 2022*. KNMI, Weer- en klimaatdiensten, 2 januari 2023.

3 RESULTATEN

3.1 Verwerking analyseresultaten

In het separaat bijgeleverde technische rapport (BL2023.10819.02-V01) zijn de ongecorrigeerde resultaten in certificaatvorm per periode gegeven.

In tabel 5 in bijlage 5 staan de voor alle locaties periodegemiddelde waarden gerapporteerd, gecorrigeerd met behulp van de in tabel 3.1 weergegeven 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.

De vergelijkende metingen zijn in viervoud uitgevoerd bij negen LML stations in 4 plaatsen:

- o Drie meetstations in Utrecht: de LML straatstations 636 aan de Kardinaal de Jongweg en 636 aan de Constant Erzeijstraat, en het stadsachtergrondstation 643 aan het Griftpark;
- o Twee stations in Den Haag: het LML stadsachtergrondstation 404 aan de De Constant Rebecquestraat en het straatstation 445 aan de Amsterdamse Veerkade;
- o Twee stations in Nijmegen: het LML straatstation 741 aan de Graafseweg en het LML straatstation 742 aan de De Ruyterstraat;
- o Twee stations in Eindhoven: het LML straatstation 236 aan de Genovevalaan en het straatstation 237 aan de Noordbrabantlaan.

In tabel 3.1 zijn de gemiddelde correctiefactoren voor de verschillende meetperiodes weergegeven. De gemiddelde correctiefactor is het gemiddelde van de negen LML stations. Deze is gebruikt om de meetwaardes te corrigeren.

Tabel 3.1 Referentiemethode versus Palmes diffusiebuismethode per periode.

Periode	Gemiddelde Correctiefactor
1	1,00
2	1,01
3	1,03
4	1,04
5	1,04
6	0,98
7	0,99
8	1,06
9	1,06
10	1,01
11	1,01
12	1,01
13	1,03
Gemiddeld	1,02

3.1.1 TOETSING MEETFOUT

In de meetcampagne zijn op een aantal locaties de NO₂-concentraties in tweevoud gemeten. Op basis van deze in duplo uitgevoerde metingen is de gemiddelde meetfout vast te stellen. Dit is gedaan met behulp van formule A zoals gegeven in bijlage 2. Deze meetfout (toevallige fout) is gemiddeld 3,2%.

De meetfout die de afwijking tussen de diffusiebuismetingen en de metingen uitgevoerd volgens de referentiemethode weergeeft (systematische fout), bedraagt in dit onderzoek gemiddeld 2,1%. Op basis van de in duplo uitgevoerde metingen en de vergelijking met de RIVM-stations is de totale meetfout (combinatie van toevallige en systematische meetfout) gedurende de gehele meetperiode vastgesteld. Deze bedraagt 3,8%.

Deze meetfoutwaarde is kleiner dan de vastgestelde meetonzekerheid van 14,4% die door Buro Blauw voor de gehanteerde methode is vastgesteld. Er is geen reden om aan te nemen dat de uitgevoerde campagne afwijkt van eerder uitgevoerde onderzoeken, daarom wordt in deze rapportage als totale meetfout 14,4% aangehouden.⁴

3.2 Jaargemiddelden

In de gepresenteerde tabellen 3.2 en 3.3 worden de gecorrigeerde jaargemiddelde NO₂-concentraties en het berekende 95%-betrouwbaarheidsinterval op basis van een totale meetfout van 14,4% weergegeven (zie bijlage 2).

Omwillen van de leesbaarheid zijn de waarden in de volgende tabellen met één cijfer achter de komma gepresenteerd.

In tabel 3.2 worden de jaargemiddelde concentraties voor de achtergrondmetingen gepresenteerd. Deze metingen zijn uitgevoerd langs rustige straten met een beperkte directe belasting door lokaal verkeer, gelegen in het buitengebied van Utrecht (regionale achtergrond) en op locaties in wijken van Utrecht (al dan niet gelegen nabij autosnelwegen en/of het Amsterdam-Rijnkanaal) met een beperkte directe belasting door lokaal verkeer (stadsachtergrond).

⁴ Miranda, Catarina. *Validatie NO₂-diffusie metingen (Interne rapportage)*. Wageningen : Buro Blauw, 2017. LLV-02.

Tabel 3.2 Berekening jaargemiddelde NO₂-concentraties in Utrecht voor de regionale en stadsachtergrond met 95%-bovenwaarden en 95%-onderwaarden [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Nr.	Locatie	95%-onderwaarde	Jaargemiddelde	95%-bovenwaarde
Regionale achtergrond				
1/D	Rijnenburg/IJsselstein	13,3	14,2	15,2
1_2	Westbroek	11,6	12,8	13,9
		Gemiddeld	13,5	
Stadsachtergrond				
2	Rivierenwijk	13,1	14,4	15,7
3/D	Wijk C	16,9	18,0	19,0
3_2	Monicahof	13,8	15,2	16,6
4/D	Overvecht Noord	14,4	15,3	16,2
5/D	Griftpark	12,8	13,4	13,9
6	Wilhelminapark	12,5	13,7	15,0
7	Máximapark	12,2	13,4	14,6
8	Lunetten - rand	15,4	16,9	18,5
9	Lunetten - midden	14,3	15,8	17,2
10	Hoograven - rand	20,8	22,9	24,9
11	Hoograven - midden	15,3	16,8	18,4
12	Kanaleneiland-Zuid - rand	21,4	23,5	25,6
13	Kanaleneiland-Zuid - midden	18,4	20,2	22,1
14	Leeuwenstein-Zuid	18,1	19,9	21,7
15	Oog in Al - rand	20,5	22,6	24,8
16	Oog in Al - midden	15,4	16,9	18,5
17	Overvecht - zuid	13,6	15,0	16,3
18	Voordorp - rand	14,7	16,2	17,6
19	Voordorp - midden	12,7	14,0	15,2
20	Rijnsweerd -rand	16,8	18,5	20,2
21	Rijnsweerd -midden	13,0	14,3	15,6
22	De Meern - rand	14,8	16,3	17,8
23	Schepenbuurt	16,4	18,0	19,7
24	Amsterdamsestraatweg (noord)	18,3	20,1	22,0
		Gemiddeld	17,1	

In de tabel is af te lezen dat de jaargemiddelde stikstofdioxideconcentratie op de regionale achtergrondlocaties gemiddeld 13,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt. Op stedelijke achtergrondlocaties is de jaargemiddelde stikstofdioxideconcentratie 17,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze varieert tussen 13,4 en 23,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Geen van de jaargemiddelde waarden ligt boven de grenswaarde van 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook door de bovenwaarden wordt de grenswaarde niet gepasseerd. Statistisch gezien betekent dit dat op alle achtergrondposities met 95% zekerheid wordt voldaan aan de luchtkwaliteitseisen.

Tabel 3.3 worden de jaargemiddelde concentraties voor de straatmeetpunten gepresenteerd

Tabel 3.3 Berekening jaargemiddelde NO₂-concentraties in Utrecht op straatmeetpunten met 95%-bovenwaarden en 95%-onderwaarden [µg/m³].

Nr.	Locatie	95%- onderwaarde	Jaargemiddelde	95%- bovenwaarde
Straatmeetpunten				
25	Oudenoord	19,8	21,7	23,7
25_2	Oudenoord (gevel)	18,0	19,8	21,6
26	Weerdsingel	21,1	23,2	25,3
29/D	Catharijnesingel / Vaartsestraat	20,1	21,4	22,6
30	Albert Schweitzerdreef	16,9	18,6	20,2
31	Westplein	17,1	18,8	20,5
33/D	t Blauwe huis	17,3	18,4	19,5
34	Noordelijke tunnelmond A2	24,6	27,1	29,5
35	Zuidelijke tunnelmond A2	16,9	18,5	20,2
36	Lessinglaan	23,4	25,7	28,0
37	St Josephlaan	22,6	24,8	27,1
38	Albatrosstraat	18,7	20,6	22,4
39/D	Amsterdamsestraatweg (zuid)	20,3	21,6	22,9
40	Ds. M.L. Kinglaan	19,0	20,9	22,7
41	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	22,0	23,4	24,8
41/D	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	20,6	22,6	24,7
43	t Goylaan	18,0	19,8	21,6
44	Nobelstraat	21,5	23,6	25,8
45/D	Kardinaal De Jongweg	17,3	18,0	18,8
46/D	Constant Erzeijstraat	19,6	20,4	21,2
47/D	Vleutenseweg	21,0	22,4	23,7
48	Stroomrugbaan	15,0	16,5	18,0
49	Langerakbaan	13,2	14,5	15,8
50	Vredenburg	19,5	21,5	23,6
51	Laan van Minsweerd	16,1	17,7	19,3
52	Amsterdamsestraatweg (noord)	20,7	22,7	24,8
53/D	Europalaan (Anne Frankplein)	17,5	18,6	19,7
54	Nobelstraat (noordzijde)	18,7	20,6	22,4
55	St. Jacobsstraat	17,0	18,7	20,4
56	Lange Jansstraat	20,4	22,4	24,5
57	Adelaarstraat	18,9	20,8	22,7
58	Bleekstraat	17,0	18,7	20,4
59	Catharijnesingel (zuid)	18,3	20,2	22,0
60	Graadt van Roggenweg	19,0	20,9	22,8
61	A. Schweitzerdreef (zuid)	23,8	26,2	28,5
62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	27,1	29,8	32,5
63	Weg der Verenigde Naties	16,5	18,2	19,8
64	Cartesiusweg	21,7	23,8	26,0
Gemiddeld			21,1	

De jaargemiddelde NO₂-concentraties op de straatmeetpunten variëren tussen 14,5 en 29,8 µg/m³. De gemiddelde concentratie is 21,1 µg/m³. Ook hier zijn geen overschrijdingen van de grenswaarde gesignaleerd en voldoen statistisch gezien alle straatmeetpunten met 95% zekerheid aan de luchtkwaliteitseisen.

De gemiddelde concentratie van alle locaties gelegen in de stad – dus zonder de concentratie op de regionale achtergrondlocaties – is 19,6 µg/m³. Voor alle locaties kan met 95% zekerheid worden aangetoond dat de grenswaarde van 40 µg/m³ niet wordt overschreden.

4 CONCLUSIES

De stikstofdioxideconcentratie is in Utrecht op 64 locaties gemeten. De metingen zijn uitgevoerd met Palmes diffusiebuisjes. Uit de meetcampagne worden de volgende conclusies getrokken:

1. De toevallige meetfout op basis van de in tweevoud uitgevoerde metingen is gemiddeld 3,2%.
2. De afwijking van de met Palmesbuisjes gemeten concentraties t.o.v. de referentiemethode (de systematische meetfout) is in dit onderzoek vastgesteld door metingen uit te voeren bij negen stations van het LML te Den Haag, Utrecht, Nijmegen en Eindhoven, en bedraagt 2,1%.
3. 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) vastgesteld op 3,8%.
4. De jaargemiddelde concentratie bij de regionale en stadsachtergrond bedraagt respectievelijk 13,5 en 17,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
5. Bij de straatmeetpunten variëren de concentraties tussen 14,5 en 29,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemiddelde concentratie over de locaties bedraagt 21,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
6. Op alle locaties ligt de bovenwaarde onder de grenswaarde. Hiermee is met 95% zekerheid aangetoond dat het jaargemiddelde lager ligt dan de grenswaarde van 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op alle meetlocaties.

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

5 LITERATUURLIJST

1. WHO. *global air quality guidelines*.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> : World Health Organisation, 2021.
2. Fischer PH, Marra M, Wesseling J, Cassee FR. *Invloed van de afstand tot een drukke verkeersweg op de lokale luchtkwaliteit en de gezondheid*. s.l. : RIVM, 2007.
3. Huiskamp, Adrie. *Jaar 2022*. KNMI, Weer- en klimaatdiensten, 2 januari 2023.
4. Miranda, Catarina. *Validatie NO₂-diffusie metingen (Interne rapportage)*.
Wageningen : Buro Blauw, 2017. LLV-02.

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 (1). 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]

Voor de beoordeling van de luchtkwaliteit is door VROM het document Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 opgesteld (2). 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.

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)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 3a Locatiegegevens (1/2)

Nr.	Naam	X	Y
1/D	Rijnenburg/IJsselstein	128.824	449.343
1_2	Westbroek	136.887	462.180
2	Rivierenwijk	136.516	454.383
3/D	Wijk C	136.246	456.313
3_2	Monicahof	136.112	456.624
4/D	Overvecht Noord	134.958	459.045
5/D	Griftpark	137.253	457.042
6	Wilhelminapark	138.088	455.695
7	Máximapark	130.154	456.528
8	Lunetten - rand	137.971	452.171
9	Lunetten - midden	137.649	452.972
10	Hoograven - rand	136.460	452.283
11	Hoograven - midden	136.707	452.778
12	Kanaleneiland-Zuid - rand	135.100	452.853
13	Kanaleneiland-Zuid - midden	135.161	453.418
14	Leeuwenstein-Zuid	134.006	453.664
15	Oog in Al - rand	134.009	455.065
16	Oog in Al - midden	134.315	455.391
17	Overvecht - zuid	136.559	458.678
18	Voordorp - rand	138.624	458.178
19	Voordorp - midden	138.354	458.126
20	Rijnsweerd -rand	139.502	455.191
21	Rijnsweerd -midden	139.141	455.350
22	De Meern - rand	130.446	454.193
23	Schepenbuurt	134.092	456.721
24	Amsterdamsestraatweg (noord)	133.240	459.061

Tabel 3b Locatiegegevens (2/2)

Nr.	Naam	X	Y
25	Oudenoord	136.199	456.614
25_2	Oudenoord (gevel)	136.210	456.617
26	Weerdsingel	136.011	456.436
29/D	Catharijnesingel / Vaartsestraat	136.753	454.731
30	Albert Schweitzerdreef	136.507	459.436
31	Westplein	135.703	456.092
33/D	t Blauwe huis	138.789	452.192
34	Noordelijke tunnelmond A2	133.100	456.932
35	Zuidelijke tunnelmond A2	133.548	455.281
36	Lessinglaan	134.132	455.668
37	St Josephlaan	134.648	457.351
38	Albatrosstraat	137.011	454.548
39/D	Amsterdamsestraatweg (zuid)	135.654	456.649
40	Ds. M.L. Kinglaan	134.459	454.652
41	Catharijnesingel / Bleekstraat (oost)	136.868	454.751
41/D	Catharijnesingel / Bleekstraat (west)	136.834	454.727
43	t Goylaan	136.978	453.008
44	Nobelstraat	137.098	456.102
45/D	Kardinaal De Jongweg	136.998	457.458
46/D	Constant Erzeijstraat	136.713	453.307
47/D	Vleutenseweg	135.475	456.120
48	Stroomrugbaan	129.250	456.825
49	Langerakbaan	132.252	455.308
50	Vredenburg	136.265	456.136
51	Laan van Minsweerd	138.346	454.882
52	Amsterdamsestraatweg (noord)	133.571	458.643
53/D	Europalaan (Anne Frankplein)	135.711	453.779
54	Nobelstraat (noordzijde)	137.095	456.117
55	St. Jacobsstraat	136.274	456.440
56	Lange Jansstraat	136.693	456.160
57	Adelaarstraat	136.352	456.778
58	Bleekstraat	136.770	454.669
59	Catharijnesingel (zuid)	136.651	455.091
60	Graadt van Roggenweg	135.521	455.713
61	A. Schweitzerdreef (zuid)	137.445	458.845
62	Ds. M.L. Kinglaan (noordzijde)	134.341	454.687
63	Weg der Verenigde Naties	135.030	455.016
64	Cartesiusweg	134.366	456.797

Bijlage 4 Gegevens meetcampagne

Tabel 4a Meetperiodes 2022

Periode	Van	Tot
1	21-12-2021	19-1-2022
2	19-1-2022	15-2-2022
3	15-2-2022	15-3-2022
4	15-3-2022	12-4-2022
5	12-4-2022	10-5-2022
6	10-5-2022	9-6-2022
7	9-6-2022	5-7-2022
8	5-7-2022	2-8-2022
9	2-8-2022	30-8-2022
10	30-8-2022	27-9-2022
11	27-9-2022	25-10-2022
12	25-10-2022	21-11-2022
13	21-11-2022	20-12-2022

Tabel 4b Bijzonderheden meetcampagne 2022

Datum	Nr	Meetstation	Opmerkingen
23-12-2021	68	RIVM Constant Rebequestraat Den Haag	LML had een overbelasting moment door dat ze afgelopen week met een diepe grondboring bezig waren op het terrein en dus een boorkraan op een vrachtwagen en veel werkverkeer.
	37	St Josephlaan	Groot onderhoud woningen
30-12-2021	13	Kanaleneiland-Zuid - midden	Dakbrand
19-1-2022	39	Amsterdamsestraatweg (zuid)	Kabel en leiding graafwerkzaamheden
	37	St Josephlaan	Groot onderhoud woningen
20-1-2022	68	RIVM Constant Rebequestraat Den Haag	Kabel en leiding graafwerkzaamheden
15-2-2022	50	Vredenburg	Vlaggenkoker met buisje verwijderd en nieuwe locatie ingericht na bij de aangrenzende bushalte
	37	St Josephlaan	Groot onderhoud woningen
15-3-2022	24	Minister Talmastraat 130	Graafwerkzaamheden stoep
	15	Oog in Al - rand	Bomen gezaagd
	37	St Josephlaan	Groot onderhoud woningen
12-4-2022	59	Catharijnesingel (zuid)	Gevel werkzaamheden
	67	Amsterdamse Veerkade RIVM Den Haag	Graafwerkzaamheden stoep
10-5-2022	36	Lessinglaan	Electrische parkeervakken aangelegd
9-6-2022	40	Ds. M.L. Kinglaan	verbouwing
	15	Oog in Al - rand	Buisje in het gras aangetroffen
5-7-2022	40	Ds. M.L. Kinglaan	bouwwerkzaamheden
	5	Griftpark	Buisje 16, 17, 18, 19 en 20 aangetroffen
	45	Kardinaal De Jongweg	Buisjes 11, 12, 13, 14 en 15 aangetroffen

Datum	Nr	Meetstation	Opmerkingen
2-8-2022	40	Ds. M.L. Kinglaan	bouwwerkzaamheden
	37	St Josephlaan	Wegwerkzaamheden, vernieuwen stoep, fietspad en rijbaan. Dus tegel- en asfaltwerkzaamheden
30-8-2022	40	Ds. M.L. Kinglaan	bouwwerkzaamheden
	37	St Josephlaan	Wegwerkzaamheden, Hoofdrijbanen afgesloten voor verkeer
27-9-2022	1	001 Rijnenburg/Ijsselstein	Buisjes en dop verdwenen, Nieuwe geplaatst
	40	Ds. M.L. Kinglaan	bouwwerkzaamheden
	37	St Josephlaan	Wegwerkzaamheden hoofdrijbaan gaat van 4 naar 2 rijstroken
25-10-2022	50	Vredenburg	Wegwerkzaamheden op de busbanen
	40	Ds. M.L. Kinglaan	Bouw opbouw op de woningen
22-11-2022	37	St Josephlaan	Wegwerkzaamheden, rond middenberm. Bus rijdt er al wel langs, straat gesloten voor verkeer.

Bijlage 5 Gecorrigeerde periode gemiddelde concentraties

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

Locatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/D	22,4	14,7	18,6	14,5	9,4	8,8	7,9	8,5		11,1	13,7	16,6	24,7
1_2	19,9	12,1	14,4	11,4	9,4	9,8	7,9	8,5	9,5	11,1	15,2	16,1	20,6
2	21,9	15,2	15,5	13,5	9,4	10,8	8,9	8,5	9,5	13,1	18,3	18,1	24,7
3/D	25,9	16,7	19,6	18,6	15,1	14,7	11,9	11,1	13,8	17,2	19,8	20,6	28,3
3_2	22,9	16,2	17,5	15,5	11,4	10,8	9,9	8,5	7,4	15,2	18,3	18,1	25,8
4/D	25,4	16,7	17,5	14,5	9,9	10,8	9,4	9,0	9,5	12,1	18,8	19,1	25,8
5/D	21,9	11,1	16,8	14,2	9,4	8,6	7,9	6,9	8,2	12,6	15,7	16,6	24,0
6	20,9	14,2	15,5	13,5	9,4	9,8	8,9	8,5	9,5	12,1	16,2	16,1	23,7
7	20,9	13,2	19,6	14,5	9,4	8,8	6,9	8,5	8,5	11,1	13,2	17,1	22,7
8	22,9	17,2	21,7	18,6	13,5	12,8	11,9	10,6	11,6	16,2	17,2	19,1	26,8
9	22,9	17,2	17,5	15,5	11,4	11,8	10,9	10,6	10,6	15,2	18,3	18,1	24,7
10	29,9	25,3	26,8	20,7	14,6	17,7	17,9	14,8	15,9	23,3	28,4	29,2	33,0
11	23,9	17,2	18,6	16,6	11,4	12,8	10,9	9,5	11,6	17,2	20,3	21,1	27,8
12	29,9	24,3	25,8	22,8	17,7	20,6	18,9	15,9	19,0	23,3	27,4	28,2	31,9
13	25,9	20,2	21,7	19,7	16,7	16,7	15,9	13,8	14,8	21,2	24,3	24,1	27,8
14	27,9	20,2	24,8	19,7	15,6	14,7	12,9	13,8	15,9	19,2	23,3	23,1	27,8
15	29,9	26,3	22,7	20,7	16,7	17,7		16,9	18,0	20,2	27,4	25,1	29,9
16	24,9	19,2	18,6	15,5	12,5	11,8	10,9	11,6	11,6	16,2	20,3	20,1	26,8
17	23,9	12,1	17,5	14,5	11,4	10,8	9,9	8,5	10,6	14,2	19,3	19,1	22,7
18	21,9	13,2	19,6	19,7	15,6	11,8	10,9	11,6	13,8	15,2	16,2	17,1	23,7
19	20,9	14,2	15,5	14,5	11,4	9,8	8,9	8,5	9,5	13,1	14,2	17,1	23,7
20	23,9	16,2	20,6	21,7	18,7	14,7	14,9	12,7	16,9	18,2	19,3	19,1	23,7
21	19,9	14,2	15,5	16,6	12,5	9,8	9,9	9,5	10,6	14,2	14,2	16,1	22,7
22	22,9	15,2	19,6	16,6	12,5	12,8	10,9	11,6	11,6	15,2	18,3	20,1	24,7
23	24,9	22,3	19,6	17,6	13,5	13,8	11,9	11,6	12,7	18,2	19,3	21,1	27,8
24	28,9	18,2	21,7	17,6	13,5	15,7	13,9	13,8	13,8	19,2	24,3	27,1	34,0
25	25,9	19,2	21,7	23,8	20,8	17,7	15,9	15,9	20,1	23,3	24,3	22,1	31,9
25_2	25,9	19,2	19,6	20,7	17,7	16,7	13,9	13,8	16,9	20,2	22,3	21,1	29,9
26	26,9	21,3	21,7	25,9	23,9	18,7	18,9	19,1	22,2	25,3	25,4	22,1	29,9
29/D	26,4	22,8	22,7	21,7	18,2	16,7	14,4	13,8	18,0	23,3	23,8	24,1	31,9
30	27,9	19,2	20,6	16,6	11,4	14,7	13,9	11,6	11,6	17,2	23,3	24,1	28,8
31	26,9	21,3	19,6	18,6	12,5	13,8	13,9	11,6	12,7	19,2	24,3	21,1	28,8
33/D	26,4	22,3	21,1	17,1	13,5	14,7	12,9	12,2	12,7	17,2	21,3	21,1	26,3
34	32,9	30,4	25,8	26,9	22,9	23,6	22,8	22,2	21,2	27,3	32,5	28,2	35,0
35	21,9	14,2	25,8	21,7	17,7	12,8	11,9	12,7	14,8	19,2	18,3	23,1	26,8
36	30,9	28,3	26,8	26,9	22,9	23,6	21,8	16,9	20,1	26,3	28,4	28,2	33,0
37	29,9	28,3	24,8	30,0	25,0	23,6	24,8	15,9	16,9	22,3	27,4	23,1	30,9
38	25,9	22,3	20,6	20,7	15,6	16,7	15,9	18,0	15,9	20,2	24,3	21,1	29,9
39/D	30,9	19,2	22,2	20,7	16,1	18,2	16,9	15,9	16,9	23,8	24,9	24,1	30,9
40	25,9	22,3	21,7	21,7	17,7	17,7	15,9	15,9	14,8	21,2	24,3	22,1	29,9

Locatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
41	24,9	20,2	25,3	22,8	20,8	20,6	18,9	18,0	22,8	26,3	25,4	25,6	32,5
41/D	23,9	18,2	25,8	23,8	21,9	19,6	17,9	15,9	21,2	25,3	24,3	25,1	30,9
43	24,9	17,2	22,7	19,7	17,7	14,7	15,9	14,8	14,8	20,2	23,3	22,1	28,8
44	26,9	21,3	25,8	23,8	22,9	20,6	19,9	18,0	21,2	25,3	26,4	24,1	30,9
45/D	24,7	17,7	20,6	17,1	12,2	14,7	12,7	11,9	12,2	17,4	22,1	22,4	28,6
46/D	26,4	20,5	23,2	20,7	16,9	16,9	15,6	12,2	14,8	21,5	23,6	23,1	29,4
47/D	27,4	23,8	24,8	22,8	20,8	18,2	17,4	16,4	19,0	23,3	23,8	22,6	30,4
48	23,9	15,2	19,6	16,6	13,5	11,8	9,9	10,6	12,7	16,2	18,3	19,1	26,8
49	20,9	13,2	16,5	14,5	11,4	9,8	8,9	9,5	10,6	14,2	17,2	18,1	23,7
50	26,9		22,7	22,8	19,8	18,7	14,9	14,8	16,9	21,2	24,3	24,1	30,9
51	23,9	17,2	19,6	19,7	14,6	13,8	12,9	10,6	13,8	18,2	19,3	20,1	26,8
52	31,9	20,2	24,8	20,7	16,7	20,6	16,9	16,9	16,9	22,3	27,4	28,2	31,9
53/D	23,9	16,2	20,1	18,1	15,1	20,1	13,9	10,6	13,2	18,2	22,3	22,1	27,3
54	21,9	20,2	19,6	23,8	20,8	19,6	16,9	11,6	19,0	24,3	22,3	19,1	27,8
55	24,9	17,2	20,6	18,6	15,6	14,7	12,9	12,7	14,8	19,2	22,3	21,1	27,8
56	26,9	22,3	24,8	21,7	18,7	20,6	17,9	15,9	16,9	22,3	27,4	24,1	31,9
57	24,9	18,2	22,7	20,7	19,8	16,7	15,9	13,8	18,0	23,3	23,3	23,1	29,9
58	23,9	19,2	19,6	19,7	16,7	14,7	13,9	11,6	15,9	19,2	20,3	20,1	27,8
59	23,9	21,3	18,6	18,6	15,6	16,7	14,9	14,8	16,9	22,3	26,4	23,1	28,8
60	25,9	22,3	20,6	20,7	16,7	17,7	16,9	16,9	16,9	22,3	23,3	21,1	29,9
61	29,9	18,2	24,8	29,0	28,1	22,6	24,8	24,4	27,5	30,3	25,4	25,1	29,9
62	33,9	28,3	32,0	31,1	27,1	28,5	28,8	20,1	24,3	31,4	34,5	31,2	36,1
63	24,9	17,2	18,6	18,6	15,6	14,7	12,9	12,7	13,8	18,2	21,3	19,1	28,8
64	28,9	25,3	24,8	25,9	20,8	18,7	19,9	15,9	18,0	25,3	27,4	27,1	31,9

VERANTWOORDING

Rapporttitel	JAARRAPPORTAGE STIKSTOFDIOXIDECONCENTRATIEMETINGEN UTRECHT 2022
Subtitel	Metingen met de diffusiebuismethode
Rapportnummer	BL2023.10819.01-V01 Deze versie vervangt eventueel eerder uitgebrachte versies in zijn geheel
Trefwoorden	Stikstofdioxide , NO ₂ , diffusiebuis, jaarrapportage, buitenlucht, Utrecht
Opdrachtgever	Gemeente Utrecht
Adres	Postbus 8406 3503 RK Utrecht
Contactpersoon	E. Boons
Uitvoerder(s)	M. Wiegersma
Auteur	W.J.K. Jobse BSc
Functie auteur	Medewerker onderzoek & advies
Controleur	Ir. C.I. van Kerkhof
Functie controleur	Kwaliteitsmanager
Datum	Oktober 2023



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