



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim



Nachweis der Äquivalenz für Stickstoffdioxid-Messungen mit PALMES-Passivsammlern gemäß der DIN EN 16339

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge – ZUS LLGS



Niedersachsen

Bericht Nr.: 42-20-012

Stand: 28.12.2020

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm,
Gefahrstoffe und Störfallvorsorge – ZUS LLGS

Dezernat 42/43

Postanschrift:

Goslarsche Straße 3

31134 Hildesheim





Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 6 |
| 1.1 | Allgemeines | 6 |
| 1.2 | Grundlagen, Anforderungen..... | 6 |
| 2 | Messverfahren | 7 |
| 2.1 | Referenz-Methode (AMS-CLD-Monitore) | 7 |
| 2.2 | Kandidat-Methode (PALMES-Passivsammler)..... | 7 |
| 3 | Durchführung der Vergleichsmessungen | 8 |
| 3.1 | Vergleichsstandorte und Zeiträume | 8 |
| 3.2 | Datenverfügbarkeit..... | 9 |
| 3.3 | Datenqualität, Leistungsmerkmale | 9 |
| 4 | Ergebnisse der Vergleichsmessungen | 10 |
| 4.1 | Äquivalenztest (01.08.2015 bis 31.07.2016) | 10 |
| 4.1.1 | Vergleichsmessung Osnabrück | 10 |
| 4.1.2 | Vergleichsmessung Osnabrück einschließlich der routinemäßigen Einfachbestimmungen (01.08.2015 bis 31.07.2016) | 11 |
| 4.1.3 | Bewertung der Vergleichsmessung Osnabrück einschließlich der routinemäßigen Einfachbestimmungen..... | 12 |
| 4.2 | Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018..... | 13 |
| 4.2.1 | Vergleich der Einzelwerte | 13 |
| 4.2.2 | Vergleich der Jahresmittelwerte der Jahre 2012 bis 2018..... | 14 |
| 5 | Qualitätssicherung | 16 |
| 5.1 | NO ₂ -Messungen mit automatischen CLD-Monitoren (Referenz-Methode) | 16 |
| 5.2 | NO ₂ -Messungen mit PALMES-Passivsammlern (Kandidat-Methode) | 16 |
| 5.3 | Bestimmung der Aufnahme­rate (uptake rate)..... | 17 |
| 5.4 | Ringversuche..... | 18 |
| 5.5 | Verifizierung des Äquivalenztests | 18 |
| 6 | Zusammenfassung | 19 |
| 7 | Literatur | 20 |
| | Anhang | 21 |



Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1: | Probenahmestellen der Vergleichsmessungen | 8 |
| Tabelle 2: | Datenverfügbarkeit der NO ₂ -Vergleichsmessungen | 9 |
| Tabelle 3: | Between-sampler uncertainty | 9 |
| Tabelle 4: | Orthogonale Regressionsanalyse der NO ₂ -Konzentrationen OKVT (NO ₂ -Rohdaten des Äquivalenztests vom 01.08.2015 bis 31.07.2016), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler | 10 |
| Tabelle 5: | Orthogonale Regressionsanalyse der NO ₂ -Konzentrationen (NO ₂ -Rohdaten des Äquivalenztests vom 01.08.2015 bis 31.07.2016), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler | 11 |
| Tabelle 6: | Orthogonale Regressionsanalyse der NO ₂ -Konzentrationen (Kalibrierte NO ₂ -Daten des Äquivalenztests vom 01.08.2015 bis 31.07.2016), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler | 11 |
| Tabelle 7: | Orthogonale Regressionsanalyse der NO ₂ -Konzentrationen zum Vergleich (NO ₂ -Rohdaten der Jahre 2012 bis 2018), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler | 13 |
| Tabelle 8: | Orthogonale Regressionsanalyse der NO ₂ -Konzentrationen zum Vergleich (Kalibrierte NO ₂ -Daten der Jahre 2012 bis 2018), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler | 13 |
| Tabelle 9: | Probenahmestellen für den Vergleich der Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2018 | 14 |
| Tabelle 10: | Orthogonale Regressionsanalyse der NO ₂ -Konzentrationen zum Vergleich (NO ₂ -Rohdaten der Jahre 2012 bis 2018), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler | 15 |
| Tabelle 11: | Orthogonale Regressionsanalyse der NO ₂ -Konzentrationen zum Vergleich (Kalibrierte NO ₂ -Daten der Jahre 2012 bis 2018), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler | 16 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|---|----|
| Abbildung 1: | Ausgleichsgerade der NO ₂ -PALMES-Passivsammler-Ergebnisse, vor (Rohdaten) und nach der Kalibrierung (01.08.2015 bis 31.07.2016) | 12 |
| Abbildung 2: | Ausgleichsgerade der NO ₂ -Mittelwerte (PALMES-Passivsammler), vor (Rohdaten) und nach der Kalibrierung (2012 bis 2018)..... | 15 |
| Abbildung 3: | Experimentell ermittelte Aufnahmezeit (aus Feldmessungen 2015) | 18 |



Anhang

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabelle A1: | Ergebnisse der orthogonalen Regressionsrechnung OKVT (Äquivalenztest), (NO ₂ -Rohdaten – Kandidat Methode) | 21 |
| Tabelle A2: | Ergebnisse der orthogonalen Regressionsrechnung (Äquivalenztest), (NO ₂ -Rohdaten – Kandidat Methode) | 22 |
| Tabelle A3: | Ergebnisse der orthogonalen Regressionsrechnung (Äquivalenztest), (Kandidat-Methode nach Kalibrierung der NO ₂ -Ergebnisse) | 23 |
| Tabelle A4: | Ergebnisse der Jahre 2012 bis 2017 (Orthogonale Regressionsrechnung), (NO ₂ -Rohdaten – Kandidat Methode) | 24 |
| Tabelle A5: | Ergebnisse der Jahre 2012 bis 2018 (Orthogonale Regressionsrechnung), (Kandidat-Methode nach Kalibrierung der NO ₂ -Ergebnisse) | 25 |
| Tabelle A6: | Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2018 (Orthogonale Regressionsrechnung), (NO ₂ -Rohdaten – Kandidat Methode) | 26 |
| Tabelle A7: | Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2018 (Orthogonale Regressionsrechnung), (Kandidat-Methode nach Kalibrierung der NO ₂ -Ergebnisse) | 27 |
| Tabelle A8: | Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO ₂ -Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Doppelbestimmungen in Osnabrück Verkehr (hot spot) | 28 |
| Tabelle A9: | Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO ₂ -Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Braunschweig Verkehr (hot spot) | 29 |
| Tabelle A10: | Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO ₂ -Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Hannover Verkehr (hot spot) | 30 |
| Tabelle A11: | Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO ₂ -Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Hannover (städtischer Hintergrund) | 31 |
| Tabelle A12: | Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO ₂ -Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Osnabrück (städtischer Hintergrund) | 32 |
| Tabelle A13: | Routinemäßige Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018 | 33 |
| Tabelle A14: | Mittelwerte der Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018 | 54 |



1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Im Rahmen der Überwachung der Luftqualität werden in Niedersachsen kontinuierlich registrierende Immissionsmessgeräte zur Bestimmung der Stickstoffdioxid-Konzentration (NO₂) an ortsfesten Messstationen eingesetzt. Zusätzlich werden NO₂-Immissionsmessungen mit Passivsammlern gemäß der Europäischen Richtlinie DIN EN 16339:2013-11 (Palmes) [1] durchgeführt. Passivsammler-Messungen erlauben es, dass auf einfache Weise und ohne Stromanschluss NO₂-Konzentrationen an vielseitigen Standorten erhoben werden können. Die Anforderungen bei der Durchführung von NO₂-Immissionsmessungen werden in der EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa [2] bzw. in der 39. BImSchV [3] genannt.

Bei den kontinuierlichen NO₂-Immissionsmessungen zur Luftüberwachung wird das in der Richtlinie DIN EN 14211:2012-11 [4] beschriebene Verfahren der Stickstoffdioxid-Bestimmung mittels Chemilumineszenz (CLD) als automatisiertes Messverfahren (AMS), d. h. als Referenz-Methode eingesetzt. Der Einsatz anderer Messverfahren ist jedoch ausdrücklich erlaubt, wenn nachgewiesen wird, dass damit gleichwertige, der Referenz-Methode entsprechende, Ergebnisse erzielt werden können. Voraussetzung für die Nutzung alternativer Messverfahren ist der messtechnische Nachweis eines konstanten Bezuges zu der Referenz-Methode, welcher durch orts- und zeitgleiche Messungen erbracht werden muss. Anhand dieser Vergleichsmessergebnisse wird die alternative Messmethode (im Folgenden als „Kandidat-Methode“ bezeichnet) im Nachhinein, in der Regel nach Ablauf eines Kalenderjahres, zum Erreichen der Gleichwertigkeit mittels der Referenz-Methode kalibriert.

1.2 Grundlagen, Anforderungen

Zum Nachweis der Gleichwertigkeit von NO₂-Passivsammlern sind gemäß Kapitel 7 des Leitfadens „Guide to the Demonstration of Equivalence of ambient air monitoring methods“ [5] „TEST PROGRAMME 1 - MANUAL METHODS FOR GASES AND VAPOURS“ Vergleichsmessungen im Rahmen eines Äquivalenztests durchzuführen. Mit dem hier beschriebenen Äquivalenztest sollte der funktionale Zusammenhang zwischen dem Messverfahren zur Stickstoffdioxid-Bestimmung mittels Chemilumineszenz (Referenz-Methode) und dem alternativen Passivsammler-Messverfahren (Kandidat-Methode) auf direkte Weise herausgearbeitet werden. Dazu wurden NO₂-Vergleichsmessungen im Rahmen eines vorgeschriebenen Feldtests durchgeführt und ausgewertet. Auf einen vorgeschalteten Labortest wurde verzichtet, da es sich bei der Kandidat-Methode um ein in der Europäischen Normenreihe beschriebenes standardisiertes Messverfahren handelt. Die Unsicherheitsquellen der verwendeten Referenz-Methode waren bekannt und wurden bei der Auswertung unmittelbar berücksichtigt. Bei dem Feldtest war außerdem wichtig, dass die Handhabung beider Messverfahren der allgemein üblichen Praxis entsprechend umgesetzt wurde, damit das Ergebnis des Äquivalenztestes den Routinebetrieb repräsentativ widerspiegelt.

Gemäß den Anforderungen des oben genannten Leitfadens sind bei einem Äquivalenztest Vergleichsmessungen an mehreren Standorten vorzusehen, wobei mindestens 40 Datenpaare die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen (über ein Jahr) berücksichtigen sollen. Laut Leitfaden sind in den verschiedenen Jahreszeiten etwa gleich hohe Anzahl an Proben von mehreren Standorten gefordert, um folgende Messbedingungen berücksichtigen zu können:



- Regionale Unterschiede bei der Luftzusammensetzung und wechselnde NO₂-Konzentrationen sowie ggf. Querempfindlichkeiten
- Wechselnde Temperaturen und Luftfeuchtigkeit zur Berücksichtigung der Sammeleffizienz bzw. des Desorptionswirkungsgrades
- Schwankende Windgeschwindigkeiten, um Abweichungen von den idealen Sammelbedingungen durch die Sammlergeometrie aufdecken zu können

Neben den detaillierten Anforderungen an die Referenz- bzw. Kandidat-Methode gilt als ausschlaggebendes Kriterium für die Gleichwertigkeit mit dem Referenzmessverfahren, dass eine erweiterte Messunsicherheit von maximal 15 % bezogen auf eine mittlere jährliche NO₂-Konzentration von 40 µg/m³ [2, 3] eingehalten werden kann.

2 Messverfahren

2.1 Referenz-Methode (AMS-CLD-Monitore)

Als Referenzmessverfahren kamen zwei baugleiche Stickstoffdioxid-Monitore (NO-NO₂-NO_x Analysatoren Modell 42i) des Herstellers Thermo Electron Corporation zum Einsatz. Die automatischen Messgeräte (AMS) wurden auf der Grundlage der DIN EN 14211:2012-11 [4] betrieben. Wartungsarbeiten, inklusive der Kalibrierung mittels zertifizierten Prüfgases, wurden im vierteljährlichen Rhythmus entsprechend der Standardarbeitsanweisungen (SOP-NO-Kalibrierung-Vxx [6] und SOP-LÜN-Transfer-NO-Vxx [7]) durchgeführt.

2.2 Kandidat-Methode (PALMES-Passivsammler)

Als alternatives Messverfahren zur Bestimmung der Stickstoffdioxid-Konzentration in der Außenluft, welches hier als Kandidat-Methode bezeichnet wird, kamen Passivsammler des Typs PALMES zum Einsatz. Die Geometrie der zylindrischen Sammelröhrchen, der Aufbau mit drei Edelstahlnetzen und einer Membran als Turbulenzbremse am Einlass der Sammelstrecke, sowie die Präparation mit Triethanolamin (TEA) entsprachen den Ausführungen der DIN EN 16339:2013-11. Der Probenwechsel der PALMES-Passivsammler wurde in etwa 14-tägigem Rhythmus vorgenommen.

Für einen ca. 14-tägigen Probenahmezeitraum werden üblicherweise zwei Sammlerröhrchen (Probenahmeinheit) in einem Wetterschutzgehäuse im Freien exponiert. Bei den Vergleichsmessungen im Rahmen des Äquivalenztests wurden zwei Probenahmeinheiten mit jeweils zwei Sammlerröhrchen als Doppelbestimmung verwendet. Die Wetterschutzgehäuse und die Aufhängevorrichtungen wurden in Anlehnung an verschiedene Eigenbaukonstruktionen hergestellt. Sowohl die aufwändige Reinigung der Bauteile, die Präparation und Lagerung der Sammler als auch die kolorimetrische Analytik des Nitrits sind in einer Standardarbeitsanweisung (SOP-D43-NO2-Passiv-Vxx) „Messen von Stickstoffdioxid mit PALMES-Passivsammlern“ ausführlich beschrieben.

3 Durchführung der Vergleichsmessungen

3.1 Vergleichsstandorte und Zeiträume

Der entscheidende Äquivalenztest, mit jeweils Doppelbestimmungen seitens der Referenz- und Kandidat-Methode wurde an der verkehrsnahen Probenahmestelle Osnabrück (OKVT) durchgeführt. Während des Äquivalenztestes war die Schwankungsbreite hinsichtlich der gemessenen NO₂-Konzentrationen nur gering. Aufgrund dessen wurden weitere Vergleichsmessungen von routinemäßigen Einfachbestimmungen an den verkehrsnahen Probenahmestellen Braunschweig (BGVT) und Hannover (HRVS) sowie an den Probenahmestellen Hannover (HRSW) und Osnabrück (OKCC) im städtischen Hintergrund bei der Auswertung des Äquivalenztests berücksichtigt (s. Tabelle 1).

Während an der Probenahmestelle des Äquivalenztests (OKVT) überwiegend hohe NO₂-Konzentrationen (> 40 µg/m³) mit geringer Variabilität gemessen wurden, trugen die übrigen Vergleichsmessungen von den Probenahmestellen BGVT, HRVS, HRSW und OKCC zu einer Erweiterung des Konzentrationsbereichs von ca. 10 µg/m³ bis 55 µg/m³ bei.

Der Äquivalenztest fand im Zeitraum vom 01. August 2015 bis zum 31. Juli 2016 statt.

Darüber hinaus wurden die routinemäßigen Vergleichsmessungen (Einfachbestimmungen) der Jahre 2012 bis 2017 der in Tabelle 1 gelisteten Probenahmestellen ausgewertet, um die permanente Gültigkeit der Äquivalenz von Passivsammler-Messungen gegenüber der Referenz-Methode zu konsolidieren.

Tabelle 1: Probenahmestellen der Vergleichsmessungen

| Name | Kürzel | EU-Code | Einstufung | Bewertung |
|----------------------|--------|---------|-------------------------|--------------------------------------|
| Osnabrück Verkehr | OKVT | DENI067 | Verkehr | Äquivalenztest (Doppelbestimmung) |
| Braunschweig Verkehr | BGVT | DENI075 | Verkehr | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Hannover Verkehr | HRVS | DENI048 | Verkehr | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Hannover | HRSW | DENI054 | städtischer Hintergrund | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Osnabrück | OKCC | DENI038 | städtischer Hintergrund | Feldmessung (Einfachbestimmung) |

3.2 Datenverfügbarkeit

Im ursprünglichen Datensatz ($n = 110$) wurden mit Hilfe des „Grubbs-Tests“ zwei Ausreißer identifiziert und von den weiteren Berechnungen ausgeschlossen. Die Anzahl der eliminierten Daten entspricht somit weniger als 2 % der Ergebnisse des gesamten Vergleichsdatsatzes. In der folgenden Tabelle 2 ist die Datenverfügbarkeit der Passivsammler-Messungen zusammengefasst.

Tabelle 2: Datenverfügbarkeit der NO_2 -Vergleichsmessungen

| Probenahmestelle | Anforderung | Ergebnis Anzahl Datenpaare | Bewertung |
|-------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Osnabrück (OKVT) | $n = 8^1$ | 22 | Äquivalenztest (Doppelbestimmung) |
| Braunschweig (BGVT) | $n = 8$ | 24 | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Hannover (HRVS) | $n = 8$ | 24 | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Hannover (HRSW) | $n = 8$ | 14 | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Osnabrück (OKCC) | $n = 8$ | 24 | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Summe Datenpaare | $n \geq 40$ | 108 | Anforderung erfüllt |
| Anzahl $> \text{oBS}^2$ | $> 20\%$ von n | 68 (63 %) | Anforderung erfüllt |

¹⁾ Periode mit 14-tägiger Passivsammler-Messung bei fünf Sammlern

²⁾ Obere Beurteilungsschwelle $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Anl. 2, 39. BImSchV)

Anmerkung:

An den Standorten BGVT, HRVS, HRSW, OKCC, an denen fortwährend NO_2 -Vergleichsmessungen stattfinden, werden routinemäßig nur Einfachbestimmungen miteinander verglichen, nachdem die Ergebnisse der zwei Passivsammlerröhrchen in der Probenahmeinheit gemittelt wurden.

3.3 Datenqualität, Leistungsmerkmale

Die between-sampler uncertainty beschreibt die Leistungsmerkmale von mindestens zwei gleichwertigen Messverfahren, welche unabhängig voneinander dasselbe Messobjekt erfassen. Bei der Referenz- bzw. der Kandidat-Methode wird die between-sampler uncertainty jeweils anhand von Doppelbestimmungen ermittelt. Die relative Unsicherheit, die entsprechend der Formel 7.27 [5] berechnet wird, soll dabei maximal 3 % betragen.

Sowohl bei den Doppelbestimmungen des Messverfahrens der Kandidat-Methode als auch zwischen den Ergebnissen zweier oder mehrerer Laboratorien, darf die between-sampler uncertainty jeweils 5 % nicht überschreiten.

Tabelle 3: Between-sampler uncertainty

| Doppelbestimmungen | Anforderung | Ergebnis | Bewertung |
|---------------------------|-------------|----------|---------------------|
| Referenz-Methode (AMS) | $\leq 3\%$ | 0,9 % | Anforderung erfüllt |
| Kandidat-Methode (PALMES) | 5 % | 2,2 % | Anforderung erfüllt |

4 Ergebnisse der Vergleichsmessungen

Im Rahmen des Äquivalenztests wurden NO₂-Passivsammler-Messungen parallel mit der Referenz-Methode, jeweils als Doppelbestimmungen, an der verkehrsnahen Probenahmestelle Osnabrück (OKVT) über einen Zeitraum von 12 Monaten durchgeführt (s. Anhang Tabelle A8). Ergänzend zur Auswertung wurden für denselben Zeitraum Vergleichsmessungen von vier weiteren Probenahmestellen (s. Tabelle 1) herangezogen, die als Einfachbestimmungen bereits seit mehreren Jahren durchgeführt werden (s. Anhang Tabellen A9 bis A12).

Neben der Bewertung der zuvor genannten Vergleichsmessungen für den Zeitraum des Äquivalenztests (01.08.2015 bis 31.07.2016) wurden auch eben diese Vergleichsmessungen für die Jahre 2012 bis 2017 ausgewertet und in Bezug auf das Ergebnis des Äquivalenztests diskutiert (s. Anhang Tabelle A13).

Im Folgenden wurden die Funktionsterme Steigungsmaß und Achsenabschnitt auf ihre Gültigkeit (Signifikanztest) sowie die Unsicherheit des Rohdatensatzes bzw. der kalibrierte Datensatz der Kandidat-Methode im Hinblick auf die Gleichwertigkeit mit der Referenz-Methode bewertet. Dabei wurde vorausgesetzt, dass zwischen beiden Messmethoden ein linearer Zusammenhang besteht, der sich mittels orthogonaler Regressionsrechnung [8] beschreiben lässt. Bei der Referenz-Methode wird die Standardunsicherheit mit 0 µg/m³ berücksichtigt (s. Anhang Tabellen A1 bis A7).

Bei der Prüfung auf Signifikanz ist zu beachten:

- Das Steigungsmaß (b) unterscheidet sich „nicht signifikant von 1“, wenn $|b-1| \leq 2u_b$
- und der Achsenabschnitt (a) unterscheidet sich „nicht signifikant von 0“, wenn $|a| \leq 2u_a$.

4.1 Äquivalenztest (01.08.2015 bis 31.07.2016)

4.1.1 Vergleichsmessung Osnabrück (01.08.2015 bis 31.07.2016)

Zunächst wurde der NO₂-Rohdatensatz des Äquivalenztests der Probenahmestelle OKVT mit insgesamt 22 Datenpaaren (01.08.2015 bis 31.07.2016) einer orthogonalen Regressionsanalyse unterzogen (s. Tabelle 4 sowie Anhang Tabelle A1).

Tabelle 4: Orthogonale Regressionsanalyse der NO₂-Konzentrationen OKVT (NO₂-Rohdaten des Äquivalenztests vom 01.08.2015 bis 31.07.2016), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler

| Datensatz gesamt (Anzahl: n = 22) | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Funktionsterm | | Unsicherheit | Bewertung | Erweiterte relative Messunsicherheit |
| Steigungsmaß (b) | 0,9974 µg/m ³ | $u_b = 0,0777 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | nicht signifikant | $u_E = 11,5 \%$ |
| Achsenabschnitt (a) | -0,9696 µg/m ³ | $u_a = 3,4938 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | nicht signifikant | |

Der Signifikanztest der Rohdaten für die NO₂-Passivsammler an der Probenahmestelle OKVT ergibt, dass sich die Funktionsterme Steigungsmaß und Achsenabschnitt von der jeweiligen

Prüfgröße „1“ bzw. „0“ nicht signifikant unterscheiden. Auch die berechnete erweiterte Messunsicherheit gilt mit 11,5 % als sicher eingehalten.

4.1.2 Vergleichsmessung Osnabrück einschließlich der routinemäßigen Einfachbestimmungen an weiteren Standorten (01.08.2015 bis 31.07.2016)

Anschließend wurde der NO₂-Rohdatensatz des Äquivalenztests mit insgesamt 108 Datenpaaren der Probenahmestellen OKVT, BGVT, HRVS, HRSW und OKCC (01.08.2015 bis 31.07.2016) einer orthogonalen Regressionsanalyse unterzogen (s. Tabelle 5 sowie Anhang Tabelle A2).

Tabelle 5: Orthogonale Regressionsanalyse der NO₂-Konzentrationen
(NO₂-Rohdaten des Äquivalenztests vom 01.08.2015 bis 31.07.2016),
Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler

| Datensatz gesamt (Anzahl: n = 108) | | | | |
|---|--------------------------|---|-------------|--------------------------------------|
| Funktionsterm | | Unsicherheit | Bewertung | Erweiterte relative Messunsicherheit |
| Steigungsmaß (b) | 0,8882 µg/m ³ | u _b = 0,0185 µg/m ³ | signifikant | u _E = 14,6 % |
| Achsenabschnitt (a) | 3,5722 µg/m ³ | u _a = 0,6952 µg/m ³ | signifikant | |
| Kalibrierfunktion: $y = 0,8882x + 3,5722$ | | | | |

Aufgrund der signifikanten Abweichungen des Steigungsmaßes von „1“ und des Achsenabschnitts von „0“, wurde die Kalibrierfunktion $y = 0,8882x + 3,5722$ auf den gesamten Datensatz angewendet und im Folgenden erneut bewertet (s. Tabelle 6 sowie Anhang Tabelle A3 und A8 bis A12).

Tabelle 6: Orthogonale Regressionsanalyse der NO₂-Konzentrationen
(Kalibrierte NO₂-Daten des Äquivalenztests vom 01.08.2015 bis 31.07.2016),
Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler

| Datensatz gesamt (Anzahl: n = 108) | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|---|-------------------|--------------------------------------|
| Funktionsterm | | Unsicherheit | Bewertung | Erweiterte relative Messunsicherheit |
| Steigungsmaß (b) | 1,0018 µg/m ³ | u _b = 0,0165 µg/m ³ | nicht signifikant | u _E = 12,1 % |
| Achsenabschnitt (a) | -0,0605 µg/m ³ | u _a = 0,6175 µg/m ³ | nicht signifikant | |

Da sich Steigungsmaß und Achsenabschnitt der Ausgleichsgeraden nach der Kalibrierung der Ergebnisse der NO₂-Rohdaten der PALMES-Passivsammler (Kandidat-Methode) von der jeweiligen Prüfgröße „1“ bzw. „0“ nicht signifikant unterscheiden, können weitergehende Korrekturen der Funktionsterme entfallen.

4.1.3 Bewertung der Vergleichsmessung Osnabrück einschließlich der routinemäßigen Einfachbestimmungen an weiteren Standorten (01.08.2015 bis 31.07.2016)

Die Bewertung der erweiterten relativen Messunsicherheit wurde anhand der in den Datenqualitätszielen zur Luftqualitätsbeurteilung [2, 3] genannten Messgröße für Stickstoffdioxid bei ortsfesten Messungen vorgenommen. Wird dementsprechend von einer Kandidat-Methode die geforderte Messunsicherheit von $\leq 15\%$ ¹ erfüllt, gilt das Messverfahren gegenüber der Referenz-Methode als gleichwertig. Nach Kalibrierung der NO₂-Rohdaten wurde eine erweiterte relative Messunsicherheit von 12,1 % ermittelt (s. Anhang Tabelle A3), daraus ergibt sich für die Messung der Stickstoffdioxid-Konzentration mittels PALMES-Passivsammlern eine Gleichwertigkeit mit der Referenz-Methode.

In der folgenden Abbildung 1 wird die mit Hilfe der Kalibrierung verbesserte Anpassung der Ausgleichsgeraden deutlich. Nach Anwendung der Kalibrierfunktion auf die NO₂-Rohdaten verschiebt sich die Ausgleichsgerade der kalibrierten Ergebnisse fast deckungsgleich in Richtung der Funktionsgeraden $y = x$. Zusätzlich verringert sich die erweiterte relative Messunsicherheit durch die kalibrierten NO₂-Ergebnisse der Passivsammler um rund 2,5 %, von zunächst 14,6 % bei den Rohdaten auf 12,1 % bei den kalibrierten NO₂-Ergebnissen.

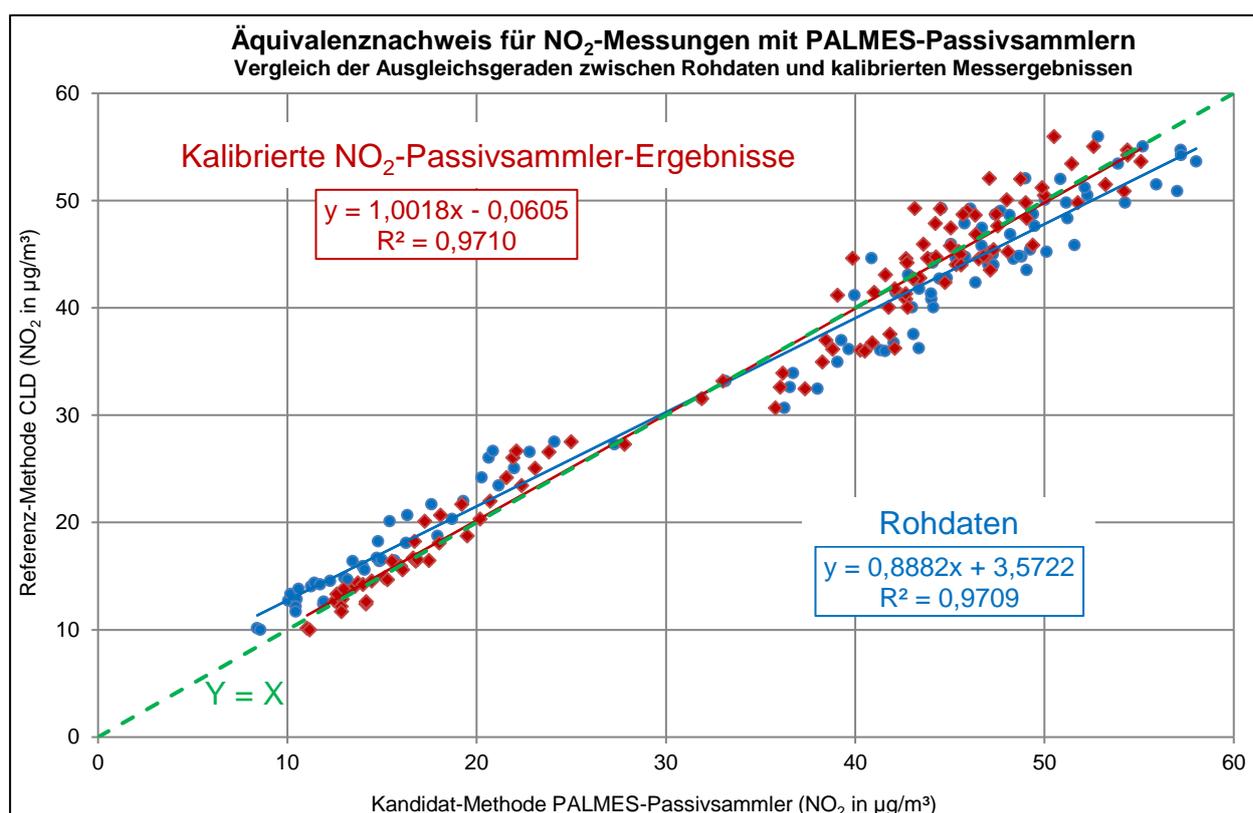


Abbildung 1: Ausgleichsgerade der NO₂-PALMES-Passivsammler-Ergebnisse, vor (Rohdaten) und nach der Kalibrierung (01.08.2015 bis 31.07.2016)

¹ Die Anforderung (maximale Unsicherheit von 15 %) bezieht sich auf den Jahresmittelwert. Sofern bereits die Einzelwerte dieses Kriterium erfüllen, gilt auch das Kriterium in Bezug auf den Jahresmittelwert als erfüllt (s. Kap. 4.2.2).

4.2 Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018

4.2.1 Vergleich der Einzelwerte der Jahre 2012 bis 2018

Um die fortwährende Gültigkeit der Äquivalenz von Passivsammler-Messungen gegenüber der Referenz-Methode zu untermauern, wurden die routinemäßigen Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018 von den in der Tabelle 1 genannten Probenahmestellen zusätzlich ausgewertet. Auf der Basis der 14-Tages-Mittelwerte standen nach dem Entfernen von fünf Ausreißern 715 Datenpaare zur Auswertung zur Verfügung.

Tabelle 7: Orthogonale Regressionsanalyse der NO_2 -Konzentrationen zum Vergleich (NO_2 -Rohdaten der Jahre 2012 bis 2018),
Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler

| Datensatz gesamt (Datenpaare: n = 715) | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| Funktionsterm | | Unsicherheit | Bewertung | Erweiterte relative Messunsicherheit |
| Steigungsmaß (b) | 0,8790 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $u_b = 0,0089 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | signifikant | |
| Achsenabschnitt (a) | 4,2938 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $u_a = 0,3416 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | signifikant | |
| Kalibrierfunktion: $y = 0,8790x + 4,2938$ | | | | |

Aufgrund der signifikanten Abweichungen des Steigungsmaßes von „1“ und des Achsenabschnitts von „0“, wurde die Kalibrierfunktion $y = 0,8790x + 4,2938$ auf den gesamten Datensatz angewendet und im Folgenden erneut bewertet (s. Tabelle 8 sowie Anhang Tabelle A5 und A13).

Tabelle 8: Orthogonale Regressionsanalyse der NO_2 -Konzentrationen zum Vergleich (Kalibrierte NO_2 -Daten der Jahre 2012 bis 2018),
Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler

| Datensatz gesamt (Datenpaare: n = 715) | | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Funktionsterm | | Unsicherheit | Bewertung | Erweiterte relative Messunsicherheit |
| Steigungsmaß (b) | 1,0029 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $u_b = 0,0078 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | nicht signifikant | |
| Achsenabschnitt (a) | -0,1046 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $u_a = 0,3003 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | nicht signifikant | |

Sowohl anhand der erweiterten Messunsicherheit als auch durch den Signifikanztest zeigen die Ergebnisse der kalibrierten Passivsammler-Daten eine formale Gleichwertigkeit zur Referenz-Methode. Die erweiterte Messunsicherheit wird mit 14,1 % eingehalten. Für die statistische Bewertung gelten das Steigungsmaß und der Achsenabschnitt als nicht verschieden von „1“ bzw. „0“. Weitere Korrekturen müssen gemäß den Anforderungen daher nicht vorgenommen werden.

4.2.2 Vergleich der Jahresmittelwerte der Jahre 2012 bis 2018

Da die im ca. 14-tägigen Rhythmus gemessenen Stickstoffdioxid-Konzentrationen, insbesondere im Hinblick auf ihre Grenzwertrelevanz, anhand von Jahresmittelwerten zu beurteilen sind, wurden die NO₂-Ergebnisse innerhalb eines Kalenderjahres von den in der Tabelle 1 genannten Probenahmestellen und einer zusätzlichen Probenahmestelle für weitere Auswertungen gemittelt (s. Tabelle 9).

Tabelle 9: Probenahmestellen für den Vergleich der Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2018

| Name | Kürzel | EU-Code | Einstufung | Bewertung |
|----------------------|--------|---------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Osnabrück Verkehr | OKVT | DENI067 | Verkehr | Äquivalenztest (Doppelbestimmung) |
| Braunschweig Verkehr | BGVT | DENI075 | Verkehr | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Hannover Verkehr | HRVS | DENI048 | Verkehr | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Hannover | HRSW | DENI054 | städtischer Hintergrund | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Osnabrück | OKCC | DENI038 | städtischer Hintergrund | Feldmessung (Einfachbestimmung) |
| Ostfriesland | ENCC | DENI029 | vorstädtischer Hintergrund | Feldmessung (Einfachbestimmung) |

Von den Messergebnissen der Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018 standen, ohne dass weitere Ausreißer festgestellt wurden, 33 Datenpaare (s. Anhang Tabelle A14) für eine orthogonale Regressionsanalyse zur Verfügung. Die folgende Abbildung 2 zeigt, wie es auch die Ergebnisse des Äquivalenztests im Anhang (s. Tabellen A6 und A7) zum Ausdruck bringen, dass auf der Basis von Mittelwerten eine noch bessere Übereinstimmung mit der Referenz-Methode erreicht wird.

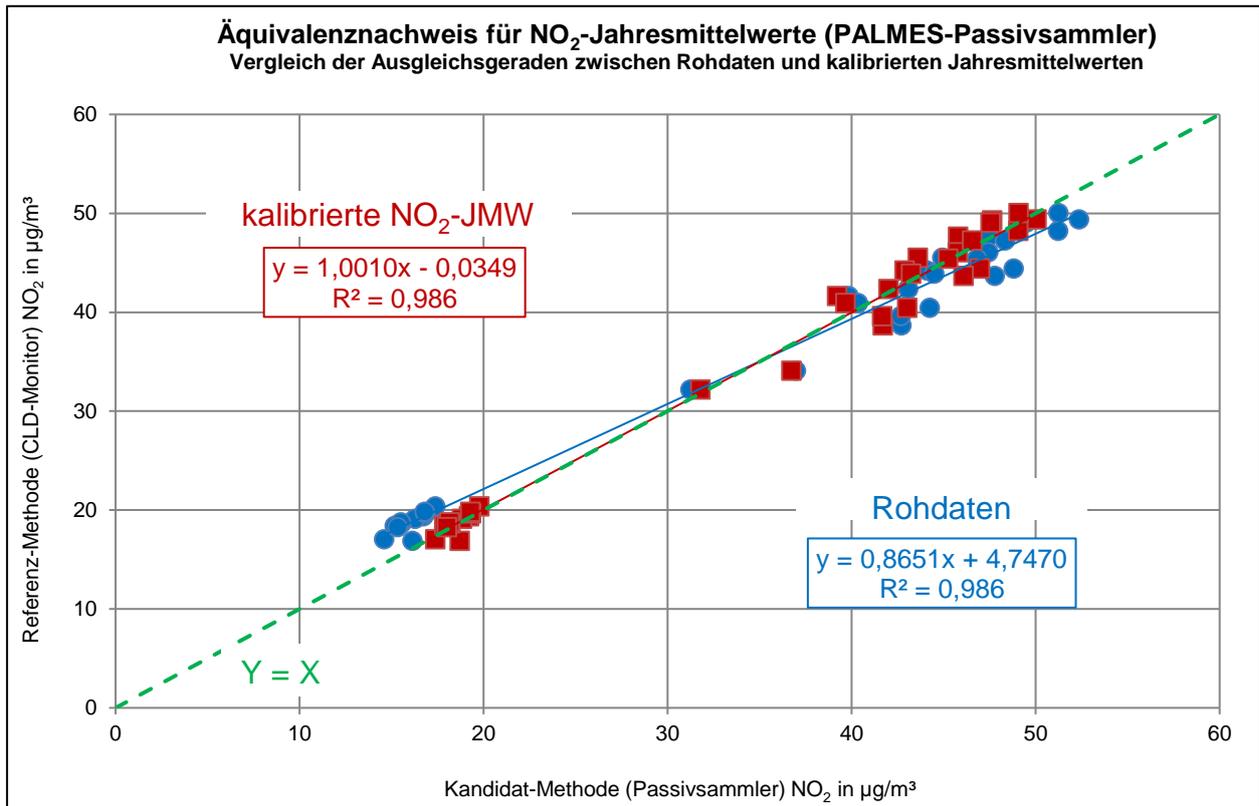


Abbildung 2: Ausgleichsgerade der NO_2 -Mittelwerte (PALMES-Passivsammler), vor (Rohdaten) und nach der Kalibrierung (2012 bis 2018)

Tabelle 10: Orthogonale Regressionsanalyse der NO_2 -Konzentrationen zum Vergleich (NO_2 -Rohdaten der Jahre 2012 bis 2018), Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler

| Datensatz gesamt (Datenpaare: n = 33) | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| Funktionsterm | | Unsicherheit | Bewertung | Erweiterte relative Messunsicherheit |
| Steigungsmaß (b) | 0,8651 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $u_b = 0,0241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | signifikant | |
| Achsenabschnitt (a) | 4,7470 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $u_a = 0,9057 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | signifikant | |
| Kalibrierfunktion: $y = 0,8651x + 4,7470$ | | | | |

Aufgrund der signifikanten Abweichungen des Steigungsmaßes von „1“ und des Achsenabschnitts von „0“, wurde die Kalibrierfunktion $y = 0,8651x + 4,7470$ auf den gesamten Datensatz angewendet und im Folgenden erneut bewertet (s. Tabelle 11 sowie Anhang Tabelle A6 und A14).

Tabelle 11: Orthogonale Regressionsanalyse der NO₂-Konzentrationen zum Vergleich (Kalibrierte NO₂-Daten der Jahre 2012 bis 2018),
Referenz-Methode: AMS-CLD, Kandidat-Methode: PALMES-Passivsammler

| Datensatz gesamt (Datenpaare: n = 33) | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|---|-------------------|--------------------------------------|
| Funktionsterm | | Unsicherheit | Bewertung | Erweiterte relative Messunsicherheit |
| Steigungsmaß (b) | 1,0010 µg/m ³ | u _b = 0,0209 µg/m ³ | nicht signifikant | u _E = 7,5 % |
| Achsenabschnitt (a) | -0,0349 µg/m ³ | u _a = 0,7835 µg/m ³ | nicht signifikant | |

Sowohl anhand der erweiterten Messunsicherheit als auch durch den Signifikanztest zeigen die Ergebnisse der kalibrierten Passivsammler-Daten eine formale Gleichwertigkeit zur Referenz-Methode. **Die erlaubte erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Jahresmittelwert von max. 15 % wird mit sicher 7,5 % eingehalten.** Für die statistische Bewertung gelten das Steigungsmaß und der Achsenabschnitt als nicht verschieden von „1“ bzw. „0“. Weitere Korrekturen müssen gemäß den Anforderungen daher nicht vorgenommen werden.

5 Qualitätssicherung

Durch kontinuierliche Qualitätskontrollen wird sichergestellt, dass sowohl bei den Feldmessungen als auch bei den Laboruntersuchungen durch entsprechende Maßnahmen die geforderten Datenqualitätsziele erreicht werden. Vor diesem Hintergrund wurden alle notwendigen Wartungs-, Prüf- und Kalibrierarbeiten, gemäß den o. g. Richtlinien sowie den Standardarbeitsanweisungen in den vorgegebenen Intervallen durchgeführt. Die dabei verwendeten Prüfmittel können jeweils auf die entsprechenden Bezugsnormale zurückgeführt werden. Letztere unterliegen wiederkehrenden Prüfungen seitens autorisierter Prüfinstitute (DKD- bzw. DAkkS-Zertifikate).

5.1 NO₂-Messungen mit automatischen CLD-Monitoren (Referenz-Methode)

Innerhalb eines Kalenderjahres werden in festgelegten Zeitabständen Gerätewartungen sowie Funktionsprüfungen und Kalibrierungen durchgeführt. Die Kalibrierung der CLD setzt sich zusammen aus einer Nullpunktprüfung mittels gereinigter Umgebungsluft und einer Sollwertprüfung anhand eines zertifizierten NO-Prüfgases in Verbindung mit einem Prüfgasgenerator (GPT). Weitere qualitätssichernde Maßnahmen erstrecken sich über die Kontrolle von Temperatur-, und Drucksensoren sowie des Volumenstroms. Die Prüfparameter werden auf eigens dafür entwickelten Protokollen dokumentiert.

5.2 NO₂-Messungen mit PALMES-Passivsammlern (Kandidat-Methode)

Nach der Analytik bzw. vor einer neuen Präparation werden die Passivsammler, gesondert nach einzelnen Bauteilen, gründlich gereinigt. Sobald die Präparation der für die NO₂-Aufnahme bestimmten Ronden abgeschlossen ist, werden die Röhrchen sofort luftdicht verschlossen und bis



zum Ausbringen im Kühlschrank gelagert (s. SOP [9]). Der Transport und die Probenahme erfolgen in Kunststoffdosen, die einerseits für die Zeit während des Transportes verschließbar sind und andererseits, nach unten hin geöffnet, während der Probenahme als Wetterschutzgehäuse dienen. Alle Bauteile werden stetig auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft und bei Bedarf gegen neue ersetzt. Die Auswertung der Proben erfolgt jeweils nach etwa 14-tägiger Probenahme mit einem vorläufigen Ergebnis auf der Basis der Kalibrierfunktion des vorangegangenen Kalenderjahres [8]. Bis zur endgültigen Freigabe der Ergebnisse, die am Jahresende anhand einer aktuellen Kalibrierung für das abgelaufene Jahr abschließend validiert werden, haben alle unterjährigen Daten zunächst einen vorläufigen Status. Die Dokumentation aller Einzelschritte, von der Präparation über die Probenahme und Analytik bis hin zur Kalibrierung und Archivierung der Messergebnisse erfolgt auf entsprechenden Formblättern und in Dateiordnern des Dezernat-Servers (Dezernat 43).

5.3 Bestimmung der Aufnahme­rate (uptake rate)

Die Aufnahme­rate (AR) eines NO₂-Passivsammlers beschreibt, wieviel NO₂ der Passivsammler während seiner Exposition (umgewandelt in Nitrit) aus der Atmosphäre aufgenommen hat. Sie kann definiert werden als:

$$AR = M / D \quad (\text{Gl. 1}),$$

wobei

$$D = C * T \quad (\text{Gl. 2})$$

AR Aufnahme­rate in cm³/min

M Masse an detektiertem Nitrit in µg

D Dosis an NO₂, der der Sammler ausgesetzt war in (µg/cm³)*min

C mittlere NO₂-Konzentration während der Exposition in µg/cm³

T Expositionszeit in min

Die theoretische Aufnahme­rate kann gemäß DIN EN 16339 berechnet werden als:

$$AR = (K*S)/L \quad (\text{Gl. 3})$$

K Diffusionskoeffizient von NO₂ in Luft (K = 0,154 cm²/s bei 20° C)

S Querschnittfläche der Aufnahmeöffnung des verwendeten Sammlers in cm² (hier: S = 0,6360 cm²)

L Diffusionsstrecke im Sammler in cm (hier: L = 7,3 cm)

Aus Gleichung 3 ergibt sich für den eingesetzten NO₂-Passivsammlertyp somit eine **theoretische Aufnahme­rate von 0,805 cm³/min**.

Gemäß Gleichungen 1 und 2 kann die Aufnahme­rate auch aus Ergebnissen der Vergleichsmessungen der Passivsammler mit dem Referenzmessverfahren nach DIN EN 14211 bestimmt werden, da die notwendigen Eingangsgrößen M (Masse an adsorbiertem/detektiertem Nitrit), C (mittlere NO₂-Konzentration, die während der Exposition der Passivsammler mit dem Referenzmessverfahren gemessen wurde) und T (Expositionsdauer des Passivsammlers) bekannt sind.

Im folgenden Streudiagramm sind die Werte für die Dosis (D = C * T) auf der x- Achse und für die Masse an von den Passivsammlern adsorbiertem Nitrit auf der y-Achse dargestellt (Daten-

basis: Im Jahr 2015 durchgeführte Vergleichsmessungen). Eine „mittlere“, experimentell bestimmte Aufnahme­rate ergibt sich nach Gleichung 1 dann als Steigung der ebenfalls eingezeichneten Regressionsgerade durch den Ursprung.

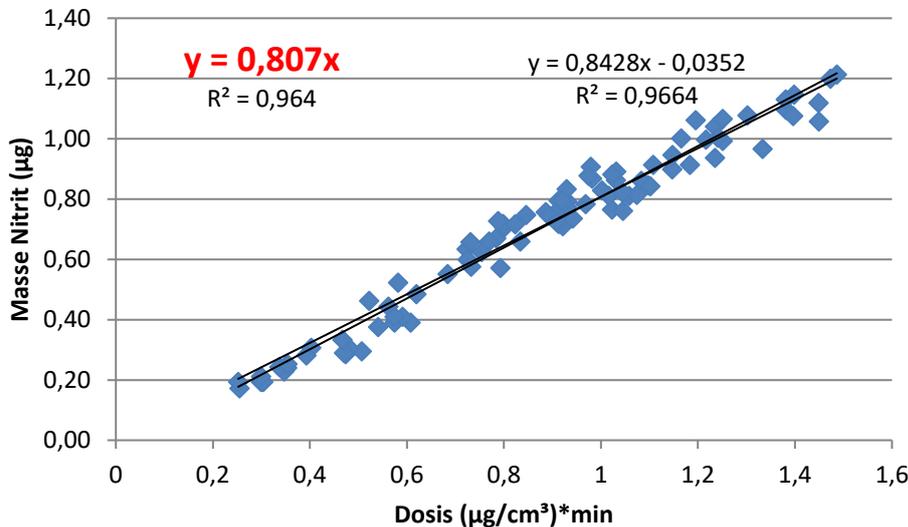


Abbildung 3: Experimentell ermittelte Aufnahme­rate (aus Feldmessungen 2015)

Demnach liegt die **aus den Feldmessungen abgeleitete Aufnahme­rate bei 0,807 cm³/min** und ist damit **nahezu identisch mit der theoretisch ermittelten Aufnahme­rate von 0,805 cm³/min**, was für die Zuverlässigkeit des Passivsammlerverfahrens spricht.

5.4 Ringversuche

Zur externen Qualitätssicherung wurde an einem nationalen Ringversuch der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES) „NO₂-Vergleichsmessungen mit Passivsammlern“ teilgenommen, welcher von Oktober 2008 bis Dezember 2009 in Essen stattgefunden hat [10].

5.5 Verifizierung des Äquivalenztests

Aufgrund vieler äußerer Einflüsse bei Feldmessungen und wegen periodisch wiederkehrender Kalibrierungen, beispielsweise von Volumenströmen, Temperatur- und Drucksensoren, gilt ein Äquivalenztest als zeitlich eingeschränkt repräsentativ. Daher ist es notwendig, Vergleichsmessungen stetig fortzuführen, um auf diese Weise die sich verändernden Bedingungen an den Messorten zeitnah berücksichtigen zu können. Der Aufwand an Vergleichsmessungen, die für jeweils ein Kalenderjahr durchzuführen und auszuwerten sind, wird in Anlehnung an die Anforderungen bei PM₁₀-Vergleichsmessungen bestimmt. Dabei ist der prozentuale Übereinstimmungsgrad der Messunsicherheit zwischen der Kandidat-Methode und der Referenz-Methode für die Anzahl von Vergleichsmessungen maßgeblich.



6 Zusammenfassung

Im Rahmen des beschriebenen Äquivalenztests konnte für die Bestimmung der mittleren jährlichen NO₂-Belastung die Gleichwertigkeit der im Niedersächsischen Luftmessnetz eingesetzten NO₂-Passivsammler mit der Referenz-Methode gemäß den Anforderungen an ortsfeste Immissionsmessungen bestätigt werden.

Infolge der aktuell festgestellten erweiterten relative Messunsicherheit, sollten zukünftig an mindestens vier Standorten Vergleichsmessungen zur laufenden Verifizierung der Gleichwertigkeit der PALMES-Passivsammler durchgeführt werden.

Hildesheim, den 28.12.2020

Bericht erstellt:

geprüft:

B. Lohrengel / Dr. A. Hainsch

Dr. W. Günther



7 Literatur

- [1] DIN EN 16339:2013-11 Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler
- [2] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV)
- [4] DIN EN 14211 (2012-11) – Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz
- [5] Guide to the Demonstration of Equivalence of ambient air monitoring methods (Januar 2010)
- [6] Standardarbeitsanweisung (SOP): Kalibrierung der NO/NO_x-Analytoren im Luftgütemessnetz (LÜN), Dezernat 42
- [7] Standardarbeitsanweisung (SOP): Kalibrieren des Stickstoffmonoxid-Transfergasstandards für den mobilen Einsatz im Luftgütemessnetz (LÜN), Dezernat 42
- [8] Equivalence sheet - © Copyright RIVM 2012, The Netherlands, Version 2.8 Author: Ruben Beijk (ruben.beijk@rivm.nl)
- [9] Standardarbeitsanweisung (SOP): Bestimmung des Stickstoffdioxids mit PALMES-Passivsammlern (Photometrische Analyse), Dezernat 43
- [10] Immissionsmessstellen (STIMES), NO₂-Vergleichsmessungen mit Passivsammlern (10/2008 - 12/2009), LANUV-Fachbericht 37



Anhang

Tabelle A1: *Ergebnisse der orthogonalen Regressionsrechnung OKVT (Äquivalenztest),
(NO₂-Rohdaten – Kandidat Methode)*

| Äquivalenz -Test (Rohdaten) |
|--|
| Referenzmessverfahren (Referenz) (RM): Stickstoffoxid-Monitor (CLD) Standardmessunsicherheit des RM: 0 µg/m ³ Testmessverfahren (Kandidat) (CM): PALMES-Passivsammler, Rohdaten (n = 22) Messobjekt: NO ₂ Messort: OKVT Messzeitraum: 01.08.2015 bis 31.07.2016 Messergebnisse: 14-tägige MW Grenzwert: 40 µg/m ³ Datenqualitätsziel der Messunsicherheit: 15 % |
| Orthogonale Regressionsanalyse |
| Steigungsmaß (b): 0,9974 µg/m ³ Standardunsicherheit der Steigung: 0,0777 µg/m ³ Achsenabschnitt (a): -0,9696 µg/m ³ Standardunsicherheit des Achsenabschnitts: 3,4938 µg/m ³ Bestimmtheitsmaß (r ²): 0,88 |
| Äquivalenz Ergebnisse für die Kandidat-Methode PALMES-Passivsammler (Rohdaten) |
| Zufällige Abweichungen: 2,04 µg/m ³ Systematische Abweichung am Grenzwert: 1,08 µg/m ³ Kombinierte Abweichungsunsicherheiten: 2,31 µg/m ³ Standardmessunsicherheit am Grenzwert: 5,77 % Erweiterte relative Messunsicherheit: 11,5 % |



Tabelle A2: Ergebnisse der orthogonalen Regressionsrechnung (Äquivalenztest),
(NO₂-Rohdaten – Kandidat Methode)

| Äquivalenz -Test (Rohdaten) |
|---|
| Referenzmessverfahren (Referenz) (RM): Stickstoffoxid-Monitor (CLD) Standardmessunsicherheit des RM: 0 µg/m ³ Testmessverfahren (Kandidat) (CM): PALMES-Passivsammler, Rohdaten (n = 108) Messobjekt: NO ₂ Messort: BGVT, HRSW, HRVS, OKCC, OKVT Messzeitraum: 01.08.2015 bis 31.07.2016 Messergebnisse: 14-tägige MW Grenzwert: 40 µg/m ³ Datenqualitätsziel der Messunsicherheit: 15 % |
| Orthogonale Regressionsanalyse |
| Steigungsmaß (b): 0,8882 µg/m ³ Standardunsicherheit der Steigung: 0,0185 µg/m ³ Achsenabschnitt (a): 3,5722 µg/m ³ Standardunsicherheit des Achsenabschnitts: 0,6952 µg/m ³ Bestimmtheitsmaß (r ²): 0,97 |
| Äquivalenz Ergebnisse für die Kandidat-Methode PALMES-Passivsammler (Rohdaten) |
| Zufällige Abweichungen: 2,73 µg/m ³ Systematische Abweichung am Grenzwert: 1,01 µg/m ³ Kombinierte Abweichungsunsicherheiten: 2,91 µg/m ³ Standardmessunsicherheit am Grenzwert: 7,28 % Erweiterte relative Messunsicherheit: 14,6 % |



Tabelle A3: Ergebnisse der orthogonalen Regressionsrechnung (Äquivalenztest),
(Kandidat-Methode nach Kalibrierung der NO₂-Ergebnisse)

| Äquivalenz -Test (nach Kalibrierung) | |
|--|--|
| Referenzmessverfahren (Referenz) (RM): | Stickstoffoxid-Monitor (CLD) |
| Standardmessunsicherheit des RM: | 0 µg/m ³ |
| Testmessverfahren (Kandidat) (CM): | PALMES-Passivsammler, kalibriert (n = 108) |
| Messobjekt: | NO ₂ |
| Messort: | BGVT, HRSW, HRVS, OKCC, OKVT |
| Messzeitraum: | 01.08.2015 bis 31.07.2016 |
| Messergebnisse: | 14-tägige MW |
| Grenzwert: | 40 µg/m ³ |
| Datenqualitätsziel der Messunsicherheit: | 15 % |
| Orthogonale Regressionsanalyse | |
| Steigungsmaß (b): | 1,0018 µg/m ³ |
| Standardunsicherheit der Steigung: | 0,0165 µg/m ³ |
| Achsenabschnitt (a): | -0,0605 µg/m ³ |
| Standardunsicherheit des Achsenabschnitts: | 0,6175 µg/m ³ |
| Bestimmtheitsmaß (r ²): | 0,97 |
| Äquivalenz Ergebnisse für die Kandidat-Methode PALMES-Passivsammler (kalibriert) | |
| Zufällige Abweichungen: | 2,42 µg/m ³ |
| Systematische Abweichung am Grenzwert: | -0,01 µg/m ³ |
| Kombinierte Abweichungsunsicherheiten: | 2,42 µg/m ³ |
| Standardmessunsicherheit am Grenzwert: | 6,06 % |
| Erweiterte relative Messunsicherheit: | 12,1% |



Tabelle A4: Ergebnisse der Jahre 2012 bis 2017 (Orthogonale Regressionsrechnung),
(NO₂-Rohdaten – Kandidat Methode)

| Äquivalenz -Test (Rohdaten) |
|--|
| Referenzmessverfahren (Referenz) (RM): Stickstoffdioxid-Monitor (CLD) Standardmessunsicherheit des RM: 0 µg/m ³ Testmessverfahren (Kandidat) (CM): PALMES-Passivsammler, Rohdaten (n = 715) Messobjekt: NO ₂ Messort: Diverse Probenahmestellen Messzeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2018 Messergebnisse: 14-tägige MW Grenzwert: 40 µg/m ³ Datenqualitätsziel der Messunsicherheit: 15 % |
| Orthogonale Regressionsanalyse |
| Steigungsmaß (b): 0,8790 µg/m ³ Standardunsicherheit der Steigung: 0,0089 µg/m ³ Achsenabschnitt (a): 4,2938 µg/m ³ Standardunsicherheit des Achsenabschnitts: 0,3416 µg/m ³ Bestimmtheitsmaß (r ²): 0,96 |
| Äquivalenz Ergebnisse für die Kandidat-Methode PALMES-Passivsammler (Rohdaten) |
| Zufällige Abweichungen: 3,22 µg/m ³ Systematische Abweichung am Grenzwert: 0,62 µg/m ³ Kombinierte Abweichungsunsicherheiten: 3,28 µg/m ³ Standardmessunsicherheit am Grenzwert: 8,19 % Erweiterte relative Messunsicherheit: 16,4 % |



Tabelle A5: Ergebnisse der Jahre 2012 bis 2018 (Orthogonale Regressionsrechnung),
(Kandidat-Methode nach Kalibrierung der NO₂-Ergebnisse)

| Äquivalenz -Test (nach Kalibrierung) | |
|--|--|
| Referenzmessverfahren (Referenz) (RM): | Stickstoffoxid-Monitor (CLD) |
| Standardmessunsicherheit des RM: | 0 µg/m ³ |
| Testmessverfahren (Kandidat) (CM): | PALMES-Passivsammler, kalibriert (n = 715) |
| Messobjekt: | NO ₂ |
| Messort: | Diverse Probenahmestellen |
| Messzeitraum: | 01.01.2012 bis 31.12.2018 |
| Messergebnisse: | 14-tägige MW |
| Grenzwert: | 40 µg/m ³ |
| Datenqualitätsziel der Messunsicherheit: | 15 % |
| Orthogonale Regressionsanalyse | |
| Steigungsmaß (b): | 1,0029 µg/m ³ |
| Standardunsicherheit der Steigung: | 0,0078 µg/m ³ |
| Achsenabschnitt (a): | -0,1046 µg/m ³ |
| Standardunsicherheit des Achsenabschnitts: | 0,3003 µg/m ³ |
| Bestimmtheitsmaß (r ²): | 0,96 |
| Äquivalenz Ergebnisse für die Kandidat-Methode PALMES-Passivsammler (kalibriert) | |
| Zufällige Abweichungen: | 2,82 µg/m ³ |
| Systematische Abweichung am Grenzwert: | -0,01 µg/m ³ |
| Kombinierte Abweichungsunsicherheiten: | 2,82 µg/m ³ |
| Standardmessunsicherheit am Grenzwert: | 7,06 % |
| Erweiterte relative Messunsicherheit: | 14,1% |



Tabelle A6: Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2018 (Orthogonale Regressionsrechnung),
(NO₂-Rohdaten – Kandidat Methode)

| Äquivalenz -Test (Rohdaten) |
|--|
| Referenzmessverfahren (Referenz) (RM): Stickstoffoxid-Monitor (CLD) Standardmessunsicherheit des RM: 0 µg/m ³ Testmessverfahren (Kandidat) (CM): PALMES-Passivsammler, Rohdaten (n = 33) Messobjekt: NO ₂ Messort: Diverse Probenahmestellen Messzeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2018 Messergebnisse: Jahresmittelwerte Grenzwert: 40 µg/m ³ Datenqualitätsziel der Messunsicherheit: 15 % |
| Orthogonale Regressionsanalyse |
| Steigungsmaß (b): 0,8651 µg/m ³ Standardunsicherheit der Steigung: 0,0241 µg/m ³ Achsenabschnitt (a): 4,7470 µg/m ³ Standardunsicherheit des Achsenabschnitts: 0,9057 µg/m ³ Bestimmtheitsmaß (r ²): 0,986 |
| Äquivalenz Ergebnisse für die Kandidat-Methode PALMES-Passivsammler (Rohdaten) |
| Zufällige Abweichungen: 1,73 µg/m ³ Systematische Abweichung am Grenzwert: 0,75 µg/m ³ Kombinierte Abweichungsunsicherheiten: 1,88 µg/m ³ Standardmessunsicherheit am Grenzwert: 4,70 % Erweiterte relative Messunsicherheit: 9,4 % |



Tabelle A7: Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2018 (Orthogonale Regressionsrechnung),
(Kandidat-Methode nach Kalibrierung der NO₂-Ergebnisse)

| Äquivalenz -Test (nach Kalibrierung) | |
|--|---|
| Referenzmessverfahren (Referenz) (RM): | Stickstoffoxid-Monitor (CLD) |
| Standardmessunsicherheit des RM: | 0 µg/m ³ |
| Testmessverfahren (Kandidat) (CM): | PALMES-Passivsammler, kalibriert (n = 33) |
| Messobjekt: | NO ₂ |
| Messort: | Diverse Probenahmestellen |
| Messzeitraum: | 01.01.2012 bis 31.12.2018 |
| Messergebnisse: | Jahresmittelwerte |
| Grenzwert: | 40 µg/m ³ |
| Datenqualitätsziel der Messunsicherheit: | 15 % |
| Orthogonale Regressionsanalyse | |
| Steigungsmaß (b): | 1,0010 µg/m ³ |
| Standardunsicherheit der Steigung: | 0,0209 µg/m ³ |
| Achsenabschnitt (a): | -0,0349 µg/m ³ |
| Standardunsicherheit des Achsenabschnitts: | 0,7835 µg/m ³ |
| Bestimmtheitsmaß (r ²): | 0,986 |
| Äquivalenz Ergebnisse für die Kandidat-Methode PALMES-Passivsammler (kalibriert) | |
| Zufällige Abweichungen: | 1,49 µg/m ³ |
| Systematische Abweichung am Grenzwert: | 0,00 µg/m ³ |
| Kombinierte Abweichungsunsicherheiten: | 1,49 µg/m ³ |
| Standardmessunsicherheit am Grenzwert: | 3,73 % |
| Erweiterte relative Messunsicherheit: | 7,5% |

Tabelle A8: Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO₂-Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Doppelbestimmungen in Osnabrück Verkehr (hot spot)

| Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|---------|--------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | | CLD-Monitor | | PALMES | |
| | | Parallelmessung über Dach | | Passivsammler (Rohdaten) | |
| | | Referenz 1 | Referenz 2 | Kandidat 1 | Kandidat 2 |
| | | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ |
| OKVT | 1 | 44,7 | 44,4 | 43,7 | 44,4 |
| OKVT | 2 | 53,5 | 53,3 | 54,1 | 53,6 |
| OKVT | 3 | 43,0 | 42,6 | 44,8 | 44,9 |
| OKVT | 4 | 50,5 | 50,4 | 52,5 | 52,0 |
| OKVT | 5 | 48,6 | 47,1 | 45,5 | 46,1 |
| OKVT | 6 | 44,5 | 43,5 | 46,8 | 47,2 |
| OKVT | 7 | 50,1 | 49,5 | 53,7 | 54,8 |
| OKVT | 8 | 48,0 | 47,3 | 50,1 | 48,8 |
| OKVT | 9 | 31,5 | 31,6 | 31,6 | 32,2 |
| OKVT | 10 | 47,2 | 47,6 | 46,3 | 47,1 |
| OKVT | 11 | 45,0 | 45,5 | 46,6 | 47,8 |
| OKVT | 12 | 46,5 | 45,4 | 43,8 | 46,4 |
| OKVT | 13 | 51,9 | 52,1 | 49,4 | 48,6 |
| OKVT | 14 | 48,9 | 49,1 | 46,9 | 48,5 |
| OKVT | 15 | 40,8 | 40,8 | 43,5 | 44,6 |
| OKVT | 16 | 48,6 | 48,1 | 50,4 | 52,0 |
| OKVT | 17 | 44,7 | 44,6 | 43,8 | 46,9 |
| OKVT | 18 | 33,2 | --- | 33,4 | 32,9 |
| OKVT | 19 | 41,4 | --- | 42,6 | 41,7 |
| OKVT | 20 | 40,0 | --- | 42,4 | 43,7 |
| OKVT | 21 | 44,5 | --- | 46,9 | 49,8 |
| OKVT | 22 | 37,0 | --- | 39,8 | 38,7 |

Tabelle A9: Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO₂-Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Braunschweig Verkehr (hot spot)

| Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | CLD | PALMES |
| | | Monitor | Passivsammler |
| | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| BGVT | 1 | 36,7 | 42,0 |
| BGVT | 2 | 37,5 | 43,1 |
| BGVT | 3 | 36,1 | 39,7 |
| BGVT | 4 | 44,8 | 48,8 |
| BGVT | 5 | 33,9 | 36,7 |
| BGVT | 6 | 40,1 | 44,1 |
| BGVT | 7 | 43,5 | 49,1 |
| BGVT | 8 | 36,1 | 41,3 |
| BGVT | 9 | 42,4 | 46,4 |
| BGVT | 10 | 32,6 | 36,5 |
| BGVT | 11 | 41,3 | 44,0 |
| BGVT | 12 | 45,2 | 50,1 |
| BGVT | 13 | 35,0 | 39,1 |
| BGVT | 14 | 43,1 | 42,8 |
| BGVT | 15 | 46,9 | 48,2 |
| BGVT | 16 | 45,4 | 49,2 |
| BGVT | 17 | 50,9 | 57,0 |
| BGVT | 18 | 51,5 | 55,9 |
| BGVT | 19 | 42,7 | 44,5 |
| BGVT | 20 | 44,8 | 48,6 |
| BGVT | 21 | 36,2 | 43,4 |
| BGVT | 22 | 36,0 | 41,6 |
| BGVT | 23 | 30,7 | 36,3 |
| BGVT | 24 | 32,5 | 38,0 |

Tabelle A10: Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO₂-Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Hannover Verkehr (hot spot)

| Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | CLD | PALMES |
| | | Monitor | Passivsammler |
| | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| HRVS | 1 | 48,7 | 49,4 |
| HRVS | 2 | 48,7 | 48,2 |
| HRVS | 3 | 41,8 | 43,4 |
| HRVS | 4 | 54,7 | 57,2 |
| HRVS | 5 | 44,6 | 40,9 |
| HRVS | 6 | 51,2 | 52,1 |
| HRVS | 7 | 49,8 | 51,1 |
| HRVS | 8 | 50,1 | 50,0 |
| HRVS | 9 | 48,7 | 47,4 |
| HRVS | 10 | 27,3 | 27,3 |
| HRVS | 11 | 49,3 | 44,5 |
| HRVS | 12 | 56,0 | 52,8 |
| HRVS | 13 | 44,2 | 44,1 |
| HRVS | 14 | 55,0 | 55,2 |
| HRVS | 15 | 49,2 | 46,1 |
| HRVS | 16 | 45,0 | 47,3 |
| HRVS | 17 | 52,0 | 50,9 |
| HRVS | 18 | 54,2 | 57,2 |
| HRVS | 19 | 41,2 | 40,0 |
| HRVS | 20 | 45,8 | 46,7 |
| HRVS | 21 | 44,7 | 45,8 |
| HRVS | 22 | 45,8 | 51,6 |
| HRVS | 23 | 44,0 | 47,3 |
| HRVS | 24 | 53,6 | 58,0 |



Tabelle A11: Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO₂-Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Hannover (städtischer Hintergrund)

| Messort | Anzahl ¹⁾ | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|---------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|
| | | CLD | PALMES |
| | | Monitor | Passivsammler |
| | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| HRSW | 1 | 18,2 | 14,8 |
| HRSW | 2 | 25,0 | 22,0 |
| HRSW | 3 | 26,7 | 20,9 |
| HRSW | 4 | 13,8 | 10,6 |
| HRSW | 5 | 20,7 | 16,3 |
| HRSW | 6 | 14,2 | 11,7 |
| HRSW | 7 | 16,4 | 13,5 |
| HRSW | 8 | 16,7 | 14,7 |
| HRSW | 9 | 15,9 | 14,0 |
| HRSW | 10 | 11,7 | 10,4 |
| HRSW | 11 | 10,0 | 8,6 |
| HRSW | 12 | 16,5 | 15,0 |
| HRSW | 13 | 12,6 | 11,9 |
| HRSW | 14 | 15,6 | 14,1 |

¹⁾ Messungen ab Februar 2016

Tabelle A12: *Ergebnisse der Vergleichsmessungen zum NO₂-Äquivalenztest vom 01.08.2015 bis 31.07.2016, Einfachbestimmungen in Osnabrück (städtischer Hintergrund)*

| Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | CLD | PALMES |
| | | Monitor | Passivsammler |
| | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| OKCC | 1 | 14,8 | 13,0 |
| OKCC | 2 | 14,7 | 13,2 |
| OKCC | 3 | 12,4 | 11,9 |
| OKCC | 4 | 18,7 | 17,9 |
| OKCC | 5 | 22,0 | 19,3 |
| OKCC | 6 | 27,5 | 24,1 |
| OKCC | 7 | 18,1 | 16,3 |
| OKCC | 8 | 20,3 | 18,7 |
| OKCC | 9 | 23,4 | 21,2 |
| OKCC | 10 | 16,4 | 14,9 |
| OKCC | 11 | 26,6 | 22,8 |
| OKCC | 12 | 24,2 | 20,3 |
| OKCC | 13 | 21,7 | 17,6 |
| OKCC | 14 | 26,0 | 20,6 |
| OKCC | 15 | 16,4 | 15,7 |
| OKCC | 16 | 20,1 | 15,4 |
| OKCC | 17 | 14,0 | 11,3 |
| OKCC | 18 | 12,7 | 10,1 |
| OKCC | 19 | 14,5 | 12,3 |
| OKCC | 20 | 14,4 | 11,4 |
| OKCC | 21 | 12,8 | 10,5 |
| OKCC | 22 | 10,1 | 8,4 |
| OKCC | 23 | 13,3 | 10,2 |
| OKCC | 24 | 12,2 | 10,4 |



Tabelle A13: Routinemäßige Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018

| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2012 | BGVT | 1 | 35,0 | 41,3 |
| 2012 | BGVT | 2 | 45,3 | 49,9 |
| 2012 | BGVT | 3 | 50,4 | 53,6 |
| 2012 | BGVT | 4 | 43,2 | 45,9 |
| 2012 | BGVT | 5 | 42,6 | 48,2 |
| 2012 | BGVT | 6 | 52,1 | 61,1 |
| 2012 | BGVT | 7 | 39,3 | 43,1 |
| 2012 | BGVT | 8 | 42,7 | 48,3 |
| 2012 | BGVT | 9 | 43,6 | 51,9 |
| 2012 | BGVT | 10 | 31,7 | 33,1 |
| 2012 | BGVT | 11 | 45,6 | 52,0 |
| 2012 | BGVT | 12 | 40,0 | 42,2 |
| 2012 | BGVT | 13 | 38,3 | 42,0 |
| 2012 | BGVT | 14 | 42,1 | 48,0 |
| 2012 | BGVT | 15 | 38,0 | 42,5 |
| 2012 | BGVT | 16 | 48,3 | 52,9 |
| 2012 | BGVT | 17 | 56,4 | 58,0 |
| 2012 | BGVT | 18 | 45,6 | 51,4 |
| 2012 | BGVT | 19 | 47,2 | 49,2 |
| 2012 | BGVT | 20 | 48,3 | 48,0 |
| 2012 | BGVT | 21 | 48,7 | 56,8 |
| 2012 | BGVT | 22 | 50,9 | 52,9 |
| 2012 | BGVT | 23 | 49,5 | 57,5 |
| 2012 | BGVT | 24 | 41,1 | 42,0 |
| 2012 | ENCC | 25 | 18,6 | 18,0 |
| 2012 | ENCC | 26 | 17,7 | 20,2 |
| 2012 | ENCC | 27 | 16,9 | 17,7 |
| 2012 | ENCC | 28 | 14,3 | 15,9 |
| 2012 | ENCC | 29 | 12,5 | 11,0 |
| 2012 | ENCC | 30 | 10,7 | 10,9 |
| 2012 | ENCC | 31 | 11,8 | 10,2 |
| 2012 | ENCC | 32 | 12,7 | 11,9 |
| 2012 | ENCC | 33 | 16,9 | 15,5 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2012 | ENCC | 34 | 19,9 | 18,5 |
| 2012 | ENCC | 35 | 27,3 | 23,9 |
| 2012 | ENCC | 36 | 23,2 | 19,9 |
| 2012 | HRVS | 37 | 28,9 | 30,4 |
| 2012 | HRVS | 38 | 53,9 | 63,4 |
| 2012 | HRVS | 39 | 44,1 | 50,3 |
| 2012 | HRVS | 40 | 52,5 | 61,9 |
| 2012 | HRVS | 41 | 39,8 | 45,4 |
| 2012 | HRVS | 42 | 42,2 | 48,8 |
| 2012 | HRVS | 43 | 41,5 | 45,8 |
| 2012 | HRVS | 44 | 44,9 | 45,3 |
| 2012 | HRVS | 45 | 46,3 | 49,5 |
| 2012 | HRVS | 46 | 43,8 | 49,0 |
| 2012 | HRVS | 47 | 37,2 | 41,8 |
| 2012 | HRVS | 48 | 41,8 | 43,2 |
| 2012 | HRVS | 49 | 40,9 | 44,6 |
| 2012 | HRVS | 50 | 45,8 | 51,0 |
| 2012 | HRVS | 51 | 47,9 | 53,3 |
| 2012 | HRVS | 52 | 40,9 | 45,1 |
| 2012 | HRVS | 53 | 39,3 | 42,0 |
| 2012 | HRVS | 54 | 44,6 | 47,2 |
| 2012 | HRVS | 55 | 46,2 | 48,1 |
| 2012 | HRVS | 56 | 50,9 | 49,7 |
| 2012 | OKVT | 57 | 42,3 | 47,3 |
| 2012 | OKVT | 58 | 50,7 | 52,8 |
| 2012 | OKVT | 59 | 49,4 | 53,2 |
| 2012 | OKVT | 60 | 51,7 | 56,8 |
| 2012 | OKVT | 61 | 51,3 | 58,1 |
| 2012 | OKVT | 62 | 49,4 | 48,7 |
| 2012 | OKVT | 63 | 51,3 | 54,2 |
| 2012 | OKVT | 64 | 49,2 | 57,8 |
| 2012 | OKVT | 65 | 39,6 | 41,1 |
| 2012 | OKVT | 66 | 46,2 | 50,5 |
| 2012 | OKVT | 67 | 43,1 | 48,6 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2012 | OKVT | 68 | 44,7 | 47,0 |
| 2012 | OKVT | 69 | 47,2 | 49,9 |
| 2012 | OKVT | 70 | 54,4 | 56,4 |
| 2012 | OKVT | 71 | 57,5 | 58,4 |
| 2012 | OKVT | 72 | 52,7 | 58,6 |
| 2012 | OKVT | 73 | 50,2 | 49,0 |
| 2012 | OKVT | 74 | 50,5 | 57,0 |
| 2012 | OKVT | 75 | 52,8 | 51,3 |
| 2012 | OKVT | 76 | 53,9 | 55,7 |
| 2012 | OKVT | 77 | 59,5 | 61,1 |
| 2012 | OKVT | 78 | 38,7 | 38,6 |
| 2013 | BGVT | 79 | 36,9 | 38,7 |
| 2013 | BGVT | 80 | 40,4 | 35,3 |
| 2013 | BGVT | 81 | 44,6 | 42,3 |
| 2013 | BGVT | 82 | 41,1 | 38,3 |
| 2013 | BGVT | 83 | 39,7 | 39,8 |
| 2013 | BGVT | 84 | 47,9 | 41,8 |
| 2013 | BGVT | 85 | 43,3 | 40,7 |
| 2013 | BGVT | 86 | 44,1 | 46,1 |
| 2013 | BGVT | 87 | 39,4 | 34,6 |
| 2013 | BGVT | 88 | 34,4 | 36,1 |
| 2013 | BGVT | 89 | 40,5 | 46,2 |
| 2013 | BGVT | 90 | 41,6 | 48,1 |
| 2013 | BGVT | 91 | 43,5 | 46,1 |
| 2013 | BGVT | 92 | 43,0 | 46,4 |
| 2013 | BGVT | 93 | 40,6 | 45,5 |
| 2013 | BGVT | 94 | 39,0 | 40,7 |
| 2013 | BGVT | 95 | 43,1 | 47,5 |
| 2013 | BGVT | 96 | 46,9 | 47,1 |
| 2013 | BGVT | 97 | 48,9 | 51,2 |
| 2013 | BGVT | 98 | 44,9 | 45,1 |
| 2013 | BGVT | 99 | 45,3 | 46,9 |
| 2013 | HRVS | 100 | 38,9 | 37,5 |
| 2013 | HRVS | 101 | 56,9 | 51,7 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2013 | HRVS | 102 | 54,5 | 52,4 |
| 2013 | HRVS | 103 | 47,2 | 43,1 |
| 2013 | HRVS | 104 | 43,8 | 43,5 |
| 2013 | HRVS | 105 | 44,6 | 46,5 |
| 2013 | HRVS | 106 | 37,6 | 40,1 |
| 2013 | HRVS | 107 | 48,9 | 49,7 |
| 2013 | HRVS | 108 | 43,2 | 44,1 |
| 2013 | HRVS | 109 | 54,3 | 58,7 |
| 2013 | HRVS | 110 | 44,0 | 45,0 |
| 2013 | HRVS | 111 | 43,0 | 41,1 |
| 2013 | HRVS | 112 | 43,6 | 41,7 |
| 2013 | HRVS | 113 | 35,9 | 37,4 |
| 2013 | HRVS | 114 | 43,2 | 42,9 |
| 2013 | HRVS | 115 | 57,9 | 55,5 |
| 2013 | HRVS | 116 | 47,4 | 46,4 |
| 2013 | HRVS | 117 | 34,4 | 31,2 |
| 2013 | OKCC | 118 | 28,4 | 26,4 |
| 2013 | OKCC | 119 | 19,2 | 19,5 |
| 2013 | OKCC | 120 | 21,7 | 17,1 |
| 2013 | OKCC | 121 | 19,5 | 14,3 |
| 2013 | OKCC | 122 | 18,6 | 13,5 |
| 2013 | OKCC | 123 | 16,6 | 17,3 |
| 2013 | OKCC | 124 | 13,6 | 10,1 |
| 2013 | OKCC | 125 | 12,6 | 10,7 |
| 2013 | OKCC | 126 | 14,7 | 14,5 |
| 2013 | OKCC | 127 | 15,1 | 12,4 |
| 2013 | OKCC | 128 | 19,0 | 19,7 |
| 2013 | OKCC | 129 | 16,3 | 14,3 |
| 2013 | OKCC | 130 | 17,5 | 16,6 |
| 2013 | OKCC | 131 | 22,9 | 18,8 |
| 2013 | OKCC | 132 | 17,7 | 15,8 |
| 2013 | OKCC | 133 | 24,2 | 21,9 |
| 2013 | OKCC | 134 | 32,6 | 25,4 |
| 2013 | OKCC | 135 | 29,7 | 26,5 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2013 | OKCC | 136 | 17,0 | 12,7 |
| 2013 | OKVT1 | 137 | 48,3 | 45,3 |
| 2013 | OKVT1 | 138 | 52,5 | 48,3 |
| 2013 | OKVT1 | 139 | 42,8 | 41,4 |
| 2013 | OKVT1 | 140 | 48,1 | 43,5 |
| 2013 | OKVT1 | 141 | 34,6 | 24,8 |
| 2013 | OKVT1 | 142 | 51,2 | 49,8 |
| 2013 | OKVT1 | 143 | 51,6 | 48,2 |
| 2013 | OKVT1 | 144 | 42,1 | 46,2 |
| 2013 | OKVT1 | 145 | 38,9 | 38,4 |
| 2013 | OKVT1 | 146 | 40,5 | 42,1 |
| 2013 | OKVT1 | 147 | 49,6 | 52,2 |
| 2013 | OKVT1 | 148 | 53,9 | 57,8 |
| 2013 | OKVT1 | 149 | 49,9 | 50,1 |
| 2013 | OKVT1 | 150 | 51,1 | 54,1 |
| 2013 | OKVT1 | 151 | 43,4 | 44,3 |
| 2013 | OKVT1 | 152 | 48,4 | 48,7 |
| 2013 | OKVT1 | 153 | 47,7 | 52,1 |
| 2013 | OKVT1 | 154 | 52,0 | 54,5 |
| 2013 | OKVT1 | 155 | 57,9 | 58,0 |
| 2013 | OKVT1 | 156 | 55,5 | 55,1 |
| 2013 | OKVT1 | 157 | 40,2 | 41,4 |
| 2013 | OKVT2 | 158 | 40,4 | 40,6 |
| 2013 | OKVT2 | 159 | 36,9 | 36,0 |
| 2013 | OKVT2 | 160 | 39,5 | 39,8 |
| 2013 | OKVT2 | 161 | 46,9 | 50,2 |
| 2013 | OKVT2 | 162 | 51,1 | 54,4 |
| 2013 | OKVT2 | 163 | 48,3 | 49,2 |
| 2013 | OKVT2 | 164 | 50,0 | 52,5 |
| 2013 | OKVT2 | 165 | 43,2 | 44,4 |
| 2013 | OKVT2 | 166 | 47,3 | 52,4 |
| 2013 | OKVT2 | 167 | 45,3 | 47,1 |
| 2013 | OKVT2 | 168 | 50,4 | 48,6 |
| 2013 | OKVT2 | 169 | 55,2 | 55,0 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2013 | OKVT2 | 170 | 52,5 | 54,8 |
| 2013 | OKVT2 | 171 | 37,5 | 38,9 |
| 2014 | BGVT | 172 | 38,9 | 41,7 |
| 2014 | BGVT | 173 | 37,7 | 36,3 |
| 2014 | BGVT | 174 | 44,0 | 48,7 |
| 2014 | BGVT | 175 | 49,6 | 52,2 |
| 2014 | BGVT | 176 | 54,5 | 54,2 |
| 2014 | BGVT | 177 | 40,3 | 41,8 |
| 2014 | BGVT | 178 | 41,9 | 45,8 |
| 2014 | BGVT | 179 | 35,6 | 37,9 |
| 2014 | BGVT | 180 | 39,0 | 43,4 |
| 2014 | BGVT | 181 | 38,4 | 44,0 |
| 2014 | BGVT | 182 | 35,6 | 38,9 |
| 2014 | BGVT | 183 | 31,0 | 37,7 |
| 2014 | BGVT | 184 | 39,7 | 47,7 |
| 2014 | BGVT | 185 | 35,5 | 43,3 |
| 2014 | BGVT | 186 | 35,3 | 39,2 |
| 2014 | BGVT | 187 | 35,3 | 41,3 |
| 2014 | BGVT | 188 | 34,4 | 35,6 |
| 2014 | BGVT | 189 | 39,7 | 45,6 |
| 2014 | BGVT | 190 | 40,1 | 47,8 |
| 2014 | BGVT | 191 | 40,5 | 48,7 |
| 2014 | BGVT | 192 | 41,6 | 45,9 |
| 2014 | BGVT | 193 | 32,7 | 35,2 |
| 2014 | BGVT | 194 | 35,6 | 38,2 |
| 2014 | BGVT | 195 | 31,5 | 33,6 |
| 2014 | ENCC | 196 | 22,9 | 19,2 |
| 2014 | ENCC | 197 | 23,3 | 21,7 |
| 2014 | ENCC | 198 | 22,0 | 17,8 |
| 2014 | ENCC | 199 | 16,4 | 12,0 |
| 2014 | ENCC | 200 | 12,6 | 10,1 |
| 2014 | ENCC | 201 | 8,8 | 9,0 |
| 2014 | ENCC | 202 | 10,7 | 8,8 |
| 2014 | ENCC | 203 | 11,6 | 11,3 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2014 | ENCC | 204 | 14,1 | 12,7 |
| 2014 | ENCC | 205 | 21,2 | 18,0 |
| 2014 | ENCC | 206 | 22,0 | 19,1 |
| 2014 | ENCC | 207 | 18,7 | 15,3 |
| 2014 | HRVS | 208 | 34,7 | 34,9 |
| 2014 | HRVS | 209 | 48,8 | 44,7 |
| 2014 | HRVS | 210 | 41,5 | 39,0 |
| 2014 | HRVS | 211 | 48,2 | 52,3 |
| 2014 | HRVS | 212 | 57,2 | 54,4 |
| 2014 | HRVS | 213 | 54,6 | 54,5 |
| 2014 | HRVS | 214 | 53,6 | 53,3 |
| 2014 | HRVS | 215 | 48,9 | 50,6 |
| 2014 | HRVS | 216 | 43,0 | 43,3 |
| 2014 | HRVS | 217 | 57,9 | 65,4 |
| 2014 | HRVS | 218 | 45,0 | 49,4 |
| 2014 | HRVS | 219 | 37,4 | 41,1 |
| 2014 | HRVS | 220 | 46,2 | 48,4 |
| 2014 | HRVS | 221 | 56,8 | 58,3 |
| 2014 | HRVS | 222 | 41,5 | 43,2 |
| 2014 | HRVS | 223 | 41,0 | 47,8 |
| 2014 | HRVS | 224 | 46,1 | 48,9 |
| 2014 | HRVS | 225 | 42,1 | 48,7 |
| 2014 | HRVS | 226 | 43,5 | 45,3 |
| 2014 | HRVS | 227 | 36,3 | 40,3 |
| 2014 | HRVS | 228 | 45,7 | 45,0 |
| 2014 | HRVS | 229 | 48,8 | 48,9 |
| 2014 | HRVS | 230 | 40,4 | 36,6 |
| 2014 | HRVS | 231 | 30,4 | 29,0 |
| 2014 | OKVT | 232 | 44,0 | 47,3 |
| 2014 | OKVT | 233 | 43,1 | 42,1 |
| 2014 | OKVT | 234 | 44,2 | 49,8 |
| 2014 | OKVT | 235 | 56,9 | 58,5 |
| 2014 | OKVT | 236 | 55,9 | 53,5 |
| 2014 | OKVT | 237 | 57,9 | 51,2 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2014 | OKVT | 238 | 52,3 | 58,4 |
| 2014 | OKVT | 239 | 47,3 | 47,4 |
| 2014 | OKVT | 240 | 48,8 | 56,6 |
| 2014 | OKVT | 241 | 48,2 | 54,8 |
| 2014 | OKVT | 242 | 45,7 | 52,4 |
| 2014 | OKVT | 243 | 41,8 | 47,5 |
| 2014 | OKVT | 244 | 52,4 | 52,8 |
| 2014 | OKVT | 245 | 46,0 | 48,9 |
| 2014 | OKVT | 246 | 45,6 | 52,4 |
| 2014 | OKVT | 247 | 47,5 | 55,3 |
| 2014 | OKVT | 248 | 42,1 | 45,1 |
| 2014 | OKVT | 249 | 53,2 | 59,7 |
| 2014 | OKVT | 250 | 54,1 | 61,5 |
| 2014 | OKVT | 251 | 52,4 | 58,8 |
| 2014 | OKVT | 252 | 49,1 | 49,7 |
| 2014 | OKVT | 253 | 37,4 | 35,1 |
| 2014 | OKVT | 254 | 51,7 | 51,4 |
| 2014 | OKVT | 255 | 39,3 | 39,4 |
| 2014 | OKCC | 256 | 19,8 | 17,5 |
| 2014 | OKCC | 257 | 29,4 | 24,4 |
| 2014 | OKCC | 258 | 17,5 | 15,4 |
| 2014 | OKCC | 259 | 26,5 | 23,0 |
| 2014 | OKCC | 260 | 29,4 | 25,4 |
| 2014 | OKCC | 261 | 30,8 | 24,2 |
| 2014 | OKCC | 262 | 22,5 | 18,2 |
| 2014 | OKCC | 263 | 19,4 | 15,0 |
| 2014 | OKCC | 264 | 14,4 | 12,3 |
| 2014 | OKCC | 265 | 16,0 | 13,7 |
| 2014 | OKCC | 266 | 16,6 | 13,9 |
| 2014 | OKCC | 267 | 14,8 | 13,7 |
| 2014 | OKCC | 268 | 15,6 | 12,4 |
| 2014 | OKCC | 269 | 15,0 | 12,5 |
| 2014 | OKCC | 270 | 13,6 | 11,5 |
| 2014 | OKCC | 271 | 15,9 | 13,7 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2014 | OKCC | 272 | 18,9 | 16,2 |
| 2014 | OKCC | 273 | 20,8 | 18,6 |
| 2014 | OKCC | 274 | 22,5 | 18,7 |
| 2014 | OKCC | 275 | 20,9 | 20,5 |
| 2014 | OKCC | 276 | 25,4 | 22,9 |
| 2014 | OKCC | 277 | 24,5 | 20,8 |
| 2014 | OKCC | 278 | 21,2 | 16,7 |
| 2014 | OKCC | 279 | 17,7 | 15,8 |
| 2015 | BGVT | 280 | 30,3 | 34,2 |
| 2015 | BGVT | 281 | 42,0 | 41,4 |
| 2015 | BGVT | 282 | 41,5 | 42,1 |
| 2015 | BGVT | 283 | 46,0 | 47,4 |
| 2015 | BGVT | 284 | 40,0 | 42,6 |
| 2015 | BGVT | 285 | 45,0 | 46,1 |
| 2015 | BGVT | 286 | 36,9 | 39,9 |
| 2015 | BGVT | 287 | 50,0 | 48,6 |
| 2015 | BGVT | 288 | 40,1 | 44,3 |
| 2015 | BGVT | 289 | 40,6 | 43,5 |
| 2015 | BGVT | 290 | 36,2 | 38,4 |
| 2015 | BGVT | 291 | 41,4 | 45,7 |
| 2015 | BGVT | 292 | 40,0 | 41,3 |
| 2015 | BGVT | 293 | 36,4 | 40,7 |
| 2015 | BGVT | 294 | 36,8 | 42,0 |
| 2015 | BGVT | 295 | 37,5 | 43,1 |
| 2015 | BGVT | 296 | 36,2 | 39,7 |
| 2015 | BGVT | 297 | 44,7 | 48,8 |
| 2015 | BGVT | 298 | 33,9 | 36,7 |
| 2015 | BGVT | 299 | 40,1 | 44,1 |
| 2015 | BGVT | 300 | 43,5 | 49,1 |
| 2015 | BGVT | 301 | 36,0 | 41,3 |
| 2015 | BGVT | 302 | 42,3 | 46,4 |
| 2015 | BGVT | 303 | 32,6 | 36,5 |
| 2015 | HRVS | 304 | 42,4 | 41,4 |
| 2015 | HRVS | 305 | 50,4 | 50,8 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2015 | HRVS | 306 | 54,2 | 50,6 |
| 2015 | HRVS | 307 | 58,5 | 53,8 |
| 2015 | HRVS | 308 | 51,3 | 50,4 |
| 2015 | HRVS | 309 | 57,1 | 54,2 |
| 2015 | HRVS | 310 | 53,5 | 53,6 |
| 2015 | HRVS | 311 | 55,8 | 56,9 |
| 2015 | HRVS | 312 | 49,6 | 51,0 |
| 2015 | HRVS | 313 | 55,4 | 57,5 |
| 2015 | HRVS | 314 | 43,8 | 46,0 |
| 2015 | HRVS | 315 | 52,2 | 58,7 |
| 2015 | HRVS | 316 | 43,3 | 48,4 |
| 2015 | HRVS | 317 | 48,7 | 49,4 |
| 2015 | HRVS | 318 | 48,7 | 48,2 |
| 2015 | HRVS | 319 | 41,7 | 43,4 |
| 2015 | HRVS | 320 | 54,7 | 57,2 |
| 2015 | HRVS | 321 | 44,7 | 40,9 |
| 2015 | HRVS | 322 | 51,2 | 52,1 |
| 2015 | HRVS | 323 | 49,8 | 51,1 |
| 2015 | HRVS | 324 | 50,1 | 50,0 |
| 2015 | HRVS | 325 | 48,7 | 47,4 |
| 2015 | HRVS | 326 | 27,3 | 27,3 |
| 2015 | OKCC | 327 | 18,7 | 16,2 |
| 2015 | OKCC | 328 | 28,2 | 23,3 |
| 2015 | OKCC | 329 | 23,5 | 18,1 |
| 2015 | OKCC | 330 | 26,4 | 22,8 |
| 2015 | OKCC | 331 | 23,6 | 17,5 |
| 2015 | OKCC | 332 | 22,3 | 17,9 |
| 2015 | OKCC | 333 | 19,2 | 14,9 |
| 2015 | OKCC | 334 | 15,9 | 13,2 |
| 2015 | OKCC | 335 | 13,9 | 11,3 |
| 2015 | OKCC | 336 | 15,0 | 11,9 |
| 2015 | OKCC | 337 | 13,2 | 10,6 |
| 2015 | OKCC | 338 | 11,8 | 9,9 |
| 2015 | OKCC | 339 | 14,8 | 13,0 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2015 | OKCC | 340 | 14,6 | 13,2 |
| 2015 | OKCC | 341 | 12,4 | 11,9 |
| 2015 | OKCC | 342 | 18,8 | 17,9 |
| 2015 | OKCC | 343 | 22,0 | 19,3 |
| 2015 | OKCC | 344 | 27,5 | 24,1 |
| 2015 | OKCC | 345 | 18,1 | 16,3 |
| 2015 | OKCC | 346 | 20,3 | 18,7 |
| 2015 | OKCC | 347 | 23,4 | 21,2 |
| 2015 | OKCC | 348 | 16,4 | 14,9 |
| 2015 | OKVT | 349 | 48,5 | 48,6 |
| 2015 | OKVT | 350 | 57,2 | 55,6 |
| 2015 | OKVT | 351 | 57,2 | 57,1 |
| 2015 | OKVT | 352 | 54,3 | 53,3 |
| 2015 | OKVT | 353 | 50,1 | 48,3 |
| 2015 | OKVT | 354 | 50,1 | 50,3 |
| 2015 | OKVT | 355 | 51,1 | 51,1 |
| 2015 | OKVT | 356 | 55,0 | 61,3 |
| 2015 | OKVT | 357 | 53,4 | 55,2 |
| 2015 | OKVT | 358 | 44,8 | 44,5 |
| 2015 | OKVT | 359 | 51,0 | 54,5 |
| 2015 | OKVT | 360 | 50,8 | 53,6 |
| 2015 | OKVT | 361 | 45,6 | 48,1 |
| 2015 | OKVT | 362 | 56,7 | 58,3 |
| 2015 | OKVT | 363 | 45,2 | 49,0 |
| 2015 | OKVT | 364 | 51,7 | 53,5 |
| 2015 | OKVT | 365 | 44,6 | 43,1 |
| 2015 | OKVT | 366 | 48,9 | 48,5 |
| 2015 | OKVT | 367 | 47,1 | 51,0 |
| 2015 | OKVT | 368 | 53,0 | 55,4 |
| 2015 | OKVT | 369 | 50,5 | 51,6 |
| 2015 | OKVT | 370 | 33,7 | 35,3 |
| 2016 | BGVT | 371 | 41,3 | 44,0 |
| 2016 | BGVT | 372 | 45,2 | 50,1 |
| 2016 | BGVT | 373 | 35,0 | 39,1 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2016 | BGVT | 374 | 43,1 | 42,8 |
| 2016 | BGVT | 375 | 46,9 | 48,2 |
| 2016 | BGVT | 376 | 45,5 | 49,2 |
| 2016 | BGVT | 377 | 50,9 | 57,0 |
| 2016 | BGVT | 378 | 51,5 | 55,9 |
| 2016 | BGVT | 379 | 42,7 | 44,5 |
| 2016 | BGVT | 380 | 44,8 | 48,6 |
| 2016 | BGVT | 381 | 36,2 | 43,4 |
| 2016 | BGVT | 382 | 36,0 | 41,6 |
| 2016 | BGVT | 383 | 32,5 | 38,0 |
| 2016 | BGVT | 384 | 27,7 | 32,3 |
| 2016 | BGVT | 385 | 35,0 | 40,8 |
| 2016 | BGVT | 386 | 42,4 | 48,9 |
| 2016 | BGVT | 387 | 43,5 | 43,9 |
| 2016 | BGVT | 388 | 28,1 | 32,8 |
| 2016 | BGVT | 389 | 37,1 | 40,2 |
| 2016 | BGVT | 390 | 43,3 | 46,5 |
| 2016 | BGVT | 391 | 46,9 | 47,3 |
| 2016 | BGVT | 392 | 34,4 | 38,3 |
| 2016 | HRSW | 393 | 18,2 | 14,8 |
| 2016 | HRSW | 394 | 24,9 | 22,0 |
| 2016 | HRSW | 395 | 26,7 | 20,9 |
| 2016 | HRSW | 396 | 13,8 | 10,6 |
| 2016 | HRSW | 397 | 20,7 | 16,3 |
| 2016 | HRSW | 398 | 14,2 | 11,7 |
| 2016 | HRSW | 399 | 16,3 | 13,5 |
| 2016 | HRSW | 400 | 16,7 | 14,7 |
| 2016 | HRSW | 401 | 15,9 | 14,0 |
| 2016 | HRSW | 402 | 11,7 | 10,4 |
| 2016 | HRSW | 403 | 10,0 | 8,6 |
| 2016 | HRSW | 404 | 16,5 | 15,0 |
| 2016 | HRSW | 405 | 12,6 | 11,9 |
| 2016 | HRSW | 406 | 15,5 | 14,2 |
| 2016 | HRSW | 407 | 22,4 | 18,6 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2016 | HRSW | 408 | 27,5 | 24,6 |
| 2016 | HRSW | 409 | 20,1 | 18,1 |
| 2016 | HRSW | 410 | 26,0 | 22,0 |
| 2016 | HRSW | 411 | 29,6 | 27,2 |
| 2016 | HRSW | 412 | 33,8 | 27,6 |
| 2016 | HRVS | 413 | 49,3 | 44,5 |
| 2016 | HRVS | 414 | 56,0 | 52,8 |
| 2016 | HRVS | 415 | 44,2 | 44,1 |
| 2016 | HRVS | 416 | 55,0 | 55,2 |
| 2016 | HRVS | 417 | 49,2 | 46,1 |
| 2016 | HRVS | 418 | 45,1 | 47,3 |
| 2016 | HRVS | 419 | 52,0 | 50,9 |
| 2016 | HRVS | 420 | 54,2 | 57,2 |
| 2016 | HRVS | 421 | 41,2 | 40,0 |
| 2016 | HRVS | 422 | 45,9 | 46,7 |
| 2016 | HRVS | 423 | 44,7 | 45,8 |
| 2016 | HRVS | 424 | 45,8 | 51,6 |
| 2016 | HRVS | 425 | 44,0 | 47,3 |
| 2016 | HRVS | 426 | 53,6 | 58,0 |
| 2016 | HRVS | 427 | 44,4 | 46,9 |
| 2016 | HRVS | 428 | 48,0 | 52,4 |
| 2016 | HRVS | 429 | 57,2 | 55,8 |
| 2016 | HRVS | 430 | 60,9 | 62,3 |
| 2016 | HRVS | 431 | 37,3 | 37,7 |
| 2016 | HRVS | 432 | 47,1 | 47,1 |
| 2016 | HRVS | 433 | 45,9 | 44,6 |
| 2016 | HRVS | 434 | 52,2 | 52,4 |
| 2016 | HRVS | 435 | 55,0 | 51,4 |
| 2016 | OKCC | 436 | 26,6 | 22,8 |
| 2016 | OKCC | 437 | 24,2 | 20,3 |
| 2016 | OKCC | 438 | 21,7 | 17,6 |
| 2016 | OKCC | 439 | 26,0 | 20,6 |
| 2016 | OKCC | 440 | 16,4 | 15,7 |
| 2016 | OKCC | 441 | 20,1 | 15,4 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2016 | OKCC | 442 | 14,0 | 11,3 |
| 2016 | OKCC | 443 | 12,7 | 10,1 |
| 2016 | OKCC | 444 | 14,5 | 12,3 |
| 2016 | OKCC | 445 | 14,4 | 11,4 |
| 2016 | OKCC | 446 | 12,8 | 10,5 |
| 2016 | OKCC | 447 | 10,1 | 8,4 |
| 2016 | OKCC | 448 | 13,3 | 10,2 |
| 2016 | OKCC | 449 | 12,2 | 10,4 |
| 2016 | OKCC | 450 | 16,6 | 16,3 |
| 2016 | OKCC | 451 | 21,3 | 18,8 |
| 2016 | OKCC | 452 | 22,8 | 20,6 |
| 2016 | OKCC | 453 | 19,5 | 17,1 |
| 2016 | OKCC | 454 | 23,2 | 19,2 |
| 2016 | OKCC | 455 | 30,4 | 27,4 |
| 2016 | OKCC | 456 | 36,9 | 30,5 |
| 2016 | OKCC | 457 | 26,1 | 22,6 |
| 2016 | OKVT | 458 | 50,7 | 51,1 |
| 2016 | OKVT | 459 | 48,7 | 50,7 |
| 2016 | OKVT | 460 | 49,8 | 48,4 |
| 2016 | OKVT | 461 | 53,8 | 52,8 |
| 2016 | OKVT | 462 | 49,5 | 47,6 |
| 2016 | OKVT | 463 | 44,0 | 45,4 |
| 2016 | OKVT | 464 | 51,7 | 53,0 |
| 2016 | OKVT | 465 | 47,6 | 50,1 |
| 2016 | OKVT | 466 | 35,1 | 36,3 |
| 2016 | OKVT | 467 | 42,9 | 46,2 |
| 2016 | OKVT | 468 | 41,5 | 43,3 |
| 2016 | OKVT | 469 | 46,6 | 49,6 |
| 2016 | OKVT | 470 | 38,2 | 42,1 |
| 2016 | OKVT | 471 | 44,0 | 47,9 |
| 2016 | OKVT | 472 | 39,1 | 43,5 |
| 2016 | OKVT | 473 | 55,3 | 59,0 |
| 2016 | OKVT | 474 | 55,5 | 57,4 |
| 2016 | OKVT | 475 | 54,8 | 55,1 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2016 | OKVT | 476 | 35,3 | 34,8 |
| 2016 | OKVT | 477 | 46,7 | 47,0 |
| 2016 | OKVT | 478 | 45,8 | 44,0 |
| 2016 | OKVT | 479 | 52,1 | 50,7 |
| 2016 | OKVT | 480 | 57,7 | 55,7 |
| 2017 | BGVT | 481 | 37,5 | 40,6 |
| 2017 | BGVT | 482 | 47,9 | 48,2 |
| 2017 | BGVT | 483 | 31,3 | 32,4 |
| 2017 | BGVT | 484 | 40,9 | 45,3 |
| 2017 | BGVT | 485 | 38,2 | 42,4 |
| 2017 | BGVT | 486 | 37,4 | 42,4 |
| 2017 | BGVT | 487 | 32,8 | 35,7 |
| 2017 | BGVT | 488 | 31,2 | 34,0 |
| 2017 | BGVT | 489 | 32,3 | 36,1 |
| 2017 | BGVT | 490 | 30,4 | 33,4 |
| 2017 | BGVT | 491 | 28,1 | 34,3 |
| 2017 | BGVT | 492 | 25,3 | 30,2 |
| 2017 | BGVT | 493 | 27,7 | 34,2 |
| 2017 | BGVT | 494 | 35,7 | 40,2 |
| 2017 | BGVT | 495 | 35,3 | 38,1 |
| 2017 | BGVT | 496 | 35,8 | 39,1 |
| 2017 | BGVT | 497 | 29,1 | 29,7 |
| 2017 | BGVT | 498 | 32,9 | 33,5 |
| 2017 | BGVT | 499 | 36,3 | 37,9 |
| 2017 | BGVT | 500 | 38,4 | 39,3 |
| 2017 | BGVT | 501 | 31,0 | 29,3 |
| 2017 | HRSW | 502 | 22,4 | 17,7 |
| 2017 | HRSW | 503 | 42,3 | 32,6 |
| 2017 | HRSW | 504 | 31,6 | 24,0 |
| 2017 | HRSW | 505 | 25,0 | 17,1 |
| 2017 | HRSW | 506 | 19,7 | 18,0 |
| 2017 | HRSW | 507 | 22,0 | 19,7 |
| 2017 | HRSW | 508 | 18,7 | 14,6 |
| 2017 | HRSW | 509 | 15,1 | 12,0 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2017 | HRSW | 510 | 18,1 | 14,5 |
| 2017 | HRSW | 511 | 14,0 | 12,2 |
| 2017 | HRSW | 512 | 12,0 | 10,1 |
| 2017 | HRSW | 513 | 12,5 | 11,8 |
| 2017 | HRSW | 514 | 12,7 | 11,7 |
| 2017 | HRSW | 515 | 11,8 | 10,6 |
| 2017 | HRSW | 516 | 13,6 | 12,0 |
| 2017 | HRSW | 517 | 14,5 | 14,6 |
| 2017 | HRSW | 518 | 13,9 | 12,3 |
| 2017 | HRSW | 519 | 13,6 | 11,4 |
| 2017 | HRSW | 520 | 16,4 | 14,8 |
| 2017 | HRSW | 521 | 22,4 | 19,9 |
| 2017 | HRSW | 522 | 20,7 | 17,9 |
| 2017 | HRSW | 523 | 19,9 | 16,4 |
| 2017 | HRSW | 524 | 15,7 | 11,8 |
| 2017 | HRVS | 525 | 46,6 | 45,5 |
| 2017 | HRVS | 526 | 57,7 | 49,4 |
| 2017 | HRVS | 527 | 38,9 | 33,5 |
| 2017 | HRVS | 528 | 51,8 | 46,6 |
| 2017 | HRVS | 529 | 46,7 | 45,6 |
| 2017 | HRVS | 530 | 52,3 | 53,9 |
| 2017 | HRVS | 531 | 52,3 | 52,1 |
| 2017 | HRVS | 532 | 44,5 | 44,6 |
| 2017 | HRVS | 533 | 39,8 | 37,6 |
| 2017 | HRVS | 534 | 43,5 | 46,6 |
| 2017 | HRVS | 535 | 42,7 | 40,9 |
| 2017 | HRVS | 536 | 40,7 | 42,3 |
| 2017 | HRVS | 537 | 37,9 | 41,3 |
| 2017 | HRVS | 538 | 33,9 | 37,0 |
| 2017 | HRVS | 539 | 43,9 | 47,4 |
| 2017 | HRVS | 540 | 43,5 | 46,5 |
| 2017 | HRVS | 541 | 45,1 | 48,6 |
| 2017 | HRVS | 542 | 44,6 | 46,6 |
| 2017 | HRVS | 543 | 37,9 | 40,3 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2017 | HRVS | 544 | 40,4 | 41,7 |
| 2017 | HRVS | 545 | 47,8 | 49,8 |
| 2017 | HRVS | 546 | 49,2 | 48,8 |
| 2017 | HRVS | 547 | 43,8 | 39,9 |
| 2017 | HRVS | 548 | 35,0 | 31,5 |
| 2017 | OKCC | 549 | 25,1 | 19,9 |
| 2017 | OKCC | 550 | 40,0 | 31,7 |
| 2017 | OKCC | 551 | 28,9 | 21,8 |
| 2017 | OKCC | 552 | 17,4 | 12,7 |
| 2017 | OKCC | 553 | 20,0 | 19,0 |
| 2017 | OKCC | 554 | 20,6 | 17,8 |
| 2017 | OKCC | 555 | 16,5 | 13,2 |
| 2017 | OKCC | 556 | 16,8 | 13,6 |
| 2017 | OKCC | 557 | 16,6 | 10,7 |
| 2017 | OKCC | 558 | 14,6 | 11,6 |
| 2017 | OKCC | 559 | 12,0 | 8,8 |
| 2017 | OKCC | 560 | 11,3 | 9,6 |
| 2017 | OKCC | 561 | 11,1 | 10,8 |
| 2017 | OKCC | 562 | 11,5 | 9,2 |
| 2017 | OKCC | 563 | 14,0 | 12,8 |
| 2017 | OKCC | 564 | 18,8 | 16,8 |
| 2017 | OKCC | 565 | 13,7 | 12,2 |
| 2017 | OKCC | 566 | 18,2 | 15,4 |
| 2017 | OKCC | 567 | 16,6 | 14,7 |
| 2017 | OKCC | 568 | 15,4 | 13,6 |
| 2017 | OKCC | 569 | 21,9 | 17,7 |
| 2017 | OKCC | 570 | 22,5 | 19,9 |
| 2017 | OKCC | 571 | 21,9 | 17,3 |
| 2017 | OKCC | 572 | 16,2 | 13,1 |
| 2017 | OKVT | 573 | 47,7 | 45,6 |
| 2017 | OKVT | 574 | 56,5 | 51,1 |
| 2017 | OKVT | 575 | 45,1 | 38,9 |
| 2017 | OKVT | 576 | 44,1 | 43,6 |
| 2017 | OKVT | 577 | 46,4 | 47,0 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2017 | OKVT | 578 | 47,6 | 45,1 |
| 2017 | OKVT | 579 | 40,3 | 41,2 |
| 2017 | OKVT | 580 | 45,9 | 48,5 |
| 2017 | OKVT | 581 | 45,0 | 43,3 |
| 2017 | OKVT | 582 | 41,2 | 44,0 |
| 2017 | OKVT | 583 | 44,3 | 48,0 |
| 2017 | OKVT | 584 | 37,5 | 41,2 |
| 2017 | OKVT | 585 | 32,7 | 34,8 |
| 2017 | OKVT | 586 | 39,6 | 43,1 |
| 2017 | OKVT | 587 | 42,4 | 50,0 |
| 2017 | OKVT | 588 | 49,9 | 53,3 |
| 2017 | OKVT | 589 | 41,6 | 46,3 |
| 2017 | OKVT | 590 | 39,5 | 42,0 |
| 2017 | OKVT | 591 | 41,8 | 42,3 |
| 2017 | OKVT | 592 | 42,1 | 42,4 |
| 2017 | OKVT | 593 | 46,3 | 45,7 |
| 2017 | OKVT | 594 | 49,7 | 52,4 |
| 2017 | OKVT | 595 | 48,9 | 40,4 |
| 2017 | OKVT | 596 | 37,4 | 37,7 |
| 2018 | BGVT | 597 | 30,3 | 30,0 |
| 2018 | BGVT | 598 | 37,1 | 37,0 |
| 2018 | BGVT | 599 | 37,4 | 36,0 |
| 2018 | BGVT | 600 | 38,5 | 33,4 |
| 2018 | BGVT | 601 | 34,2 | 32,8 |
| 2018 | BGVT | 602 | 30,8 | 29,4 |
| 2018 | BGVT | 603 | 29,1 | 28,7 |
| 2018 | BGVT | 604 | 36,6 | 36,1 |
| 2018 | BGVT | 605 | 29,3 | 24,6 |
| 2018 | BGVT | 606 | 24,3 | 19,9 |
| 2018 | BGVT | 607 | 29,9 | 28,5 |
| 2018 | BGVT | 608 | 26,1 | 28,1 |
| 2018 | BGVT | 609 | 25,5 | 25,3 |
| 2018 | BGVT | 610 | 28,4 | 26,3 |
| 2018 | BGVT | 611 | 33,8 | 33,4 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2018 | BGVT | 612 | 32,1 | 32,7 |
| 2018 | BGVT | 613 | 30,6 | 32,1 |
| 2018 | BGVT | 614 | 40,4 | 42,2 |
| 2018 | BGVT | 615 | 40,3 | 38,3 |
| 2018 | BGVT | 616 | 37,5 | 39,1 |
| 2018 | BGVT | 617 | 35,7 | 34,8 |
| 2018 | HRSW | 618 | 26,4 | 23,2 |
| 2018 | HRSW | 619 | 29,8 | 30,1 |
| 2018 | HRSW | 620 | 29,7 | 27,8 |
| 2018 | HRSW | 621 | 19,5 | 16,5 |
| 2018 | HRSW | 622 | 18,6 | 15,0 |
| 2018 | HRSW | 623 | 25,3 | 19,6 |
| 2018 | HRSW | 624 | 28,2 | 22,2 |
| 2018 | HRSW | 625 | 27,3 | 21,7 |
| 2018 | HRSW | 626 | 20,2 | 15,3 |
| 2018 | HRSW | 627 | 19,4 | 15,6 |
| 2018 | HRSW | 628 | 20,1 | 15,3 |
| 2018 | HRSW | 629 | 17,3 | 13,7 |
| 2018 | HRSW | 630 | 16,0 | 13,1 |
| 2018 | HRSW | 631 | 16,2 | 13,5 |
| 2018 | HRSW | 632 | 10,5 | 8,9 |
| 2018 | HRSW | 633 | 12,6 | 9,6 |
| 2018 | HRSW | 634 | 15,9 | 12,8 |
| 2018 | HRSW | 635 | 14,6 | 12,3 |
| 2018 | HRSW | 636 | 13,1 | 10,7 |
| 2018 | HRSW | 637 | 16,4 | 13,6 |
| 2018 | HRSW | 638 | 16,4 | 15,3 |
| 2018 | HRSW | 639 | 20,9 | 18,6 |
| 2018 | HRSW | 640 | 19,1 | 20,6 |
| 2018 | HRVS | 641 | 22,7 | 21,0 |
| 2018 | HRVS | 642 | 25,1 | 19,8 |
| 2018 | HRVS | 643 | 19,2 | 13,4 |
| 2018 | HRVS | 644 | 17,2 | 14,0 |
| 2018 | HRVS | 645 | 35,8 | 35,1 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2018 | HRVS | 646 | 45,5 | 40,6 |
| 2018 | HRVS | 647 | 46,9 | 42,7 |
| 2018 | HRVS | 648 | 44,4 | 39,5 |
| 2018 | HRVS | 649 | 45,3 | 40,4 |
| 2018 | HRVS | 650 | 41,0 | 34,9 |
| 2018 | HRVS | 651 | 36,8 | 34,3 |
| 2018 | HRVS | 652 | 52,1 | 51,4 |
| 2018 | HRVS | 653 | 36,9 | 30,6 |
| 2018 | HRVS | 654 | 30,0 | 28,3 |
| 2018 | HRVS | 655 | 45,5 | 44,6 |
| 2018 | HRVS | 656 | 38,7 | 42,3 |
| 2018 | HRVS | 657 | 35,7 | 36,1 |
| 2018 | HRVS | 658 | 39,7 | 38,6 |
| 2018 | HRVS | 659 | 46,5 | 45,2 |
| 2018 | HRVS | 660 | 44,7 | 47,4 |
| 2018 | HRVS | 661 | 44,3 | 44,7 |
| 2018 | HRVS | 662 | 52,6 | 53,5 |
| 2018 | HRVS | 663 | 51,3 | 47,0 |
| 2018 | HRVS | 664 | 49,9 | 50,8 |
| 2018 | OKCC | 669 | 19,3 | 22,4 |
| 2018 | OKCC | 670 | 18,4 | 15,8 |
| 2018 | OKCC | 671 | 26,1 | 20,1 |
| 2018 | OKCC | 672 | 26,8 | 20,5 |
| 2018 | OKCC | 673 | 22,8 | 16,8 |
| 2018 | OKCC | 674 | 22,2 | 17,0 |
| 2018 | OKCC | 675 | 22,5 | 18,9 |
| 2018 | OKCC | 676 | 14,7 | 10,4 |
| 2018 | OKCC | 677 | 14,9 | 11,5 |
| 2018 | OKCC | 678 | 13,3 | 9,5 |
| 2018 | OKCC | 679 | 11,6 | 9,5 |
| 2018 | OKCC | 680 | 10,2 | 9,0 |
| 2018 | OKCC | 681 | 11,0 | 8,6 |
| 2018 | OKCC | 682 | 14,9 | 12,1 |
| 2018 | OKCC | 683 | 14,1 | 11,5 |



| Jahr | Messort | Anzahl | 14-tägige-Mittelwerte NO ₂ | |
|------|---------|--------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2018 | OKCC | 684 | 18,0 | 16,1 |
| 2018 | OKCC | 685 | 16,7 | 14,3 |
| 2018 | OKCC | 686 | 25,4 | 22,1 |
| 2018 | OKCC | 687 | 17,4 | 15,9 |
| 2018 | OKCC | 688 | 24,0 | 19,8 |
| 2018 | OKCC | 689 | 20,8 | 17,2 |
| 2018 | OKCC | 690 | 19,3 | 15,1 |
| 2018 | OKCC | 691 | 20,8 | 18,2 |
| 2018 | OKVT | 692 | 39,3 | 38,2 |
| 2018 | OKVT | 693 | 46,1 | 47,5 |
| 2018 | OKVT | 694 | 49,3 | 46,2 |
| 2018 | OKVT | 695 | 41,8 | 36,2 |
| 2018 | OKVT | 696 | 41,4 | 38,1 |
| 2018 | OKVT | 697 | 45,4 | 43,8 |
| 2018 | OKVT | 698 | 46,8 | 45,9 |
| 2018 | OKVT | 699 | 43,3 | 42,2 |
| 2018 | OKVT | 700 | 35,3 | 35,2 |
| 2018 | OKVT | 701 | 35,1 | 31,3 |
| 2018 | OKVT | 702 | 34,6 | 39,5 |
| 2018 | OKVT | 703 | 26,1 | 27,1 |
| 2018 | OKVT | 704 | 31,4 | 31,6 |
| 2018 | OKVT | 705 | 42,8 | 40,3 |
| 2018 | OKVT | 706 | 43,8 | 42,5 |
| 2018 | OKVT | 707 | 40,3 | 41,8 |
| 2018 | OKVT | 708 | 52,7 | 53,7 |
| 2018 | OKVT | 709 | 46,2 | 47,1 |
| 2018 | OKVT | 710 | 55,2 | 57,8 |
| 2018 | OKVT | 711 | 33,4 | 38,2 |
| 2018 | OKVT | 712 | 41,3 | 38,4 |
| 2018 | OKVT | 713 | 33,8 | 31,3 |
| 2018 | OKVT | 714 | 38,4 | 35,6 |
| 2018 | OKVT | 715 | 39,0 | 38,7 |

Tabelle A14: Mittelwerte der Vergleichsmessungen der Jahre 2012 bis 2018

| Jahr | Messort | Anzahl | Mittelwerte NO ₂ über ein Kalenderjahr | |
|------|---------|--------|---|---------------------|
| | | | CLD | PALMES |
| | | | Monitor | Passivsammler |
| | | | Referenz | Kandidat (Rohdaten) |
| | | | µg/m ³ | µg/m ³ |
| 2012 | BGVT | 1 | 44,4 | 48,8 |
| | ENCC | 2 | 16,9 | 16,1 |
| | HRVS | 3 | 43,7 | 47,8 |
| | OKVT | 4 | 49,4 | 52,4 |
| 2013 | BGVT | 5 | 42,3 | 43,1 |
| | HRVS | 6 | 45,5 | 44,9 |
| | OKCC | 7 | 19,4 | 16,7 |
| | OKVT1 | 8 | 47,6 | 47,4 |
| | OKVT2 | 9 | 46,0 | 47,4 |
| 2014 | BGVT | 10 | 38,7 | 42,7 |
| | ENCC | 11 | 17,0 | 14,6 |
| | HRVS | 12 | 45,4 | 46,8 |
| | OKVT | 13 | 48,2 | 51,2 |
| | OKCC | 14 | 20,4 | 17,4 |
| 2015 | BGVT | 15 | 39,6 | 42,7 |
| | HRVS | 16 | 49,3 | 49,6 |
| | OKCC | 17 | 19,1 | 16,3 |
| | OKVT | 18 | 50,0 | 51,2 |
| 2016 | BGVT | 19 | 40,4 | 44,3 |
| | HRSW | 20 | 19,7 | 16,8 |
| | HRVS | 21 | 49,1 | 49,5 |
| | OKCC | 22 | 19,8 | 16,8 |
| | OKVT | 23 | 47,2 | 48,3 |
| 2017 | BGVT | 24 | 34,1 | 37,0 |
| | HRSW | 25 | 18,6 | 15,5 |
| | HRVS | 26 | 44,2 | 44,1 |
| | OKCC | 27 | 18,4 | 15,2 |
| | OKVT | 28 | 43,9 | 44,5 |
| 2018 | BGVT | 29 | 32,2 | 31,2 |
| | HRSW | 30 | 18,7 | 15,5 |
| | HRVS | 31 | 41,6 | 39,8 |
| | OKCC | 32 | 18,3 | 15,3 |
| | OKVT | 33 | 40,9 | 40,4 |