



Freie und Hansestadt Hamburg

Institut für Hygiene und Umwelt

Bereich Umweltuntersuchungen,
Abt. Luft, Radioaktivität, Referat -HU433-
Marckmannstraße 129 b, 20539 Hamburg

Ansprechpartner: Dr. Peschke
Tel.: +49 40 42845 3619
E-Mail: joachim.peschke@hu.hamburg.de

Ergebnisse von orientierenden Stickstoffdioxidmessungen an 3 Messpunkten im Stadtteil Harburg

Messzeiträume:

Messort Harb.-1 vom Mai 2015 bis Aug. 2016,

Messort Harb.-2 vom Mai 2015 bis Sept. 2017,

Messort Harb.-3 vom Sept. 2016 bis Sept. 2017

Bearbeiter: Dr. Joachim Peschke

Berichtsumfang: 11 Seiten

Berichtsnummer: HU43/800.56-10/05.15

Auftraggeber: Behörde für Umwelt und Energie,
Luftreinhaltung (BUE-IB2)

Datum des Berichtes: 18.03.2019

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung und Veranlassung	3
2	Bewertungsmaßstäbe für Stickstoffdioxid	3
3	Messverfahren	3
4	Untersuchungsumfang	4
5	Ergebnisse der Messungen und Bewertung	5
5.1	Messpunkte im Stadtteil Harburg	5
5.2	Vergleichsmessungen	6
6	Zusammenfassung und Fazit	7
7	Anhang:	9
7.1	Messverfahren	9
7.2	NO ₂ -Monatsmittelwerte an den Passivsammler-Messorten im Stadtteil Harburg	11
7.3	Gleitende NO ₂ -Jahresmittelwerte an den Passivsammler-Messorten im Stadtteil Harburg	11

1 Einleitung und Veranlassung

Die Beurteilung der Luftqualität durch die Behörde für Umwelt und Energie erfolgt auf Basis der Messwerte der amtlichen Luftmessstationen des Hamburger Luftmessnetzes (HaLm), deren Werte unter <http://luft.hamburg.de> veröffentlicht werden. Ergänzend zu den ortsfesten Messcontainern erfolgen Messungen mittels sogenannter Passivsammler, die in einem vereinfachten Messverfahren orientierende Werte zur Einschätzung der NO₂-Luftbelastung liefern. Die Probenahme mit Passivsammlern stellt ein kostengünstiges Verfahren dar, das im Rahmen der nachfolgend dargestellten Messunsicherheiten anhand von Monatsmittelwerten belastbare Aussagen über die NO₂-Konzentration an ausgewählten Punkten liefern kann.

Das Institut für Hygiene und Umwelt hat im Auftrag der Behörde für Umwelt und Energie das Messprogramm „Orientierende Stickstoffdioxidmessungen im Stadtteil Harburg (3 Messpunkte)“ durchgeführt. Nachfolgend werden die Ergebnisse vorgestellt.

2 Bewertungsmaßstäbe für Stickstoffdioxid

Die Bewertungsmaßstäbe für Luftverunreinigungen durch Stickoxide werden in der 39. BImSchV angegeben, sie stellen eine Umsetzung der Grenzwerte der europäischen Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG dar.

Da mit dem Messverfahren "Passivsammler" nur integral über längere Expositionszeiträume gemessen wird (in unserem Fall Monatszeiträume), können mit diesem Verfahren nur Aussagen in Bezug auf Jahresgrenzwerte getroffen werden.

Maßgeblich für die hier vorliegenden Untersuchungen ist der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit für den Jahresmittelwert (gültig ab 2010):

40 µg/m³ NO₂ als Jahresmittelwert

Die Überwachung des v. g. NO₂-Grenzwertes erfolgt in Hamburg durch die kontinuierlichen Messungen des Hamburger Luftmessnetzes, die die entsprechenden Qualitätsanforderungen der 39. BImSchV erfüllen. In Ergänzung dazu erfolgen die Passivsammlermessungen als orientierende Zusatzuntersuchungen.

3 Messverfahren

Die orientierenden Messungen der NO₂-Konzentration erfolgten mithilfe von Passivsammlern der Fa. PASSAM AG. Die Passivsammler werden jeweils für einen Monat exponiert. Dies erfolgt in einem Schutzgehäuse. Da die Sammler keinen Stromanschluss o. ä. benötigen, können diese einfach z. B. an Straßenlaternen ausgehängt werden. Dies erleichtert die Auswahl der Messpunkte erheblich. Nach der Exposition werden die Sammler im Labor auf ihren Gehalt an NO₂ untersucht. Als Auswertergebnis erhält man die NO₂-Konzentration der Luft als Monatsmittelwert. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens ist im Anhang 7.1 beigelegt.

Die Passivsammler werden seit ca. 2011 mit Diffusionssperren der Fa. PASSAM in Form von Glasritten betrieben. Die dabei gegenüber den vorher eingesetzten Diffusionssperren aus Papier auftretenden Minderbefunde werden durch Anwendung eines Korrekturfaktors ausgeglichen (Details siehe Anhang 7.1).

Im Gegensatz zu den Passivsammlermessungen wird im Hamburger Luftmessnetz (HaLm) die NO₂-Konzentration mit kontinuierlich arbeitenden und direkt anzeigenden Stickoxidanalytoren gemessen, die nach dem Referenzmessverfahren der Chemilumineszenz arbeiten und die eine Eignungsbekanntgabe entsprechend EU-Anforderung besitzen. Ihre Kalibrierung wird auf ein zertifiziertes Prüfgas rückgeführt und die Richtigkeit der Messung wurde in diversen Ringversuchen nachgewiesen. An den Messstationen Sternschanze, Habichtstraße und Veddel finden seit Jahren zur fortlaufenden Qualitätssicherung Parallelmessungen zwischen Passivsammlern und den Referenzmessgeräten des HaLm statt (siehe Kapitel 5.5).

4 Untersuchungsumfang

Die orientierenden NO₂-Untersuchungen mit Passivsammlern erfolgten an drei Messorten im Stadtteil Harburg (Harb.-1 bis Harb.-3) im Zeitraum vom Mai 2015 bis September 2017.

* Die Koordinaten der Messpunkte sind im UTM32-Format angegeben.

Messpunkt	Straße / Lage	Ostwert*	Nordwert*
Harb.-1	Stader Straße Nr. 54b, Lampe 32	563441	5925038
Harb.-2	Winsener Straße, Baum von Nr. 56	565737	5922520
Harb.-3	Alter Postweg 12 - 14, Lampe Nr. 3	564190	5924354

Tabelle 1: Übersicht über die Koordinaten der Passivsammler-Messorte im Stadtteil Harburg

Die Messungen am Messort Stader Straße (Harb.-1) erfolgten über den Zeitraum vom Mai 2015 bis Aug. 2016, die Messungen am Messort in der Winsener Straße (Harb.-2) über den Zeitraum vom Mai 2015 bis September 2017 und die Messungen am Messort Alter Postweg (Harb.-3) über den Zeitraum vom Sept. 2016 bis Sept. 2017.

Der Abbildung 1 kann die Lage der verschiedenen Messorte entnommen werden.



Abbildung 1: Plan mit den drei Messpunkten in Harburg

Die verschiedenen Messorte lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

Messpunkt	Einordnung	Messhöhe [m]
Harb.-1	Messpunkt an einer stark befahrenen Straße	2,9
Harb.-2	Messpunkt an einer stark befahrenen Straße	2,8
Harb.-3	Messpunkt an einer Straße mit mäßigem Verkehrsaufkommen	2,8

Tabelle 2: Einordnung der Passivsammler-Messorte im Stadtteil Harburg

5 Ergebnisse der Messungen und Bewertung

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Messungen veranschaulicht.

Eine Dokumentation der Ergebnisse für den gesamten Messzeitraum findet sich in dem Kapitel 7.2 in einer tabellarischen Übersicht der Monatsmittelwerte.

5.1 Messpunkte im Stadtteil Harburg

Für den Messzeitraum April 2015 bis September 2017 wird in den folgenden Abbildungen 2 und 3 der Verlauf der Monatsmittelwerte dargestellt.

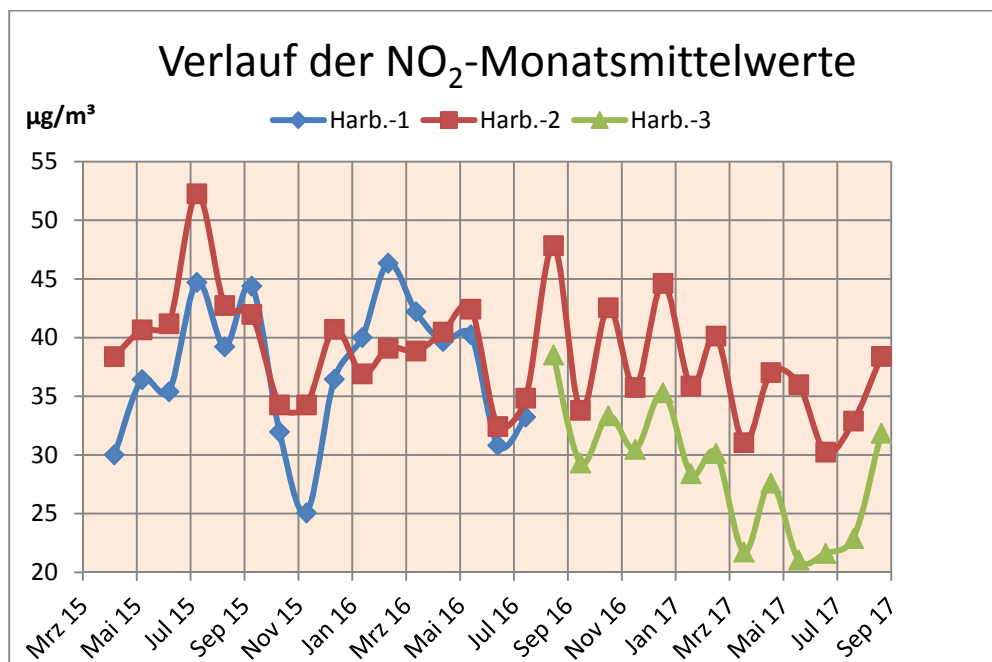


Abbildung 2: Verlauf der Monatsmittelwerte für die Messorte Harb.-1 bis Harb.-3

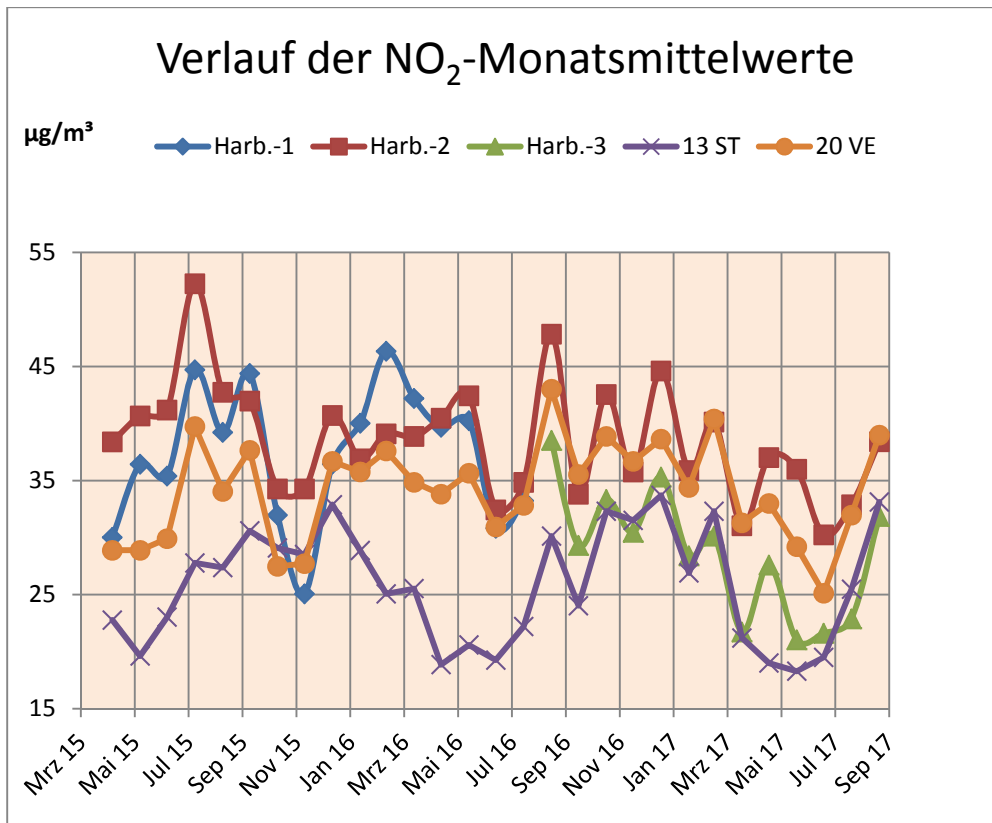


Abbildung 3: Verlauf der Monatsmittelwerte für die Messorte Harb.-1 bis Harb.-3 und die Passivsammlerergebnisse für die HaLm-Messorten 13ST und 20VE

In der folgenden Tabelle 3 sind die NO₂ Jahresmittelwerte für verschiedene 12-Monats-Zeiträume dargestellt.

Messpunkte	Harb.-1	Harb.-2	Harb.-3	Harb.-2
	Stader Straße Nr. 54b, Lampe 32	Winsener Straße, Baum von Nr. 56	Alter Postweg 12 - 14, Lampe Nr. 3	Winsener Straße, Baum von Nr. 56
Mittelwerte	37	38	28	37
Mittelungszeitraum	Sept. 15 bis Aug. 16		Okt. 16 bis Sep. 17	

Tabelle 4: Jahresmittelwert der Messorte im Stadtteil Harburg

Im Anhang, Abschnitt 7.3, sind noch die gleitenden Jahresmittelwerte für die Standorte dargestellt.

5.2 Vergleichsmessungen

Bei der Bewertung der Belastungshöhe ist die Messunsicherheit des orientierenden Passivsammlerverfahrens zu berücksichtigen. Seit vielen Jahren laufen zur Qualitätssicherung Parallelmessungen zu den automatischen NO₂-Messgeräten im Luftmessnetz an den Stationen Sternschanze (Messhöhe 3,5 m) und Habichtstraße (Messhöhe 1,5 m) und seit 2011 auch an der Station Veddel (Messhöhe 3,5 m). An den städtischen Hintergrundmessstationen lagen die mit Passivsammlern gemessenen Jahresmittelwerte nahe bei den entsprechenden Werten aus dem Luftmessnetz, die als Referenz gelten; die Abweichungen betragen in den letzten 4 Jahren im Höchstfall 5 %. An der Verkehrsmessstation Habichtstraße, also stark

verkehrsbeeinflusst, lagen die Abweichungen allgemein etwas höher. In den folgenden beiden Tabellen sind die Ergebnisse für die beiden Messzeiträume dargestellt:

NO ₂ Jahresmittelwerte	Zeitraum 09.15 bis 08.16 Angaben in µg NO ₂ /m ³		Zeitraum 10.16 bis 09.17 Angaben in µg NO ₂ /m ³	
	Passiv*	HaLm	Passiv*	HaLm
Messorte				
Habichtstraße (68HB)	64	62	61	60
Sternschanze (13ST)	26	26	26	27
Veddel (20VE)	34	34	35	34

Tabelle 5: Ergebnisse der Vergleichsmessungen zwischen Passivsammlern und Luftmessnetz (Passiv* = Glasfritten als Diffusionssperren)

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, dass die Abweichungen der Jahresmittelwerte gegenüber dem kontinuierlichen Referenzverfahren bei maximal 2 µg/m³ NO₂ liegen. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) hat für vergleichbare NO₂-Passivsammlermessungen eine erweiterte Messunsicherheit des Jahresmittelwertes von 5 µg/m³ ermittelt, das sind 12,5 % bezogen auf den Grenzwert von 40 µg/m³ (siehe Anlage [3]). Aufgrund der oben dargestellten Vergleichsmessergebnisse gehen wir von einer Messunsicherheit in vergleichbarer Größenordnung aus.

Hinweis:

Die vorgenannte Einordnung des Messverfahrens anhand von Vergleichsmessungen zu den automatischen Messungen im Luftmessnetz betrifft nur das Messverfahren an einem vorgegebenen Messort.

Der Einfluss des spezifischen Messortes (z. B. Höhe, Abstand zur Straße) bleibt bei dieser Betrachtung unberücksichtigt, da dieser Einfluss im Rahmen dieser Untersuchung auch nur schwer quantifizierbar ist.

6 Zusammenfassung und Fazit

Im Stadtteil Harburg wurden im Zeitraum April 2015 bis September 2017 orientierende NO₂-Messungen mit Passivsammlern an drei Orten unterschiedlicher Verkehrsbelastung und Randbebauung durchgeführt (Messzeitraum Harb-1: Mai 2015 bis Aug. 2016, Messzeitraum Harb-2: April 2015 bis September 2017 und Messzeitraum Harb-3: Sept. 2016 bis Sept. 2017).

Im Folgenden werden erste Empfehlungen zur Bewertung / Einschätzung der Ergebnisse von den verschiedenen Messorten hinsichtlich der Baustruktur und des Verkehrseinflusses gemacht. Diese Angaben sind nicht vollständig und abschließend.

Für die Gesamtbewertung der Messergebnisse aus dem Untersuchungsprogramm in Harburg können die verschiedenen Messpunkte folgendermaßen eingeordnet werden.

An allen drei Messpunkten wird der NO₂-Grenzwert für den Jahresmittelwert eingehalten. Die Jahresmittelwerte für die Messpunkte an der Winsener Straße und an der Stader Straße liegen geringfügig oberhalb der Ergebnisse von der HaLm-Messstation Veddel.

Da an diesen Standorten teilweise deutlich länger als 1 Jahr die Messungen erfolgten, wurden auch die entsprechenden gleitenden Jahresmittelwerte berechnet (siehe Anhang 7.3). Daraus könnte man für den Messpunkt an der Winsener Straße ableiten, dass die Belastung über den gesamten Messzeitraum von ca. 40 µg NO₂/m³ auf ca. 37 µg NO₂/m³ geringfügig abgenommen hat. Diese Abnahme ist jedoch unter dem Vorbehalt zu sehen, dass die

Messunsicherheit des Verfahrens wie auch meteorologische Einflüsse ebenfalls dafür ursächlich sein könnten.

Der Messpunkt in der Alte Poststraße wies die geringste NO₂-Belastung der untersuchten Messpunkte auf und liegt auf dem Niveau der HaLm-Messstation Sternschanze, die auch als städtischer Hintergrundmessstation eingestuft wird.

An der Winsener Straße (in der Nähe des Messpunktes Harb.-2) war temporär (03.1995 bis 03.1996 und von 02.1998 bis 04.1999) eine HaLm-Luftmessstation aufgestellt. Dabei wurden NO₂-Konzentrationen von 46 µg NO₂/m³ ermittelt. Im Vergleich dazu hat die NO₂-Belastung in dieser Straße abgenommen, wobei natürlich bei der Beurteilung der Ergebnisse die unterschiedlichen Messorte beider Messkampagnen als auch die unterschiedlichen Messverfahren berücksichtigt werden müssen.

Hamburg, den 18.03.2019


(Dr. Joachim Peschke)

Bildnachweise: Abbildungen 1:
Kartengrundlage: Landesbetrieb für Geoinformation und Vermessung

7 Anhang:

7.1 Messverfahren

Die passive Probenahme erfolgt über Diffusionssammler der Fa. PASSAM AG, deren Adsorptionsmittel (Triethanolamin) das Stickstoffdioxid (NO₂) aus der Außenluft bindet. Nach Beendigung der Probenahme wird die adsorbierte Menge NO₂ im Labor mit einem Reagenz extrahiert und zu einem rosafarbenen Diazofarbstoff umgesetzt (Saltzman-Reaktion), der photometrisch vermessen wird. Das Verfahren ist in der DIN EN 16339 (Nov. 2013) *Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammlern*, beschrieben. Ab November 2014 wurde das analytische Verfahren dahingehend geändert, dass die Extraktion mit Reinstwasser erfolgte und die Nitrit-Konzentration im Continuous-Flow-Verfahren bestimmt wurde.

Die Herstellerfirma Passam AG gibt folgende Verfahrenskenngrößen für die NO₂-Messungen mit ihren Passivsammlern an:

Messbereich:	1 – 200 µg/m ³	(Expositionszeit 1 – 4 Wochen)
Nachweisgrenze:	0,3 µg/m ³	(bei Messdauer von 1 Monat)
Erweiterte Messunsicherheit:	18,4 %	(im Bereich von 20 – 40 µg/m ³)

(Passam-Spezifikationen, Stand 04.01.2012, [1])

Die Probenahme erfolgte entsprechend der Standardarbeitsanweisung SOP HU433.23 (*Außenluft-Probenahme mit Diffusionssammlern*). Als Diffusionssperren kamen die von der Fa. Passam gelieferten Glasritzen zum Einsatz. Die NO₂-Proben wurden im Labor entsprechend der Arbeitsanweisung SOP HU433.24 (*Verfahren zur Messung der Stickstoffdioxid-Konzentration in der Außenluft mittels Passivsammler, orientierendes Verfahren auf Basis der Saltzman-Reaktion*) aufgearbeitet und ausgewertet.

Die Berechnung der NO₂-Konzentration erfolgt mit folgender Formel:

c [µg NO ₂ /m ³]=	m * K _{Sammler} * 1013 * T _{Probenahme} * 1000000
	korrig.Diff.koeffizient * Expos.in s * p _{Probenahme} * 293,15

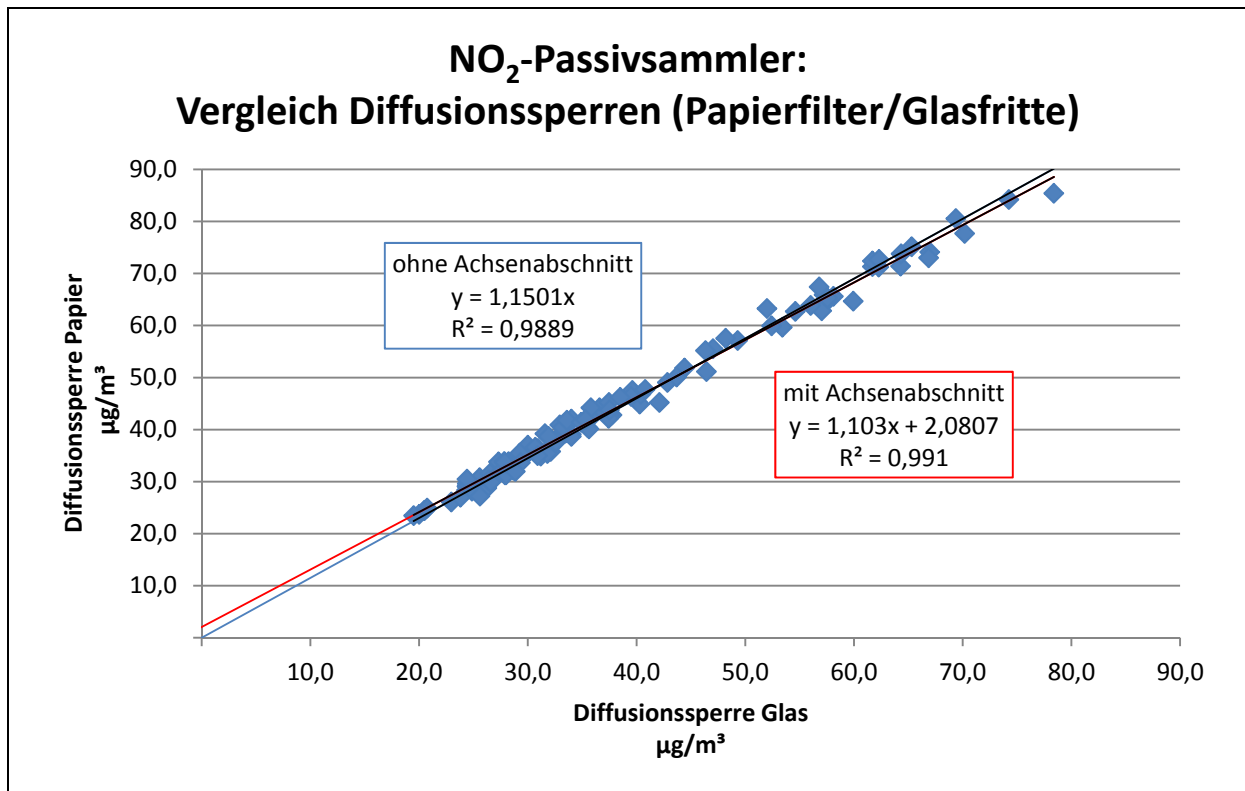
m	= µg NO ₂ / Probe
K _{Sammler}	= 11,28
T _{Probenahme}	= mittlere Temperatur bei der Probenahme [°K]
p _{Probenahme}	= mittlerer Außenluftdruck bei der Probenahme [hPa]
Expos. in s	= Probenahmezeit in s
Korrig.Diff.koeffizient	= 0,154 * (T _{Probenahme} /293,15) ^{1,5} * (1013/ p _{Probenahme})

Bei dem parallelen Einsatz von unterschiedlichen Diffusionssperren (Papierfilter und Glasritzen) wurde festgestellt, dass mit den Glasritzen geringere NO₂-Konzentrationen ermittelt wurden als mit Passivsammlern mit Papiersperren. Da die Glasritzen-Diffusionssperren in der Anwendung deutliche Vorteile aufweisen, wurden an folgenden Probenahmeorten entsprechende Vergleichsuntersuchungen durchgeführt.

Zeitraum Aug 2011 bis Dez 2012:	Messprogramm Wasserschutzpolizei: WSP 3
Zeitraum Okt 2011 bis Dez 2012:	Messstation Habichtstraße
Zeitraum Jan bis Aug 2012:	Messpunkte GM – 5, GM – 11
Zeitraum Jan bis Dez 2012:	Messstationen Sternschanze und Veddel
Zeitraum Jan bis Dez 2012:	Messpunkte KfA 5 und KfA 6, GM – 19

An den Stationen, an denen Doppelbestimmungen mit einer Art von Diffusionssperren erfolgten, wurden die Mittelwerte der NO₂-Konzentration für diesen Vergleich herangezogen.

In dem folgenden Diagramm sind die Ergebnisse dieser Vergleichsuntersuchungen dargestellt:



Wie aus dem Diagramm ersichtlich wird, ist ein guter linearer Zusammenhang der Messreihen mit unterschiedlicher Diffusionssperre zu erkennen. Für die weitere Auswertung wurde der Faktor 1,15 (linearer Zusammenhang ohne Achsenabschnitt) verwendet.

Eigene Ermittlungen der Kenndaten bezüglich des Analysenschrittes (ermittelt mit Kalibrations- und Leerwertmethode) zeigen eine Nachweisgrenze von $< 0,05 \mu\text{g NO}_2/2\text{ml}$, was einer Konzentration von $1,3 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ entspräche bei einer Expositionszeit von 4 Wochen.

Vom Bundesland Nordrhein-Westfalen wurden umfangreiche Messungen mit NO₂-Passivsammlern durchgeführt ([2], [3]) Dort wurde für vergleichbare NO₂-Passivsammlermessungen eine erweiterte Messunsicherheit des Jahresmittelwertes von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, das sind 12,5 % bezogen auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Literatur:

- [1]: <http://www.passam.ch/products.htm> Nitrogen dioxide / specifications.
- [2]: Pfeffer, U. et al.: Measurements of nitrogen dioxide with diffuse samplers at traffic-related sites in North Rhine-Westphalia (Germany). Gefahrstoffe, Reinh. Luft 66 (2006), Nr. 1/2, S. 38-44.
- [3]: Pfeffer, U. et al.: Calibration of diffuse samplers for nitrogen dioxide using the reference Method – Evaluation of measurement uncertainty. Gefahrstoffe, Reinh. Luft 70 (2010), Nr. 11/12, S. 500-506.

7.2 NO₂-Monatsmittelwerte an den Passivsammler-Messorten im Stadtteil Harburg

	Harb.-1	Harb.-2		Harb.-2	Harb.-3
	Stader Straße Nr. 54b Lampe 32	Winsener Straße Baum von Nr. 56		Winsener Straße Baum von Nr. 56	Alter Postweg 12 - 14, Lampe Nr. 3
Mai 15	30	38	Sep 16	48	39
Jun 15	36	41	Okt 16	34	29
Jul 15	35	41	Nov 16	43	33
Aug 15	45	52	Dez 16	36	30
Sep 15	39	43	Jan 17	45	35
Okt 15	44	42	Feb 17	36	28
Nov 15	32	34	Mrz 17	40	30
Dez 15	25	34	Apr 17	31	22
Jan 16	36	41	Mai 17	37	28
Feb 16	40	37	Jun 17	36	21
Mrz 16	46	39	Jul 17	30	22
Apr 16	42	39	Aug 17	33	23
Mai 16	40	40	Sep 17	38	32
Jun 16	40	42			
Jul 16	31	32			
Aug 16	33	35			

7.3 Gleitende NO₂-Jahresmittelwerte an den Passivsammler-Messorten im Stadtteil Harburg

Mittelungszeit	Harb.-1	Harb.-2	Harb.-3
05.15-04.16	38	40	
06.15-05.16	38	40	
07.15-06.16	39	40	
08.15-07.16	38	40	
09.15-08.16	37	38	
10.15-09.16		39	
11.15-10.16		38	
12.15-11.16		39	
01.16-12.16		39	
02.16-01.17		39	
03.16-02.17		39	
04.16-03.17		39	
05.16-04.17		38	
06.16-05.17		38	
07.16-06.17		38	
08.16-07.17		37	
09.16-08.17		37	28
10.16-09.17		37	28