

Messung von Benzol in der Außenluft mit Passivsammlern in NRW

**Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem Referenz-
verfahren der Europäischen Richtlinie 2008/50/EG
und der 39. BImSchV**

LANUV-Fachbericht 53



Messung von Benzol in der Außenluft mit Passivsammlern in NRW
Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren
der Europäischen Richtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV

LANUV-Fachbericht 53

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2014



IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Autoren	Ludger Breuer, Dr. Ulrich Pfeffer
Fotos	LANUV
ISSN	1864-3930 LANUV-Fachberichte
<hr/>	
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst): Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Durchführung der Messungen	5
2.1	Referenzverfahren	5
2.2	Passivsammler.....	5
3	Durchführung des Äquivalenznachweise	7
3.1	Anforderung	7
3.2	Durchführung	7
3.3	Ergebnis der Äquivalenzprüfung	9
3.4	Vergleich der Jahresmittelwerte	11
3.5	Standardabweichung aus Doppelproben.....	14
4	Fazit	14
5	Literaturhinweise	15

1 Einleitung

Die Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa ist Grundlage der Immissionsmessungen in Europa. Diese Richtlinie wurde mit der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – 39. BImSchV - in nationales Recht umgesetzt. Im Bundesland Nordrhein-Westfalen werden Immissionsmessungen von Benzol sowohl mit dem in der Richtlinie vorgegebenen Referenzverfahren DIN EN 14662 Teil 2 als auch dem sogenannten Passivsammlerverfahren nach DIN EN 14662 Teil 5 durchgeführt. Die Realisierung von Messstandorten lässt sich mit Passivsammlern wesentlich einfacher gestalten als mit dem Referenzverfahren. Aus diesem Grunde werden Passivsammler bevorzugt eingesetzt.

In Anlage 6, Abschnitt A.6 der 39. BImSchV (entsprechend Anhang 6 der Richtlinie 2008/50/EG) wird das Referenzverfahren für die Messung von Benzol festgelegt:

Es handelt sich um die Methode gemäß DIN EN 14662:2005 (August 2005) „Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen (Teile 1, 2 und 3)“.

Bei der Verwendung von Passivsammlern muss sichergestellt werden, dass die Datenqualitätsziele der 39. BImSchV in „Anlage 1 Datenqualitätsziele“ eingehalten werden.

In Abschnitt „B. Nachweis der Gleichwertigkeit“ der Anlage 6 heißt es:

„Sollen andere Methoden angewendet werden, muss dokumentiert werden, dass damit gleichwertige Ergebnisse wie mit den unter Abschnitt A genannten Methoden erzielt werden.“

Mit vorliegendem Bericht wird dieser Nachweis der Einhaltung der Datenqualitätsziele erbracht.

1.1 Durchführung der Messungen



Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) - Fachbereich 43 „Nationales Referenzlabor (EU), Luftqualitätsuntersuchungen“ – ist, neben dem Umweltbundesamt vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit als nationales Referenzlabor für die Richtlinie 2008/50/EG benannt worden. [Bundesanzeiger Nr. 11, S. 205 / 20.01.2011]



Der Fachbereich 43 des LANUV ist von der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAKkS) nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert worden. Diese Akkreditierung beinhaltet die in den folgenden Abschnitten aufgeführten Messverfahren für Benzol in der Außenluft und ist in Form von Verfahrens- und Arbeitsanweisung detailliert beschrieben.

1.2 Referenzverfahren

An ca. 10 Messorten werden die Benzol-Immissionskonzentrationen mittels Referenzverfahren nach DIN EN 14662-2 „Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen – Teil 2: Probenahme mit einer Pumpe mit anschließender Lösemitteldesorption und Gaschromatographie“ ermittelt. Dazu wird ein definiertes Volumen von ca. 1 m³ Außenluft mittels einer Pumpe über Aktivkohle gezogen, im Labor mit einem Lösungsmittel eluiert und gaschromatographisch analysiert. Die Probenahmedauer beträgt etwa vier Tage und erfolgt durch automatisierten Probenwechsel quasi-kontinuierlich über ein Messjahr. Die Messunsicherheiten sind im Rahmen des Qualitätsmanagements berechnet und dokumentiert worden. Diese Messungen mit dem Referenzverfahren erfordern eine Stromversorgung sowie eine feste Messstation und sind daher nur bedingt bzw. mit erhöhtem Aufwand anwendbar.

1.3 Passivsammler

An etwa 40 Messorten, an denen keine feste Messstation zur Verfügung steht, werden in NRW Messungen mittels Passivsammlern vom Typ ORSA der Firma Dräger AG Lübeck nach DIN EN 14662-5 „Luftbeschaffenheit - Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen – Teil 5: Diffusionsprobenahme mit anschließender Lösemitteldesorption und Gaschromatographie“ durchgeführt.

Das LANUV führt seit mehr als 10 Jahren Benzolmessungen mit Passivsammlern durch. Diese Passivsammler werden waagrecht unter einem kleinen Regenschutzdach an vorhandenen Masten von Schildern oder Laternen angebracht (Abbildung 1). Es werden immer zwei Passivsammler an jedem Messort be-



Abbildung 1: Passivsammler unter Schutzdach

festigt, um Doppelprobenergebnisse zu erhalten, die zu einem Mittelwert verrechnet werden.

Nach dem Öffnen der Passivsammler am Messort diffundiert Benzol aus der Umgebungsluft in die Aktivkohle der Passivsammler. Nach etwa 4 Wochen werden die Sammler wieder vor Ort verschlossen, die Diffusion wird unterbrochen und die gesammelte Benzolmasse im Labor analysiert und quantifiziert.

Die genaue Probenahmedauer t wird protokolliert und zur Berechnung der Konzentration nach Gleichung (Gl. 1) verwendet. Als Diffusionskoeffizient wird der vom Hersteller Firma Dräger angegebene Wert von $0,0859 \text{ cm}^2/\text{s}$ verwendet.

$$c = \frac{K \times m}{D \times t} \times 1000 \quad (\text{Gl. 1})$$

Größe	Einheit	Definition
c	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Konzentration Benzol
K	cm^{-1}	Gerätekonstante ORSA = 0,8
m	Masse Benzol	ng
D	cm^2/s	Diffusionskoeffizient für Benzol (0,0859 bei $25 \text{ }^\circ\text{C}/1013 \text{ hPa}$)
t	s	Expositionsdauer in Sekunden
1000	$\mu\text{g}/\text{mg}$	Umrechnung von mg/m^3 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Als Ergebnis einer Messung werden immer Doppelprobenmittelwerte angegeben. Die Proben werden nach Möglichkeit zum Monatswechsel getauscht, so dass etwa Kalendermonatsmittelwerte ermittelt werden.

Auf eine Temperaturkorrektur anhand der jeweiligen Probenahmebedingungen wird bewusst verzichtet, da der Aufwand den Nutzen weit übersteigt. Theoretische Studien haben gezeigt, dass der Einfluss von Temperaturschwankungen bei Anwendung eines Diffusionskoeffizienten und folglich einer effektiven Aufnahmezeit bei der mittleren Temperatur über den Probenahmezeitraum oder über den Zeitraum der Datenzusammenfassung (z. B. ein Jahr) ignoriert werden kann (Hafkenscheid 2006). Andere Beiträge zum Unsicherheitsbudget des Verfahrens sind deutlich größer einzuschätzen.

Im Vergleich der Monatsmittelwerte aus den Jahren 2002 bis 2012 von aktiver Probenahme - die auf $20 \text{ }^\circ\text{C}$ und 1013 hPa bezogen sind - und passiver Probenahme, sind keine signifikanten Temperatureinflüsse erkennbar (Abbildung 2).

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen und angesichts der, gemessen an den Anforderungen, moderaten Messunsicherheit des Passivsammlerverfahrens (siehe nachfolgende Ausführungen) wird auf eine Temperaturkorrektur der Aufnahmezeit in der Praxis verzichtet und der o. g. Diffusionskoeffizient verwendet.

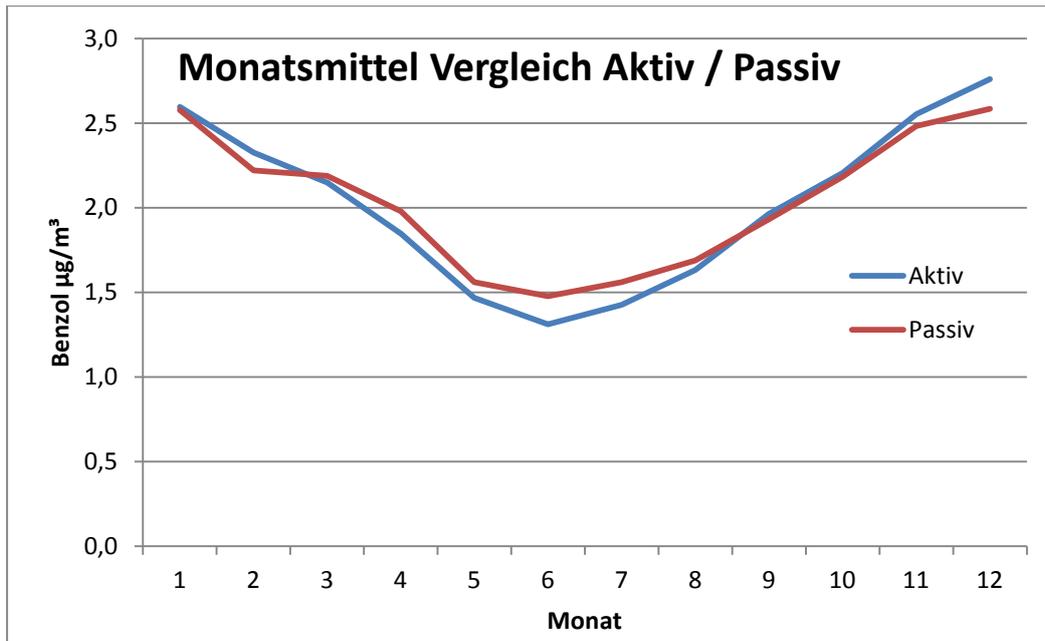


Abbildung 2: Monatsmittel aktiver und passiver Probenahme

2 Durchführung des Äquivalenznachweise

2.1 Anforderung

Für ortsfeste Messungen wird in der o. g. EU-Richtlinie eine erweiterte Messunsicherheit von maximal 25 % (95 % Vertrauensbereich) zugelassen. Die Unsicherheit gilt für Einzelmessungen, gemittelt über den betreffenden Zeitraum bezogen auf den Immissionsgrenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die vorgeschriebene Datenverfügbarkeit von mindestens 90 % ist bei den Messungen mit beiden Verfahren einzuhalten.

2.2 Durchführung

In jedem Messjahr werden seit 2002 an 3 bis 8 Messstationen Parallelmessungen von Referenzmethode und Passivsammlermethode durchgeführt. Die Messorte charakterisieren unterschiedliche Belastungssituationen, wie z. B. Verkehr, Industrie oder städtischen Hintergrund (siehe Tabelle 1).

Alle meteorologischen Einflüsse, wie z. B. Temperatur, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchte, sind in den Messergebnissen enthalten. Die Benzolkonzentrationen liegen in der Regel deutlich unterhalb des Grenzwertes von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Zusammensetzung (Matrix) der Luft bei diesen Feldmessungen entspricht dabei der Realität.

Tabelle 1: Messorte der Vergleichsmessungen

Stationsname	Kürzel	EU-Code	Stationstyp
Bielefeld-Ost	BIEL	DENW067	Hintergrund
Bottrop-Welheim	BOTT	DENW021	Industrie
Essen-Schuir (LANUV)	ELAN	DENW247	Hintergrund
Dortmund-Hörde	HOER	DENW011	Hintergrund
Essen-Schuir (LUA)	LISE	DENW028	Hintergrund
Aachen Wilhelmstraße	VACW	DENW207	Verkehr
Hagen Emiliënplatz	VHAG	DENW077	Verkehr
Hagen Graf-von-Galen-Ring	VHAM	DENW133	Verkehr
Köln Hohenstaufenring	VKOE	DENW145	Verkehr
Köln Turiner Straße	VKTU	DENW212	Verkehr
Mönchengladbach Düsseldorfer Straße	VMGR	DENW100	Verkehr
Münster Friesenring	VMUE	DENW098	Verkehr
Wuppertal Gathe	VWEL	DENW189	Verkehr
Wuppertal Friedrich-Engels-Allee	VWUP	DENW097	Verkehr

Die Messergebnisse der Parallelmessungen dienen hier als Grundlage zum Nachweis der Einhaltung von Anforderungen der Richtlinie 2008/50/EG bzw. der deutschen Umsetzung in der 39. BImSchV.

Die kleinste zeitliche Auflösung des Referenzverfahrens beträgt in der Anwendungsvariante des LANUV vier Tage, die zeitliche Auflösung der Passivsammlermessungen beträgt etwa vier Wochen. Probenahmestart und -ende der beiden Verfahren sind wegen Undurchführbarkeit in der Praxis nicht synchronisiert, so dass es zu Überlappungen der Zeiten kommt. Die Konzentrationen der 4-tägigen Referenzmessungen wurden so gemittelt, dass sie etwa (± 2 Tage) den Probenahmezeitraum der Passivsammler abdecken. Dies kann zu einem erhöhten Beitrag zur Messunsicherheit führen. Hinzu kommt, dass die kleinräumigen Probenahmeorte der aktiven und der passiven Messung nie exakt identisch sein können. Wie bereits erwähnt, werden die Ergebnisse der Passivsammler-Doppelproben jeweils zu einem Wert gemittelt. Alle nachfolgenden Aussagen zur Messunsicherheit beziehen sich auf diese Anwendungsvariante.

Die Wertepaare von Referenzverfahren und Passivsammlern wurden mit dem dafür entwickelten MS-Excel© Sheet „RIVM_equivalence_v2.9“ mittels Regressionsanalysen auf Äquivalenz getestet (orthogonale Regression). Die erweiterte Messunsicherheit für das Referenzverfahren wurde im Rahmen der Akkreditierung mit 8 % (entspricht bei dem Grenzwert $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) berechnet. Diese Berechnung wurde separat dokumentiert.

2.3 Ergebnis der Äquivalenzprüfung

In die Prüfung sind die Ergebnisse von 439 Wertepaaren (4-Wochenmittel) aus den Jahren 2002 bis 2012 eingegangen. Es handelt sich um reale Feldmessungen, die unter Routinebedingungen analysiert worden sind. Eine Kalibrierung zwischen Referenzverfahren und Passivsammlern wurde nicht durchgeführt. Die Ergebnisse der Passivsammler basieren neben der analytischen Kalibrierung nur auf der Berechnung nach Gl. 1.

Im Rahmen eines konservativen Ansatzes wurde die Messunsicherheit des Referenzverfahrens zunächst auf „Null“ gesetzt; ferner wurden Ausreißer nicht eliminiert. Die erweiterte Messunsicherheit (95 %) (s. Tabelle 2) der Benzolmessungen mit Passivsammlern beträgt unter diesen Randbedingungen 14,2 % und liegt damit weit unter den geforderten 25 %. Setzt man die Messunsicherheit des Referenzverfahrens in das o. g. Excel-Sheet ein, ergibt sich eine erweiterte Messunsicherheit von 5,6 %. Die Ausgleichsgerade der orthogonalen Regression wurde mit der Programmoption „SLOPE TROUGH ORIGIN“ durch den Nullpunkt gezwungen, da für beide Messverfahren keine signifikanten Blindwerte auftreten.

Das Excel-Sheet sowie die Diagramme der orthogonalen Regressionsanalyse von Referenzmethode zur Passivsammlermethode sind in Tabelle 2 bzw. Abbildung 3 dargestellt.

Das Benzolmessverfahren mit Passivsammlern vom Typ ORSA, wie es vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) in Nordrhein-Westfalen durchgeführt wird, erfüllt demnach die Datenqualitätsziele der EU und ist somit als äquivalent zum Referenzverfahren anzusehen.

Tabelle 2: Ergebnisbericht des Excel-Sheet RIVM_equivalence_v2.9

GENERAL SETTINGS					
Substance	Unit	Limit value	RM uncertainty	Confidence Level	Max Uncertainty
Benzol	µg/m³	5	0	0,975	25%
Starting month:	Spring	Summer	Fall	Winter	
	3	6	9	12	
DATA SELECTION					
	Column	Value	Exclude instead of exclusive?	Status	
Filter 1				Ignore	
Filter 2				Ignore	
Filter 3				Ignore	
Filter 4				Ignore	
CALIBRATION SETTING					
Calibration based on:	SLOPE TROUGH ORIGIN			OK	
Comments:					
RAW DATA			RESULTS AFTER CALIBRATING		
Regression	1,055y + -0,128		N (Spring)	117	n
Regression (i=0)	1,002y		N (Summer)	111	n
N	439	n	N (Fall)	106	n
			N (Winter)	105	n
Outliers	15	n	Outliers	15	%
Outliers	3%	%	Outliers	3%	%
Mean CM	2,0	µg/m³	Mean CM	2,0	µg/m³
Mean RM	2,0	µg/m³	Mean RM	2,0	µg/m³
Number of RM > 0.5LV	118	n	Number of CM > 0.5LV	110	n
Number of RM > LV	3	n	Number of CM > LV	1	n
REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	0,948	significant	Slope b	0,950	significant
Uncertainty of b	0,016		Uncertainty of b	0,016	
Intercept a	0,122	significant	Intercept a	0,122	significant
Uncertainty of a	0,036		Uncertainty of a	0,036	
r²	0,876		r²	0,876	
Slope b forced trough origin	0,998	significant			
Uncertainty of b (forced)	0,0073				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	0,09	µg/m³	Calibration	1,002y + 0	
Uncertainty of calibration (forced)	0,04	µg/m³	u(calibration)	0,04	µg/m³
Random term	0,33	µg/m³	Random term	0,33	µg/m³
Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³	Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³
Bias at LV	-0,14	µg/m³	Bias at LV	-0,13	µg/m³
Combined uncertainty	0,36	µg/m³	Combined uncertainty	0,35	µg/m³
Expanded relative uncertainty	14,2%	pass	Expanded relative uncertainty	14,2%	pass
Ref sampler uncertainty	0,00	µg/m³	Ref sampler uncertainty	0,00	µg/m³
Limit value	5	µg/m³	Limit value	5	µg/m³
STATISTICAL INFORMATION					
Raw data, free intercept					
dx dy	dyy	dxx	rss	u(b)	
361	367	405	47	0,016	
Raw data, slope forced trough origin					
Sxy	Syy	Sxx	u(b)[MaxLike] i=0		u(b_forced)
2145	2165	2174	0,007		0,007
Calibrated, free intercept					
dx dy	dyy	dxx	rss	u(b)	
362	368	405	47	0,016	
BACKGROUND AUTOMATION					
Chart descriptions		Confi.Lvl List	Calibration List	Stdev of all calibrations in use	
Description x-axis	RM Benzol (µg)	97,5%	Free regression Trough origin	0	0,00726
Description y-axis	CM Benzol (µg)	97,5%		Calib. In use (a)	Calib. In use (b)
Confi.Lvl	Calibration Type	Filter List	0,000	1,002	
2,25	-1	Exclude	CI Regression	CI Calibrated	
Calibration uncertainty	Calibration_a	Calibration_b	u(bs_reference)	0,74	0,74
0,04	0,000	1,002	0,00		

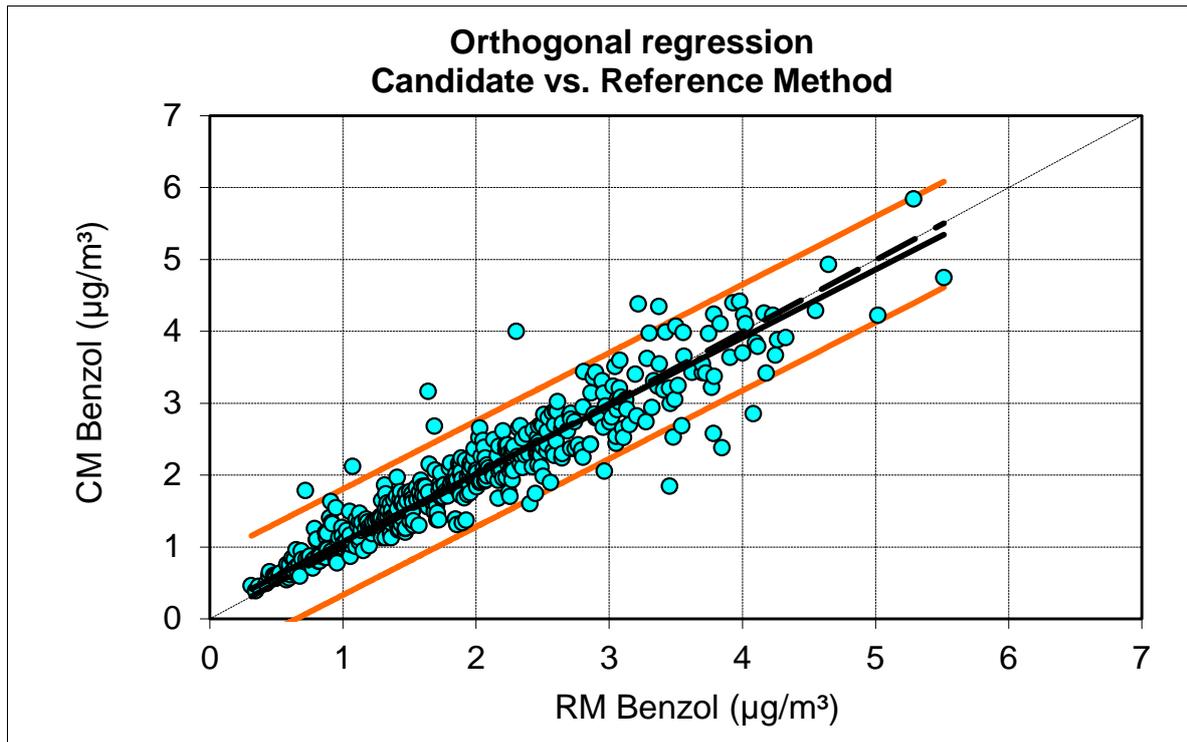


Abbildung 3: Diagramm der orthogonalen Regression.
RM = Referenzmethode; CM = Kandidat-Methode (Passivsammler)

2.4 Vergleich der Jahresmittelwerte

Es wurden von jeder Messstation, an denen Parallelmessungen stattfanden, die Jahresmittelwerte verglichen. Hier zeigt sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung dieser Jahresmittel mit dem Referenzverfahren (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Vergleich der Benzol-Jahresmittelwerte

Station		Jahr	Passiv	Referenz
			Benzol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Aachen Wilhelmstr.	VACW	2007	2,5	2,2
Aachen Wilhelmstr.	VACW	2008	2,1	2,0
Aachen Wilhelmstr.	VACW	2009	2,1	2,2
Aachen Wilhelmstr.	VACW	2010	2,1	2,1
Aachen Wilhelmstr.	VACW	2011	2,0	2,0
Aachen Wilhelmstr.	VACW	2012	1,8	1,7
Bielefeld-Ost	BIEL	2002	2,0	2,0
Bielefeld-Ost	BIEL	2003	2,4	2,0
Bottrop-Welheim	BOTT	2002	3,0	3,1
Bottrop-Welheim	BOTT	2003	3,0	2,9
Bottrop-Welheim	BOTT	2004	3,2	2,9
Bottrop-Welheim	BOTT	2005	2,4	2,4
Bottrop-Welheim	BOTT	2006	2,9	3,0
Bottrop-Welheim	BOTT	2007	2,3	2,4
Bottrop-Welheim	BOTT	2008	2,2	2,2
Bottrop-Welheim	BOTT	2009	2,1	2,1
Bottrop-Welheim	BOTT	2010	1,8	1,9
Bottrop-Welheim	BOTT	2011	2,0	1,8
Bottrop-Welheim	BOTT	2012	1,8	1,9
Dortmund-Hörde	HOER	2002	1,7	1,7
Dortmund-Hörde	HOER	2003	2,2	1,6
Dortmund-Hörde	HOER	2004	1,7	1,4
Dortmund-Hörde	HOER	2005	1,5	1,2
Essen-Schuir	LISE	2004	1,2	1,1
Essen-Schuir	LISE	2005	1,0	1,0
Essen-Schuir (LANUV)	LISE	2007	1,0	0,8
Essen-Schuir (LANUV)	ELAN	2008	0,9	0,9
Essen-Schuir (LANUV)	ELAN	2009	0,9	1,1
Essen-Schuir (LANUV)	ELAN	2010	1,0	0,9
Essen-Schuir (LANUV)	ELAN	2011	0,9	0,9
Essen-Schuir (LANUV)	ELAN	2012	0,7	0,7
Essen-Schuir (LUA)	LISE	2002	1,2	1,2
Essen-Schuir (LUA)	LISE	2003	1,4	1,2
Essen-Schuir (LUA)	LISE	2006	1,0	0,9
Hagen Emilienplatz	VHAG	2002	3,2	3,6
Hagen Graf-v.-Galen-Ring	VHAM	2008	3,0	2,9
Hagen Graf-v.-Galen-Ring	VHAM	2009	2,9	2,9
Hagen Graf-v.-Galen-Ring	VHAM	2010	2,7	2,7
Hagen Graf-v.-Galen-Ring	VHAM	2011	2,6	2,7
Hagen Graf-v.-Galen-Ring	VHAM	2012	2,1	2,2
Köln Hohenstaufenring	VKOE	2005	2,4	2,0
Köln Hohenstaufenring	VKOE	2006	2,1	2,1
Köln Turiner Straße	VKTU	2007	1,9	1,6
M.-gladb. Düsseld. Str.	VMGR	2002	1,3	1,5
Münster Friesenring	VMUE	2002	1,7	2,0
Wuppertal Fr.-E.-Allee	VWUP	2002	3,8	3,6
Wuppertal Gathe	VWEL	2008	2,7	2,4
Wuppertal Gathe	VWEL	2011	2,3	2,4
Wuppertal Gathe	VWEL	2012	2,0	2,1
			2,01	1,96

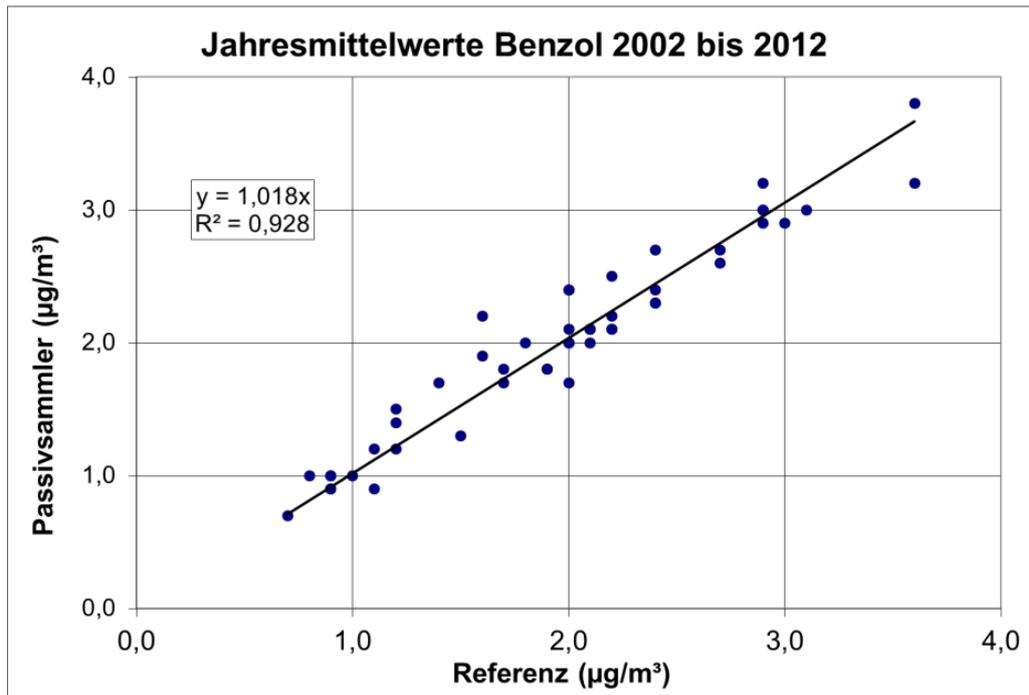


Abbildung 4: Lineare Regression der Jahresmittelwerte verschiedener Messorte

Die Mittelwerte jeweils aller Parallelmessungen eines Kalenderjahres zeigen die Stabilität der beiden Messverfahren über einen längeren Zeitraum:

	RM	CM
Messjahr	Referenz	Passivsammler
2002	2,34	2,24
2003	1,93	2,25
2004	1,80	2,03
2005	1,65	1,83
2006	2,00	2,00
2007	1,75	1,93
2008	2,08	2,18
2009	2,08	2,00
2010	1,90	1,90
2011	1,96	1,96
2012	1,72	1,68

2.5 Standardabweichung aus Doppelproben

Aus den Probenpaaren (Doppelproben) der Passivsammler der Jahre 2002 bis 2012 wurde die Standardabweichung aus Doppelproben für Benzol berechnet. Ausreißer wurden nicht eliminiert.

Kriterium	Wert
Anzahl Wertepaare	3807
Mittlere Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2,46
Standardabw. Doppelproben ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,11
Relative Standardabw.	4,3 %

3 Fazit

Die Anforderung der Datenqualitätsziele der Richtlinie *2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa bzw. der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – 39. BImSchV* werden mit dem vom Landesamt für Natur-Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) durchgeführten Passivsammlerverfahren voll erfüllt.

Die geforderte Messunsicherheit von 25 % wird mit maximal 14,2 % sicher eingehalten. Der Vergleich der Jahresmittelwerte aus dem Feldversuch der letzten 10 Jahre zeigt eine konstant gute Übereinstimmung mit dem Referenzverfahren.

4 Literaturhinweise

Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

39. BImSchV "Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)"

DIN EN 14662-2 Deutsche Fassung

Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen – Teil 2: Probenahme mit einer Pumpe mit anschließender Lösemitteldesorption und Gaschromatographie

DIN EN 14662-5 Deutsche Fassung

Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen – Teil 5: Diffusionsprobenahme mit anschließender Lösemitteldesorption und Gaschromatographie

DIN EN 16339 Deutsche Fassung

Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler

Hafkenschied, Th. L. Effect of temperature on long-term diffusive sampling. The Diffusive Monitor, 15 (2006) 4-5

MS-Excel© Sheet RIVM_equivalence_v2.9.xls from

RIVM (Dutch Institute for Public Health and the Environment, dep. Centre for Environment Monitoring)

Landesamt für Natur, Umwelt
und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

