



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim



Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

PM_{2,5}-/ PM₁₀-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzverfahren im Jahr 2011

Festlegung der Korrekturfunktionen 2011

Hildesheim, den 01.02.2012

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG



Niedersachsen

Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2011 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2012 für PM_{2,5} und PM₁₀

1 Einleitung

Im Messnetz des LÜN werden neben dem gravimetrischen Referenzmessverfahren (Digital) aus Kostengründen und zur aktuellen Information der Öffentlichkeit flächendeckend automatische, kontinuierlich messende Messgeräte für die Feinstaubmessung eingesetzt (FH62-IR für PM₁₀, Sharp für PM_{2,5}). Diese Geräte weisen systematische Abweichung vom Referenzmessverfahren auf.

Daher ist es notwendig, die kontinuierlich erhobenen Daten durch Korrekturfunktionen auf das Referenzverfahren zu beziehen. Aus diesem Grund werden an ausgewählten Messstationen automatische Messgeräte und Referenzmessgeräte parallel betrieben. Zur Angleichung der Daten an das Referenzmessverfahren wird wie folgt vorgegangen. In einem ersten Schritt werden aktuell auflaufende Daten der automatischen Messgeräte mit der Korrekturfunktion des vorangegangenen Jahres vorläufig korrigiert. In einem zweiten Schritt werden die Feinstaubwerte nach Ablauf eines Kalenderjahres auf Basis der zum jeweiligen Kalenderjahr ermittelten Korrekturfunktion neu bewertet. Endgültig validierte Feinstaubwerte liegen somit immer erst zu Beginn des folgenden Kalenderjahres vor.

2 Grundlagen für die Festlegung der Korrekturfunktionen

Folgende Aspekte wurden bei der Festlegung der Korrekturfunktionen berücksichtigt:

- Die Äquivalenz des gravimetrischen Messverfahrens ist im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen im Jahr 2003 für PM₁₀ nachgewiesen worden.
- Die Äquivalenz des gravimetrischen Messverfahrens und des automatischen Messverfahrens sind im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen in den Jahren 2008/2009 für PM_{2,5} nachgewiesen worden.
- Die automatischen Messverfahren müssen zum Referenzverfahren äquivalent sein. Sofern notwendig, sind entsprechende Korrekturfunktionen zu ermitteln und anzuwenden.
- Anforderungen zum Nachweis der Äquivalenz sind in DIN EN 12341 (für PM₁₀) und der DIN EN 14907 (für PM_{2,5}) sowie in dem Report „Demonstration of equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ festgelegt.
- Bei der Äquivalenzprüfung und der Ermittlung der Korrekturfunktion ist auf Basis der o.g. Quellen vorzugehen.

3 Ergebnisse aus den Vergleichsmessungen

Die Auswertung der parallelen Messungen zwischen dem Referenzverfahren und den automatischen Messungen des Jahres 2011 führte zu folgenden Ergebnissen:

- Sowohl für PM₁₀ als auch für PM_{2,5} konnte nach entsprechender Korrektur für alle Messstandorte die Äquivalenz zwischen den Verfahren nachgewiesen werden.
- Für PM_{2,5} mussten für den Standort SROO eine lokale Korrekturfunktionen bestimmt werden, da die lokale Korrekturfunktion deutlich von der allgemeinen Korrekturfunktion abweicht, was auf lokale Besonderheiten hindeutet, denen bei der Ermittlung der Korrekturfunktionen entsprechend Rechnung zu tragen ist.

Als gültige **PM₁₀-Korrekturfunktion** konnte **für alle Messstandorte** folgende Funktion bestimmt werden:

$$\text{PM10}_{\text{endgültig}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,2008 * \text{PM10} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 1,1307 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Für PM_{2,5} konnte **für alle Messstandorte außer für SROO** folgende gültige **Korrekturfunktion** bestimmt werden:

$$\text{PM2,5}_{\text{endgültig}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,9666 * \text{PM2,5} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 0,4668 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Für PM_{2,5} in SROO wurde folgende gültige **Korrekturfunktion** bestimmt:

$$\text{PM2,5}_{\text{endgültig, SROO}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,1156 * \text{PM2,5}_{\text{SROO}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 2,0232 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Die einzelnen Kenngrößen der Äquivalenztests sind dem Anhang zu entnehmen.

Anhang

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2011 (Jahr 2012 vorläufig)

BSVS	GNVS	GNVS	HRVS	HRVS	OKVT	SROO	BLWW	OKCC	WNCC	Alle
tägl.	zweitgl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert						
		Sonder F.		Sonder F.						

Rohdaten 2011

Stichprobenbewertung (DIN EN 12341)

1	Anzahl Datensätze:	359	358	---	365	---	350	362	181	117	177	2269
	(Ausreißer)	(4)	(3)		(0)		(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
2	Verfügbarkeit (Soll > 90 %):	98,4%	98,1%	---	100%	---	95,9%	99,2%	98,9%	63,9%	96,7%	98,2%
3	Faktor (DIGI/FH-IR):	1,16	1,13	---	1,02	---	1,23	1,09	1,20	1,28	1,26	1,14
4	Lineare Regression (Steigung):	1,2554	1,1841	---	1,1207	---	1,2024	1,1499	1,1758	1,2345	1,2315	1,1687
5	Lineare Regression (Achsenabschnitt):	-1,347	-0,967	---	-1,958	---	0,687	-0,846	0,449	0,765	0,486	-0,4592
												(r ² =0,96)
6	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,97	0,97	---	0,96	---	0,96	0,97	0,97	0,97	0,92	0,97
7	Orthogonale Regression (Steigung):	1,2802	1,2080	---	1,1502	---	1,2316	1,1703	1,1967	1,2611	1,2959	1,2008
8	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-1,785	-1,509	---	-2,683	---	0,014	1,224	0,060	0,268	-0,465	-1,1307
	Daten für Regressionsanalyse verwendet:	x	x		x		x	x	x	x	--	

Jahresmittelwerte PM₁₀ 2011 (auf vorläufigen Funktionen berechnet; alle verfügbaren Daten)

9	JMW FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet (µg/m ³):	21,0	---	26,0	---	27,6	27,6	22,1	22,2	20,2	18,8	23,2
	(f=1,225x-0,660) orthogonal (2011 vorläufig)	(18)		(23)		(26)	(27)	(21)	(20)	(12)	(13)	
				1,219x-1,687		1,187x-1,611						

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2011 (Jahr 2012 vorläufig)

BSVS	GNVS	GNVS	HRVS	HRVS	OKVT	SROO	BLWW	OKCC	WNCC	Alle
tägl.	zweitgl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert						

Jahresmittelwerte PM₁₀ 2011 *(nur zeitgleiche Daten verwendet; gerundet (0,0))*

10	Jahresmittelwert PM ₁₀ (Gravimetrie) (µg/m ³) :	20,8	25,8	25,8	25,6	25,6	28,4	20,4	22,3	23,8	18,7	23,2
	(Überschreitungshäufigkeit TMW)	(17)	(25)	(25)	(24)	(24)	(28)	(16)	(7)	(9)	(4)	
11	JMW FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet (µg/m ³) :	21,0	27,0	25,8	29,4	27,5	27,6	22,0	22,0	22,2	17,4	23,2
	(f=1,225x-0,660) orthogonal (2011 vorläufig)	(19)	(28)	(23)	(33)	(26)	(29)	(23)	(10)	(8)	(4)	
12	Abweichung JMW durch XPM ₁₀ berechnet :	1,0%	4,7%	0,0%	14,8%	7,4%	-2,8%	7,8%	-1,3%	-6,7%	-7,0%	---
				1,219x-1,687		1,187x-1,611						

Kalibrierung der Messergebnisse PM₁₀ - 2011/2012

Jahresmittelwerte PM₁₀ 2011 *(nur zeitgleiche Daten der Stationen s. o. verwendet; nochmals 12 Ausreißer entfernt 0,6 % der gesamten Daten)*

13	Jahresmittelwert FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet :	20,2	26,0	---	28,2	25,6	26,5	21,2	21,2	21,3	16,8	22,4
	(f=1,1687x-0,4592) linear (2011 endgültig ?)	(13)	(21)	--	(26)	(20)	(19)	(17)	(6)	(6)	(3)	
						1,1207x-1,958						
14	Jahresmittelwert FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet :	20,1	26,0	---	28,4	25,6	26,5	21,1	21,1	21,3	16,6	22,3
	(f=1,2008x-1,1307) orthogonal (2011 endgültig ?)	(14)	(23)	--	(27)	(21)	(22)	(18)	(6)	(7)	(4)	
						1,1502x-2,683						

Bewertung

Messunsicherheit (gemäß Equivalence-Guide) Tagesmittelwertbezug 50 µg/m³

15	erw. Messunsicherheit (XPM ₁₀) berechnet (%) :	9,3	12,5	10,6	26,0	17,3	12,4	15,6	10,7	14,2	16,1	13,5
	(f=1,225x-0,660) orthogonal (2011 vorläufig)			1,219x-1,687		1,187x-1,611						
16	erw. Messunsicherheit (XPM ₁₀) berechnet (%) :	14,8	10,3	---	18,0	12,5	16,4	9,7	11,9	20,1	22,2	14,7
	(f=1,1687x-0,4592) linear (2011 endgültig ?)					1,1207x-1,958						
17	erw. Messunsicherheit (XPM ₁₀) berechnet (%) :	12,8	10,4	---	21,0	12,6	14,9	11,3	10,9	18,3	20,3	13,9

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2011 (Jahr 2012 vorläufig)

	BSVS	GNVS	GNVS	HRVS	HRVS	OKVT	SROO	BLWW	OKCC	WNCC	Alle
	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert
(f=1,2008x-1,1307) orthogonal (2011 endgültig ?)					1,1502x-2,683						

Befund

18 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM ₁₀ -Daten erfüllt : <small>(f=1,2225x-0,660) orthogonal (2011 vorläufig)</small>	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	---
19 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM ₁₀ -Daten erfüllt : <small>(f=1,1687x-0,4592) linear (2011 endgültig ?)</small>	ja	ja	---	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	---
20 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM ₁₀ -Daten erfüllt : <small>(f=1,2008x-1,1307) orthogonal (2011 endgültig ?)</small>	ja	ja	---	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	---

Anmerkungen zur Korrektur der Äquivalenzmessergebnisse (FH62 I-R) nach Bewertung der vorliegenden Daten für 2011

Berechnungsfunktion für XPM ₁₀ -Ergebnisse im LÜN 2011:	Y = PM10(FH62 I-R) * 1,2008 - 1,1307
--	---

PM_{2.5}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80 zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2011 (Jahr 2012 vorläufig)

HRSW	OKCC	OKVT	SROO	SROO	Alle
tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	Summe bzw. Mittelwert

Rohdaten 2011

Sonder F.

Stichprobenbewertung (DIN EN 12341)

1	Anzahl Datensätze:	351	257	342	313	---	1263
	<small>(Ausreißer)</small>	<small>(6)</small>	<small>(3)</small>	<small>(5)</small>	<small>(4)</small>		
2	Verfügbarkeit (Soll >90%) *:	96,2%	70,4%	93,7%	85,8%	---	86,5%
3	Faktor (DIGI/SHARP):	0,90	0,92	0,96	0,96	---	0,94
4	Lineare Regression (Steigung):	0,9753	0,9115	0,8790	1,0680	---	0,9428
5	Lineare Regression (Achsenabschnitt):	-0,8497	0,1690	1,0041	-1,3718	---	-0,0760
							<small>(r²=0,95)</small>
6	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,96	0,95	0,96	0,92	---	0,96
7	Orthogonale Regression (Steigung):	0,9958	0,9329	0,8953	1,1156	---	0,9666
8	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-1,1647	-0,2260	0,7084	-2,0232	---	-0,4668
	Daten für Regressionsanalyse verwendet:	x	x	x	x		
					<small>(9 Ausreißer entfernt) von 17 siehe Zeile 13,14</small>		
Jahremittelwerte PM_{2.5} 2011 (auf vorläufiger Funktion berechnet; alle verfügbaren Daten)							Ø JMW
9	JMW SHARP XPM _{2.5} berechnet (µg/m ³) :	14,6	15,0	17,1	13,6	---	15,1

PM_{2.5}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2011 (Jahr 2012 vorläufig)

	HRSW	OKCC	OKVT	SROO	SROO	Alle
	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	Summe bzw. Mittelwert

(f=1,003x-1,068) orthogonal (2011 vorläufig)

Jahremittelwerte PM_{2.5} 2011 (nur zeitgleiche Daten)

10	Jahresmittelwert PM _{2.5} (Gravimetrie) (µg/m ³) :	14,2	17,0	17,0	13,2	13,2	16,1 _[15,4]
[alle]							
11	JMW SHARP XPM _{2.5} berechnet (µg/m ³) :	14,4	17,4	17,2	12,6	12,6	16,3 _[15,4]
(f=1,003x-1,068) orthogonal (2011 vorläufig) [alle]							
12	Abweichung JMW durch XPM _{2.5} berechnet (%) :	1,4	2,4	1,2	-4,5	-4,5	---

Kalibrierung der Messergebnisse PM_{2.5} (SHARP) - 2011/2012

Jahremittelwerte PM_{2.5} 2011 (nur zeitgleiche Daten aller Stationen verwendet; nochmals 17 Ausreißer entfernt 1,5 % der gesamten Daten)

13	Jahresmittelwert SHARP XPM _{2.5} berechnet :	14,5	17,3	17,1	12,8	13,2	15,0
(f=0,9428x-0,076) linear (2011 endgültig ?)						1,0680x-1,3718	alle
14	Jahresmittelwert SHARP XPM _{2.5} berechnet :	14,4	17,4	17,1	12,8	13,2	15,0
(f=0,9666x-0,4668) orthogonal (2011 endgültig ?)						1,1156x-2,0232	alle

Bewertung

Messunsicherheit (gemäß Equivalence-Guide) - Zielwertbezug 30 µg/m³

15	erw. Messunsicherheit (PM _{2.5}) berechnet (%) :	18,8	27,1	25,3	20,5	20,5	22,9
(Rohdaten 2011)							
16	erw. Messunsicherheit (XPM _{2.5}) berechnet (%) :	16,8	23,9	21,3	24,1	24,1	21,5
(f=1,003x-1,068) orthogonal (2011 vorläufig)							

PM_{2.5}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2011 (Jahr 2012 vorläufig)

	HRSW	OKCC	OKVT	SROO	SROO	Alle
	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	Summe bzw. Mittelwert
17 erw. Messunsicherheit (XPM _{2.5}) berechnet (%) :	16,1	20,8	17,4	26,8	20,4	20,3
<small>(f=0,9428x-0,076) linear (2011 endgültig ?)</small>					<small>1,0680x-1,3718</small>	
18 erw. Messunsicherheit (XPM _{2.5}) berechnet (%) :	16,1	21,8	18,7	25,6	20,9	20,6
<small>(f=0,9666x-0,4668) orthogonal (2011 endgültig ?)</small>					<small>1,1156x-2,0232</small>	

Befund

19 Messunsicherheit (< 25 %) für PM _{2.5} -Daten erfüllt :	ja	nein	nein	ja	ja	---
<small>(Rohdaten 2011)</small>						
20 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM _{2.5} -Daten erfüllt :	ja	ja	ja	ja	ja	---
<small>(f=1,003x-1,068) orthogonal (2011 vorläufig)</small>						
21 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM _{2.5} -Daten erfüllt :	ja	ja	ja	nein	ja	---
<small>(f=0,9428x-0,076) linear (2011 endgültig ?)</small>					<small>1,0680x-1,3718</small>	
22 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM _{2.5} -Daten erfüllt :	ja	ja	ja	nein	ja	---
<small>(f=0,9666x-0,4668) orthogonal (2011 endgültig ?)</small>					<small>1,1156x-2,0232</small>	

Anmerkungen zur Korrektur der Äquivalenzmessergebnisse (SHARP) nach Bewertung der vorliegenden Daten für 2011/2012

23 Berechnungsfunktion für XPM _{2.5} -Ergebnisse im LÜN 2011:	Die vorläufigen Messergebnisse der SHARP repräsentieren die Gravimetrie gut!
	Y = PM_{2.5}(SHARP) * 0,9666 - 0,4668 [Nur SROO mit Y = PM _{2.5} (SHARP) * 1,1156 - 2,0232]