



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim



## Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

### PM<sub>2,5</sub>-/ PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzverfahren im Jahr 2012

Festlegung der Korrekturfunktionen 2012

Hildesheim, den 11.02.2013

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,  
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG



Niedersachsen

## **Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2012 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2013 für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>**

### **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 PM<sub>10</sub>, Sharp für PM<sub>2,5</sub>). 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 PM<sub>10</sub> nachgewiesen worden.
- Die Äquivalenz des gravimetrischen Messverfahrens und des automatischen Messverfahrens sind im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen in den Jahren 2008/2009 für PM<sub>2,5</sub> 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 PM<sub>10</sub>) und der DIN EN 14907 (für PM<sub>2,5</sub>) 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 2012 führte zu folgenden Ergebnissen:

- Sowohl für PM<sub>10</sub> als auch für PM<sub>2,5</sub> konnte nach entsprechender Korrektur für alle Messstandorte die Äquivalenz zwischen den Verfahren nachgewiesen werden.
- Stationsspezifische Korrekturfunktionen waren nicht erforderlich.

Als gültige **PM<sub>10</sub>-Korrekturfunktion** konnte **für alle Messstandorte** folgende Funktion bestimmt werden:

$$\text{PM10}_{\text{endgültig}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,2319 * \text{PM10} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 2,1292 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Für PM<sub>2,5</sub> konnte **für alle Messstandorte folgende gültige Korrekturfunktion** bestimmt werden:

$$\text{PM2,5}_{\text{endgültig}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,9686 * \text{PM2,5} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 0,8749 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

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

# Anhang

PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80  
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2012 (Jahr 2013 vorläufig)

<b>BSVS</b>	<b>GNVS</b>	<b>OGCC</b>	<b>HRVS</b>	<b>OKVT</b>	<b>SROO</b>	<b>WNCC</b>	<b>Alle<sup>1)</sup></b>
tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert
		ab April					

Rohdaten 2012

Stichprobenbewertung (DIN EN 12341)

1	Anzahl Datensätze:	360	364	276	351	355	156	180	<b>1766</b>
	(Ausreißer)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(1)	
2	Verfügbarkeit (Soll > 90 %)*:	<b>98,6%</b>	<b>99,7%</b>	<b>75,6%</b>	<b>96,2%</b>	<b>97,3%</b>	<b>85,2%</b>	<b>98,4%</b>	<b>95,9%</b>
3	Faktor: (DIGITEL/FH62 I-R):	1,16	1,02	<del>4,00</del>	1,06	1,21	1,08	1,12	<b>1,11</b>
4	Lineare Regression (Steigung):	1,3000	1,1664	0,9950	1,1542	1,2741	1,1766	1,2194	<b>1,1845</b>
5	Lineare Regression (Achsenabschnitt):	-1,957	-2,775	0,015	-1,718	-1,213	-1,374	-1,156	<b>-1,2116</b>
									(r <sup>2</sup> =0,94)
6	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,96	0,96	0,94	0,95	0,95	0,93	0,89	---
7	Orthogonale Regression (Steigung):	1,3382	1,1944	1,0273	1,1868	1,3132	1,2321	1,3140	<b>1,2319</b>
8	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-2,584	-3,403	0,340	-2,428	-2,023	-2,287	-2,506	<b>-2,1292</b>
	Daten für Regressionsanalysen verwendet:	x	x	---	x	x	x	x	

<sup>1)</sup> Durchgestrichene Zahlen werden bei der Summen- bzw. Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.

PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80  
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2012 (Jahr 2013 vorläufig)

<b>BSVS</b>	<b>GNVS</b>	<b>OGCC</b>	<b>HRVS</b>	<b>OKVT</b>	<b>SROO</b>	<b>WNCC</b>	<b>Alle<sup>1)</sup></b>
tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert
		ab April					

Datenvergleich 2012

Jahresmittelwerte PM<sub>10</sub> 2012 (FH62-Ergebnisse auf vorläufiger Funktion berechnet, nur zeitgleiche Daten verwendet)

9	<b>Referenz</b>	<b>Jahresmittelwert PM<sub>10</sub> (Gravimetrie) (µg/m<sup>3</sup>) :</b>	<b>19,4</b>	<b>23,4</b>	<b>10,9</b>	<b>23,5</b>	<b>25,2</b>	<b>18,0</b>	<b>16,2</b>	<b>19,5</b>
(Überschreitungshäufigkeit TMW)			(7)	(13)	(0)	(15)	(17)	(3)	(1)	
10	<b>Kandidat</b>	<b>JMW FH62 I-R (XPM<sub>10</sub>) vorläufig berechnet (µg/m<sup>3</sup>) :</b>	<b>18,6</b>	<b>25,8</b>	<b>12,0 *</b>	<b>25,1</b>	<b>23,8</b>	<b>18,6</b>	<b>16,0</b>	<b>21,3</b>
(f=1,2008x-1,1307) orthogonal			(5)	(16)	(0)	(15)	(12)	(4)	(0)	
11	Abweichung JMW bei XPM <sub>10</sub> vorläufig berechnet :		-4,1%	10,3%	10,1%	6,8%	-5,6%	3,3%	-1,2%	---
					* unkorrigiert 11,0					
					0,9%					

Kalibrierung der Messergebnisse PM<sub>10</sub> - 2012/-2013 vorläufig

Jahresmittelwerte PM<sub>10</sub> 2012 (nur zeitgleiche Daten - Kalibrierfunktion orthogonal (Zeilen 7 und 8))

12	Jahresmittelwert FH62 I-R (XPM <sub>10</sub> ) endgültig berechnet :		18,1	25,5	11,4	24,7	23,5	18,1	15,4	<b>19,5</b>
(f=1,2319x-2,1292) orthogonal			(5)	(16)	(0)	(16)	(12)	(4)	(1)	
13	Abweichung JMW bei XPM <sub>10</sub> endgültig berechnet :		-6,7%	9,0%	4,6%	5,1%	-6,7%	0,6%	-4,9%	---

Bewertung

Messunsicherheit (gemäß Equivalence-Guide) Tagesmittelwertbezug 50 µg/m<sup>3</sup>

14	erw. Messunsicherheit (XPM <sub>10</sub> ) berechnet (%) :		17,5	15,0	<b>32,6*</b>	13,4	16,8	11,5	15,2	<b>14,9</b>
(f=1,2008x-1,1307) orthogonal (2012 vorläufig)										
15	erw. Messunsicherheit (XPM <sub>10</sub> ) berechnet (%) :		16,7	16,4	<b>34,9*</b>	14,6	16,1	11,9	14,5	<b>15,0</b>

PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80  
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2012 (Jahr 2013 vorläufig)

	BSVS	GNVS	OGCC	HRVS	OKVT	SROO	WNCC	Alle <sup>1)</sup>
	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert
(f=1,2319x-2,1292) orthogonal (2012 endgültig)			ab April					
			* unkorrigiert 6,76					

Befund

16	Messunsicherheit (< 25 %) für XPM <sub>10</sub> -Daten erfüllt :	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	---
	(f=1,2008x-1,1307) orthogonal (2012 vorläufig)								
17	Messunsicherheit (< 25 %) für XPM <sub>10</sub> -Daten erfüllt :	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	---
	(f=1,2319x-2,1292) orthogonal (2012 endgültig)			unkorrigiert = ja					

Vorschlag für die Korrektur der radiometrischen Messergebnisse (FH62 I-R) nach Bewertung der vorliegenden Daten für 2012

18	Kalibrierfunktion für XPM <sub>10</sub> -Ergebnisse im LÜN 2012:	$Y = PM_{10}(FH62 I-R) * 1,2319 - 2,1292$
----	--	---

PM<sub>2,5</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80  
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2012 (Jahr 2013 vorläufig)

<b>OKCC</b>	<b>OKVT</b>	<b>HRSW</b>	<b>SROO</b>	<b>SROO</b>	<b>Alle <sup>1)</sup></b>
tägl.	zweitgl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert

Rohdaten 2012

Sonderfunktion

Stichprobenbewertung (DIN EN 12341)

1	Anzahl Datensätze:	361	170	361	170		<b>1062</b>
	(Ausreißer)	(5)	(9)	(4)	(4)		
2	Verfügbarkeit (Soll > 90 %) *:	<b>98,9%</b>	<b>92,9%</b>	<b>98,9%</b>	<b>92,9%</b>		<b>95,9%</b>
3	Faktor: (DIGITEL/SHARP):	0,89	0,95	0,91	0,88		<b>0,91</b>
4	Lineare Regression (Steigung):	0,9411	0,8835	0,9326	1,0062		<b>0,9369</b>
5	Lineare Regression (Achsenabschnitt):	-0,604	0,632	-0,389	-1,261		<b>-0,4365</b>
							(r <sup>2</sup> =0,93)
6	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,92	0,94	0,95	0,92		---
7	Orthogonale Regression (Steigung):	0,9810	0,9106	0,9544	1,0500		<b>0,9686</b>
8	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-1,155	0,192	-0,680	-1,817		<b>-0,8749</b>
	Daten für Regressionsanalysen verwendet:	x	x	x	x		

<sup>1)</sup> Durchgestrichene Zahlen werden bei der Summen- bzw. Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.

PM<sub>2,5</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80  
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2012 (Jahr 2013 vorläufig)

<b>OKCC</b>	<b>OKVT</b>	<b>HRSW</b>	<b>SROO</b>	<b>SROO</b>	<b>Alle <sup>1)</sup></b>
tägl.	zweitgl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert

Datenvergleich 2012

Jahresmittelwerte PM<sub>2,5</sub> 2012 (SHARP-Ergebnisse auf vorläufiger Funktion berechnet, nur zeitgleiche Daten verwendet)

9	Referenz	Jahresmittelwert PM <sub>2,5</sub> (Gravimetrie) (µg/m <sup>3</sup> ) :	12,4	15,0	12,0	11,5	11,5	12,7
10	Kandidat	JMW SHARP (XPM <sub>2,5</sub> ) vorläufig berechnet (µg/m <sup>3</sup> ) :	12,9	15,2	12,4	11,8	12,1	13,1
			(f=0,9666x-0,4668) orthogonal			1,1156x-2,0232		
11		Abweichung JMW bei XPM <sub>2,5</sub> vorläufig berechnet :	4,0%	1,3%	3,3%	2,6%	5,2%	---

Kalibrierung der Messergebnisse PM<sub>2,5</sub> - 2012/-2013 vorläufig

Jahresmittelwerte PM<sub>2,5</sub> 2012 (nur zeitgleiche Daten - Kalibrierfunktion orthogonal (Zeilen 7 und 8))

12		Jahresmittelwert SHARP (XPM <sub>2,5</sub> ) endgültig berechnet :	12,5	14,8	12,0	11,4	---	12,7
			(f=0,9666x-0,8749) orthogonal					
13		Abweichung JMW bei XPM <sub>2,5</sub> endgültig berechnet :	0,8%	-1,3%	0,0%	-0,9%	---	---

Bewertung

Messunsicherheit (gemäß Equivalence-Guide) Zielwertbezug 30 µg/m<sup>3</sup>

14		erw. Messunsicherheit (XPM <sub>2,5</sub> ) berechnet (%) :	17,7	17,9	14,5	17,1	21,5	16,8
			(f=0,9666x-0,4668) orthogonal (2012 vorläufig)			1,1156x-2,0232		
15		erw. Messunsicherheit (XPM <sub>2,5</sub> ) berechnet (%) :	17,7	17,1	14,1	18,3	18,3	16,8

PM<sub>2.5</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80  
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2012 (Jahr 2013 vorläufig)

	OKCC tägl.	OKVT zweitgl.	HRSW tägl.	SROO zweitgl.	SROO zweitgl.	Alle <sup>1)</sup> Summe bzw. Mittelwert
(f=0,9686x-0,8749) orthogonal (2012 endgültig)	_____			_____		

Befund

16	Messunsicherheit (< 25 %) für XPM <sub>2.5</sub> -Daten erfüllt : (f=0,9666x-0,4668) orthogonal (2012 vorläufig)	ja	ja	ja	ja	ja	---
17	Messunsicherheit (< 25 %) für XPM <sub>2.5</sub> -Daten erfüllt : (f=0,9686x-0,8749) orthogonal (2012 endgültig)	ja	ja	ja	ja	ja	---

Vorschlag für die Korrektur der Nephelometer-Messergebnisse (SHARP) nach Bewertung der vorliegenden Daten für 2012

18	Kalibrierfunktion für XPM <sub>2.5</sub> -Ergebnisse im LÜN 2012:	$Y = PM_{2.5}(SHARP) * 0,9686 - 0,8749$ (alle Stationen)
----	---	--