



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim



## Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

### PM<sub>2,5</sub>-/ PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzmess- verfahren im Jahr 2017

Festlegung der Korrekturfunktionen 2017

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,  
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG



Niedersachsen



Titelbilder: Diverse Staubsammelgeräte (links), Konditionierung von Staubfiltern (mittig), diverse Probenahmeeinrichtungen (rechts)

**Bericht Nr. 42-18-003**

Stand: 07.03.2018

Durchführung:



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim  
Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und  
Gefahrstoffe - ZUS LLG, Dezernat 42, Dezernat 43  
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim





## Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2017 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2018 für $PM_{2,5}$ und $PM_{10}$

### Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Grundlagen für die Festlegung der Korrekturfunktionen .....	4
3	Vergleichsmessungen in 2017 .....	4
4	Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen.....	5
	Anhang A – Ergebnisse der $PM_{2,5}$ -Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030) .....	6
	Anhang B – Ergebnisse der $PM_{10}$ -Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030) .....	7



## 1 Einleitung

Im Messnetz des LÜN werden neben gravimetrischen Referenzmessverfahren aus Kostengründen und zur aktuellen Information der Öffentlichkeit flächendeckend automatische, kontinuierlich messende Messgeräte für die Feinstaubmessung eingesetzt. Bei diesen Geräten können ohne Kalibrierung Abweichungen vom Referenzmessverfahren auftreten.

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 gravimetrischer Messverfahren ist im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen im Jahr 2003 für  $PM_{10}$  nachgewiesen worden.
- Die Äquivalenz gravimetrischer und automatischer Messverfahren ist im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen in den Jahren 2008/2009 für  $PM_{2,5}$  nachgewiesen worden.
- Als Referenzmessverfahren kommen Staubsammler mit gravimetrischer Staubmassenbestimmung zum Einsatz. Zur Unterscheidung von  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  werden bei der Probenahme fraktionierende Vorabscheider verwendet.
- Auf der Basis von Vergleichsmessungen werden jeweils 24-stündige Probenahmen zwischen Referenzmess- und automatischen Messverfahren über den Zeitraum eines Kalenderjahres ausgewertet.
- Zum Nachweis der Äquivalenz automatischer Messverfahren muss ein funktionaler Zusammenhang zum Referenzmessverfahren gegeben sein. In diesem Fall dürfen, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, Messwerte entsprechend korrigiert werden.
- Anforderungen zum Nachweis der Äquivalenz sind in DIN EN 12341 (für  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ ) 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 Vergleichsmessungen in 2017

Im Jahr 2017 wurden für die Vergleichsmessungen zur Kalibrierung des automatischen Messverfahrens für  $PM_{2,5}$  und  $PM_{10}$  (SHARP 5030) sowohl High-Volume-Sampler als auch Low-Volume-Sampler eingesetzt. Die Gleichwertigkeit beider Sammlertypen wurde im Bericht „Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2015 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2016 für  $PM_{2,5}$  und  $PM_{10}$ “ (Bericht Nr. 42-16-003) beschrieben. Für die Vergleichsmessungen kamen Quarzfaserfilter zum Einsatz, die vor der vorgeschriebenen Äquilibrierung etwa zwei Wochen in einer gesättigten Wasserdampf-atmosphäre gelagert wurden. Die Auswertungen, insbesondere die der gravimetrischen Analysen, wurden explizit nach den Anforderungen der DIN EN12341 (August 2014) durchgeführt. Abweichend von den Vorgaben der Richtlinie (Anhang B – B.2.2.1) wurden jedoch die Ergebnisse beider Referenzmessverfahren gleichwertig bei der Berechnung der Kalibrierfunktion eingesetzt (s. o.g. Bericht Nr. 42-16-003).



#### 4 Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen

Zusammenfassen lassen sich folgende Punkte festhalten:

- Die Bestimmung der Korrekturfunktion für die  $PM_{2,5}$ -Messung mittels SHARP-Geräte basiert auf Vergleichsmessungen an vier LÜN-Standorten (s. Anhang A).
- Für die Bestimmung der Korrekturfunktion für die  $PM_{10}$ -Messung mittels SHARP-Geräte wurden die ganzjährig durchgeführten Vergleichsmessungen an neun Stationen zu Grunde gelegt (s. Anhang B)
- **Bereits für die Rohwerte** konnte sowohl für  $PM_{10}$  als auch für  $PM_{2,5}$  für die SHARP-Geräte die **Gleichwertigkeit** mit dem Referenzmessverfahren anhand der geforderten Messunsicherheit für alle betrachteten Messstandorte nachgewiesen werden.
- Da die Anwendung entsprechender Kalibrierfunktionen weder für  $PM_{10}$  noch für  $PM_{2,5}$  zu einer Verringerung der Messunsicherheit führt, kann für das Jahr 2017 **auf eine nachträgliche Kalibrierung der SHARP-PMx-Daten verzichtet werden.**

Die einzelnen Kenngrößen der Vergleichsmessungen sind den Anhängen A und B zu entnehmen.



Anhang A – Ergebnisse der PM<sub>2,5</sub>-Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030)

PM<sub>2,5</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80 bzw. dem DERENDA PNS 18/24 T3,1 zur Kalibrierung der Ergebnisse der SHARP 5030-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2017

Rohdaten 2017		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt-
		tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	daten
		Derenda	Derenda	Digitel	Derenda	
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	317	318	155	168	958
2	Datenverfügbarkeit (%):	86,8%	87,1%	84,7%	91,8%	87,6%
Ortho Reg.						
3	Orthogonale Regression (Steigung):	1,0859	1,0254	0,9780	1,1048	1,0504
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-0,4461	-0,6504	1,1557	-0,7080	-0,3917
5	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,92	0,94	0,93	0,94	0,93

OGCC nicht berücksichtigt

Daten 2016 zum Vergleich		Derenda	Derenda	Digitel	Derenda	Ortho Reg.
6	Orthogonale Regression (Steigung):	1,1085	1,0339	1,0251	1,0798	1,0675
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-0,8652	-1,5404	0,1258	-1,1079	-1,0420
8	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,91	0,89	0,91	0,92	0,90

Datenvergleich 2017		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM <sub>2,5</sub> (Gravimetrie) (µg/m <sup>3</sup> ):	11,6	12,3	15,8	11,5	12,8
10	Jahresmittelwert PM <sub>2,5</sub> (SHARP-Rohdaten) (µg/m <sup>3</sup> ):	11,1	12,7	15,0	11,0	12,4
11	Jahresmittelwert SHARP 5030 (XPM <sub>2,5</sub> ) berechnet s. o.:	11,2	12,9	15,3	11,2	12,7
12	Abweichung JMW bei SHARP-Rohdaten (%):	-4,4%	2,7%	-5,2%	-3,9%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%):	-2,9%	4,7%	-2,9%	-2,5%	---

(f=1,0504x-0,3917) orthogonal s. o.

OGCC nicht berücksichtigt

Bewertung

Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 30 µg/m<sup>3</sup> (0,5 µg/m<sup>3</sup> Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
		Derenda	Derenda	Digitel	Derenda	
14	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM <sub>2,5</sub> ) Rohdaten(%):	21,7	16,4	20,0	21,1	18,5
15	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM <sub>2,5</sub> ) berechnet (%):	19,2	18,5	21,2	17,8	18,0

(f=1,0504x-0,3917) orthogonal s. o.

OGCC nicht berücksichtigt

Bewertung 2016 zum Vergleich

16	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM <sub>2,5</sub> ) Rohdaten(%):	22,3	19,1	17,9	19,5	19,3
17	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM <sub>2,5</sub> ) berechnet (%):	20,1	22,8	18,2	19,1	19,6

(f=1,0675x-1,0420) orthogonal

Signifikanztest der Rohdaten

	HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
Steigung (b - 1):	0,0859	0,0254	0,0220	0,1048	0,0504
Standardunsicherheit u <sub>b</sub> :	0,0142	0,0134	0,0217	0,0177	0,0080
(u <sub>b</sub> ) <sup>2</sup> :	0,0284	0,0268	0,0434	0,0354	0,0160
Befund:	signifikant	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant
Achsenabschnitt  a :	0,4461	0,6504	1,1557	0,7080	0,3917
Standardunsicherheit u <sub>a</sub> :	0,2205	0,2166	0,4181	0,2711	0,1306
(u <sub>a</sub> ) <sup>2</sup> :	0,4410	0,4332	0,8362	0,5422	0,2612
Befund:	signifikant	signifikant	signifikant	signifikant	signifikant

Signifikanztest nach Kalibrierung

	HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
Steigung (b - 1):	0,0319	0,0253	0,0706	0,0501	0,0018
Standardunsicherheit u <sub>b</sub> :	0,0149	0,0141	0,0228	0,0186	0,0084
(u <sub>b</sub> ) <sup>2</sup> :	0,0298	0,0282	0,0456	0,0372	0,0168
Befund:	signifikant	nicht sig.	signifikant	signifikant	nicht sig.
Achsenabschnitt  a :	0,0188	0,2486	1,5460	0,2769	0,0215
Standardunsicherheit u <sub>a</sub> :	0,2316	0,2275	0,4392	0,2848	0,1372
(u <sub>a</sub> ) <sup>2</sup> :	0,4632	0,4550	0,8784	0,5696	0,2744
Befund:	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	nicht sig.	nicht sig.



## Anhang B – Ergebnisse der PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030)

PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80 bzw. DERENDA PNS 18/24 T3,1 zur Kalibrierung der Ergebnisse der SHARP 5030-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2017

Rohdaten 2017	BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt-daten	
	zweitgl. Derenda	tägl. Digitel	tägl. Digitel	tägl. Digitel	tägl. Derenda	tägl. Digitel	tägl. Derenda	zweitgl. Derenda	zweitgl. Digitel		
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	182	357	358	351	345	343	337	179	181	2633
2	Datenverfügbarkeit (%):	99%	98%	98%	96%	94%	94%	92%	98%	99%	96%
3	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,9553	1,0191	1,0436	0,9837	1,0045	1,0263	0,9529	1,0558	1,0235	1,0168
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,1522	-0,8257	-0,5908	0,5679	-0,6233	1,1939	1,2746	-0,1039	0,5611	-0,0495
5	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,94	0,90	0,93	0,90	0,96	0,92	0,92	0,94	0,91	0,93

Daten 2016 zum Vergleich										Ortho Reg.	
6	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,9655	1,0184	1,0222	0,9768	1,0083	0,9965	0,8874	1,0786	0,9899	0,9983
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	-1,2817	-0,7925	-0,4782	1,1357	-1,1332	1,7527	1,7634	-0,5230	1,2872	0,0318
8	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,91	0,95	0,91	0,91	0,95	0,91	0,93	0,92	0,90	0,92

Datenvergleich 2017										Gesamt	
9	Jahresmittelwert PM <sub>10</sub> (Gravimetrie) (µg/m <sup>3</sup> ):	17,8	15,8	20,3	21,7	11,3	23,9	21,4	16,1	15,2	18,2
10	Jahresmittelwerte PM <sub>10</sub> (SHARP-Rohdaten) (µg/m <sup>3</sup> ):	18,5	16,3	20,6	21,5	11,9	22,2	21,1	15,3	14,3	18,0
11	Jahresmittelwert SHARP 5030 (XPM <sub>10</sub> ) berechnet s. o.:	18,7	16,5	20,6	21,8	12,0	22,5	21,4	15,5	14,5	18,2
12	Abweichung JMW bei SHARP-Rohdaten (%):	3,8%	3,3%	1,4%	-1,0%	5,0%	-7,4%	-1,3%	-4,7%	-5,9%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%) s. o.:	5,3%	4,7%	1,4%	0,4%	6,4%	-6,1%	0,1%	-3,4%	-4,7%	---

(f=1,0168x-0,0495) orthogonal s. o.

### Bewertung 2017

Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 50 µg/m<sup>3</sup> (0,5 µg/m<sup>3</sup> Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

	BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt	
14	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM <sub>10</sub> ) Rohdaten(%):	14,2	11,7	14,6	14,8	7,8	16,6	14,6	14,0	13,0	13,0
15	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM <sub>10</sub> ) berechnet (%):	16,6	12,2	13,8	15,7	9,2	15,2	16,1	12,1	11,9	12,8

(f=1,0168x-0,0495) orthogonal s. o.

### Bewertung 2016 zum Vergleich

16	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM <sub>10</sub> ) Rohdaten(%):	18,7	9,2	11,3	12,8	9,8	14,3	21,3	16,9	11,9	12,3
17	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM <sub>10</sub> ) berechnet (%):	18,5	9,2	11,4	12,8	9,7	14,4	21,0	17,1	11,9	12,3

(f=0,9983x+0,0318) orthogonal

### Signifikanztest der Rohdaten

	BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
Steigung (b - 1):	0,0447	0,0191	0,0436	0,0163	0,0045	0,0263	0,0471	0,0558	0,0235	0,0083
Standardunsicherheit u <sub>b</sub> :	0,0192	0,0166	0,0137	0,0168	0,0112	0,0148	0,0155	0,0174	0,0214	0,0052
(u <sub>b</sub> ) <sup>2</sup> :	0,0384	0,0332	0,0274	0,0336	0,0224	0,0296	0,0310	0,0348	0,0428	0,0104
Befund:	signifikant	nicht sig.	signifikant	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant	nicht sig.	nicht sig.
Achsenabschnitt  a :	0,1522	0,8257	0,5908	0,5679	0,6233	1,1939	1,2746	0,1039	0,5611	0,4392
Standardunsicherheit u <sub>a</sub> :	0,4003	0,3032	0,3322	0,4149	0,1656	0,3975	0,3828	0,3339	0,3854	0,1142
(u <sub>a</sub> ) <sup>2</sup> :	0,8006	0,6064	0,6644	0,8298	0,3312	0,7950	0,7656	0,6678	0,7708	0,2284
Befund:	nicht sig.	signifikant	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant	signifikant	nicht sig.	nicht sig.	signifikant

### Signifikanztest nach Kalibrierung s. o.

	BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
Steigung (b - 1):	0,061	0,0014	0,0257	0,0334	0,0125	0,0086	0,0634	0,0379	0,0058	0,0006
Standardunsicherheit u <sub>b</sub> :	0,0195	0,0168	0,0139	0,0171	0,0114	0,0150	0,0158	0,0177	0,0218	0,0053
(u <sub>b</sub> ) <sup>2</sup> :	0,0390	0,0336	0,0278	0,0342	0,0228	0,0300	0,0316	0,0354	0,0436	0,0106
Befund:	signifikant	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant	nicht sig.	nicht sig.
Achsenabschnitt  a :	0,2080	0,7610	0,5266	0,6339	0,5699	1,2596	1,3340	0,0442	0,6220	0,0119
Standardunsicherheit u <sub>a</sub> :	0,4070	0,3083	0,3378	0,4219	0,1684	0,4042	0,3893	0,3395	0,3919	0,1162
(u <sub>a</sub> ) <sup>2</sup> :	0,8140	0,6166	0,6756	0,8438	0,3368	0,8084	0,7786	0,6790	0,7838	0,2324
Befund:	nicht sig.	signifikant	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant	signifikant	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.