



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim



## Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

### PM<sub>2,5</sub>-/ PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzmess- verfahren im Jahr 2019

Festlegung der Korrekturfunktionen 2019

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,  
Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge  
– ZUS LLGS



Niedersachsen



Titelbilder: Diverse Staubsammelgeräte (links), Wägeautomat für Staubfilterproben (mittig), diverse Probenahmeeinrichtungen (rechts)

**Bericht Nr. 42-20-002**

Stand: 05.05.2020

Durchführung:



**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim**

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm,  
Gefahrstoffe und Störfallvorsorge – ZUS LLGS  
Dezernat 42 und Dezernat 43  
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim





# Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2019 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2020 für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>

## Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Grundlagen für die Festlegung der Korrekturfunktionen .....	4
3	Vergleichsmessungen in 2019 .....	4
4	Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen.....	5
	Anhang A – Ergebnisse der PM <sub>2,5</sub> -Vergleichsmessungen (LVS vs. FIDAS 200E) .....	6
	Anhang B – Ergebnisse der PM <sub>10</sub> -Vergleichsmessungen (LVS 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 kann es notwendig sein, 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<sub>10</sub> nachgewiesen worden.
- Die Äquivalenz gravimetrischer und automatischer Messverfahren ist im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen in den Jahren 2008/2009 für PM<sub>2,5</sub> nachgewiesen worden.
- Als Referenzmessverfahren kommen Staubsammler mit gravimetrischer Staubmassenbestimmung zum Einsatz. Zur Unterscheidung von PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> 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<sub>10</sub> und 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 Vergleichsmessungen in 2019

Im Jahr 2019 wurden für die Vergleichsmessungen zur Kalibrierung des automatischen Messverfahrens für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> (SHARP 5030 und FIDAS 200E) Low-Volume-Sampler eingesetzt. 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 durchgeführt.



#### 4 Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen

Zusammenfassend lassen sich folgende Punkte festhalten:

- Die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM<sub>2,5</sub>-Messung mittels FIDAS-Geräte basiert auf Vergleichsmessungen an vier LÜN-Standorten (s. Anhang A).
- Für die PM<sub>2,5</sub>-Rohwerte des FIDAS 200E wurde folgende Korrekturfunktion ermittelt:

$$\text{FIDAS-PM}_{2,5} \text{ endgültig } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,8956 * \text{PM}_{2,5} \text{ roh } (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 0,2974 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Nach Anwendung der Korrekturfunktion ergab sich für PM<sub>2,5</sub>-Tagesmittelwerte eine **erweiterte Messunsicherheit** am Wert von 30 µg/m<sup>3</sup> **von 10,0 %**.
- Für die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM<sub>10</sub>-Messung mittels SHARP-Geräte wurden die ganzjährig durchgeführten Vergleichsmessungen an neun Stationen zu Grunde gelegt (s. Anhang B).
- **Bereits für die Rohwerte** konnte für PM<sub>10</sub> für die SHARP-Geräte die **Gleichwertigkeit** mit dem Referenzmessverfahren anhand der geforderten Messunsicherheit für alle betrachteten Messstandorte nachgewiesen werden.
- Da die Anwendung der Kalibrierfunktion für PM<sub>10</sub> bei den SHARP-Geräten zu keiner signifikanten Verringerung der Messunsicherheit führt, konnte für das Jahr 2019 **auf eine nachträgliche Kalibrierung der SHARP-PM<sub>10</sub>-Daten verzichtet werden.**
- Die **erweiterte Messunsicherheit** der PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerte der SHARP-Geräte am Grenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> lag damit **bei 11,5 %**.

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



Anhang A – Ergebnisse der PM<sub>2,5</sub>-Vergleichsmessungen (LVS vs. FIDAS 200E)

PM<sub>2,5</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DERENDA PNS 18/24 T3,1  
zur Kalibrierung der Ergebnisse der FIDAS 200-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2019

Rohdaten 2019		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt- daten
		tägl. Derenda	tägl. Derenda	zweitgl. Derenda	zweitgl. Derenda	
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	331	314	171	174	990
2	Datenverfügbarkeit (%):	90,7%	86,0%	93,4%	95,1%	91,3%
Ortho Reg.						
3	Orthogonale Regression (Steigung):	0,8889	0,9332	0,8692	0,8719	0,8956
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-0,3256	-0,6413	0,4638	0,2379	-0,2974
5	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,95	0,94	0,95	0,94	0,95

Daten 2018 zum Vergleich		Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Ortho Reg.
6	Orthogonale Regression (Steigung):	---	---	---	---	---
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	---	---	---	---	---
8	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	---	---	---	---	---

Datenvergleich 2019		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM <sub>2,5</sub> (Gravimetrie) (µg/m <sup>3</sup> ):	9,0	9,1	12,0	8,6	9,7
10	Jahresmittelwert PM <sub>2,5</sub> (FIDAS-Rohdaten) (µg/m <sup>3</sup> ):	10,5	10,6	13,3	9,6	11,0
11	Jahresmittelwert FIDAS (XPM <sub>2,5</sub> ) berechnet s. o.:	9,0	9,1	12,0	8,6	9,7
12	Abweichung JMW bei FIDAS-Rohdaten (%):	16,7%	16,5%	10,8%	11,6%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%):	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	---

(f=0,8956x-0,2974) orthogonal s. o.)

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	Derenda	Derenda	
14	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (PM <sub>2,5</sub> ) Rohdaten(%):	29,8	23,3	29,7	30,5	27,9
15	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (XPM <sub>2,5</sub> ) berechnet (%):	10,3	10,0	11,3	11,3	10,0

(f=0,8956x-0,2974) orthogonal s. o.)



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

PM<sub>10</sub>-Vergleichsmessungen mit dem DERENDA PNS 18/24 T3,1  
zur Kalibrierung der Ergebnisse der SHARP 5030-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2019

Rohdaten 2019		BLWW zweitgl.	GNVS tägl.	HIVU tägl.	HRVS tägl.	OGCC tägl.	OKVT tägl.	OLVT tägl.	SROO zweitgl.	WNCC zweitgl.	Gesamt- daten
		Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	166	361	331	356	351	349	358	173	177	<b>2622</b>
2	Datenverfügbarkeit (%):	<b>91%</b>	<b>99%</b>	<b>91%</b>	<b>98%</b>	<b>96%</b>	<b>96%</b>	<b>98%</b>	<b>95%</b>	<b>97%</b>	<b>95%</b>
Ortho Reg.											
3	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,9186	1,0319	0,9870	0,9161	0,9622	0,9717	0,9447	1,0817	1,0900	<b>0,9895</b>
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,2786	-0,6798	-0,2031	0,7843	-0,8315	0,6027	0,8609	-0,2896	-2,2671	<b>-0,2552</b>
5	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	<b>0,92</b>	<b>0,89</b>	<b>0,93</b>	<b>0,91</b>	<b>0,92</b>	<b>0,92</b>	<b>0,92</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>	<b>0,91</b>

Daten 2018 zum Vergleich		Ortho Reg.									
6	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,9498	1,0231	---	0,9755	1,0367	0,9781	0,9576	1,0161	0,9795	1,0017
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,6141	1,0881	---	0,8174	-0,9146	1,3296	0,9556	0,7371	0,0657	0,2373
8	Bestimmtheitsmaß (r <sup>2</sup> ):	0,93	0,90	---	0,89	0,92	0,91	0,93	0,90	0,89	0,91

Datenvergleich 2019		BLWW	GNVS	HIVU	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM <sub>10</sub> (Gravimetrie) (µg/m <sup>3</sup> ):	<b>15,2</b>	<b>19,3</b>	<b>17,2</b>	<b>18,0</b>	<b>10,1</b>	<b>20,2</b>	<b>18,5</b>	<b>13,8</b>	<b>14,0</b>	<b>16,3</b>
10	Jahresmittelwerte PM <sub>10</sub> (SHARP 5030-Rohdaten) (µg/m <sup>3</sup> ):	16,2	19,4	17,6	18,8	11,3	20,2	18,6	13,0	14,9	<b>16,7</b>
11	Jahresmittelwert SHARP 5030 (XPM <sub>10</sub> ) berechnet s. o.:	15,8	18,9	17,2	18,4	10,9	19,7	18,2	12,6	14,5	<b>16,2</b>
12	Abweichung JMW bei SHARP 5030-Rohdaten (%):	6,6%	0,5%	2,3%	4,4%	11,9%	0,0%	0,5%	-5,8%	6,4%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%) s. o.:	3,9%	-2,1%	0,0%	2,2%	7,9%	-2,5%	-1,6%	-8,7%	3,6%	---

Bewertung 2019

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

	BLWW	GNVS	HIVU	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt	
14	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM <sub>10</sub> ) Rohdaten(%):	19,5	15,9	10,2	18,9	13,7	11,4	14,0	17,2	13,8	<b>11,5</b>
15	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM <sub>10</sub> ) berechnet (%):	16,7	13,8	9,5	16,3	11,0	10,8	12,3	19,7	15,8	<b>10,9</b>

Bewertung 2018 zum Vergleich

16	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM <sub>10</sub> ) Rohdaten(%):	14,5	14,6	---	13,7	10,3	12,8	13,1	12,3	13,1	12,5
17	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM <sub>10</sub> ) berechnet (%):	15,3	13,8	---	13,9	10,0	12,7	13,7	11,7	13,6	12,5