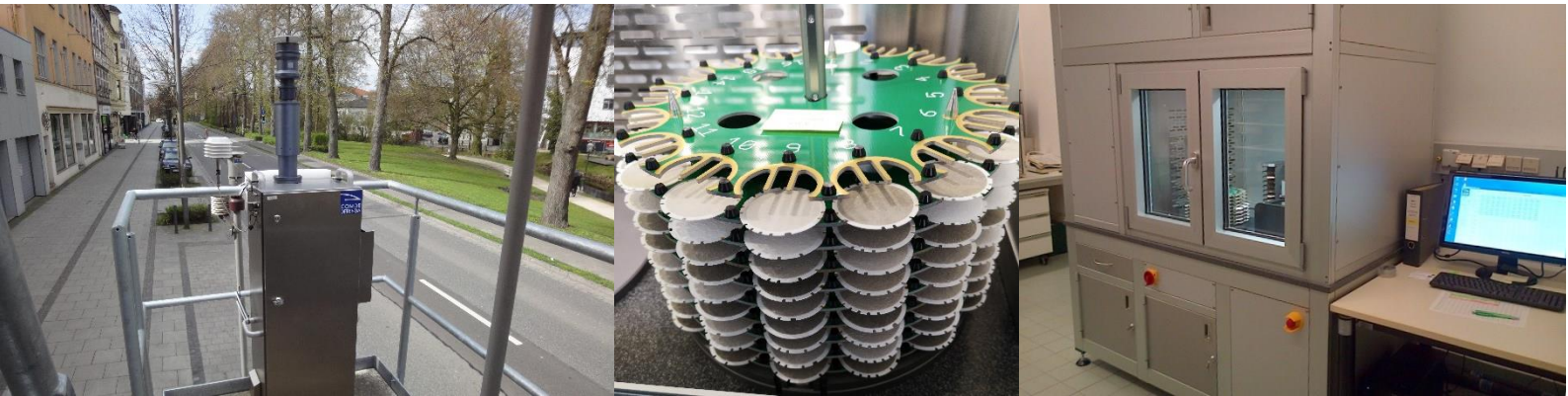




**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim**



Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

PM_{2,5}-/ PM₁₀-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzmess- verfahren im Jahr 2020

Festlegung der Korrekturfunktionen 2020

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



Niedersachsen

Titelbilder: Low-Volume-Sampler (links), Staubfilterproben auf Wägemagazin (mittig), Wägeautomat für Staubfilterproben (rechts),

Bericht Nr. 42-21-002

Stand: 03.03.2021

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 2020 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2021 für PM_{2,5} und PM₁₀

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Grundlagen für die Festlegung der Korrekturfunktionen	3
3	Vergleichsmessungen in 2020	3
4	Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen.....	4
4.1	Korrekturfunktion für die PM _{2,5} -Messung mittels FIDAS 200E.....	4
4.2	Korrekturfunktion für die PM ₁₀ -Messung mittels SHARP 5030.....	4
4.3	Korrekturfunktion für die PM ₁₀ -Messung mittels FIDAS 200E (nicht für die EU Berichterstattung)	4
4.3.1	Korrekturfunktion für die PM ₁₀ -Messung mittels FIDAS 200E für Verkehrsmessstationen	4
4.3.2	Korrekturfunktion für die PM ₁₀ -Messung mittels FIDAS 200E für andere Messstationen	4
Anhang A –	Ergebnisse der PM_{2,5}-Vergleichsmessungen (LVS vs. FIDAS 200E)	5
Anhang B –	Ergebnisse der PM₁₀-Vergleichsmessungen (LVS vs. SHARP 5030).....	6
Anhang C –	Ergebnisse der PM₁₀-Vergleichsmessungen	
	(LVS vs. FIDAS 200E, Verkehrsmessstationen)	7
Anhang D –	Ergebnisse der PM₁₀-Vergleichsmessungen	
	(LVS vs. FIDAS 200E, andere Messstationen).....	8



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 PM₁₀, in den Jahren 2008/2009 für PM_{2,5} sowie im Jahr 2019 für PM_{2,5} und PM₁₀ nachgewiesen worden.
- Die Äquivalenz automatischer Messverfahren ist im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen in den Jahren 2008/2009 für PM_{2,5} und im Jahr 2019 für PM_{2,5} und PM₁₀ nachgewiesen worden.
- Als Referenzmessverfahren kommen Staubsammler mit gravimetrischer Staubmassenbestimmung zum Einsatz. Zur Unterscheidung von PM₁₀ 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 PM₁₀ und PM_{2,5}), der DIN EN 16450 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 2020

Im Jahr 2020 wurden für die Vergleichsmessungen zur Kalibrierung des automatischen Messverfahrens FIDAS 200E für PM_{2,5} und SHARP 5030 für PM₁₀ Low-Volume-Sampler eingesetzt. Für die Vergleichsmessungen kamen Quarzfaserfilter zum Einsatz, die vor der vorgeschriebenen Äquilibration 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.

PM₁₀-Vergleichsmessungen wurden im Jahr 2020 an neun Messstationen durchgeführt (5 Verkehrsmessstationen, 2 Industriemessstationen, 2 Hintergrundmessstationen), PM_{2,5}-Vergleichsmessungen an vier Messstationen (1 Verkehrsmessstation, 1 Industriemessstation, 2 Hintergrundmessstationen). An einem Teil der Vergleichsstandorte erfolgte zu Jahresbeginn zunächst noch eine tägliche Probenahme. Mit Beginn der Corona-Pandemie wurde der Probenahmezyklus jedoch generell auf zweitägig umgestellt, um die Anzahl der Probenahmefahrten zu reduzieren.



4 Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen

Zusammenfassend lassen sich folgende Punkte festhalten:

4.1 Korrekturfunktion für die PM_{2,5}-Messung mittels FIDAS 200E

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

$$\text{FIDAS-PM}_{2,5} \text{ endgültig } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,8837 * \text{PM}_{2,5} \text{ roh } (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 0,0670 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Nach Anwendung der Korrekturfunktion ergab sich für PM_{2,5}-Tagesmittelwerte eine **erweiterte Messunsicherheit** am Wert von 30 µg/m³ **von 9,4 %**.

4.2 Korrekturfunktion für die PM₁₀-Messung mittels SHARP 5030

- Die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM₁₀-Messung mittels SHARP-Geräte basiert auf Vergleichsmessungen an neun LÜN-Standorten (s. Anhang B).
- Für die PM₁₀-Rohwerte des SHARP 5030 wurde folgende allgemeine Korrekturfunktion ermittelt:

$$\text{SHARP-PM}_{10} \text{ endgültig } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,9303 * \text{PM}_{10} \text{ roh } (\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0,6073 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Nach Anwendung der Korrekturfunktion ergab sich für PM₁₀-Tagesmittelwerte eine **erweiterte Messunsicherheit** am Wert von 50 µg/m³ **von 9,1 %**.

4.3 Korrekturfunktion für die PM₁₀-Messung mittels FIDAS 200E (nicht für die EU Berichterstattung)

Die PM₁₀-Vergleichsmessungen zeigen, dass in 2020 eine Differenzierung hinsichtlich der Stationskategorien „Verkehrsmessstation“ und „andere Messstation“ erforderlich ist, da die Anwendung einer allgemeinen, vom Stationstyp unabhängigen Funktion nicht überall zur Einhaltung des Datenqualitätsziels für die erweiterte Messunsicherheit führt.

4.3.1 Korrekturfunktion für die PM₁₀-Messung mittels FIDAS 200E für Verkehrsmessstationen

- Die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM₁₀-Messung mittels FIDAS-Geräte basiert auf Vergleichsmessungen an fünf LÜN-Standorten (s. Anhang C).
- Für die PM₁₀-Rohwerte des FIDAS 200E wurde folgende allgemeine Korrekturfunktion ermittelt:

$$\text{FIDAS-PM}_{10} \text{ Verkehr, endgültig } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,0104 * \text{PM}_{10} \text{ Verkehr, roh } (\mu\text{g}/\text{m}^3) + 1,1922 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Nach Anwendung der Korrekturfunktion ergab sich für PM₁₀-Tagesmittelwerte eine **erweiterte Messunsicherheit** am Wert von 50 µg/m³ **von 9,5 %**.

4.3.2 Korrekturfunktion für die PM₁₀-Messung mittels FIDAS 200E für andere Messstationen

- Die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM₁₀-Messung mittels FIDAS-Geräte basiert auf Vergleichsmessungen an vier LÜN-Standorten (s. Anhang D).
- Für die PM₁₀-Rohwerte des FIDAS 200E wurde folgende allgemeine Korrekturfunktion ermittelt:

$$\text{FIDAS-PM}_{10} \text{ andere, endgültig } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,8620 * \text{PM}_{10} \text{ andere, roh } (\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0,7409 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Nach Anwendung der Korrekturfunktion ergab sich für PM₁₀-Tagesmittelwerte eine **erweiterte Messunsicherheit** am Wert von 50 µg/m³ **von 6,2 %**.

Die einzelnen Kenngrößen der Vergleichsmessungen sind den Anhängen A bis D zu entnehmen.

Anhang A – Ergebnisse der PM_{2,5}-Vergleichsmessungen (LVS vs. FIDAS 200E)

PM_{2,5}-Vergleichsmessungen mit dem DERENDA PNS 18/24 T3,1
zur Kalibrierung der Ergebnisse der FIDAS 200-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2020

		HRSW	OGCC	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt-
		tägl.	zweitgl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	daten
Rohdaten 2020		Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	220	24	217	169	174	804
2	Datenverfügbarkeit (%):	96,5%	13,1%	95,2%	92,3%	95,1%	78,4%
3	Orthogonale Regression (Steigung):	0,8707	0,9015	0,8818	0,8927	0,8466	Ortho Reg. 0,8837
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-0,1827	-0,1620	-0,5258	0,6962	0,2961	-0,0670
5	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,95	0,95	0,93	0,88	0,92	0,92
Daten 2019 zum Vergleich		Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Ortho Reg.
6	Orthogonale Regression (Steigung):	0,8889	---	0,9332	0,8692	0,8719	0,8956
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-0,3256	---	-0,6413	0,4638	0,2379	-0,2974
8	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,95	---	0,94	0,95	0,94	0,95
Datenvergleich 2020		HRSW	OGCC	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM _{2,5} (Gravimetrie) (µg/m ³):	7,6	6,3	7,5	9,8	7,4	7,9
10	Jahresmittelwert PM _{2,5} (FIDAS-Rohdaten) (µg/m ³):	8,9	7,2	9,1	10,1	8,3	9,1
11	Jahresmittelwert FIDAS (XPM _{2,5}) berechnet s. o.:	7,8	6,3	8,0	8,9	7,3	7,9
12	Abweichung JMW bei FIDAS-Rohdaten (%):	17,1%	14,3%	21,3%	3,1%	12,2%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%):	2,6%	0,0	6,7%	-9,2%	-1,4%	---
(f=0,8837x - 0,0670) orthogonal s. o.)							
Bewertung							
Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 30 µg/m ³ (0,5 µg/m ³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)							
		HRSW	OGCC	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
		Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	
14	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (PM _{2,5}) Rohdaten(%):	32,2	24,8	32,1	22,8	35,5	28,9
15	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (XPM _{2,5}) berechnet (%):	8,0	8,9	8,4	13,8	10,7	9,4
(f=0,8837x - 0,0670) orthogonal s. o.)							

Anhang B – Ergebnisse der PM₁₀-Vergleichsmessungen (LVS vs. SHARP 5030)

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DERENDA PNS 18/24 T3,1
zur Kalibrierung der Ergebnisse der SHARP 5030-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2020

		BLWW zweitgl.	GNVS tägl.	HIVU tägl.	HRVS tägl.	OGCC tägl.	OKVT tägl.	OLVT tägl.	SROO zweitgl.	WNCC zweitgl.	Gesamt- daten
	Rohdaten 2020	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	Derenda	
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	156	227	225	222	216	213	223	176	148	1806
2	Datenverfügbarkeit (%):	85%	100%	99%	97%	95%	93%	98%	96%	81%	94%
3	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,8794	0,9234	0,9229	0,8788	0,9698	0,9682	0,8791	0,9864	0,9794	Ortho Reg. 0,9303
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,6849	0,2948	1,1008	2,2623	-0,6300	1,0367	1,3436	0,0710	-0,8565	0,6073
5	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,88	0,92	0,92	0,96	0,90	0,88	0,92	0,87	0,82	0,92

	Daten 2019 zum Vergleich										Ortho Reg.
6	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,9186	1,0319	0,987	0,9161	0,9622	0,9717	0,9447	1,0817	1,09	0,9895
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,2786	-0,6798	-0,2031	0,7843	-0,8315	0,6027	0,8609	-0,2896	-2,2671	-0,2552
8	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,92	0,89	0,93	0,91	0,92	0,92	0,92	0,89	0,89	0,91

	Datenvergleich 2020	BLWW	GNVS	HIVU	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM ₁₀ (Gravimetrie) (µg/m ³):	13,2	16,3	14,7	16,8	9,5	17,8	15,4	12,2	11,0	14,3
10	Jahresmittelwerte PM ₁₀ (SHARP 5030-Rohdaten) (µg/m ³):	14,2	17,3	14,7	16,6	10,5	17,4	16,0	12,3	12,1	14,7
11	Jahresmittelwert SHARP 5030 (XPM ₁₀) berechnet s. o.:	13,8	16,7	14,3	16,0	10,3	16,8	15,5	12,0	11,8	14,3
12	Abweichung JMW bei SHARP 5030-Rohdaten (%):	7,6%	6,1%	0,0%	-1,2%	10,5%	-2,2%	3,9%	0,8%	10,0%	- - -
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%) s. o.:	4,5%	2,5%	-2,7%	-4,8%	8,4%	-5,6%	0,6%	-1,6%	7,3%	- - -

(f=0,9303x+0,6073) orthogonal s. o.

Bewertung 2020

Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 50 µg/m³ (0,0 µg/m³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

		BLWW	GNVS	HIVU	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
14	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM ₁₀) Rohdaten(%):	26,1	18,2	14,8	20,7	11,6	10,7	23,2	8,7	11,7	15,8
15	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM ₁₀) berechnet (%):	13,7	9,4	8,2	11,5	7,9	13,9	11,5	12,7	9,7	9,1

(f=0,9303x+0,6073) orthogonal s. o.



Anhang C – Ergebnisse der PM₁₀-Vergleichsmessungen (LVS vs. FIDAS 200E, Verkehrsmessstationen)

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DERENDA PNS 18/24 T3,1
zur Kalibrierung der Ergebnisse der FIDAS 200-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2020

		GNVS tägl. Derenda	HIVU tägl. Derenda	HRVS tägl. Derenda	OKVT tägl. Derenda	OLVT tägl. Derenda			Verkehr		
Rohdaten 2020											
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	228	225	222	213	223			1111		
2	Datenverfügbarkeit (%):	100%	99%	97%	93%	98%			97%		
3	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	1,0049	1,0278	0,9756	1,0035	1,0218			Ortho Reg. 1,0104		
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,6817	0,6300	2,1356	1,9222	0,9281			1,1922		
5	Bestimmtheitsmaß (r²):	0,91	0,90	0,87	0,88	0,91			0,89		
Daten 2019 zum Vergleich											
6	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	---	0,9168	0,9790	0,9183	---			Ortho Reg. 0,9504		
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	---	1,6947	2,0749	3,235	---			1,5711		
8	Bestimmtheitsmaß (r²):	---	0,96	0,93	0,93	---			0,93		
*) Nach Umstellung in 2019, Anzahl der Datenpaare zu gering für aussagekräftigen Vergleich											
Datenvergleich 2020											
9	Jahresmittelwert PM ₁₀ (Gravimetrie) (µg/m³):	16,3	14,7	16,1	17,6	15,4			Gesamt 16,0		
10	Jahresmittelwerte PM10 (FIDAS 200-Rohdaten) (µg/m³):	15,5	13,7	14,3	15,7	14,2			14,7		
11	Jahresmittelwert FIDAS 200 (XPM10) berechnet s. o.:	16,9	15,0	15,6	17,0	15,5			16,0		
12	Abweichung JMW bei FIDAS 200-Rohdaten (%):	-4,9%	-6,8%	-11,2%	-10,8%	-7,8%			---		
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%) s. o.:	3,7%	2,0%	-3,1%	-3,4%	0,6%			---		
(f=1,0104x+1,1922) orthogonal s. o.											
Bewertung 2020											
Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 50 µg/m³ (0,0 µg/m³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)											
		BLWW	GNVS	HIVU	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
14	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (PM10) Rohdaten(%):		10,1	11,9	10,4		13,0	11,3			11,6
15	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (XPM10) berechnet (%):		10,0	9,2	10,4		10,2	8,2			9,5
(f=1,0104x+1,1922) orthogonal s. o.											



Anhang D – Ergebnisse der PM₁₀-Vergleichsmessungen (LVS vs. FIDAS 200E, andere Messstationen)

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DERENDA PNS 18/24 T3,1
zur Kalibrierung der Ergebnisse der FIDAS 200-Monitore im LÜN - Kalenderjahr 2020

Rohdaten 2020		BLWW zweitgl. Derenda	OGCC zweitgl. Derenda	SROO zweitgl. Derenda	WNCC zweitgl. Derenda	Hintergrund
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	157	51	178	150	536
2	Datenverfügbarkeit (%):	86%	22%	97%	82%	72%
3	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,8461	0,8822	0,8601	0,8923	0,8620
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,6182	0,2659	1,2119	0,3075	0,7409
5	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,93	0,97	0,92	0,89	0,92

Daten 2019 zum Vergleich

		BLWW	OGCC	SROO	WNCC	Gesamt
6	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,8762	---	0,8992	---	0,9504
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	0,1500	---	1,0625	---	1,5711
8	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,93	---	0,95	---	0,93

*) Nach Umstellung in 2019, Anzahl der Datenpaare zu gering für aussagekräftigen Vergleich

Datenvergleich 2020		BLWW	OGCC	SROO	WNCC	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM ₁₀ (Gravimetrie) (µg/m ³):	13,2	10,1	12,2	11,1	12,0
10	Jahresmittelwerte PM ₁₀ (FIDAS 200-Rohdaten) (µg/m ³):	14,8	11,1	12,8	12,0	13,0
11	Jahresmittelwert FIDAS 200 (XPM10) berechnet s. o.:	13,5	10,3	11,8	11,1	12,0
12	Abweichung JMW bei FIDAS 200-Rohdaten (%):	12,1%	9,9%	4,9%	8,1%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%) s. o.:	2,3%	2,0%	-3,3%	0,0%	---

(f=0,8620x+0,7409) orthogonal s. o.

Bewertung 2020

Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 50 µg/m³ (0,0 µg/m³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

		BLWW			OGCC			SROO	WNCC	Gesamt
14	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (PM10) Rohdaten(%) :	34,3				25,9		27,9	23,9	29,5
15	erw. Unsicherheit FIDAS 200 (XPM10) berechnet (%) :	7,1				4,9		6,6	8,8	6,2

(f=0,8620x+0,7409) orthogonal s. o.