



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim



Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

PM_{2,5}-/ PM₁₀-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzverfahren im Jahr 2010

Festlegung der Korrekturfunktionen 2010

Hildesheim, den 15.02.2011

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG



Niedersachsen

Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2010 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2011 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 2010 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 PM₁₀ mussten für die Standorte HRVS und GNVS jeweils lokale Korrekturfunktionen bestimmt werden, da die lokalen Korrekturfunktionen deutlich von der allgemeinen Korrekturfunktion abweichen, was auf lokale Besonderheiten hindeutet, denen bei der Ermittlung der Korrekturfunktionen entsprechend Rechnung zu tragen ist.

Als gültige **PM10-Korrekturfunktion** konnte für alle Messstandorte außer für **HRVS und GNVS** folgende Funktion bestimmt werden:

$$\text{PM10}_{\text{endgültig, außer HRVS, GNVS}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,225 * \text{PM10} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 0,660 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Als gültige **PM10-Korrekturfunktion** konnte für den Messstandort **HRVS** folgende Funktion bestimmt werden:

$$\text{PM10}_{\text{endgültig, HRVS}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,187 * \text{PM10}_{\text{HRVS}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 1,611 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Als gültige **PM10-Korrekturfunktion** konnte für den Messstandort **GNVS** folgende Funktion bestimmt werden:

$$\text{PM10}_{\text{endgültig, GNVS}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,219 * \text{PM10}_{\text{GNVS}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 1,687 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- Für $\text{PM}_{2,5}$ konnte eine für alle Messstandorte gültige Korrekturfunktion bestimmt werden:

$$\text{PM}_{2,5}_{\text{endgültig}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,003 * \text{PM}_{2,5} (\mu\text{g}/\text{m}^3) - 1,068 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- 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 2010 (Jahr 2011 vorläufig)

(alle Stationen einbezogen)

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

Rohdaten 2010

Stichprobenbewertung (DIN EN 12341)

1	Anzahl Datensätze Gravimetrie:	357	355	253	349	356	172	177	170		2189
	(Ausreißer)	(6)	(0)	(0)	(1)	(1)	(1)	(1)	(0)		
2	Verfügbarkeit in 2010(%) (Soll > 90 %) :	97,8	97,3	69,3	95,6	97,5	47,1	48,5	46,6		---
3	Kalibrierfaktor (DIGITEL/FH62-IR):	1,19	1,13	1,11	1,22	1,22	1,21	1,17	1,28		1,19
4	Lineare Regression Y : X (Steigung):	1,243	1,196	1,1494	1,2296	1,196	1,165	1,2391	1,267		1,1948
5	Lineare Regression (Achsenabschnitt):	-0,626	-1,152	-0,719	-0,114	0,321	0,765	-0,770	0,233		-0,0660
6	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,97	0,97	0,95	0,97	0,95	0,97	0,96	0,94		0,96
7	Orthogonale Regression Y : X (Steigung):	1,266	1,219	1,187	1,254	1,231	1,186	1,268	1,321		1,2246
8	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-1,049	-1,687	-1,611	-0,686	-0,282	0,390	-1,270	-0,533		-0,6603

nur GNVS nur HRVS

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2010 (Jahr 2011 vorläufig)

(alle Stationen einbezogen)

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

Jahresmittelwerte PM₁₀ 2010 (Überschreitungshäufigkeit)

9	Jahresmittelwert PM ₁₀ (Gravimetrie) (µg/m ³) :	22,46	26,90	26,60	28,10	21,10	21,50	20,40	18,30		23,2
	(Überschreitungshäufigkeit TMW)	(19)	(24)	(13)	(24)	(16)	(13)	(10)	(6)		(125)
10	JMW FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet (µg/m ³) :	21,6	27,0	27,4	26,5	20,1	20,7	19,8	16,5		22,5
	(f=1,147x+0,153) linear (2010 vorläufig)	(15)	(21)	(13)	(18)	(13)	(13)	(8)	(2)		(103)
11	Abweichung JMW durch XPM ₁₀ berechnet (%) :	-3,8	0,4	3,0	-5,7	-4,7	-3,7	-2,9	-9,8		---
	(f=1,147x+0,153) linear (2010 vorläufig)										

Bewertung

Jahresmittelwerte PM₁₀ 2010 (Überschreitungshäufigkeit)

12	Jahresmittelwert FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet :	22,3	27,9	28,3	27,4	20,7	21,3	20,4	17,0		23,2
	(f=1,1948x-0,066) linear (2010 endgültig)	(16)	(26)	(20)	(24)	(15)	(15)	(10)	(4)		(130)
13	Jahresmittelwert FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet :	22,2	28,0	28,4	27,5	20,6	21,3	20,3	16,8		23,1
	(f=1,2246x-0,6603) orthogonal (2010 endgültig)	(16)	(25)	(22)	(24)	(16)	(15)	(10)	(4)		(132)
14	Jahresmittelwert FH62 I-R (XPM ₁₀) berechnet :	22,3	27,9	28,3	27,4	20,7	21,3	20,4	17,0		23,2
	(Faktor=1,19 (alle) (2010 endgültig)	(16)	(25)	(19)	(23)	(15)	(15)	(10)	(4)		(127)

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80 zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte FH62 I-R für das Jahr 2010 (Jahr 2011 vorläufig)

(alle Stationen einbezogen)

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

Bewertung

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

15 erw. Messunsicherheit (XPM ₁₀) berechnet (%) :	11,7	11,2	13,4	11,9	12,6	9,9	11,9	20,1		12,8
(f=1,1948x-0,066) linear (2010 endgültig)										
16 erw. Messunsicherheit (XPM ₁₀) berechnet (%) :	10,6	12,2	15,5	10,9	12,2	10,5	11,0	18,4		12,7
(f=1,2246x-0,6603) orthogonal (2010 endgültig)										
17 erw. Messunsicherheit (XPM ₁₀) berechnet (%) :	12,0	10,9	13,0	12,2	12,7	9,9	12,2	20,5		12,9
(Faktor=1,19 (alle) (2010 endgültig)										

Befund

18 lessunsicherheit (< 25 %) für XPM ₁₀ -Daten erfüllt :	ja		---							
(f=1,1948x-0,066) linear (2010 endgültig)										
19 lessunsicherheit (< 25 %) für XPM ₁₀ -Daten erfüllt :	ja		---							
(f=1,2246x-0,6603) orthogonal (2010 endgültig)										
20 lessunsicherheit (< 25 %) für XPM ₁₀ -Daten erfüllt :	ja		---							
(Faktor=1,19 (alle) (2010 endgültig)										

Vorschlag für die Korrektur der Äquivalenzmessergebnisse (FH62 I-R) nach Bewertung der vorliegenden Daten für 2010

21 Berechnungsfunktion für XPM ₁₀ -Ergebnisse im LÜN :	$Y = PM_{10}(FH) * 1,2246 - 0,6603$	Gültigkeit für alle untersuchten Stationen! Außer HRVS: $Y = PM_{10}(FH) * 1,187 - 1,611$ und GNVS: $Y = PM_{10}(FH) * 1,219 - 1,687$
---	-------------------------------------	---

PM_{2.5}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2010 (Jahr 2011 vorläufig)

(nur Stationen einbezogen die die EN12341 erfüllen)

HRSW OKCC OKV1 SROO
tägl. tägl. tägl. tägl.

Alle
Summe bzw.
Mittelwert

Rohdaten 2010

Stichprobenbewertung (DIN EN 12341)

1	Anzahl Datensätze Gravimetrie: <small>(Ausreißer)</small>	224 <small>(2)</small>	350 <small>(0)</small>	356 <small>(2)</small>	246 <small>(2)</small>						1176
2	Verfügbarkeit in 2010 (%) (Soll >90%) *:	61,4	95,9	97,5	67,4						---
3	Kalibrierfaktor (DIGITEL/SHARP):	0,78	0,90	0,97	0,86						0,935 <small>nur X</small>
4	Lineare Regression Y : X (Steigung):	0,9249	1,009	0,9479	0,9081						0,9798 <small>nur X</small>
5	Lineare Regression (Achsenabschnitt):	-1,547	-1,387	0,201	-0,722						-0,6505 <small>nur X</small>
6	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,90	0,95	0,96	0,84						0,91
7	Orthogonale Regression Y : X (Steigung):	0,971	0,989	1,037	0,967						1,0034 <small>nur X</small>
8	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-2,136	-1,810	-1,842	-0,154						-1,0678

PM_{2.5}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2010 (Jahr 2011 vorläufig)

(nur Stationen einbezogen die die EN12341 erfüllen)

		HRSW	OKCC	OKV1	SROO						Alle
		tägl.	tägl.	tägl.	tägl.						Summe bzw. Mittelwert
Jahresmittelwerte PM_{2.5} 2010											
9	Jahresmittelwert PM _{2.5} (Gravimetrie) (µg/m ³) :	10,1	15,1	18,0	11,5						13,7
10	JMW SHARP XPM _{2.5} berechnet (µg/m ³) : <small>(f=0,905x+0,316) linear (2010 vorläufig)</small>	11,8	15,1	17,4	12,5						14,2
11	Abweichung JMW durch XPM _{2.5} berechnet (%) : <small>(f=0,905x+0,316) linear (2010 vorläufig)</small>	16,9	-0,3	-3,4	9,2						---

Bewertung

Jahresmittelwertberechnung (Kalibrierfunktionen)

12	Jahresmittelwert SHARP XPM _{2.5} berechnet : <small>(f=0,9798x-0,6505) linear (2010 endgültig)(X)</small>	11,8	15,4	17,8	12,6						14,4
13	Jahresmittelwert SHARP XPM _{2.5} berechnet : <small>(f=1,0034x-1,0678) orthogonal (2010 endgültig)(X)</small>	11,6	15,4	17,8	12,5						14,3
14	Jahresmittelwert SHARP XPM _{2.5} berechnet : <small>(Faktor=0,935) (X) (2010 endgültig)</small>	11,8	15,3	17,6	12,6						14,3

PM_{2.5}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP für das Jahr 2010 (Jahr 2011 vorläufig)

(nur Stationen einbezogen die die EN12341 erfüllen)

HRSW OKCC OKV1 SROO
tägl. tägl. tägl. tägl.

Alle
Summe bzw.
Mittelwert

Bewertung

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

15 erw. Messunsicherheit des Rohdatensatzes (%) :	26,4	20,0	19,0	25,7						21,0
<small>(Daten wie gemessen)</small>										
16 erw. Messunsicherheit (XPM _{2.5}) berechnet (%) :	20,0	19,4	16,9	21,5						19,4
<small>(f=0,9798x-0,6505) linear (2010 endgültig)(X)</small>										
17 erw. Messunsicherheit (XPM _{2.5}) berechnet (%) :	21,9	19,6	17,4	22,8						20,4
<small>(f=1,0034x-1,0678) orthogonal (2010 endgültig)(X)</small>										
18 erw. Messunsicherheit (XPM _{2.5}) berechnet (%) :	16,5	20,1	17,0	17,8						17,8
<small>(Faktor=0,935) (X) (2010 endgültig)</small>										

Befund

19 Messunsicherheit (< 25 %) für Rohdatensatz erfüllt :	nein	ja	ja	nein						---
<small>(Daten wie gemessen)</small>										
20 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM _{2.5} -Daten erfüllt :	ja	ja	ja	ja						---
<small>(f=0,9798x-0,6505) linear (2010 endgültig)(X)</small>										
21 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM _{2.5} -Daten erfüllt :	ja	ja	ja	ja						---
<small>(f=1,0034x-1,0678) orthogonal (2010 endgültig)(X)</small>										
22 Messunsicherheit (< 25 %) für XPM _{2.5} -Daten erfüllt :	ja	ja	ja	ja						---
<small>(Faktor=0,935) (X) (2010 endgültig)</small>										

Vorschlag für die Korrektur der Äquivalenzmessergebnisse (SHARP) nach Bewertung der vorliegenden Daten für 2010

23	Berechnungsfunktion für XPM _{2.5} -Ergebnisse im LÜN :	$Y = PM_{2.5}(SHARP) * 1,0034 - 1,0678$	Gültigkeit für alle untersuchten Stationen !
----	---	---	--