Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim

Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

$PM_{2,5}$-/ PM_{10}-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzmess-verfahren im Jahr 2013

Festlegung der Korrekturfunktionen 2013

Hildesheim, den 24.02.2014

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG

Niedersachsen

Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2013 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2014 für $PM_{2,5}$ und PM_{10}

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. Diese Geräte weisen ohne Kalibrierung Abweichungen 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 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 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 Besonderheiten im Jahr 2013

Während die kontinuierlichen $PM_{2,5}$-Messungen im Jahr 2013 ausschließlich mit SHARP-Geräten durchgeführt wurden, erfolgte bei der kontinuierlichen Messung von PM_{10} im Jahr 2013 an 19 Stationen die Umstellung von FH62-IR-Geräten auf SHARP-Geräte (s. Anhang).

Diese Umstellung erforderte eine gerätespezifische Festlegung der Korrekturfunktionen für beide PM_{10}-Messgerätetypen.

4 Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen:

- Für die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM_{10}-Messung mittels FH62-IR-Geräte konnte auf Vergleichsmessungen an fünf LÜN-Standorten zurückgegriffen werden.
- Für die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM_{10}-Messung mittels SHARP-Geräte wurden die ganzjährig durchgeführten Vergleichsmessungen an der Station HRVS zu Grunde gelegt. Die Umrüstung an den übrigen Messstationen erfolgte erst im letzten Quartal 2013 (Termine der Umrüstung: siehe Anhang).
- Die Bestimmung der Korrekturfunktion für die $PM_{2,5}$-Messung mittels SHARP-Geräte basiert auf Vergleichsmessungen an drei LÜN-Standorten.
- Sowohl für PM_{10} (FH62-IR-Geräte und SHARP) als auch für $PM_{2,5}$ (SHARP) konnte die Gleichwertigkeit mit dem Referenzmessverfahren nach entsprechender Korrektur anhand der geforderten Messunsicherheit für alle betrachteten Messstandorte nachgewiesen werden.

  Als gültige **PM_{10}-Korrekturfunktionen** wurden **für alle Messstandorte** folgende Funktionen bestimmt:

  $PM_{10,\ endgültig}$ (µg/m³) = 1,1795 * PM_{10} (µg/m³) - 2,5710 µg/m³ (FH62-IR)

  $PM_{10,\ endgültig}$ (µg/m³) = 0,9843 * PM_{10} (µg/m³) + 0,9801 µg/m³ (SHARP)

- Für **$PM_{2,5}$** wurde **für alle Messstandorte** folgende gültige Korrekturfunktion bestimmt:

  $PM_{2,5,\ endgültig}$ (µg/m³) = 0,9527 * $PM_{2,5}$ (µg/m³) – 0,9965 µg/m³ (SHARP)

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

Anhang

Umstellungstermine der kontinuierlichen PM_{10}-Messungen (Austausch der FH62-IR-Geräte gegen SHARP 5030)

BGVT	15.10.2013
BLWW	15.10.2013
BSVS	01.10.2013
GNCC	24.09.2013
GNVS	24.09.2013
HRSW	01.11.2013
HRVS	01.11.2013
JKCC	17.10.2013
LGOO	16.10.2013
LWSO	15.10.2013
NYNO	13.11.2013
OGCC	24.09.2013
OKCC	25.09.2013
OKVT	25.09.2013
OLVT	08.10.2013
SROO	24.09.2013
WGCC	22.10.2013
WGVS	08.10.2013
WNCC	01.10.2013

$PM_{2.5}$-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP 5030 für das Jahr 2013 (Jahr 2014 vorläufig)

Rohdaten 2013

Stichprobenbewertung

		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
		tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	Summe bzw. Mittelwert
		3,5m	3,5m	3,5m	3,5m	
1	Anzahl Datensätze:	357	353	179	174	**1063**
	(Ausreißer)	(2)	(2)	(0)	(1)	
2	Datenverfügbarkeit (%):	**97,8%**	**96,7%**	**97,8%**	**95,1%**	**96,9%**
3	Orthogonale Regression (Steigung):	0,9455	0,9838	0,9141	1,0031	**0,9527***
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-1,060	-1,107	-0,083	-1,605	**-0,9965***
5	Bestimmtheitsmaß (R^2):	0,95	0,91	0,95	0,95	0,95

* Orthogonale Regressionsrechnung "Gesamt" ohne OKCC

Datenvergleich 2013

Jahresmittelwerte $PM_{2.5}$ 2013 (Referenzwerte und kalibrierte Kandidatwerte im Vergleich)

			HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
6	**Referenz**	**Jahresmittelwert $PM_{2.5}$ (Gravimetrie) (µg/m³) :**	**11,8**	**12,3**	**15,2**	**11,7**	**12,7**
7	**Kandidat**	JMW SHARP 5030 ($XPM_{2.5}$) berechnet (µg/m³) :	12,0	12,0	15,0	11,6	**12,7**
		(f=0,9527x-0,9965) orthogonal					
8		Abweichung JMW bei $XPM_{2.5}$ (%) :	1,7%	-2,4%	-1,3%	-0,9%	0,0%

$PM_{2.5}$-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80 zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte SHARP 5030 für das Jahr 2013 (Jahr 2014 vorläufig)

Bewertung

Messunsicherheit - Zielwertbezug 30 µg/m³ (0,5 µg/m³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
9	erw. Messunsicherheit ($XPM_{2.5}$) berechnet (%) : (f=0,9527x-0,9965) orthogonal	**12,4**	**16,9**	**15,6**	**15,3**	**13,7**

Befund

Datenqualitätsziel Messunsicherheit (Ziel < 25%)

10	Messunsicherheit $_{(< 25\ \%)}$ für $XPM_{2.5}$-Daten erfüllt : (f=0,9527x-0,9965) orthogonal	ja	ja	ja	ja	ja

Vorschlag für die Kalibrierfunktion der kontinuierlichen $PM_{2.5}$-Messeinrichtungen im LÜN

11	Kalibrierfunktion für SHARP 5030 $XPM_{2.5}$-Ergebnisse - 2013/14:	$Y = PM_{2.5(SHARP)} * 0,9527 - 0,9965$

PM_{10}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte **FH62 I-R** und **SHARP 5030** für das Jahr 2013 (Jahr 2014 vorläufig)

		BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	SROO	WNCC	Gesamt-daten	HRVS
		tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.		tägl.
	FH62 I-R Messungen bis:	30.09.2013	23.09.2013	31.10.2013	23.09.2013	24.09.2013	23.09.2013	30.09.2013		01.01.2013
	SHARP 5030 Messungen ab:	01.10.2013	24.09.2013	01.11.2013	24.09.2013	25.09.2013	24.09.2013	01.10.2013		31.12.2013
	Rohdaten 2013									Daten aus Äquivalenztest HRVS "Kalenderjahr"
	Stichprobenbewertung	3,5m	3,5m	3,5m	3,5m	3,5m	3,5m	3,5m		
1	Anzahl Datensätze 2013 insgesamt:	358	357	312	339	351	173	168	**2058**	340
	(Ausreißer)	(0)	(1)	(4)	(0)	(4)	(1)	(0)		(4)
2	Datenverfügbarkeit (%):	98,1%	97,8%	85,5%	92,9%	96,2%	94,5%	91,8%	**93,8%**	**93,2%**
3	Orthogonale Regression FH62 I-R (Steigung):	1,3316	1,1982	1,2197	1,0941	1,2628	1,0956	1,2286	**1,1795***	
4	Orthogonale Regression FH62 I-R (Achsenabschnitt):	-2,8309	-3,8047	-3,5659	-2,0683	-1,6705	-2,0323	-3,4788	**-2,5710***	
5	Bestimmtheitsmaß FH62 I-R (R^2):	0,96	0,97	0,95	0,97	0,92	0,96	0,91	0,95	Daten aus Äquivalenztest HRVS***
	* Orthogonale Regressionsrechnung "Gesamt" ohne OKVT und WNCC									
6	Orthogonale Regression SHARP 5030 (Steigung):	0,9648	1,0128	1,0914	0,9574	1,0039	1,1049	0,9612	1,0488**	**0,9843**
7	Orthogonale Regression SHARP 5030 (Achsenabschnitt):	0,6362	0,3901	0,5621	0,0199	2,5327	-0,4983	2,1127	0,1376**	**0,9801**
8	Bestimmtheitsmaß SHARP 5030 (R^2):	0,93	0,93	0,94	0,85	0,95	0,84	0,90	0,93	0,92

** Orthogonale Regressionsrechnung "Gesamt" = Daten aller Stationen

*** Orthogonale Regressionsrechnung auf Datenbasis eines gesamten Kalenderjahres (Äquivalenztest HRVS 2013)

PM_{10}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte **FH62 I-R** und **SHARP 5030** für das Jahr 2013 (Jahr 2014 vorläufig)

Datenvergleich 2013

"Teiljahresmittelwerte PM_{10} 2013" (Referenzwerte und kalibrierte Kandidatwerte im Vergleich)

			BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	SROO	WNCC	Gesamt	Daten aus Äquivalenztest HRVS "Kalenderjahr"
9	**Referenz**	**T-Jahresmittelwert PM_{10} (Gravimetrie) (µg/m³) :**	**19,3**	**25,1**	**22,2**	**15,8**	**26,1**	**19,5**	**16,5**	**20,5**	**22,1*** **
		(Überschreitungshäufigkeit TMW)	(7)	(16)	(5)	(4)	(10)	(5)	(2)		(7)
10	**Kandidat**	T-Jahresmittelwert FH62 I-R (XPM_{10}) berechnet :	17,1	25,9	22,4	16,7	23,4	20,6	16,6	**20,5**	
		(f=1,1795x-2,5710) orthogonal	(3)	(16)	(3)	(7)	(9)	(6)	(2)		
11		Abweichung TJMW bei FH62 I-R PM_{10} (%) :	-11,4%	3,2%	0,9%	5,7%	-10,3%	5,6%	0,6%	0,0%	
12	**Referenz**	**T-Jahresmittelwert PM_{10} (Gravimetrie) (µg/m³) :**	**17,7**	**21,9**	**18,9**	**8,5**	**24,8**	**14,0**	**15,6**	**17,8**	
		(Überschreitungshäufigkeit TMW)	(0)	(0)	(0)	(0)	(2)	(0)	(0)		
13	**Kandidat**	T-Jahresmittelwert SHARP 5030 (XPM_{10}) berechnet :	18,4	21,9	17,6	9,7	22,8	13,9	14,7	**17,8**	**22,1*** **
		(f=0,9843x+0,9801) orthogonal	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)		
14		Abweichung TJMW bei SHARP 5030 PM_{10} (%) :	4,0%	0,0%	-6,9%	14,1%	-8,1%	-0,7%	-5,8%	0,0%	0,0%

*** Ergebnisse eines gesamten Kalenderjahres (Äquivalenztest HRVS 2013)

Bewertung

Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 50 µg/m³ (0,5 µg/m³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

		BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	SROO	WNCC	Gesamt	Daten aus Äquivalenztest HRVS
15	erw. Messunsicherheit FH62 I-R (XPM_{10}) berechnet (%) :	**24,2**	**9,6**	**8,9**	**16,9**	**20,1**	**17,7**	**12,3**	**10,7**	
	(f=1,1795x-2,5710) orthogonal									
16	erw. Messunsicherheit SHARP 5030 (XPM_{10}) berechnet (%) :	**9,5**	**10,0**	**19,7**	**11,1**	**14,1**	**19,0**	**9,1**	**10,0**	**11,0*** **

(f=0,9843x+0,9801) orthogonal *** Ergebnis eines gesamten Kalenderjahres (Äquivalenztest HRVS 2013)

PM_{10}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80
zur Kalibrierung der Äquivalenzmessgeräte **FH62 I-R** und **SHARP 5030** für das Jahr 2013 (Jahr 2014 vorläufig)

Befund

Datenqualitätsziel Messunsicherheit (Ziel < 25%)

		BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	SROO	WNCC	Gesamt	
17	Messunsicherheit $_{(< 25\ \%)}$ für FH62 I-R XPM_{10}-Daten erfüllt :	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	Daten aus Äquivalenztest HRVS***
	(f=1,1795x-2,5710) orthogonal									
18	Messunsicherheit $_{(< 25\ \%)}$ für SHARP 5030 XPM_{10}-Daten erfüllt :	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	(f=0,9843x+0,9801) orthogonal									

Vorschlag für Kalibrierfunktionen der kontinuierlichen PM_{10}-Messeinrichtungen im LÜN

19	Kalibrierfunktion für FH62 I-R XPM_{10}-Ergebnisse - 2013/14:	$Y = PM_{10\ (FH62\ I\text{-}R)} * 1{,}1795 - 2{,}5710$
20	Kalibrierfunktion für SHARP 5030 XPM_{10}-Ergebnisse - 2013/14:	$Y = PM_{10\ (SHARP\ 5030)} * 0{,}9843 + 0{,}9801$