



Verfahrensbeschreibung

zum Vergleich der Messungen mit Partikelmonitoren mit dem gravimetrischen Standardmessverfahren¹ für die Bestimmung der PM 2,5 – Massenkonzentration des Schwebstaubes

- Teil 1: Berechnung des konstanten Bezugs zum Referenzverfahren (Ermittlung von standortspezifischen Korrekturfaktoren)
- Teil 2: Nachweis der Gleichwertigkeit der Messergebnisse hinsichtlich der Datenqualität

1. Berechnung des konstanten Bezugs zum Referenzverfahren (standortspezifische Korrekturfaktoren)

In Übereinstimmung mit dem Beschluss der 107. Sitzung des LAI-Ausschusses Luftqualität/Wirkungsfragen/Verkehr erfolgt im Luftgütemessnetz Brandenburg zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit kontinuierlicher automatischer Staubmessungen mit dem Referenzverfahren die Ermittlung und Anwendung sogenannter „standortspezifischer Korrekturfaktoren“. Dies sind in Brandenburg Korrekturfaktoren für den Stationstyp „ländlicher Hintergrund“, „städtischer Hintergrund“ und „Verkehr“.

Räumliche Lage und allgemeine Informationen zu allen Brandenburger Messstellen können jederzeit öffentlich über die [Anwendung Luftgütemessstationen](#) abgerufen werden. Vergleichsmessungen bezüglich PM 2,5 fanden in 2013 an den Stationen Cottbus und Potsdam-Zentrum statt. Umfangreiche strukturelle Informationen zu den entsprechenden Gemeinden, z.B. bzgl. Bevölkerungszahl oder -dichte sind im [Statistischen Jahrbuch Brandenburg](#) zusammengefasst. Die meteorologischen Bedingungen im Land Brandenburg werden regelmäßig im zweiten Kapitel des [Jahresberichtes zur Luftqualität](#) dargestellt und möglicherweise aufgetretene Besonderheiten des vergangenen Messjahres erläutert.

In Tab. 1 sind die im Rahmen der Referenzmethode (RM) verwendeten Probenahmegeräte gelistet. Es handelt sich ausschließlich um Kleinfiltergeräte mit Low-Volume-Probenahmeverfahren (LVS), die mit einer Durchflussrate des Probengases von 2,3 m³/h arbeiten. Als Kandidatenmethoden (CM) kamen Messautomaten verschiedener Hersteller und Messprinzipien zum Einsatz (vgl. Tab. 2).

Tab. 1: Verwendete Messgeräte und -konfiguration im Rahmen des Referenzverfahrens (Filtersammler-Wechsler)

Referenzgerät (Datenblatt)	Fraktion	Standort	Filtertyp (Glasfaser GF10, Quarzfaser QF20, Cellulosenitrat CN 1.2, Teflon R2PJ2.0)
Leckel SEQ47/50	PM2,5	Cottbus Potsdam-Zentrum	GF10 GF20
	PM10	Cottbus Hasenholz (Buckow)	GF20 GF20, QF20
Leckel SEQ47/50-CD	PM10	Blankenfelde-Mahlow	GF20, QF20
Derenda LVS3.1	PM10	Cottbus, Bahnhofstr.	GF20, QF20, CN 1.2
		Cottbus, W.-Külz-Str.	QF20
		Eberswalde, Breite Str.	GF20
		Potsdam-Zentrum	GF20, QF20, R2PJ2.0, CN 1.2
		Potsdam, Zeppelinstr.	GF20, QF20

¹ Gravimetrie nach DIN EN14907:2005

Tab. 2: Verwendete Messgeräte und –konfiguration im Rahmen der Kandidatenmethode (Automaten)

Kandidatenmethode (Datenblatt)	Fraktion	Standort	Aggregation
Grimm EDM 180	PM2,5	Cottbus Potsdam-Zentrum	Erfassung von 3-Min.-Kurzzeitmittelwerten, diese werden zu Halbstundenmittelwerten verarbeitet in der Datenbank hinterlegt; die Berechnung des Tagesmittelwertes erfolgt gemäß den Europäischen Vorgaben zum Austausch von Informationen (Eol) ²
	PM10	Blankenfelde-Mahlow Cottbus Cottbus, Bahnhofstr. Cottbus, W.-Külz-Str. Eberswalde, Breite Str. Hasenholz (Buckow) Potsdam-Zentrum	
Thermo SHARP Monitor 5030 mit geregelter Rohrheizung IMR	PM10	Cottbus	
Thermo FH 62 I-R mit geregelter Rohrheizung TRS	PM10	Hasenholz (Buckow) Potsdam-Zentrum	
Thermo TEOM® 1400ab mit SES bei 30°C	PM10	Cottbus, W.-Külz-Str. Eberswalde, Breite Str. Potsdam, Zeppelinstr.	

Routinemäßig erfolgen zahlreiche Maßnahmen zur Sicherung der Datenqualität. Neben der allgemeinen Protokollierung der Messnetzkonfiguration (Rückverfolgbarkeit durch Historie) und gerätetechnischen Wartungsroutine sind spezielle Mechanismen im Rahmen von Datenverarbeitung und –auswertung etabliert. Diese umfassen sowohl automatische statistische Kontrollen (Lebenslauf) als auch manuell durchzuführende Überprüfungen (Tages-, Monats- und Jahreskontrollen; Plausibilitätskontrolle).

Die Berechnung der Korrekturfaktoren beginnt mit der Gegenüberstellung der CM- und RM-Tagesmittelwerte. Unter Nutzung des von der EU bereitgestellten Werkzeugs („[test the equivalence](#)“) werden zunächst die unmodifizierten CM-Werte verwendet, um eine lineare Regressionsfunktion jeder parallel gemessenen Jahresreihe mit den Werten aus der RM zu ermitteln. Anschließend wurden diese individuellen Umrechnungsfunktionen für jedes Messumgebungsregime (standortspezifische Korrektur) und je Messgerätetyp gemittelt. Das Ergebnis wird als Messnetzfaktor (observation network coefficient) bezeichnet und kann als individuelle Kalibrierfunktion im o.g. Werkzeug implementiert werden.

Mit anschließender Anwendung der zum jeweiligen Umgebungsregime berechneten Kalibrierung „Messnetzfaktor“ erfolgt die Korrektur der primären CM-Messwerte. Auf dieser Basis fand die statistische Auswertung, graphische Darstellung sowie die relevante Abschätzung der erweiterten relativen Unsicherheit der CM statt.

2. Nachweis der Gleichwertigkeit der Messergebnisse

→ siehe Datenblätter auf den nachfolgenden Seiten

Fazit

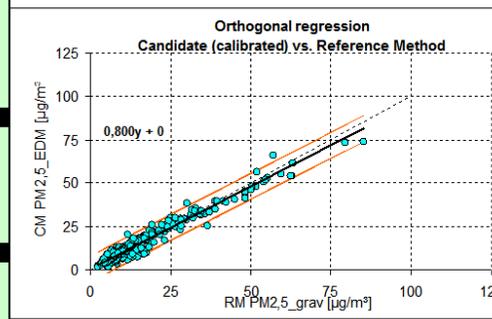
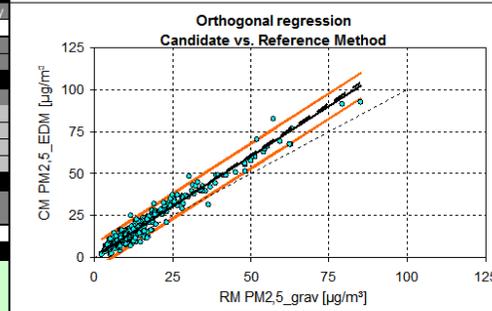
Im Messjahr 2013 wurde bei den Parallelmessungen von PM 2,5 ausnahmslos eine erweiterte Messunsicherheit deutlich unter 25% ermittelt und somit das Datenqualitätsziel der [Luftqualitätsrichtlinie](#)³ eingehalten. Die Messwerte der CM können unter Anwendung der ermittelten standortspezifischen Messnetzfactoren als gleichwertig zu den mit der RM erfassten Werten eingeschätzt werden.

² Entscheidung des Rates vom 27. Januar 1997 zur Schaffung eines Austausches von Informationen und Daten aus den Netzen und Einzelstationen zur Messung der Luftverschmutzung in den Mitgliedstaaten (97/101/EG).

³ Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.



GENERAL SETTINGS					
Substance	Unit	Limit value	RM uncertainty	Confidence Level	Max Uncertainty
PM2.5	µg/m³	25	0.67	0.975	25%
Starting month:	3	6	9	12	
DATA SELECTION					
Filter	Column	Value	Exclude instead of exclusive?	Status	
Filter 1				Ignore	
Filter 2				Ignore	
Filter 3				Ignore	
Filter 4				Ignore	
CALIBRATION SETTING					
Calibration based on:	observation network coefficient		OK		
Comments:	coefficient for urban background				
RAW DATA			RESULTS AFTER CALIBRATING		
Regression	0.837y + -0.61		N (Spring)	92	
Regression (i=0)	0.818y		N (Summer)	90	
N	363		N (Fall)	91	
			N (Winter)	90	
Outliers	15		Outliers	6	
Outliers	4%		Outliers	2%	
Mean CM	19.6		Mean CM	15.7	
Mean RM	15.8		Mean RM	15.8	
Number of RM > 0.5LV	175		Number of CM > 0.5LV	175	
Number of RM > LV	51		Number of CM > LV	56	
REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	1.194		Slope b	0.950	
Uncertainty of b	0.014		Uncertainty of b	0.011	
Intercept a	0.728		Intercept a	0.667	
Uncertainty of a	0.277		Uncertainty of a	0.222	
r²	0.951		r²	0.951	
Slope b forced trough origin	1.223				
Uncertainty of b (forced)	0.0088				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	0.44		Calibration	0.800y + 0	
Uncertainty of calibration (forced)	0.22		u(calibration)	0.00	
Random term	3.22		Random term	2.54	
Additional uncertainty (optional)	0.00		Additional uncertainty (optional)	0.00	
Bias at LV	5.58		Bias at LV	-0.58	
Combined uncertainty	6.45		Combined uncertainty	2.61	
Expanded relative uncertainty	51.6%		Expanded relative uncertainty	20.8%	
Ref sampler uncertainty	0.67		Ref sampler uncertainty	0.67	
Limit value	25		Limit value	25	
STATISTICAL INFORMATION					
Raw data, free intercept					
dx/dy	dyy	dx/dx	rss	u(b)	
65009	79246	56051	3914	0,014	
Raw data, slope forced trough origin					
Sxy	Syy	Sxx	u(b)[Max(Like)]=0	u(b) forced	
177632	218923	146860	0,009	0,009	
Calibrated, free intercept					
dx/dy	dyy	dx/dx	rss	u(b)	
52007	50717	56051	2490	0,011	
BACKGROUND AUTOMATION					
Chart descriptions	Conf. Lvl List	Calibration List	Stdev of all calibrations in use		
Description x-axis	RM PM2.5_grav [µg/m³]	97,5%	0		
Description y-axis	CM PM2.5 EDM [µg/m³]	97,5%	0,00875		
Conf. Lvl	Calibration Type	Filter List	Free regression		
2.25	1	Exclude	Trough origin		
Calibration uncertainty	Calibration a	Calibration b	Calib. In use (a)	Calib. In use (b)	
0,00	0,000	1,000	0,000	0,800	
			u(bs_reference)	CI Regression	
			0,67	7,41	
				7,41	



PM2.5 EDM Cottbus

© Copyright RIVM 2011, The Netherlands
Version 2.9
Author: Ruben Beijik (ruben.beijik@rivm.nl)

Luftgütemessnetz Brandenburg Messnetzzentrale

Gleichwertigkeitsnachweis

für die Messergebnisse der Partikel-
monitore mit dem Referenzverfahren
(Gravimetrie nach DIN EN14907:2005)

Fraktion: PM 2,5
Gerät: GRIMM EDM 180
Station: Cottbus
Regime: städtischer Hintergrund
Saison: ganzjährig 2013

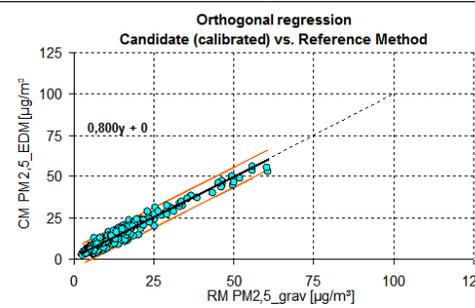
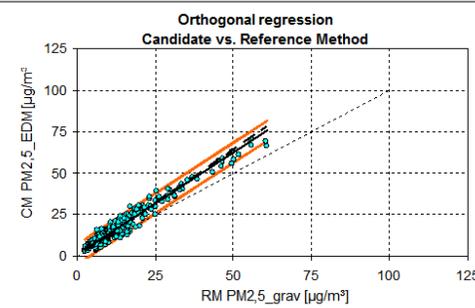
Bearb.: Referat T4 – Luftqualität
Telefon: (033201)442-313
Fax: (033201)442-398

Informationen im Internet:
www.lugv.brandenburg.de/info/luft-online





GENERAL SETTINGS					
Substance	Unit	Limit value	RM uncertainty	Confidence Level	Max Uncertainty
PM2,5	µg/m³	25	0,67	0,975	25%
Starting month:	3	6	9	12	
	Spring	Summer	Fall	Winter	
DATA SELECTION					
Filter 1	Column	Value	Exclude instead of exclusive?		Status
Filter 2					Ignore
Filter 3					Ignore
Filter 4					Ignore
CALIBRATION SETTING					
Calibration based on:	observation network coefficient		OK		
Comments:	coefficient for urban background				
RAW DATA			RESULTS AFTER CALIBRATING		
Regression	0,817y + -0,971		N (Spring)	92	n
Regression (i=0)	0,78y		N (Summer)	92	n
N	365	n	N (Fall)	91	n
			N (Winter)	90	n
Outliers	12	n	Outliers	2	%
Outliers	3%	%	Outliers	1%	%
Mean CM	18,0	µg/m³	Mean CM	14,4	µg/m³
Mean RM	13,8	µg/m³	Mean RM	13,8	µg/m³
Number of RM > 0.5LV	152	n	Number of CM > 0.5LV	166	n
Number of RM > LV	36	n	Number of CM > LV	36	n
REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	1,223	significant	Slope b	0,973	significant
Uncertainty of b	0,014		Uncertainty of b	0,011	
Intercept a	1,188	significant	Intercept a	1,027	significant
Uncertainty of a	0,240		Uncertainty of a	0,192	
r²	0,950		r²	0,950	
Slope b forced trough origin	1,282	significant			
Uncertainty of b (forced)	0,0088				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	0,43	µg/m³	Calibration	0,800y + 0	
Uncertainty of calibration (forced)	0,22	µg/m³	u(calibration)	0,00	µg/m³
Random term	2,60	µg/m³	Random term	2,04	µg/m³
Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³	Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³
Bias at LV	6,77	µg/m³	Bias at LV	0,36	µg/m³
Combined uncertainty	7,26	µg/m³	Combined uncertainty	2,07	µg/m³
Expanded relative uncertainty	58,1%	fail	Expanded relative uncertainty	16,6%	pass
Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m³	Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m³
Limit value	25	µg/m³	Limit value	25	µg/m³
STATISTICAL INFORMATION					
Raw data, free intercept					
dxdy	dyy	dx	rss	u(b)	
41615	51965	35065	2625	0,014	
Raw data, slope forced trough origin					
Sxy	Syy	Sxx	u(b)[Max_Like] i=0		u(b) (forced)
132057	170430	104113	0,009		0,009
Calibrated, free intercept					
dxdy	dyy	dx	rss	u(b)	
33292	33258	35065	1669	0,011	
BACKGROUND AUTOMATION					
Chart descriptions		Conf. Lvl List	Calibration List	Stddev of all calibrations in use	
Description x-axis	RM PM2,5_grav [µg/m³]	97,5%	Free regression Trough origin	0	0,00879
Description y-axis	CM PM2,5_EDM [µg/m³]	97,5%			
Conf. Lvl	Calibration Type	Filter List		Calib. In use (a)	Calib. In use (b)
2,25	1	Exclude		0,000	0,800
Calibration uncertainty	Calibration_a	Calibration_b	u(bs_reference)	CI Regression	CI Calibrated
0,00	0,000	1,000	0,67	6,05	6,05



PM2.5 EDM Potsdam-Zentrum

© Copyright RIVM 2011, The Netherlands
Version 2.9
Author: Ruben Beijck (ruben.beijck@rivm.nl)

Luftgütemessnetz Brandenburg Messnetzzentrale

Gleichwertigkeitsnachweis

für die Messergebnisse der Partikel-
monitore mit dem Referenzverfahren
(Gravimetrie nach DIN EN14907:2005)

Fraktion: PM 2,5
Gerät: GRIMM EDM 180
Station: Potsdam-Zentrum
Regime: städtischer Hintergrund
Saison: ganzjährig 2013

Bearb.: Referat T4 – Luftqualität
Telefon: (033201)442-313
Fax: (033201)442-398

Informationen im Internet:
www.lugv.brandenburg.de/info/luft-online

