



Luftmessstation

www.umwelt.bremen.de

Das Bremer
Luftüberwachungs-
system

Luftqualität

Nachweis der Äqui-
valenz der automati-
schen Messeinrichtung
Envea MP101m im
Luftqualitätsmessnetz
Bremen 2022

Die Senatorin für Klimaschutz,
Umwelt, Mobilität,
Stadtentwicklung und
Wohnungsbau



Freie
Hansestadt
Bremen

Impressum

Nachweis der Äquivalenz der automatischen Messeinrichtung Envea MP101m im Luftqualitätsmessnetz Bremen 2022

Stand: 03.01.2023

Herausgeber: Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität,
Stadtentwicklung und Wohnungsbau
Contrescarpe 72
28195 Bremen

Bearbeitung und Redaktion: Referat 22 - Immissionsschutz

Veröffentlichung von Daten: <https://www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/luft-23472>

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Beschreibung des Verfahrens	4
Auswertung	5
Bewertung und Fazit	7
Ausblick	7

Zusammenfassung

Im Jahr 2022 wurde die routinemäßigen Überprüfung der Äquivalenz der im Land Bremen eingesetzten Feinstaubmonitore Referenzverfahren nach DIN EN 12341:2014 fortgeführt. Anfang des Jahres 2022 wurden erstmals im Routinebetrieb für PM10 zwei neue Monitore des Typs Envea MP101m installiert. Die im Messnetz verbliebenen SHARP-Monitore wurden weiterhin ohne Korrektur der Daten betrieben. Für die neuen Geräte des Typs MP101m soll eine Korrekturfunktion implementiert werden, um die Vergleichbarkeit mit der Referenzmethode zu verbessern. Im Testbetrieb der Geräte im Zeitraum Juli bis November 2021 ergab sich im Vergleich mit der Referenzmethode eine Korrekturfunktion mit der Steigung 0,976 und einem Achsenabschnitt von $2,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit dieser vorläufigen Funktion wurden die Geräte bis zum Ende des Jahres 2022 betrieben. Alle folgenden Daten des MP101m sind unter Berücksichtigung dieser Korrekturfunktion dargestellt.

Die MP101m-Geräte wurde als PM10-Monitore in der Station Bremen-Ost und in der Bremen-Nordstraße eingesetzt. An beiden Standorten wurde parallel ein Referenzgerät für PM10 eingesetzt und die Daten separat ausgewertet. Da die Ergebnisse aber an beiden Standorten zueinander konsistent waren, wurde eine Datenauswertung des gesamten Datenkollektivs zur Ermittlung eines gemeinsamen neuen Korrekturfaktors durchgeführt.

Für die Äquivalenzbestimmung des Verfahrens ist eine maximal erlaubte Messunsicherheit von 25% einzuhalten. Es zeigte sich, dass in den untersuchten Daten die erweiterte relative Messunsicherheit im Jahr 2022 mit der aus dem Test im Jahre 2021 ermittelten Korrekturfunktion **8,7%** betrug. Dieses Kriterium ist also schon ohne weitere Datenkorrektur eingehalten.

Nach EN 16450 müssen für eine gültige Prüfung wenigstens 20% der Tagesmittelwerte $>28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bestimmt werden. Wird dies nicht eingehalten, müssen mindestens 32 Daten dem Kriterium genügen. Im ausgewerteten Datensatz sind nur in 23 von insgesamt 560 Datensätzen $>28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt worden. Der Anteil der Daten $>28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt also nur bei 4,1%. Der Datensatz genügt also nicht den geforderten Kriterien. Normalerweise führt ein von den Werten her breiter gefächerter Datensatz zu verbesserten Korrelationen und geringeren Messunsicherheiten, daher ist die ermittelte erweiterte Messunsicherheit von 8,7% als guter Wert einzustufen.

Beschreibung des Verfahrens

Im Luftmessnetz Bremen stehen zur Äquivalenzprüfung der automatischen Feinstaubmonitore mit der Referenzmethode zwei Feinstaubsammelgeräte des Typs Typ Derenda PNS DM zur Verfügung. Zur laufenden Betriebsüberwachung sind die Sammler an das Datenerfassungssystem der Station angeschlossen. In regelmäßigen Abständen werden Durchfluss und Dichtheit des Sammlers überprüft und protokolliert. Die externen Sensoren für Luftdruck, Temperatur und Feuchte werden ebenso kalibriert und die Ergebnisse der Kalibrierung protokolliert. Der Probenahmekopf wird in den gleichen Abständen wie der Probenahmekopf des automatischen Messgerätes gereinigt.

Als Standorte zur Vergleichsmessung im Jahr 2022 wurden die Messstation Bremen-Ost und die Station in der Bremen-Nordstraße festgelegt.

Der Sammler wurde jeweils auf das Stationsdach gestellt. Eine Dokumentation der Messorte findet sich unter <https://luftmessnetz.bremen.de/station/DEHB002#station-info> und <https://luftmessnetz.bremen.de/station/DEHB014#station-info>.



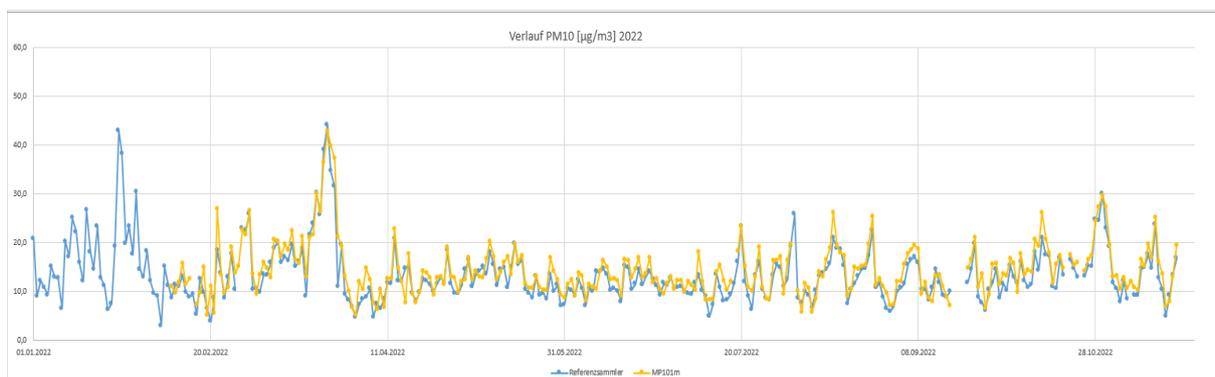
Die Staubsammler werden von Mitarbeitern des Luftmessnetzes betrieben, die Filtermagazine werden alle zwei Wochen vor Ort gewechselt und per Kurierdienst dem beauftragten, nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor geschickt. Hier werden die unbeprobten Filter konditioniert, gewogen und die Magazine mit frischen Filtern bestückt. Als Filtermaterial findet Glasfaser Verwendung, aus dem auch das Filterband des automatischen Messgerätes besteht. Aus den beprobten Magazinen werden die Filter entnommen, konditioniert und gewogen. Ebenso wird das Ergebnis in eine Datenbank eingetragen.

Auswertung

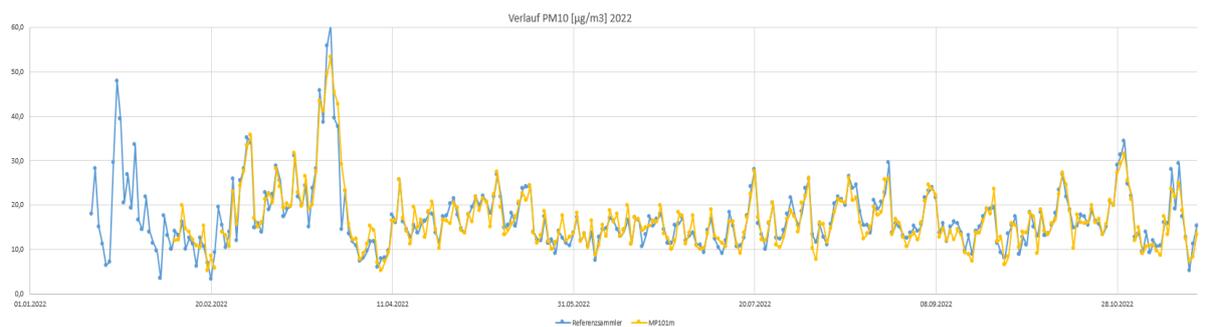
Die gewonnenen Messdaten wurden den Daten des automatischen Messgerätes gegenübergestellt.

An beiden Standorten zeigt sich ein guter Gleichlauf des MP101m mit dem Referenzverfahren:

Bremen-Ost:



Bremen-Nordstr.:

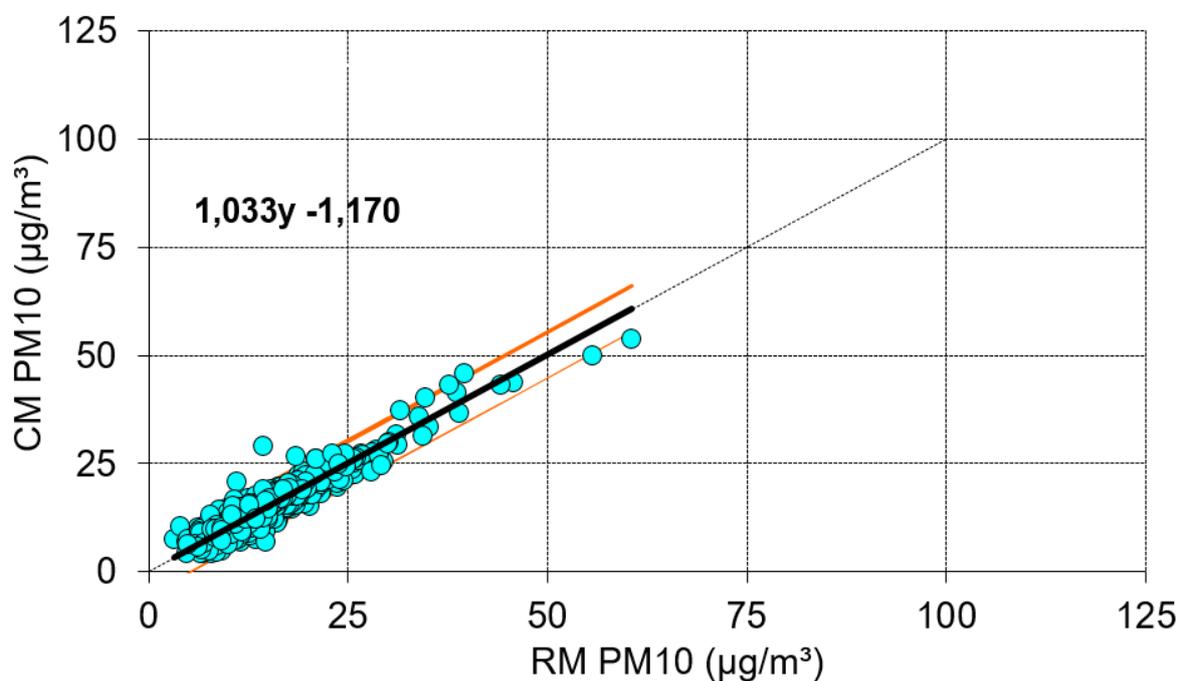


Zur weiteren Auswertung wurde das von der RIVM zur Verfügung gestellte Excel-Sheet in Version 2.9 verwendet.

Aufgrund der niedrigen Messwerte an den Stationen kann eine Äquivalenz beider Verfahren an dieser Station im Jahr 2022 nicht gesichert dargestellt werden.

Da sowohl für niedrige als auch für hohe Werte eine sehr ähnliche Korrelation gefunden wurde, erfolgte die Auswertung mit dem gesamten Datenkollektiv:

Orthogonal regression Candidate (calibrated) vs. Reference Method



CALIBRATION SETTING					
Calibration based on:	SLOPE AND INTERCEPT		OK		
Comments:					
RAW DATA			RESULTS AFTER CALIBRATING		
Regression	1,033y + -1,17		N (Spring)	0	n
Regression (i=0)	0,969y		N (Summer)	0	n
N	557	n	N (Fall)	0	n
			N (Winter)	0	n
Outliers	16	n	Outliers	14	%
Outliers	3%	%	Outliers	3%	%
Mean CM	15,7	µg/m³	Mean CM	15,0	µg/m³
Mean RM	15,0	µg/m³	Mean RM	15,0	µg/m³
Number of RM > 0.5LV	35	n	Number of CM > 0.5LV	40	n
Number of RM > LV	2	n	Number of CM > LV	1	n
REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	0,968	significant	Slope b	1,002	
Uncertainty of b	0,014		Uncertainty of b	0,015	
Intercept a	1,132	significant	Intercept a	-0,032	
Uncertainty of a	0,232		Uncertainty of a	0,239	
r²	0,882		r²	0,882	
Slope b forced trough origin	1,032	significant			
Uncertainty of b (forced)	0,0060				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	0,74	µg/m³	Calibration	1,033y -1,170	
Uncertainty of calibration (forced)	0,30	µg/m³	u(calibration)	0,74	µg/m³
Random term	2,11	µg/m³	Random term	2,31	µg/m³
Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³	Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m³
Bias at LV	-0,47	µg/m³	Bias at LV	0,07	µg/m³
Combined uncertainty	2,16	µg/m³	Combined uncertainty	2,31	µg/m³
Expanded relative uncertainty	8,7%	pass	Expanded relative uncertainty	9,3%	pass
Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m³	Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m³
Limit value	50	µg/m³	Limit value	50	µg/m³

Als Unsicherheit des Referenzgerätes wird der typische Wert von $0,67\mu\text{g}/\text{m}^3$ angenommen. Die automatischen Messgeräte müssen eine erweiterte Messunsicherheit bis zu 25% des Grenzwertes einhalten. Die relative erweiterte Messunsicherheit des MP101m beträgt hier im Jahr 2022 8,7%.

Der Mittelwert der PM10-Konzentration beträgt $15,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ für das MP101m und $15,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Referenzmethode. Der Jahresgrenzwert von $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an beiden Stationen eingehalten. Die im Auswerteverfahren zugrunde gelegte orthogonale Regression ergibt:

$$\text{CM} = 1,033 \text{ RM} - 1,170 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Wendet man die oben dargestellte Korrekturfunktion an, steigt die relative erweiterte Messunsicherheit auf 9,3 % des Jahresgrenzwertes.

Die neue Korrekturfunktion, die in die Gerätesoftware der MP101m im Jahr 2023 eingegeben wird, lautet demnach:

alt (2022):
Steigung: 0,976 Abschnitt: $2,82\mu\text{g}/\text{m}^3$

neu (2023):
Steigung: 1,008 Abschnitt: $1,74\mu\text{g}/\text{m}^3$

Bewertung und Fazit

Der Betrieb des Staubsammlers erwies sich im Vergleich zu den automatisch arbeitenden Geräten als relativ aufwändig. Zum einen muss ein Mitarbeiter des Luftmessnetzes alle zwei Wochen zum Wechsel der Filtermagazine zum Gerät fahren, andererseits müssen die Filter zugeordnet, verschickt und alle Daten manuell bearbeitet werden.

Die Äquivalenz des MP101m zum Referenzverfahren nach EN12341 konnte im betrachteten Zeitraum (Kalenderjahr 2022) aufgrund der Nichteinhaltung aller Anforderungen an den Messdatensatz nicht gesichert nachgewiesen werden.

Das Ziel dieser Vergleichsmessung ist für das Luftmessnetz Bremen aber primär, die Einhaltung der Grenzwerte nach 39. BImSchV zu dokumentieren. Die Äquivalenz des MP101m zum Referenzverfahren ist in der offiziellen Äquivalenzprüfung des Gerätes bereits nachgewiesen.

Messungen mit dem Referenzverfahren sind aufwändig und teuer, da ein hoher Personaleinsatz notwendig ist. Aus Kapazitätsgründen im Luftmessnetz müssen diese Vergleichsmessungen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

Ausblick

Im Jahr 2023 werden weitere Schwebstaubmonitore vom Typ Envea MP101m in Betrieb gehen. Auch hier sollen Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren erfolgen. Aus Gründen der Kontinuität der Messreihe soll die Messung an der Station Bremen-Ost fortgeführt werden. Der zweite Sammler wird an der Messstation in Bremen-Oslebshausen installiert. Diese Station soll ebenfalls mit Geräten des neuen Typs ausgerüstet werden.