



Luftmessstation

www.umwelt.bremen.de

Das Bremer
Luftüberwachungs-
system

Luftqualität

Nachweis der Äqui-
valenz der automati-
schen Messeinrichtung
SHARP 5030 im
Luftqualitätsmessnetz
Bremen 2019

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



Freie
Hansestadt
Bremen

Impressum

Nachweis der Äquivalenz der automatischen Messeinrichtung SHARP 5030 im Luftqualitätsmessnetz Bremen 2019

Stand: 11.05.2020

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>

Inhaltverzeichnis

Zusammenfassung	4
Beschreibung des Verfahrens	4
Auswertung	4
Bewertung und Fazit	6
Ausblick	6
Anhang	7

Zusammenfassung

Im Jahr 2019 wurde mit der routinemäßigen Überprüfung der Äquivalenz der im Land Bremen eingesetzten Feinstaubmonitore SHARP 5030 zum Referenzverfahren nach DIN EN 12341:2014 begonnen. Zuvor wurde die Äquivalenz des automatischen Verfahrens durch Vergleiche im Rahmen von Sondermessprogrammen sichergestellt.

Es zeigte sich, dass am untersuchten Standort die erweiterte relative Messunsicherheit im Jahr ohne eine Datenkorrektur 21,5% betrug. Damit wird die erlaubte Messunsicherheit von 25% eingehalten.

Beschreibung des Verfahrens

Ende 2018 wurde vom Luftmessnetz Bremen ein Feinstaubsammelgerät Typ Derenda PNS DM beschafft, in Betrieb genommen und die entsprechende Qualitätssicherung implementiert. In regelmäßigen Abständen werden Durchfluss, und Dichtheit des Sammlers überprüft und protokolliert. Die externen Sensoren für Luftdruck, Temperatur und Feuchte werden ebenso kalibriert und protokolliert. Der Probenahmekopf wird in den gleichen Abständen wie der Probenahmekopf des automatischen Messgerätes gereinigt.

Als Standort zur Vergleichsmessung im Jahr 2019 wurde die Messstation Bremen Ost festgelegt.

Der Sammler wurde auf das Stationsdach gestellt. Eine Dokumentation des Messortes findet sich unter <https://luftmessnetz.bremen.de/station/DEHB002#station-info>.

Der Staubsammler wird 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.

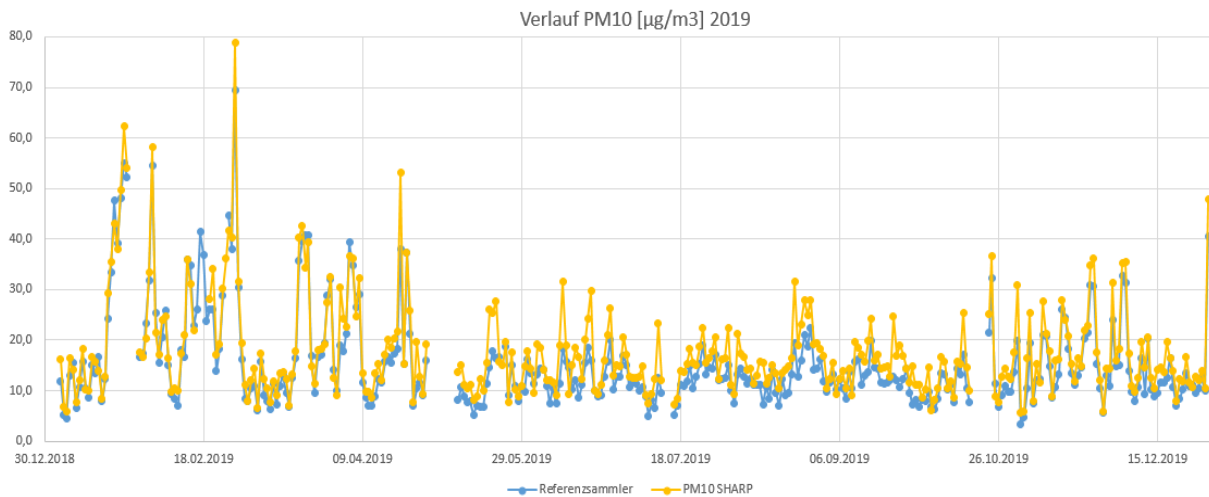
Hier werden die unbeprobten Filter konditioniert, gewogen und die Magazine mit frischen Filtern bestückt. Als Filtermaterial findet Glasfaser (GF10) Verwendung, aus dem auch das Filterband des automatischen Messgerätes besteht. Aus den beprobten Magazinen werden die Filter entnommen, konditioniert und gewogen. Ebenso wird das Ergebnis in eine Datenbank eingetragen.



Auswertung

Die gewonnenen Messdaten wurden den Daten des automatischen Messgerätes gegenübergestellt.

Es zeigt sich ein guter Gleichlauf der Verfahren, die Absolutwerte erscheinen beim automatischen Messgerät aber etwas höher als beim Referenzverfahren:

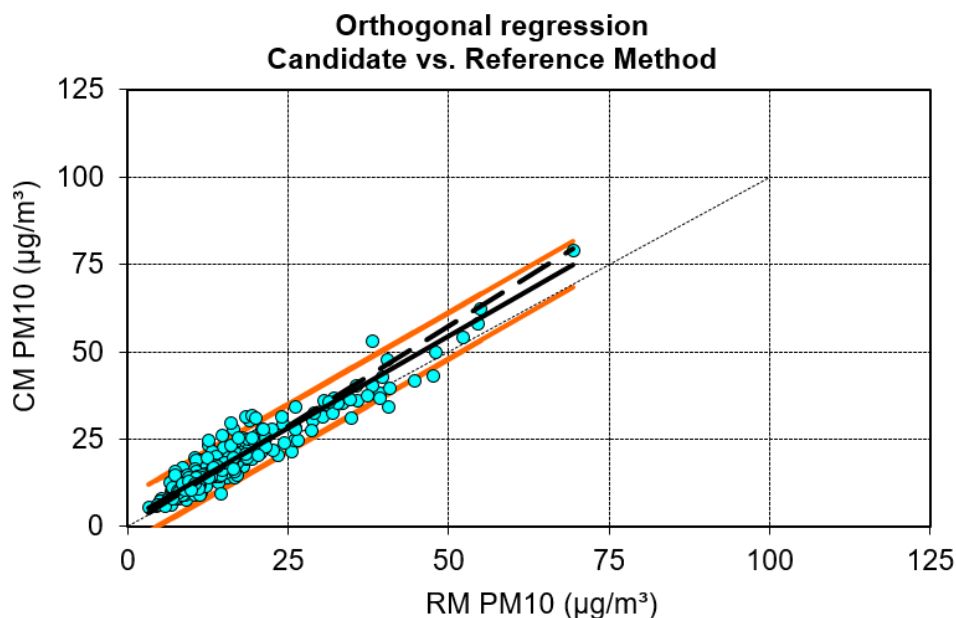


Zur weiteren Auswertung wurde das von der RIVM zur Verfügung gestellte Excel-Sheet in der Version 2.9 verwendet.

Eine Schwierigkeit bei der Auswertung der Daten bestand darin, dass der Anteil der Daten, die über 70% des Jahresmittelgrenzwertes liegen, mit etwa 10% des Gesamtdatensatzes deutlich zu niedrig war. Nach dem "Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods" muss dieser Anteil mindestens 20% betragen.

Aufgrund der niedrigen Messwerte an der Station kann also eine Äquivalenz beider Verfahren an dieser Station im Jahr 2019 nicht gesichert dargestellt werden.

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



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. Dies ist bereits beim Vergleich des Referenzverfahrens mit den Rohdaten des SHARP der Fall. Die relative erweiterte Messunsicherheit des SHARP beträgt hier 21,5%.

Der Mittelwert der PM10-Konzentration beträgt $17,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ für das SHARP und $15,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Referenzmethode. Der Grenzwert für PM10 liegt bei $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. Er wird bei weitem eingehalten. Die im Auswerteverfahren zugrunde gelegte orthogonale Regression ergibt:

CM = 0,949 RM - 1,756 µg/m³

Wendet man die oben dargestellte Korrekturfunktion an, sinkt die relative erweiterte Messunsicherheit auf 11,6% des Jahreshgrenzwertes.

Bewertung und Fazit

Der Betrieb des Staubsammlers erwies sich im Vergleich zu den automatisch arbeitenden Geräten als relativ aufwendig. 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. Ebenfalls gab es einige Störungen beim Filterwechsel und im Betrieb des Gerätes, die jeweils zu kurzen Ausfallzeiten führten.

Die Äquivalenz des SHARP zum Referenzverfahren nach EN12341 konnte im betrachteten Zeitraum (Kalenderjahr 2019) 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 SHARP 5030 zum Referenzverfahren ist in vielen Untersuchungen bereits nachgewiesen. Die Verwendung der Rohdaten des SHARP ergibt eher eine Überbestimmung der PM10-Konzentration, daher ergibt sich aus den Untersuchungen in jedem Falle eine Einhaltung aller Grenzwerte.

Eine den Anforderungen entsprechende erweiterte Messunsicherheit < 25% wird auch ohne Korrektur der SHARP-Daten eingehalten. Nach Auswertung der Ergebnisse soll aus folgenden Gründen auch weiterhin auf eine Anpassung der Messdaten des SHARP mittels der oben angegebenen Funktion verzichtet werden:

- Die Referenzmethode stellt kein Absolutverfahren dar, sondern ist lediglich eine Konvention zur Erfassung der Feinstaubkonzentration. Die hier erhaltenen Ergebnisse sind nicht nur von der Partikelkonzentration in der Außenluft, sondern ebenfalls noch von weiteren Faktoren abhängig. Die Konstanz der ermittelten Beziehungsfunktion zwischen Kandidat- und Referenzmethode kann von vielen Faktoren abhängig sein, die nicht nur vom Kandidat-Verfahren abhängig sind.
- Die im Bremer Luftmessnetz ermittelten PM10 - Konzentrationen sind durchweg weit unter allen Grenzwerten. Mit dem SHARP werden eher höhere Konzentrationen als mit dem Referenzverfahren gemessen. Solange die unkorrigierten SHARP-Werte also unter den zulässigen Werten bleiben, ist eine Grenzwerteinhaltung gesichert.
- Messungen mit dem Referenzverfahren sind aufwendig und teuer, da ein hoher Personaleinsatz notwendig ist. Aus Kapazitätsgründen im Luftmessnetz müssen diese Vergleichsmessungen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

Ausblick

Im Jahr 2020 soll ein weiteres Staubsammelgerät gleichen Typs beschafft werden. Dieses Gerät soll an einer verkehrsnahen Messstation eingesetzt werden. Auch PM2,5-Parallelmessungen zwischen Referenzmethode und automatischen Messgeräten sollen durchgeführt werden. Möglich wird dies durch eine personelle Verstärkung im Luftmessnetz.

Anhang

Auszug RIVM-Datasheet: 20.02.2020

Calibration based on:		SLOPE AND INTERCEPT		OK	
Comments:					
RAW DATA			RESULTS AFTER CALIBRATING		
Regression	0,949y + -1,756		N (Spring)	82	n
Regression (i=0)	0,873y		N (Summer)	89	n
N	336	n	N (Fall)	86	n
			N (Winter)	79	n
Outliers	17	n	Outliers	13	%
Outliers	5%	%	Outliers	4%	%
Mean CM	17,8	µg/m ³	Mean CM	15,1	µg/m ³
Mean RM	15,1	µg/m ³	Mean RM	15,1	µg/m ³
Number of RM > 0.5LV	38	n	Number of CM > 0.5LV	39	n
Number of RM > LV	4	n	Number of CM > LV	3	n
REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	1,054	significant	Slope b	0,997	
Uncertainty of b	0,017		Uncertainty of b	0,017	
Intercept a	1,850	significant	Intercept a	0,039	
Uncertainty of a	0,309		Uncertainty of a	0,293	
r ²	0,908		r ²	0,908	
Slope b forced trough origin	1,145	significant			
Uncertainty of b (forced)	0,0100				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	0,92	µg/m ³	Calibration	0,949y -1,756	
Uncertainty of calibration (forced)	0,50	µg/m ³	u(calibration)	0,92	µg/m ³
Random term	2,90	µg/m ³	Random term	2,89	µg/m ³
Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m ³	Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m ³
Bias at LV	4,53	µg/m ³	Bias at LV	-0,09	µg/m ³
Combined uncertainty	5,38	µg/m ³	Combined uncertainty	2,89	µg/m ³
Expanded relative uncertainty	21,5%	pass	Expanded relative uncertainty	11,6%	pass
Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m ³	Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m ³
Limit value	50	µg/m ³	Limit value	50	µg/m ³