



Umwelt - Luftqualität

# PM<sub>10</sub>-Äquivalenznachweis für die automatischen Geräte des Typs Grimm-EDM180 für Berliner Messungen 2019

## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz

Berliner Luftgütemessnetz

Brückenstraße 6

10179 Berlin

Tel.: 030-9025-0

### **Bearbeitung:**

Michaela Preuß, Sebastian Clemen, Dr. Paul Herenz, Dr. Katja Grunow, Dr. Heike Kaupp

### **Stand:**

August 2020

### **Bezug bei:**

Michaela Preuß

Tel.: 030 /9025-2355

E-Mail: [michaela.preuss@senuvk.berlin.de](mailto:michaela.preuss@senuvk.berlin.de)

### **Titelbild:**

Automatisches PM-Messgerät EDM180 der Firma Grimm in Betrieb im MC115 (Hardenbergplatz),  
Quelle: Michaela Preuß (Berliner Luftgütemessnetz)

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Kurzzusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1 Vergleichsgeräte und Orte im Jahr 2019</b>	<b>5</b>
<b>2 Bedingung an die Datensätze für die Überprüfung der Vergleichbarkeit der automatischen Messgeräte zur Referenzmethode (DIN EN 16450 7.5.8.2)</b>	<b>5</b>
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>6</b>
<b>Anlage</b>	<b>8</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>Referenzen</b>	<b>9</b>

## Kurzzusammenfassung

Im Jahr 2019 wurden an fünf Berliner Standorten PM<sub>10</sub>-Parallelmessungen der Automaten EDM180 der Firma Grimm zur gravimetrischen Referenz durchgeführt. Die geforderte erweiterte Messunsicherheit von kleiner 25% am Grenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> der automatischen Geräte zur Referenz wird nach Anwendung von Korrekturfunktionen an allen Vergleichsorten eingehalten.

Die Korrektur für die EDM180 pro Belastungsregime ist wie im Vorjahr unverändert:

- Städtisches Wohngebiet und Städtisches Randgebiet:  $0,83 \cdot \text{EDM180} + 2,6$
- Straßen:  $0,92 \cdot \text{EDM180} + 3,4$

Die erweiterte relative Messunsicherheit beträgt im Jahr 2019 - unter Verwendung einer Messunsicherheit des Referenzverfahrens von 0,8 µg/m<sup>3</sup> - für alle Orte gemeinsam 11,1%; für einzelne Orte zwischen 8,2% und 14,8%. Sie liegt damit deutlich unter 25%. Die Auswertung aller Jahre (von 2010 bis 2019) mit den entsprechenden Korrekturfunktionen ergibt für alle Orte gemeinsam 11,3%; für einzelne Orte zwischen 10,0% und 13,5% und liegt damit ebenfalls deutlich unter 25%.

In Anlage 6 Absatz A 4 der 39. BImSchV wird in Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa die Referenzmethode für die Beurteilung der PM<sub>10</sub>-Konzentration nach EN 12341:2014 festgelegt. Hier wird auch auf das Verfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von automatischen Messverfahren zur Referenzmethode verwiesen. Die automatischen Messgeräte zur PM-Bestimmung werden gemäß DIN EN 16450:2017-07 betrieben.

## 1 Vergleichsgeräte und Orte im Jahr 2019

- Im Jahr 2019 wurden Parallelmessungen an 5 Vergleichsstationen durchgeführt, damit ist die Anforderung nach DIN EN 16450:2017 Absatz 8.6.2 bis zur max. zulässigen erweiterten Messunsicherheit von 25% erfüllt.

**Tabelle 1: Anzahl der notwendigen Vergleichsmessungen in Abhängigkeit der erweiterten Unsicherheit**

Erweiterte Unsicherheit in %	≤ 10	10-15	15-20	20-25
Anzahl Vergleichsmessungen	2	3	4	5

- Vergleichsorte 2019: DEBE034 (MC042), DEBE065 (MC174), DEBE051 (MC077), DEBE068 (MC171) und DEBE061 (MC117)
- an diesen Orten befinden sich parallel zum automatischen Verfahren SEQ47/50 Geräte mit PM<sub>10</sub>-Kopf
- eingesetzte Automaten: ausschließlich EDM180 der Firma Grimm mit Software aus dem Eignungstest
- gravimetrisches Äquivalenzverfahren SEQ47/50 im klimatisierten Messcontainer mit Motherboard Software 3.0.0, Motherboard Hardware 1.0.0, Kommunikationsmodul Software 5.0.0 oder 5.0.1, Kommunikationsmodul Hardware 2.0.0)
- Die Verfügbarkeit ist bei den SEQ und den EDM180 an allen Orten deutlich größer als 90%.
- Beim gravimetrischen Verfahren werden Quarzfilter vom Typ MN QF-10 eingesetzt, welche vorbehandelt wurden (glühen, befeuchten, equilibrieren)
- Die Wartung und Kalibrierung der kontinuierlichen Messgeräte und der Staubsammler erfolgte im Routinebetrieb.

## 2 Bedingung an die Datensätze für die Überprüfung der Vergleichbarkeit der automatischen Messgeräte zur Referenzmethode (DIN EN 16450 7.5.8.2)

- Die Referenzmethode muss eine Unsicherheit <2 µg/m<sup>3</sup> haben (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.3). Die Unsicherheit der Referenzmethode wurde im Jahr 2019 durch Parallelmessungen SEQ zu SEQ an zwei Messstationen (MC174 und MC042) über das gesamte Jahr ermittelt.
- Die Kandidatenmethode (EDM 180) muss eine Unsicherheit <2,5 µg/m<sup>3</sup> haben (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.4), dies wurde auch im Jahr 2019 durch Parallelmessungen am MC174 ermittelt und für den Gesamtdatensatz mit 1,25 µg/m<sup>3</sup> und für den Datensatz ≥30 µg/m<sup>3</sup> mit 1,7 µg/m<sup>3</sup> ermittelt.
- Ausreißer dürfen mit bis zu 2,5% entfernt werden – müssen begründet und dokumentiert werden (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.2).
- Mindestens 20% der Daten müssen größer als die obere Beurteilungsschwelle (70% des Grenzwertes = 28 µg/m<sup>3</sup>) sein, wenn das nicht erreicht wird mindestens 32 Datensätze (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.2).
- Danach muss jeder Datensatz noch mehr als 40 verwendete Datenpaare enthalten (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.2).

- Die erweiterte kombinierte Messunsicherheit der Kandidaten muss bei PM<sub>10</sub> am Grenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> < 25% sein:
  - für alle Ergebnisse zusammen,
  - für alle ≥30µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>
  - für Datensätze für jeden einzelnen Standort sein. (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.5).

Der Nachweis für EDM180 wird durch die Anwendung der orthogonalen Regression mittels Excel-Sheet; RIVM Ruben Beijk, Version 2.9 (RIVM 2012) durchgeführt.

### 3 Ergebnisse

- Bei den SEQ 47/50 Geräten der Firma Leckel wurde eine Unsicherheit von 0,8 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2019 bestimmt und verwendet.
- Die erweiterte Messunsicherheit der automatischen Geräte zur Referenz wird ohne Korrekturfunktion nicht eingehalten. Eine Korrektur für die EDM180 pro Belastungsregime mit
  - städtisches Wohngebiet und städtisches Randgebiet:  $0,83 \cdot \text{EDM180} + 2,6$
  - Straßen:  $0,92 \cdot \text{EDM180} + 3,4$
 verbessert die Vergleichbarkeit und ermöglicht den Nachweis der Gleichwertigkeit im Jahr 2019.
- Es wurde für alle Ergebnisse zusammen, für jeden Messort einzeln und für alle Daten ≥30µg/m<sup>3</sup> der Äquivalenztest durchgeführt und die erweiterte Unsicherheit von 25% am Grenzwert von 50,5 µg/m<sup>3</sup> eingehalten.
- Der Vergleich der Tagesmittelwerte aller Vergleichsorte (MC174, MC042, MC117, MC077 und MC171) zwischen SEQ (Referenzmethode RM) und Automaten (Kandidatmethode CM) ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die zulässige erweiterte Unsicherheit von 25% ist deutlich eingehalten.

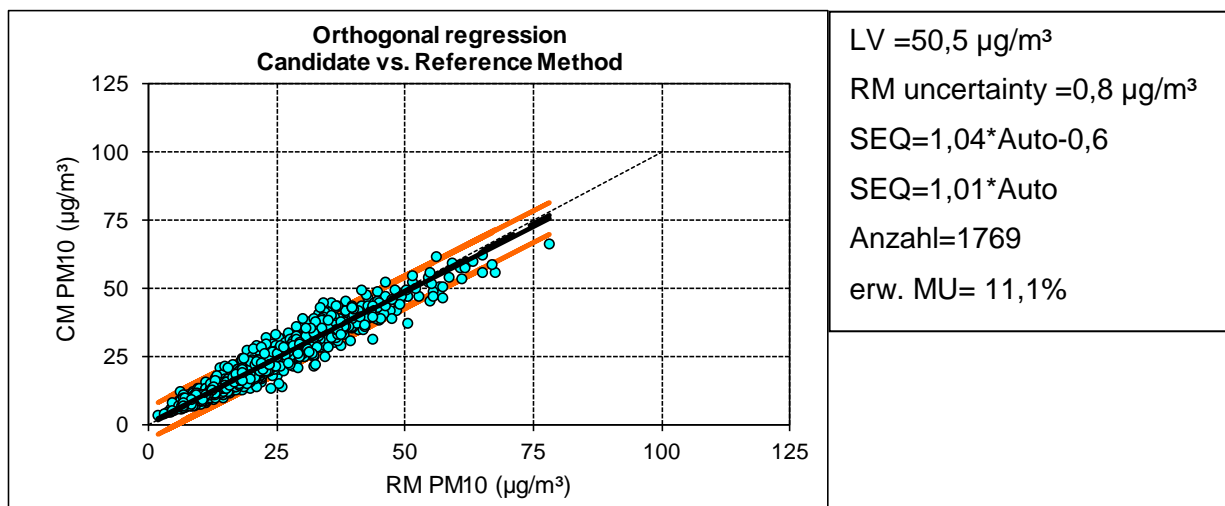


Abbildung 1: Vergleich Automat (CM) zu SEQ (RM) am MC174, MC042, MC117, MC171, MC077 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9]

- Auch für die Daten  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird die erweiterte Messunsicherheit mit 17,8% eingehalten (Abb. 2):

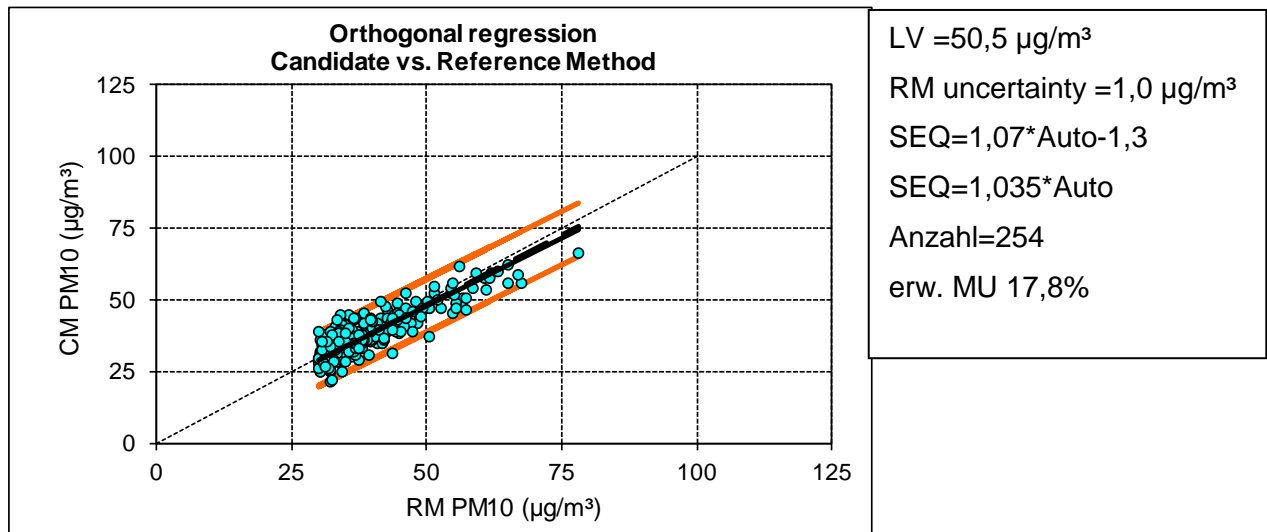


Abbildung 2: Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Vergleich Automat (CM) zu SEQ (RM) am MC174, MC042, MC117, MC171, MC077 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9]

Die detaillierten Ergebnisse aus dem RIVM 2012, V2.9 sind der Anlage Tabelle 2 zu entnehmen.

**Damit ist die Gleichwertigkeit der PM<sub>10</sub>-Werte der automatischen Geräte zur Referenz für das Jahr 2019 nachgewiesen.**

## Anlage

**Tabelle 2 Kennwerte des Jahres 2019 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode)**

erstellt unter Verwendung des Auswertetools: RIVM\_PM\_equivalence\_v2.9, Ruben Beijk [RIVM 2012, V2.9]

Messstation	MC042	MC174	MC077	MC171	MC117	alle Vergleichs-MC
EDM180 Korrektur-Funktion 2019	0,83*EDM1 80 +2,6	0,92*EDM1 80 +3,4	0,83*EDM1 80 +2,6	0,83*EDM1 80 +2,6	0,92*EDM1 80 +3,4	Grimm mit je- weiliger Funktion
Mittelwerte und Anzahl aus EU-Sheet:						
Jahresmittelwert EDM180 in µg/m <sup>3</sup>	18,9	23,7	17,3	18,8	20,5	19,9
Jahresmittelwert SEQ in µg/m <sup>3</sup>	19,3	24,5	17,0	19,0	20,1	20,0
Differenz EDM180-SEQ in µg/m <sup>3</sup>	-0,4	-0,8	0,3	-0,2	0,4	0,1
Anzahl Werte ohne Ausreißer	355	359	337	358	360	1769
Regressions-Kennwerte						
relative beidseitige Messunsicherheit <sup>1)</sup> in % am Grenzwert von 50,5 µg/m <sup>3</sup>	12,2	14,8	11,9	8,2	10,7	11,1
RM <sup>2)</sup> =b*CM <sup>2)</sup> Steigung b	1,03	1,04	0,99	1,01	0,98	1,01
RM=b*CM+a Steigung b	1,07	1,07	1,02	1,00	0,98	1,04
Achsenabschnitt a	-1,02	-0,91	-0,66	-0,02	0,11	-0,63
Regressionskoeffizient R <sup>2</sup>	0,95	0,93	0,89	0,95	0,93	0,93
Anzahl der Proben > 50,5 µg/m <sup>3</sup> bei gleichzeitiger Verfügbarkeit der Daten beider Verfahren						
Tagesmittelwerte SEQ > 50,5 µg/m <sup>3</sup>	4	15	2	4	4	29
Tagesmittelwerte EDM180 > 50,5 µg/m <sup>3</sup>	2	12	2	3	3	22
Anzahl Daten über oberer Beurteilungsschwelle (oBs) und Ausreißer						
20% der Daten SEQ (Anzahl)	71	72	67	72	72	354
20% der Daten SEQ > oBs? <sup>3)</sup>	nein	ja	nein	nein	nein	nein
Anzahl Datensätze > oBs	48	102	39	52	59	300
Mindestanzahl > oBs erreicht? <sup>3)</sup>	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Ausreißer in % (max. 2,5% Ausreißer?)	0,6	0,8	1,2	0,3	0,6	0,7

1) Gemessene Messunsicherheit zwischen den SEQ-Innengeräten: 0,8 µg/m<sup>3</sup>

2) RM = Referenzmethode (engl. reference method), hier: SEQ-Messungen; CM = Kandidatenmethode (engl. candidate method); hier EDM180-Messungen

3) Es müssen mindestens 20 % der Daten oberhalb der oberen Beurteilungsschwelle liegen. Wenn dies nicht erreicht wird, müssen mindestens 32 Datensätze vorhanden sein, um die Prüfung auf Äquivalenz durchführen zu können.



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich Automat (CM) zu SEQ (RM) am MC174, MC042, MC117, MC171, MC077 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9].....	6
Abbildung 2: Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Vergleich Automat (CM) zu SEQ (RM) am MC174, MC042, MC117, MC171, MC077 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9] .....	7

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der notwendigen Vergleichsmessungen in Abhängigkeit der erweiterten Unsicherheit.....	5
Tabelle 2 Kennwerte des Jahres 2019 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode) .....	8

## Referenzen

39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV), [https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv\\_39/](https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_39/) (Stand 31.07.2020)
- DIN EN 16450:2017-07: Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>); Deutsche Fassung EN 16450:2017. Beuth-Verlag. <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-16450/261291177> (Stand 31.07.2020)
- RIVM 2012: Ruben Beijk, Version 2.9. Excel-Datei zum Nachweis der Äquivalenz eines Kandidatenverfahrens mit einem Referenzverfahren gemäß 39.BImSchV. Erstellt vom RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Dutch Institute for Public Health and the Environment, dep. Centre for Environment Monitoring. Version 2.9 vom März 2012  
[https://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/RIVM\\_PM\\_equivalence\\_v2.9.xls](https://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/RIVM_PM_equivalence_v2.9.xls) (Stand 31.07.2020)

Senatsverwaltung  
für Umwelt, Verkehr  
und Klimaschutz



**Kommunikation**

Am Köllnischen Park 3

10179 Berlin