



# PM<sub>2,5</sub>-ÄQUIVALENZNACHWEIS

für die automatischen Geräte  
des Typs Grimm-EDM180  
des Berliner Luftgütemessnetzes  
für die Jahre 2017 bis 2020

Senatsverwaltung  
für Umwelt, Verkehr  
und Klimaschutz

**BERLIN**



## 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:

Dezember 2021

### Bezug des Berichts 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, Quelle: Michaela Preuß (Berliner Luftgütemessnetz)

## Inhaltsverzeichnis

Impressum .....	2
Kurzzusammenfassung .....	4
1 Vergleichsgeräte und Orte .....	5
2 Bedingung an die Datensätze für die Überprüfung der Vergleichbarkeit der automatischen Messgeräte zur Referenzmethode (DIN EN 16450 7.5.8.2) .....	5
3 Ergebnisse .....	6
Anlage .....	9
Abbildungsverzeichnis .....	14
Tabellenverzeichnis .....	14
Referenzen .....	14

## Kurzzusammenfassung

An ausgewählten Berliner Standorten wurden PM<sub>2,5</sub>-Parallelmessungen der Automaten EDM180 der Firma Grimm zur gravimetrischen Referenz durchgeführt. Im Ergebnis konnten die PM<sub>2,5</sub>-Messwerte der automatischen Geräte nach Anwendung von Korrekturfunktionen rückwirkend ab 01.01.2017 der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Dabei wurden die Daten ab 01.03.2016 bis 31.12.2016 genutzt, um in Voruntersuchungen eine vorläufige Korrekturfunktion für die automatischen PM<sub>2,5</sub>-Daten festzulegen. Für die Daten ab 01.01.2017 bis 31.12.2020 wurde diese Korrektur jeweils jahresweise überprüft und ggf. angepasst.

Die geforderte erweiterte Messunsicherheit von kleiner 25 % am Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup> der automatischen Geräte zur Referenz wird nach Anwendung von den so ermittelten Korrekturfunktionen an allen Vergleichsorten in den Jahren 2017 bis 2020 eingehalten.

Die Korrektur für die EDM180 pro Belastungsregime für PM<sub>2,5</sub> ist:

1. Bis einschließlich 2017
  1. Städtisches Wohngebiet:  $0,91 \cdot \text{EDM180} + 0,6$
  2. Städtisches Randgebiet:  $0,89 \cdot \text{EDM180} + 0,4$
  3. Straßen:  $0,93 \cdot \text{EDM180} + 1,2$
2. Ab 2018
  1. Städtisches Wohngebiet und Städtisches Randgebiet:  
 $0,80 \cdot \text{EDM180} + 1,3$
  2. Straßen:  $0,83 \cdot \text{EDM180} + 2,0$

Bei der Berechnung der erweiterten relativen Messunsicherheit wurde eine Messunsicherheit des Referenzverfahrens von 0,8 µg/m<sup>3</sup> verwendet.

Für den Gesamtdatensatz vom 01.03.2016 bis 31.12.2020 und alle Vergleichsorte beträgt die erweiterte relative Messunsicherheit 18,2 %, sie liegt damit unter 25 %.

Für alle Daten  $\geq 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Gesamtdatensatz) wird die erweiterte Unsicherheit mit 24,0 % knapp eingehalten.

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>2,5</sub>-Konzentration nach DIN 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

Hintergrund: Im Berliner Luftgütemessnetz werden bereits seit langem automatische Messgeräte zur Bestimmung der PM<sub>10</sub>-Konzentration eingesetzt. Mit dem Wechsel auf die Geräte vom Typ EDM180 der Firma Grimm werden mit diesen Geräten nicht nur PM<sub>10</sub>-, sondern auch PM<sub>2,5</sub>-Daten erhoben. Diese zusätzlich zu den PM<sub>10</sub>-Daten verfügbaren automatischen PM<sub>2,5</sub>-Daten wurden aus Zeitgründen zunächst nicht ausgewertet. Um die automatisch erhobenen PM<sub>2,5</sub>-Daten rückwirkend der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, wurden die verfügbaren Daten ab 01.03.2016 genutzt, um eine vorläufige Korrekturfunktion für die Anpassung der automatisch erhobenen PM<sub>2,5</sub>-Daten an das gemäß 39.BImSchV als Referenz definierte gravimetrische Verfahren zu ermitteln. Die ermittelte Korrekturfunktion wurde auf die Daten ab 01.01.2017 angewendet und dann jeweils pro Kalenderjahr überprüft und ggf. korrigiert.

- Im Berliner Luftgütemessnetz wird die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration an 5 Stationen mit dem gravimetrischen Referenzverfahren gemäß 39.BImSchV erhoben. Dabei werden SEQ-Geräte der Firma Leckel (SEQ47/50-Geräte mit PM<sub>2,5</sub>-Kopf) eingesetzt.
- An allen 5 Stationen werden auch automatische PM<sub>2,5</sub>-Geräte betrieben, so dass als Vergleichsorte die folgenden Stationen zur Verfügung stehen: DEBE034 (MC042), DEBE065 (MC174), DEBE051 (MC077), DEBE068 (MC171) und DEBE010 (MC010).
- Als automatische Messgeräte kommen ausschließlich EDM180 der Firma Grimm mit Software aus dem Eignungstest zum Einsatz.
- Nach DIN EN 16450:2017 Absatz 8.6.2 ist bis zur max. zulässigen erweiterten Messunsicherheit von 25 % eine Mindestanzahl von 5 Vergleichsstationen festgelegt (siehe Tabelle 1). Diese Mindestanzahl wird 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

- Die SEQ-Geräte werden im klimatisierten Messcontainer mit folgenden Spezifikation betrieben: Motherboard Software 3.0.0, Motherboard Hardware 1.0.0, Kommunikationsmodul Software 5.0.0 oder 5.0.1, Kommunikationsmodul Hardware 2.0.0)
- Beim gravimetrischen Verfahren werden Quarzfilter vom Typ MN QF-10 eingesetzt, welche vorbehandelt wurden (glühen, befeuchten, equilibrieren).
- Am MC077 erfolgt die gravimetrische Probenahme jeden 2. Tag, an allen anderen Stationen täglich.
- Die Wartung und Kalibrierung der kontinuierlichen Messgeräte und der Staubsammler erfolgte im Routinebetrieb.
- Die Verfügbarkeit ist bei den SEQ und den EDM180 an allen Orten deutlich größer als 90 %.

## 2 BEDINGUNG AN DIE DATENSÄTZE FÜR DIE ÜBERPRÜFUNG DER VERGLEICHBARKEIT DER AUTOMATISCHEN MESSGERÄTE ZUR REFERENZMETHODE (DIN EN 16450 7.5.8.2)

1. Die Referenzmethode muss eine Unsicherheit < 2 µg/m<sup>3</sup> haben (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.3).
2. Die Kandidatenmethode (EDM180) muss eine Unsicherheit < 2,5 µg/m<sup>3</sup> haben (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.4).
3. Ausreißer dürfen mit bis zu 2,5 % entfernt werden - müssen begründet und dokumentiert werden (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.2).
4. Mindestens 20 % der Daten müssen größer als die obere Beurteilungsschwelle (70 % des Grenzwertes = 17 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).

5. Die erweiterte kombinierte Messunsicherheit der Kandidaten muss bei PM<sub>2,5</sub> am Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup> < 25 % sein (DIN EN 16450:2017; 7.5.8.5):
- für alle Ergebnisse zusammen,
  - für alle ≥ 17 µg/m<sup>3</sup>,
  - für Datensätze für jeden einzelnen Standort.

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

1. Die Unsicherheit der Referenzmethode wurde über mehrere Jahre mittels Parallelmessungen SEQ zu SEQ an zwei Messstationen (MC174 und MC042) ermittelt. Bei den SEQ 47/50 Geräten der Firma Leckel wurde für PM<sub>10</sub> eine Unsicherheit von 0,8 µg/m<sup>3</sup> über mehrere Jahre bestimmt und verwendet. In früheren Untersuchungen wurde am MC171 über ca. 1 Jahr neben PM<sub>10</sub>- auch PM<sub>2,5</sub>-Unsicherheiten bestimmt und kein Unterschied festgestellt. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass diese Unsicherheit auf PM<sub>2,5</sub> übertragbar ist.
2. Die Unsicherheit der Kandidatenmethode (EDM180) wurde ebenfalls über mehrere Jahre durch Parallelmessungen am MC174 für PM<sub>2,5</sub> ermittelt und für den Gesamtdatensatz mit 0,6 µg/m<sup>3</sup> und für den Datensatz ≥ 17 µg/m<sup>3</sup> mit 0,7 µg/m<sup>3</sup> ermittelt.
3. Über den kompletten Datensatz vom 01.03.2016-31.12.2020 wurden 0,6 % Ausreißer festgestellt. 7040 Datenpaare konnten für den Äquivalenzvergleich berücksichtigt werden (siehe Tabelle 3). Pro Messstation und Jahr wurden maximal 1,2% Ausreißer gefunden (am MC077 für das Jahr 2017, siehe Tabelle 4, vgl. auch Tabellen 5-7).
4. Über den kompletten Datensatz vom 01.03.2016-31.12.2020 wird die Mindestanzahl mit Daten oberhalb der oberen Beurteilungsschwelle für alle Vergleichsorte erreicht (siehe Tabelle 3). Bei Betrachtung der einzelnen Jahre wird diese Mindestanzahl an der Stadtrandstation MC077 in Buch zum Teil nicht erreicht. An allen anderen Vergleichsstationen wird die Mindestanzahl mit Daten oberhalb der oberen Beurteilungsschwelle für alle Einzeljahre erreicht (siehe Tabellen 4-7).
5. Die erweiterte Messunsicherheit der automatischen Geräte zur Referenz wird ohne Korrekturfunktion nicht eingehalten. Die Korrekturfunktionen für die EDM180 pro Belastungsregime sind in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2: Korrekturfunktionen der EDM180**

Belastungsregime	bis einschließlich 2017	ab 2018
Städtisches Randgebiet	0,89*EDM180+0,4	0,80*EDM180+1,3
Städtisches Wohngebiet	0,91*EDM180+0,6	0,80*EDM180+1,3
Straßen	0,93*EDM180+1,2	0,83*EDM180+2,0

- Für den Gesamtdatensatz über alle Jahre und alle Vergleichsorte beträgt die erweiterte relative Messunsicherheit 18,2 %, sie liegt damit unter 25 %. Der Vergleich der Tagesmittelwerte aller Vergleichsorte (MC174, MC042, MC010, MC077 und MC171) zwischen SEQ (Referenzmethode RM) und Automaten (Kandidatmethode CM) ist in Abbildung 1 über den kompletten untersuchten Zeitraum vom 01.03.2016 bis 31.12.2020 dargestellt.  
Pro Kalenderjahr für alle Vergleichsorte gemeinsam beträgt die erweiterte relative Messunsicherheit zwischen 16,4 % und 20,4 %.

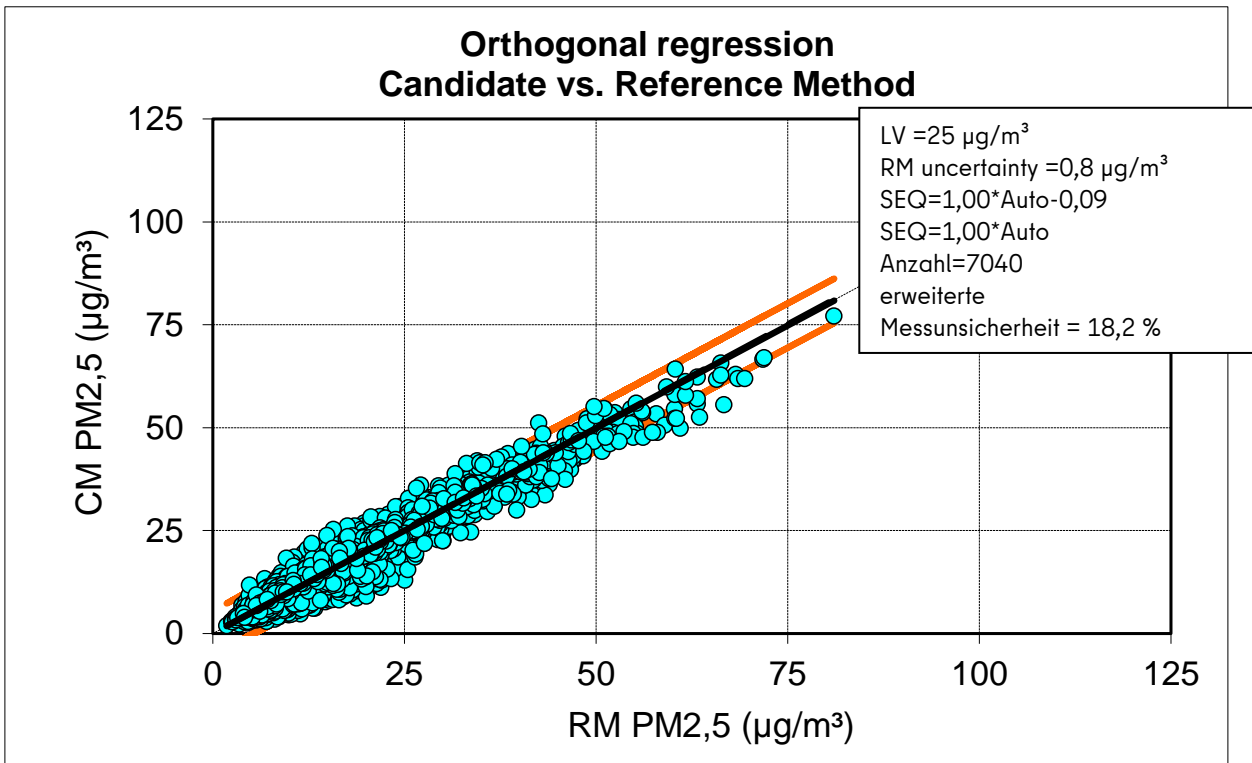


Abbildung 1: Vergleich Automat (CM) zu SEQ (RM) am MC174, MC042, MC010, MC171, MC077 für den Datensatz vom 01.03.2016 bis 31.12.2020 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9]

- Für alle Daten  $\geq 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Datensatz über mehrere Jahre und alle Vergleichsorte) wird die erweiterte Unsicherheit mit 24,0 % knapp eingehalten. Der Vergleich ist in Abbildung 2 dargestellt.

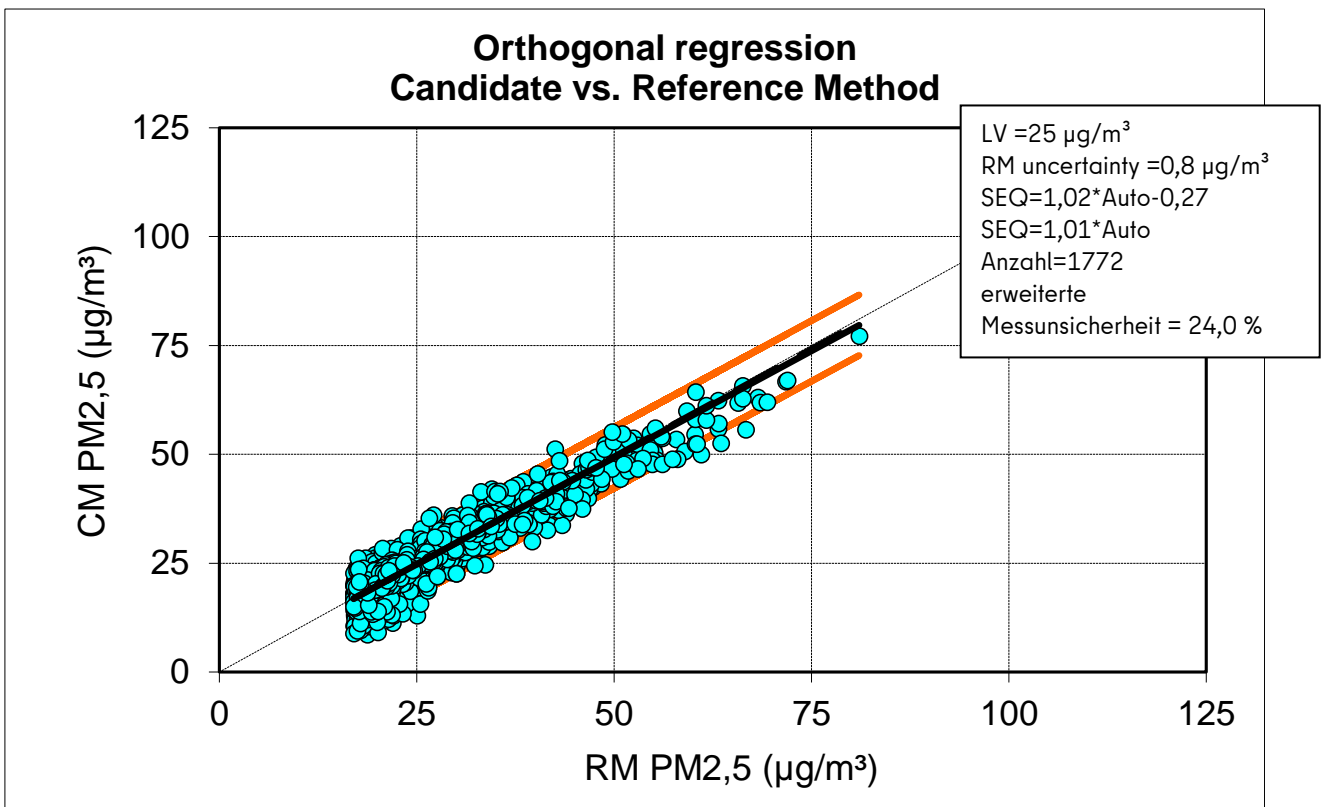


Abbildung 2: Werte  $\geq 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Vergleich Automat (CM) zu SEQ (RM) am MC174, MC042, MC010, MC171, MC077 für den Datensatz vom 01.03.2016 bis 31.12.2020 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9]

- Pro Messort und Jahr wurde eine erweiterte relative Messunsicherheit zwischen 15,0 % und 24,4 % gefunden.

Die detaillierten Ergebnisse aus dem RIVM 2012, V2.9 sind den Anlagen Tabelle 3 bis Tabelle 7 zu entnehmen.

**Damit ist die Gleichwertigkeit der PM<sub>2,5</sub>-Werte der automatischen Geräte zur Referenz von 2017 bis einschließlich 2020 nachgewiesen.**



## Anlage

Die folgenden Kennwerte wurden erstellt unter Verwendung des Auswertetools: RIVM\_PM\_equivalence\_v2.9, Ruben Beijck [RIVM 2012, V2.9]:

**Tabelle 3: Kennwerte der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode) für den Zeitraum 01.03.2016 bis 31.12.2020**

Messstation	MC042	MC174	MC077	MC171	MC010	alle Vergleichs-MC
EDM180 Korrektur-Funktion 2017	0,91*EDM180 +0,6	0,93*EDM180 +1,2	0,89*EDM180 +0,4	0,91*EDM180 +0,6	0,91*EDM180 +0,6	Grimm mit jeweiliger Funktion
EDM180 Korrektur-Funktion 2018 (f. 2019 und 2020 fortgeschrieben)	0,8*EDM180 +1,3	0,83*EDM180 +2,0	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	
Mittelwerte und Anzahl aus EU-Sheet:						
Mittelwert 01.03.2016-31.12.2020 EDM180 in µg/m <sup>3</sup>	14,0	15,7	12,0	13,8	13,9	14,2
Mittelwert 01.03.2016-31.12.2020 SEQ in µg/m <sup>3</sup>	14,5	15,8	11,6	13,7	13,4	14,1
Differenz EDM180-SEQ in µg/m <sup>3</sup>	-0,5	-0,1	0,4	0,1	0,5	0,1
Anzahl Werte ohne Ausreißer	1725	1731	734	1423	1427	7040
Regressions-Kennwerte						
relative beidseitige Messunsicherheit <sup>1)</sup> in % am Grenzwert von 25 µg/m <sup>3</sup>	18,1	18,1	19,6	18,4	19,8	18,2
RM <sup>2)</sup> =b*CM <sup>2)</sup> Steigung b	1,04	1,00	0,96	0,99	0,97	1,00
RM=b*CM+a Steigung b	1,04	1,01	0,96	0,99	0,98	1,00
Achsenabschnitt a	-0,03	-0,03	0,11	-0,04	-0,19	-0,09
Regressionskoeffizient R <sup>2</sup>	0,93	0,93	0,91	0,93	0,93	0,93
Anzahl Daten über oberer Beurteilungsschwelle (oBs) und Ausreißer						
20% der Daten SEQ (Anzahl)	345	346	147	285	285	1408
20% der Daten SEQ ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs? <sup>3)</sup> )	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Anzahl Datensätze ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs)	468	555	113	329	307	1772
Mindestanzahl ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> erreicht? <sup>3)</sup>	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Ausreißer in % (max. 2,5% Ausreißer?)	0,5	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6

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

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

<sup>3)</sup> 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.

**Tabelle 4: Kennwerte des Jahres 2017 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode)**

Messtation	MC042	MC174	MC077	MC171	MC010	alle Vergleichs-MC
EDM180 Korrektur-Funktion 2017	0,91*EDM180 +0,6	0,93*EDM180 +1,2	0,89*EDM180 +0,4	0,91*EDM180 +0,6	0,91*EDM180 +0,6	Grimm mit jeweiliger Funktion
Mittelwerte und Anzahl aus EU-Sheet:						
Jahresmittelwert EDM180 in µg/m <sup>3</sup>	15,5	17,5	12,9	15,7	15,8	15,8
Jahresmittelwert SEQ in µg/m <sup>3</sup>	15,5	17,0	12,1	14,9	14,4	15,1
Differenz EDM180-SEQ in µg/m <sup>3</sup>	0,0	0,5	0,8	0,8	1,4	0,7
Anzahl Werte ohne Ausreißer	355	359	165	355	358	1592
Regressions-Kennwerte						
relative beidseitige Messunsicherheit <sup>1)</sup> in % am Grenzwert von 25µg/m <sup>3</sup>	19,7	19,8	20,3	20,6	24,4	20,4
RM <sup>2)</sup> =b*CM <sup>2)</sup> Steigung b	1,01	0,98	0,94	0,96	0,93	0,97
RM=b*CM+a Steigung b	1,03	1,00	0,95	0,98	0,95	0,99
Achsenabschnitt a	-0,54	-0,51	-0,13	-0,51	-0,61	-0,53
Regressionskoeffizient R <sup>2</sup>	0,94	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94
Anzahl Daten über oberer Beurteilungsschwelle (oBs) und Ausreißer						
20% der Daten SEQ (Anzahl)	71	72	33	71	72	318
20% der Daten SEQ ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs <sup>3)</sup> )	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Anzahl Datensätze ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs)	103	112	25	88	84	412
Mindestanzahl ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> erreicht <sup>3)</sup>	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Ausreißer in % (max. 2,5% Ausreißer?)	0,6	0,6	1,2	1,1	0,6	0,8

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

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

<sup>3)</sup> 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.

**Tabelle 5: Kennwerte des Jahres 2018 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode)**

Messtation	MC042	MC174	MC077	MC171	MC010	alle Vergleichs-MC
EDM180 Korrektur-Funktion 2018	0,8*EDM180 +1,3	0,83*EDM180 +2,0	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	Grimm mit jeweiliger Funktion
Mittelwerte und Anzahl aus EU-Sheet:						
Jahresmittelwert EDM180 in µg/m <sup>3</sup>	15,7	17,3	13,1	15,7	15,8	15,8
Jahresmittelwert SEQ in µg/m <sup>3</sup>	16,4	17,5	12,9	15,4	15,1	15,7
Differenz EDM180-SEQ in µg/m <sup>3</sup>	-0,7	-0,2	0,2	0,3	0,7	0,1
Anzahl Werte ohne Ausreißer	355	351	181	357	357	1601
Regressions-Kennwerte						
relative beidseitige Messunsicherheit <sup>1)</sup> in % am Grenzwert von 25 µg/m <sup>3</sup>	19,5	19,0	16,5	19,5	21,5	19,5
RM <sup>2)</sup> =b*CM <sup>2)</sup> Steigung b	1,04	1,02	0,98	1,00	0,97	1,00
RM=b*CM+a Steigung b	1,04	1,02	0,98	1,03	1,03	1,03
Achsenabschnitt a	0,13	-0,08	0,10	-0,78	-1,25	-0,48
Regressionskoeffizient R <sup>2</sup>	0,94	0,94	0,93	0,92	0,91	0,93
Anzahl Daten über oberer Beurteilungsschwelle (oBs) und Ausreißer						
20% der Daten SEQ (Anzahl)	71	70	36	71	71	320
20% der Daten SEQ ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs? <sup>3)</sup> )	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Anzahl Datensätze ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs)	125	140	42	117	111	535
Mindestanzahl ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> erreicht? <sup>3)</sup>	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Ausreißer in % (max. 2,5% Ausreißer?)	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7

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

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

<sup>3)</sup> 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.

**Tabelle 6: Kennwerte des Jahres 2019 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode)**

Messtation	MC042	MC174	MC077	MC171	MC010	alle Vergleichs-MC
EDM180 Korrektur-Funktion 2019	0,8*EDM180 +1,3	0,83*EDM180 0 +2,0	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	Grimm mit jeweiliger Funktion
Mittelwerte und Anzahl aus EU-Sheet:						
Jahresmittelwert EDM180 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12,8	14,6	11,6	12,8	12,8	13,0
Jahresmittelwert SEQ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,5	15,0	11,0	13,0	12,7	13,2
Differenz EDM180-SEQ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-0,7	-0,4	0,6	-0,2	0,1	-0,2
Anzahl Werte ohne Ausreißer	354	362	205	356	359	1636
Regressions-Kennwerte						
relative beidseitige Messunsicherheit <sup>1)</sup> in % am Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	19,9	19,9	18,2	17,3	16,1	17,7
RM <sup>2)</sup> =b*CM <sup>2)</sup> Steigung b	1,06	1,03	0,95	1,02	1,00	1,02
RM=b*CM+a Steigung b	1,1	1,06	0,97	1,02	1,01	1,04
Achsenabschnitt a	-0,55	-0,47	-0,26	-0,02	-0,23	-0,36
Regressionskoeffizient R <sup>2</sup>	0,93	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92
Anzahl Daten über oberer Beurteilungsschwelle (oBs) und Ausreißer						
20% der Daten SEQ (Anzahl)	71	72	41	71	72	327
20% der Daten SEQ $\geq 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (oBs <sup>3)</sup> )	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Anzahl Datensätze $\geq 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (oBs)	82	105	26	78	72	363
Mindestanzahl $\geq 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht <sup>3)</sup>	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Ausreißer in % (max. 2,5% Ausreißer?)	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6

<sup>1)</sup> Gemessene Messunsicherheit zwischen den SEQ-Innengeräten:  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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

<sup>3)</sup> 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.

**Tabelle 7: Kennwerte des Jahres 2020 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode)**

Messtation	MC042	MC174	MC077	MC171	MC010	alle Vergleichs-MC
EDM180 Korrektur-Funktion 2020	0,8*EDM180 +1,3	0,83*EDM180 +2,0	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	0,8*EDM180 +1,3	Grimm mit jeweiliger Funktion
Mittelwerte und Anzahl aus EU-Sheet:						
Jahresmittelwert EDM180 in µg/m <sup>3</sup>	11,9	13,2	10,5	11,1	11,2	11,7
Jahresmittelwert SEQ in µg/m <sup>3</sup>	12,5	13,3	10,4	11,4	11,3	11,9
Differenz EDM180-SEQ in µg/m <sup>3</sup>	-0,6	-0,1	0,1	-0,3	-0,1	-0,2
Anzahl Werte ohne Ausreißer	364	358	183	355	353	1613
Regressions-Kennwerte						
relative beidseitige Messunsicherheit <sup>1)</sup> in % am Grenzwert von 50,5 µg/m <sup>3</sup>	15,9	16,8	24,4	15,8	15,0	16,4
RM <sup>2)</sup> =b*CM <sup>2)</sup> Steigung b	1,04	1,00	0,97	1,01	1,00	1,01
RM=b*CM+a Steigung b	1,01	0,98	0,92	0,96	0,96	0,97
Achsenabschnitt a	0,49	0,43	0,77	0,69	0,60	0,56
Regressionskoeffizient R <sup>2</sup>	0,91	0,90	0,83	0,90	0,91	0,89
Anzahl Daten über oberer Beurteilungsschwelle (oBs) und Ausreißer						
20% der Daten SEQ (Anzahl)	73	72	37	71	71	323
20% der Daten SEQ ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs? <sup>3)</sup> )	nein	ja	nein	nein	nein	nein
Anzahl Datensätze ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> (oBs)	65	81	20	46	40	252
Mindestanzahl ≥ 17 µg/m <sup>3</sup> erreicht? <sup>3)</sup>	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Ausreißer in % (max. 2,5% Ausreißer?)	0,3	0,6	0,0	0,6	0,8	0,5

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

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

<sup>3)</sup> 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, MC010, MC171, MC077 für den Datensatz vom 01.03.2016 bis 31.12.2020 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9].....	7
Abbildung 2:	Werte $\geq 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Vergleich Automat (CM) zu SEQ (RM) am MC174, MC042, MC010, MC171, MC077 für den Datensatz vom 01.03.2016 bis 31.12.2020 [berechnet mit RIVM 2012, V2.9].....	7

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anzahl der notwendigen Vergleichsmessungen in Abhängigkeit der erweiterten Unsicherheit .....	5
Tabelle 2:	Korrekturfunktionen der EDM180.....	6
Tabelle 3:	Kennwerte der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode) für den Zeitraum 01.03.2016 bis 31.12.2020	
Tabelle 4:	Kennwerte des Jahres 2017 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode).....	10
Tabelle 5:	Kennwerte des Jahres 2018 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode).....	11
Tabelle 6:	Kennwerte des Jahres 2019 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode).....	12
Tabelle 7:	Kennwerte des Jahres 2020 der Parallelmessungen von Grimm-EDM180-Geräten (Kandidatenmethode) zu SEQ-Innengeräten 47/50 (Referenzmethode).....	13

## 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 03.06.2021)
- DIN EN 16450:2017-07: Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration ( $\text{PM}_{10}$ ;  $\text{PM}_{2,5}$ ); Deutsche Fassung EN 16450:2017. Beuth-Verlag. <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-16450/261291177> (Stand 03.06.2021)
- RIVM 2012: Ruben Beijl, Version 2.9 vom März 2012. 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., [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 03.06.2021)



Öffentlichkeitsarbeit  
Am Köllnischen Park 3  
10179 Berlin

[www.berlin.de/sen/uvk](http://www.berlin.de/sen/uvk)  
[twitter.com/senuvkberlin](https://twitter.com/senuvkberlin)  
[instagram.com/senuvkberlin](https://www.instagram.com/senuvkberlin)

Berlin, 12/2021