

Vorgehensweise des LANUV zur Korrektur kontinuierlich gemessener PM10-Messdaten im Luftmessnetz von NRW

1. Anforderungen aus Verordnungen (22. BImSchV) und der EU-Richtlinie 1999/30/EWG

Das von der EU festgelegte Referenzverfahren zur Messung von PM10 ist das gravimetrische Verfahren nach der Europeanorm EN 12341. Das Messprinzip besteht darin, Außenluft über 24 Stunden durch ein vorgewogenes und konditioniertes Filter zu leiten, das anschließend im Labor ausgewogen wird. Zwischen Probenahme im Feld und anschließender Messung im Labor vergehen in der Regel mehrere Wochen, da bis zu 15 bestaubte Filter im Gerät gesammelt werden können (die Stationen werden aus Kostengründen 2 mal pro Monat zum Filterwechsel angefahren) und die Wägeprozedur vor allem durch die in der EN vorgeschriebene Konditionierung der Filter auf eine vorgegebene Temperatur und Luftfeuchte mehrere Tage dauert. Das Referenzverfahren ist deshalb nicht geeignet für eine tägliche aktuelle Information der Bevölkerung. Diese tagesaktuelle Information über PM10-Messdaten im Internet, die ebenfalls von der EU-Richtlinie 1999/30/EWG vorgeschrieben ist, lässt sich nur mit Hilfe kontinuierlicher, auf physikalischen Messprinzipien fußender PM10-Messungen sicherstellen. Derzeit sind vor allem zwei Messprinzipien im Einsatz:

- β -Absorption (die β -Strahlung einer Kr-Strahlenquelle wird durch Staub, der auf Filterbändern abgeschieden wird, geschwächt),
- TEOM (die Frequenz einer oszillierenden Filterwaage verändert sich durch abgeschiedene Stäube). Eine Weiterentwicklung des TEOM ist das TEOM-FDMS¹ (s.u.), welches in den Varianten B und C (neueste Version) im Einsatz ist.

Beide physikalischen Messprinzipien zeigen gegenüber dem gravimetrischen Referenzverfahren Minderbefunde, die typischerweise um 20 – 30 % liegen, bei älteren Geräten auch mehr als 30 % betragen können.

Die Minderbefunde sind in erster Linie auf das Abdampfen flüchtiger Aerosolbestandteile wie vor allem Ammoniumnitrat, aber auch organischer Aerosole zurückzuführen, die in den auf ca. 30 °C (bei älteren Geräten bis zu 50 °C) geheizten Messkammern, Probenahmeleitungen und Filtern stattfinden.

Die Minderbefunde hängen deshalb in komplexer Weise von der Zusammensetzung des Aerosols und der Lage der Messstationen ab (z.B. Anteil flüchtiger Aerosole), von der Jahreszeit, von der Temperatur und Luftfeuchte und von den eingestellten Geräteparametern der kontinuierlichen Messgeräte.

Das TEOM-FDMS-Gerät versucht, die Minderbefunde durch Parallelmessungen zu vermeiden, indem abwechselnd Außenluft und partikelfreie Luft auf die oszillierende Filterwaage geleitet wird. Falls es in dem Messintervall mit partikelfreier Luft zum Abdampfen flüchtiger Aerosolbestandteile kommt, tritt ein negatives Messsignal auf

¹ TEOM Tapered Element Oscillating Microbalance
FDMS Filter Dynamics Measurement System

(Partikelverlust), das zur Korrektur des Messsignals der Außenluft verwendet werden kann (das negative Messsignal wird mit verändertem Vorzeichen zum Messwert addiert).

In einem Leitfaden ("EC (2001), M. Williams und P. Bruckmann; Guidance to Member States on PM10 equivalent monitoring and intercomparisons with the reference method") hat die EU-Kommission auf dieses Problem hingewiesen und von den Mitgliedstaaten die Korrektur der kontinuierlich gemessenen PM10-Daten verlangt. Die zur Korrektur notwendigen Faktoren sollen durch Parallelmessungen im Feld zwischen kontinuierlich erfassenden Messgeräten und dem gravimetrischen Messverfahren bestimmt werden. Nur die Mitgliedstaaten, die (noch) keine Vergleichsmessungen durchgeführt haben, sollen einen „default“-Faktor von 1,3 zur Korrektur der Minderbefunde verwenden. Wegen der Abhängigkeit der Korrekturfaktoren u.a. von der Stationsumgebung (Zusammensetzung des Aerosols), der Jahreszeit und weiterer Einflussgrößen reichen einmal durchgeführte Vergleichsmessungen an wenigen Stationen nicht aus, um Ergebnisse mit akzeptabler Messunsicherheit zu erzielen.

Vergleichsmessungen in England, Frankreich und auch durch das LANUV an zwei Messorten mit dem neu entwickelten TEOM-FDMS ergaben seinerzeit eine gute Vergleichbarkeit zwischen dem kontinuierlich messenden Gerät (Version B) und dem gravimetrischen Referenzverfahren mit einem Korrekturfaktor nahe 1,0.

2. Praxis im LUQS-Messnetz des Landes NRW

Im Luftmessnetz des Landes NRW werden TEOM-, β -Absorptionsgeräte und TEOM-FDMS-Geräte an über 50 Messstationen verwendet, auf die die täglich aktuelle Information im Internet über Tagesmittelwerte und vorläufige Überschreitungshäufigkeiten gestützt ist. Vergleichsmessungen der kontinuierlichen Messverfahren mit dem gravimetrischen Referenzverfahren (Tagesmittelwerte) werden fortlaufend an über 20 Messstationen für die verschiedenen Gerätetypen vorgenommen. Daraus werden in einer kalenderjährlichen Auswertung und nach Validierung aller Messwerte am Anfang jeden neuen Jahres die Korrekturfaktoren ermittelt, mit denen der Datensatz des zurückliegenden Jahres endgültig korrigiert und in die Datenbank abgespeichert wird. Die dabei ermittelten Korrekturfaktoren des Vorjahres werden als vorläufige Korrekturfaktoren des laufenden Jahres zur aktuellen Information der Bevölkerung im Internet herangezogen und so lange verwendet, bis im Frühjahr des Folgejahres erneut aktuelle Korrekturfaktoren die vorläufigen Faktoren des Vorjahres ersetzen.

In der Praxis sind die Faktoren an den meisten Stationen nahe dem errechneten Mittelwert über alle Stationen eines Gerätetyps (z.B. 1,27 für TEOM 2008; 1,29 für TEOM 2007; 1,24 für TEOM 2006; 1,26 für TEOM 2005), können aber von Jahr zu Jahr im Einzelfall stärker davon abweichen. Ein Wechsel zum neuen Faktor im März eines Jahres hat deshalb an vielen Stationen nur geringe Auswirkungen auf die vorläufige Anzahl von Überschreitungstagen in den Internet-Tabellen.

Auch bei den meisten Stationen, die das β -Absorptionsverfahren verwenden hat sich der Faktor nur geringfügig von 1,26 (2007) auf 1,24 (2008) verändert.

An einigen Stationen, so z.B. der Verkehrsstation DDCS (Düsseldorf-Corneliusstr.), weichen die Korrekturfaktoren jedoch deutlich vom Mittelwert ab und schwanken auch stärker von

Jahr zu Jahr. An diesen Stationen werden deshalb nicht die mittleren Korrekturfaktoren verwendet, sondern die spezifischen, durch Vergleichsmessungen an diesen Stationen ermittelten Korrekturfaktoren (so z.B. der Faktor 1,45 für die Messungen bis August 2008 an der Verkehrsstation Düsseldorf).

Ende Februar 2009 lagen die endgültige Jahresauswertung 2008 und damit auch die vorläufigen Korrekturfaktoren für 2009 vor. Ab dem April 2009 werden die neuen Faktoren dann rückwirkend für das Gesamtjahr 2008 in die Internetdarstellung übernommen und die vorläufigen Zahlen von Überschreitungstagen für PM10 entsprechend angepasst. Wie bereits erwähnt, hatte dieser Übergang auf die neuen Korrekturfaktoren an den meisten Stationen nur geringe Auswirkungen.

Generell ist anzumerken, dass zahlreiche Tagesmittelwerte im Bereich um $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen, sodass bereits geringe Änderungen des Korrekturfaktors merkliche Auswirkungen auf die Anzahl der Überschreitungstage haben können.

Es sei jedoch auch hervorgehoben, dass das LANUV die messtechnische Korrektur durch Bezug auf das „richtige“ Referenzverfahren besonders ernst nimmt und deshalb fortlaufend Vergleichsmessungen an zahlreichen Stationen durchführt. Die dadurch entstehenden Brüche in den Zeitreihen der vorläufigen Daten mit der endgültigen Jahresauswertung werden im Sinne einer besseren Datenqualität als kleineres Übel in Kauf genommen.