

Einfluss der Sensorverschmutzung bei triboelektrischen Staubmessgeräten

Zur qualitativen und quantitativen Staubmessung lassen sich triboelektrische In-Situ-Messgeräte einsetzen. Dabei besteht die Möglichkeit von Staubablagerungen bzw. Verkrustungen am metallischen, in den Abgasstrom hineinragenden Sensor. Die hier vorgestellten Versuche zeigen, dass diese Ablagerungen nahezu keinen Einfluss auf die Höhe des Messsignals haben. Für den Einsatz triboelektrischer In-Situ-Messgeräte in Anlagen, bei denen es zu kurzzeitigen Taupunktunterschreitungen kommen kann, besteht die Möglichkeit, die Sensoren zu isolieren. Auch hier ließ sich beweisen, dass die Isolation nahezu keinen Einfluss auf das Messsignal hat.

Triboelektrische Messgeräte haben sich in den letzten Jahren einen festen Platz unter den Geräten zur qualitativen und quantitativen Staubmessung erobert. Die einfachsten Geräte sind triboelektrische Filterwächter, bei denen eine metallische Sonde direkt in den Reingaskanal von filternden Abscheidern eingebracht wird. Neben diesen Filterwächtern gibt es auch triboelektrische Staubkonzentrationsmessgeräte für den Einsatz u. a. in Anlagen nach 13. und 17. BImSchV. Bei diesen Staubkonzentrationsmessgeräten besteht die Sonde aus triboelektrischen Fühlern in Kombination mit einer konventionellen Volumenstrommessung.

Als Beispiele sind in Bild 1 ein triboelektrischer Filterwächter der Baureihe "PFM 92" und in Bild 2 das In-Situ-Staubkonzentrationsmessgerät "PFM 97" dargestellt.

Das triboelektrische Messsignal entsteht beim Aufprall und/oder der Umströmung von Partikeln an elektrisch isoliert angeordneten Sonden. Die resultierende Ladungsfluktuation wird gemessen und ist proportional der Partikel- bzw. Staubkonzentration. Das Messsignal ist abhängig von mechanischen und elektrischen Eigenschaften der Stäube, sowie den Strömungsverhältnissen im Messquerschnitt. Da bei In-situ-Geräten die Tribosonden direkt der Abgasströmung ausgesetzt sind, kann es nach einer gewissen Betriebszeit zu Staub-



Bild 1: Filterwächter „PFM 92“

ablagerungen auf der Sensoroberfläche kommen. Insbesondere bei Anlagen, die bei An- und Abfahrvorgängen den Taupunkt passieren oder deren Abgas (klebrige) Aerosole enthält, lagert sich nicht eine Staubschicht, sondern eher eine Kruste aus Staub, organischen Belägen und ausblühenden Oxiden und Salzen ab. Spätestens an dieser Stelle stellt sich die Frage: Misst die Sonde mit diesen Belägen noch richtig?

Unter einer isolierten Sonde versteht man den mit einem nicht leitenden (hochohmigen) Material gekapselten metallenen Fühler einer Tribosonde. Bild 3 zeigt schematisch einen mit Schrumpfschlauch isolierten Tribofühler.



Bild 2: Staubkonzentrationsmessgerät "PFM 97"

Diese Isolation nimmt man dann vor, wenn in Anlagen z.B. bei An- und Abfahrvorgängen, kurzzeitig mit Feuchtigkeit bzw. Aerosolen zu rechnen ist. Am Staubkanal durchgeführte Versuche (Bild 4) und langjährige Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass trotz dieser Isolationsschichten der triboelektrische Messeffekt nahezu nicht verändert wird.

Ähnliches wurde auch bei Staubschichten bis ca. 3-4 mm beobachtet.

Auch eine vollkommen verstaubte Sonde mit relativ dicken Staubanlagerungen weist ein nahezu unverändertes staubproportionales Signal auf.

Bild 5 zeigt die extrem verschmutzte Sonde eines "PFM 97". Diese Sonde war im Abgas eines indirekten Spänetrockners installiert.

Da aufgrund der Anlagentechnologie mit Aerosolen zu rechnen war, wurden die metallenen Tribofühler bereits mit Schrumpfschlauch isoliert ausgeführt. Während seiner gesamten Betriebszeit im Spänetrockner zeigte das Messgerät trotz der Verschmutzung plausible Messwerte an. Dies haben gravimetrische Vergleichsmessungen bestätigt.

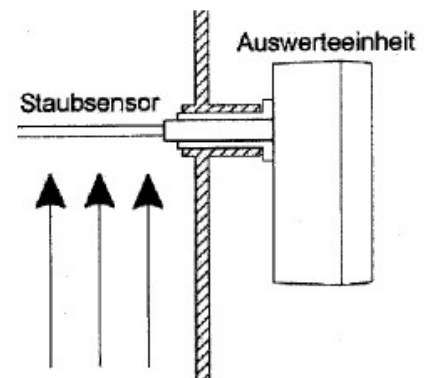


Bild 3: Schematische Ansicht eines isolierten triboelektrischen Sensors

Mit dieser Sonde wurden im dargestellten verschmutzten Zustand im Staubkanal verschiedene Untersuchungen durchgeführt.

Jede Versuchsreihe umfasst Messungen bei drei unterschiedlichen Staubkonzentrationen und Anströmungsgeschwindigkeiten.

Nach dem ersten Versuch hat man die Sonde mechanisch von groben Anlagerungen befreit und den Versuch wiederholt. Daraufhin wurde zuerst von einem, dann von beiden Staubfühlern die Isolation (Schrumpfschlauch) entfernt und der Versuch jeweils wiederholt. Bei dem letzten Versuch war die Sonde also vollkommen sauber.

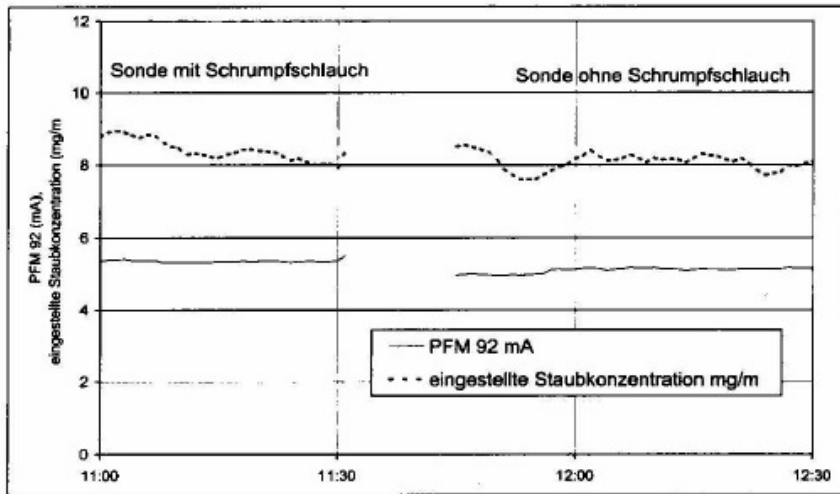


Bild 4: Messsignale des "PFM 92" mit und ohne Isolierung durch Schrumpfschlauch

Zusammenfassung

Bei triboelektrischen In-Situ-Messgeräten besteht die Möglichkeit von Staubablagerungen bzw. Verkrustungen am metallischen, in den Abgasstrom hineinragenden Sensor. In den vorgestellten Versuchen konnte gezeigt werden, dass diese Ablagerungen nahezu keinen Einfluss auf die Höhe des Messsignals haben.

Für den Einsatz triboelektrischer In-Situ-Messgeräte in Anlagen, bei

Die Ergebnisse sind in den Bildern 6 und 7 dargestellt, wobei man als Referenzmessverfahren ein optisches Streulichtphotometer verwendete. Bild 6 zeigt, dass es für alle Verschmutzungsgrade der Sonde eine gemeinsame Kalibrierfunktion zur Berechnung der Staubkonzentration aus dem triboelektrischen Signal gibt. In Bild 7 sind die Abweichungen des eingestellten Staubgehaltes zur Anzeige des Staubkonzentrationsmessgerätes in mg/m^3 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der Grad der Verschmutzung das Messsignal im Rahmen der Versuche nicht signifikant beeinflusste. Als Einschränkung muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die auf den Sensoren angelagerte Staubschicht bzw. Verkrustung bei Verwendung nicht isolierter Sensoren nicht elektrisch leitfähig sein darf. Dies könnte bei elektrisch leitenden Stäuben oder auch feuchten, säurehaltigen

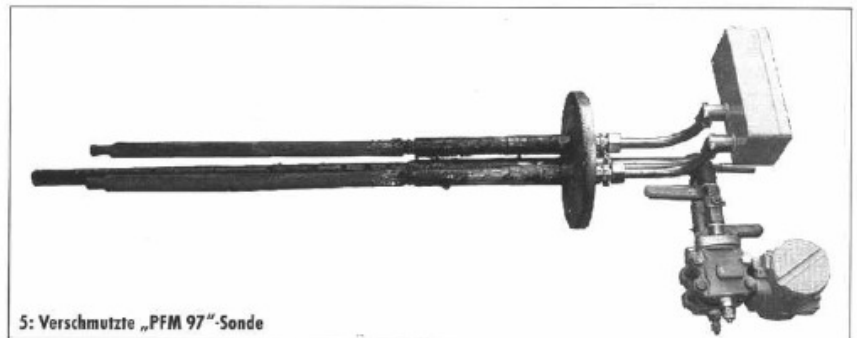


Bild 5: Verschmutzte "PFM 97" Sonde

gen Schichten der Fall sein. Für diese Einsatzfälle sollte man aber generell die Verwendung z. B. eines extraktiv arbeitenden Staubmessgerätes mit Gasaufbereitung und/oder Rückspülmöglichkeit überdenken. Auch diese Messaufgabe lässt sich mit einem triboelektrischen Messgerät abdecken ("PFM 97ED").

denen es zu kurzzeitigen Taupunktunterschreitungen kommen kann, besteht die Möglichkeit, die Sensoren zu isolieren. Auch hier hat man bewiesen, dass die Isolation nahezu keinen Einfluss auf das Messsignal hat.

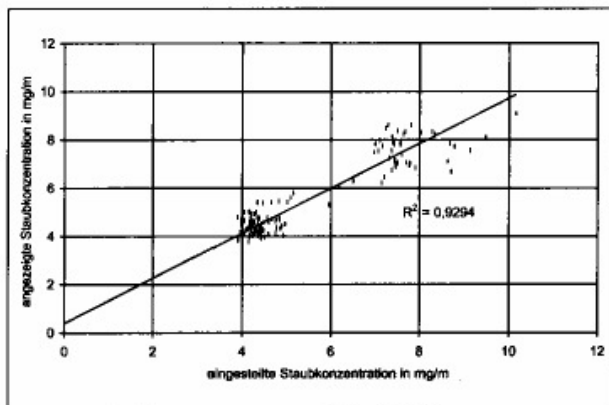


Bild 6: Gemeinsame Kalibrierfunktion für alle Verschmutzungsgrade

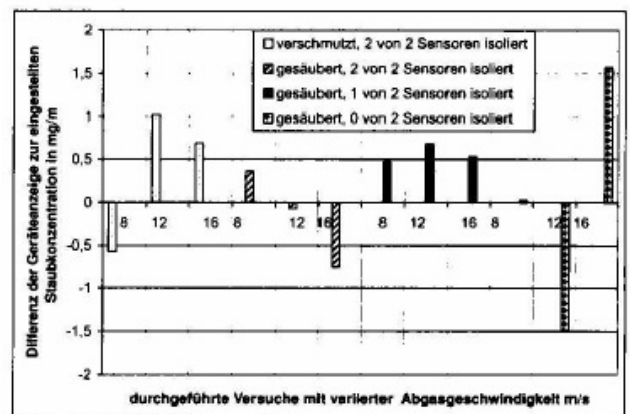


Bild 7: Gemessene Abweichungen zwischen eingestellter Staubkonzentration und Anzeigewert des triboelektrischen Messgerätes "PFM 97" in mg/m^3 für unterschiedliche Verschmutzungsgrade der Tribosonden