

Auswahlkriterien für eine Emissionsmesseinrichtung

Berthold Andres

1.	Gesetzliche Grundlagen und Vorgaben	468
1.1.	Einsatz eignungsgeprüfter Messeinrichtungen (QAL1)	468
1.2.	Abnahme nach Installation und Kalibrierung (QAL2).....	469
1.3.	Qualitätssicherung im laufenden Betrieb (QAL3)	469
1.4.	Umrechnung der Messwerte auf Standardbedingungen	470
1.5.	Verfügbarkeit von Messeinrichtungen.....	470
1.6.	Anlagentypen.....	470
2.	In-Situ oder extraktive Messung?	471
2.1.	Extraktive Messeinrichtungen.....	471
2.2.	In-Situ Messeinrichtung.....	474
3.	Multikomponentensysteme zur gleichzeitigen Messung mehrerer Komponenten.....	475
4.	Wartungskonzepte für Emissionsmesseinrichtungen	475
5.	Welche Faktoren gehen in die Anlagenkosten und den Wartungsaufwand einer Messeinrichtung ein?	476
5.1.	Anlagenkosten.....	476
5.2.	Wartungsaufwand.....	476
6.	Literatur.....	477

Für Emissionsmessungen an behördlich regulierten Anlagen stehen viele unterschiedliche Messtechniken und Geräten zur Verfügung. Teilweise ist es schwierig, aus dieser Vielzahl das geeignete System auszuwählen. Dieser Beitrag möchte dazu einige Anregungen geben.

Um den Aufwand für den life cycle einer Messeinrichtung möglichst niedrig zu halten, sollte zu Beginn eine detaillierte Planung stehen. Wichtige Hinweise zur Messplanung gibt u.a. die Norm EN 15259 *Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht* [1] und der *Leitfaden zur Emissionsüberwachung* des Umweltbundesamtes [2].

Insbesondere sollten im Rahmen der Planung folgende Fragen gestellt werden:

- Welche behördlichen Vorgaben sind einzuhalten?
- Welche Komponenten sind zu messen?

- Welche Emissionsgrenzwerte sind zu überwachen?
- Welche Bezugs- und Betriebsgrößen, insbesondere Sauerstoffgehalt, Abgasfeuchte und Volumenstrom sind zusätzlich zu erfassen?
- Anforderungen an die Verfügbarkeit?
- Anforderungen an die Messunsicherheit?
- Ist die Installation eines Emissionsdatenfernübertragungssystems (EFÜ-System) erforderlich?
- Welche örtlichen Gegebenheiten sind zu berücksichtigen?

Sind die Basisdaten vorhanden, kann im nächsten Schritt mit der eigentlichen Auslegung der Anlage begonnen werden.

1. Gesetzliche Grundlagen und Vorgaben

Der Gesetzgeber regelt in einer ganzen Reihe von Richtlinien, Gesetzen und Normen den Einsatz von Emissionsmesseinrichtungen an überwachungspflichtigen Anlagen. Im Folgenden sind einige Punkte erwähnt, die aus dieser Sicht wichtig für die Auswahl einer Emissionsmesseinrichtung sein können.

1.1. Einsatz eignungsgeprüfter Messeinrichtungen (QAL1)

Für die Überwachung der Emissionen an behördlich regulierten Anlagen müssen gemäß der *Bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Emissionen* [3] eignungsgeprüfte Messeinrichtungen eingesetzt werden. Eine entsprechende Messeinrichtung besteht dabei nicht nur aus dem Analysengerät, sondern im Rahmen der Eignungsprüfung sind auch alle anderen relevanten Baugruppen wie Sonde, Kühler und Auswerteinrichtung zu

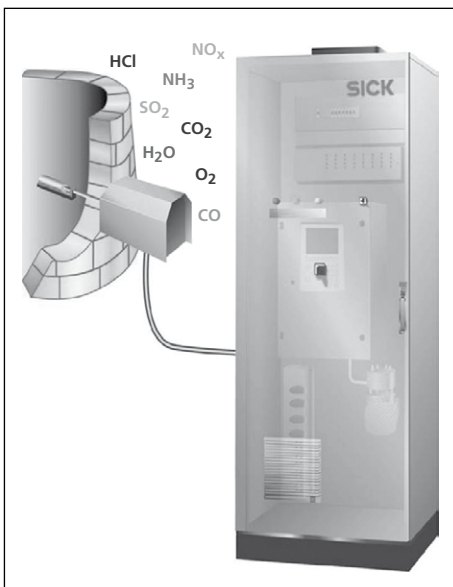


Bild 1: Komplette Messeinrichtung

Quelle: Sick-Maihak

prüfen (Bild 1). Die Anforderungen und die Durchführung der Eignungsprüfung wurden in der Vergangenheit national in der VDI 4203-2 [4] beschrieben. Seit 2009 gibt es aber mit der EN 15267 Blatt 1 [5], Blatt 2 [6] und Blatt 3 [7] auch eine vollständige europäische Richtlinienreihe, welche die bisherige nationale VDI 4203 Richtlinien ersetzt.

Eine Übersicht aller in Deutschland eignungsgeprüften Messeinrichtungen ist über die Homepage des Umweltbundesamtes unter www.uba.de verfügbar. Die Homepage des Umweltbundesamtes enthält sowohl Geräte die in der Vergangenheit nach der bisherigen VDI 4203-2, als auch nach der neuen EN 15267 geprüft wurden. Der Bericht der Eignungsprüfung gibt zusätzliche Hinweise, wie die Messeinrichtung einzusetzen ist.

Seit Anfang 2010 sind über die gemeinsame Homepage www.qual1.de des TÜV Rheinland, TÜV Süd und des Umweltbundesamts auch die Zertifikate aller seit Anfang 2010 nach der europäischen Norm EN 15267 eignungsgeprüften Messeinrichtungen abrufbar. Die Zertifikate geben noch zusätzliche Informationen zu Messbereichen und Messunsicherheiten der einzelnen Messkomponenten.

1.2. Abnahme nach Installation und Kalibrierung (QAL2)

Die *Bundeseinheitliche Praxis bei der Messung von Emissionen* [3] schreibt ebenfalls vor, dass nach Installation und Inbetriebnahme die komplette Messeinrichtung inklusive elektronischer Auswerteinrichtung durch eine bekanntgegebene Messstelle („§26 Messstelle“) überprüft und kalibriert werden muss. Einbau und Überprüfung müssen gemäß der Richtlinie EN 14181 [8] erfolgen (QAL2). Zusätzlich ist die DIN SPEC 1178 *Emissionen aus stationären Quellen – Leitlinien zur Anwendung der EN 14181:2004* [9] und die VDI 3950 [10] zu berücksichtigen.

Für eine erfolgreiche Abnahme der Messeinrichtung sollte deshalb die §26 Messstelle möglichst frühzeitig in den Planungsprozess eingebunden werden.

1.3. Qualitätssicherung im laufenden Betrieb (QAL3)

Entsprechend [1] ist eine regelmäßige Qualitätssicherung der Messeinrichtung durch den Betreiber nach EN 14181 [8] durchzuführen. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz von Regelkarten erfolgen.

Messeinrichtungen der neuesten Generation sind inzwischen in der Lage die regelmäßige Qualitätssicherung geräteintern durchzuführen, die Daten abzuspeichern und ggf. bei Störungen ein Statussignal auszugeben (Beispiel siehe ABB EasyLine [11]). Daneben gibt es auch noch eine ganze Reihe von externen Softwareprogrammen (Bild 2), die eine Auswertung am PC erlauben (Beispiel siehe ABB AnalyzeIT Explorer QAL3 [12]).



Bild 2: QAL3 Auswerteprogramm

Quelle: ABB Automation GmbH

1.4. Umrechnung der Messwerte auf Standardbedingungen

Um vergleichbare Messwerte zu bekommen müssen sie auf Standardbedingungen umgerechnet (trocken, Temperatur 273,15 K, Druck 1013 hPa) und auf einen bestimmten Sauerstoffgehalt bezogen werden. Der Bezugswert für den Sauerstoffgehalt kann in Abhängigkeit vom Anlagentyp und verwendeten Brennstoff zwischen drei Prozent und 15 Prozent Sauerstoff variieren.

Insbesondere die Normierung auf trockenes Abgas führt dazu, dass ggf. die Abgasfeuchte zusätzlich gemessen werden muss. Üblicherweise kann die Messung aber unter folgenden Umständen entfallen:

- Bei extraktiven Messsystemen mit Kühler kann der konstante Feuchtegehalt im Messgas zur Berechnung herangezogen werden.
- Bei Nass-Abgasentschwefelungsanlagen, infolge des Sättigungszustandes des Abgases und der konstanten Abgastemperatur ist der Feuchtegehalt im Abgas an der Messstelle konstant. Es ist der in Einzelmessungen ermittelte Wert zur Berechnung zu verwenden.

In beiden Fällen kann damit auf eine Feuchtemessung verzichtet werden. Dies führt zu einer Reduzierung des Investitions- und Wartungsaufwands.

1.5. Verfügbarkeit von Messeinrichtungen

Entsprechend [3] muss die Verfügbarkeit einer Messeinrichtungen mindestens 95 Prozent, für die Bestimmung des Sauerstoffbezugsgehaltes mindestens 98 Prozent, für elektronische Auswerteeinrichtungen mindestens 99 Prozent betragen. Zusätzlich gibt es eine Begrenzung der Anzahl der ungültigen Halbstunden- und Tagesmittelwerte.

Es sollte deshalb bereits bei der Planung darauf geachtet werden, dass die Messeinrichtung geeignet ist, diese Anforderungen zu erfüllen. U.a. beeinflussen folgende Punkte die Verfügbarkeit einer Messeinrichtung:

- Aufwand für regelmäßige Wartungsarbeiten. Bei kurzen Wartungsintervallen und aufwendigen Arbeiten kann bereits dieser Posten einen hohen Anteil der Reserven zur Einhaltung der Verfügbarkeit beanspruchen.
- Die heutigen Messeinrichtungen verfügen inzwischen über eine hohe Betriebssicherheit, d.h. Ausfälle außerhalb der regelmäßigen Wartungen sind eher selten. Um bei Störungen aber schnell reagieren zu können, sind Rufbereitschaften mit festgelegter Reaktionszeit, Ersatzteilplanung, Fernwartung und ggf. auch die Bereithaltung von Ersatzgeräten zu berücksichtigen.
- Soweit möglich, sollte eine Messeinrichtung eingesetzt werden, die über Reserven bzgl. des kleinsten Messbereiches verfügt. Damit kann ggf. die Betriebssicherheit erhöht werden.

1.6. Anlagentypen

In Abhängigkeit vom Anlagentyp müssen Grenzwerte für unterschiedliche Schadstoffe eingehalten werden. Das bedeutet aber nicht in jedem Fall, dass alle Schadstoffe auch kontinuierlich überwacht werden müssen.

Der Einsatz von kontinuierlich messenden Systemen ist nicht immer zwingend vorgeschrieben, wenn der Grenzwert auch auf andere Weise eingehalten wird. Eine Vielzahl von Einzelbestimmungen regelt die Anforderungen für den jeweiligen Einzelfall. Das sollen einige Beispiele aus der 13. BImSchV [13] verdeutlichen:

- Wird die Massenkonzentration an Schwefeldioxid kontinuierlich gemessen, kann die Massenkonzentration an Schwefeltrioxid bei der Kalibrierung ermittelt und durch Berechnung berücksichtigt werden.
- Liegt der Anteil des Stickstoffdioxids an den Stickoxidemissionen unter fünf Prozent, soll die zuständige Behörde auf die kontinuierliche Messung des Stickstoffdioxids verzichten und die Bestimmung des Anteils durch Berechnung zulassen.
- Bei erdgasbetriebenen Gasturbinen mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 100 MW sind Messungen zur Feststellung der Emissionen an Kohlenmonoxid, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid nicht erforderlich, wenn durch andere Prüfungen, insbesondere der Prozessbedingungen, sichergestellt ist, dass die Emissionsgrenzwerte eingehalten werden.

2. In-Situ oder extraktive Messung?

Für die meisten Applikationen in der Emissionsmesstechnik stehen unterschiedliche Gerätetechniken zur Verfügung. Je nach Ausführung kann es aber deutliche Unterschiede in Bezug auf Investitionskosten, Messgenauigkeit, Bedienungsfreundlichkeit und Wartungsaufwand geben.

Die nebenstehende Graphik (Bild 3) gibt eine prinzipielle Übersicht über die verschiedenen Aufbauvarianten. Generell lassen sich extraktive und In-Situ Systeme unterscheiden. Beim In-Situ Verfahren ist die Messstrecke direkt im Abgaskanal, beim extraktiven Verfahren wird das Messgas dem Abgaskanal entnommen und an geeigneter Stelle gemessen.

Die Bewertung der verschiedenen Ausführungsvarianten sollte u.a. anhand folgender Kriterien erfolgen:

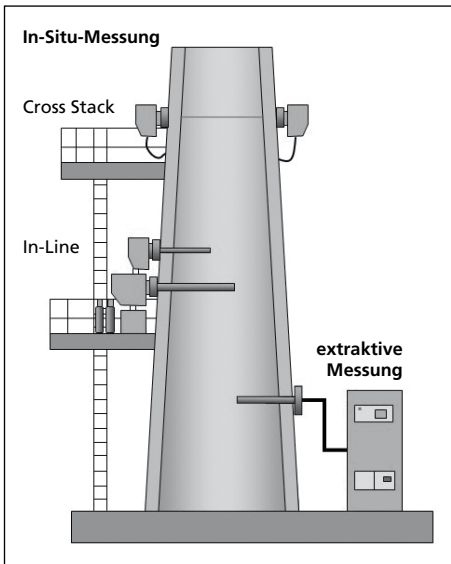


Bild 3: Aufbauvarianten für Emissionsmesseinrichtungen

Quelle: ABB Automation GmbH

- Investitionskosten für die Messeinrichtung, Bühnen, Zugang, Analysenhaus;
- Für welchen Anlagentyp ist die entsprechende Variante geeignet?
- Wie erfolgt die Kalibrierung/Justierung?
- Wartungsaufwand, Zugänglichkeit für Wartung.

2.1. Extraktive Messeinrichtungen

Ein extraktives Messsystem besteht aus Sonde, Messgasleitung, Probenaufbereitung und Analysengerät. Mit Ausnahme der Sonde und Teilen der Messgasleitung sind alle Komponenten in einem separaten Analysenhaus untergebracht. Eine kurze Messgasleitung reduziert die Adsorption von Messgas und erlaubt kurze Ansprechzeiten.

Bei extraktiven Messsystemen wird zusätzlich noch zwischen heißer und kalter

(getrocknetes Messgas) Messung unterschieden. Die kalte Messung (Bild 4) kommt bei wasserunlöslichen Messgaskomponenten zum Einsatz, hauptsächlich bei CO , SO_2 , NO und O_2 . Dabei wird in einem Kühler das Gas getrocknet und bei konstantem Feuchtegehalt gemessen. Bei wasserlöslichen Messkomponenten wie HCl , NH_3 , HF und TOC (teilweise) darf das Messgas nicht über einen Kühler geleitet werden. Dabei würden die Messkomponenten gemeinsam mit dem Wasser entfernt werden und das Messergebnis verfälschen. Diese Komponenten müssen demnach heiß bei etwa 190°C gemessen werden. Ein Beispiel einer heißen extraktiven Messung ist in Bild 5 dargestellt.

Kalte extraktive Messeinrichtung

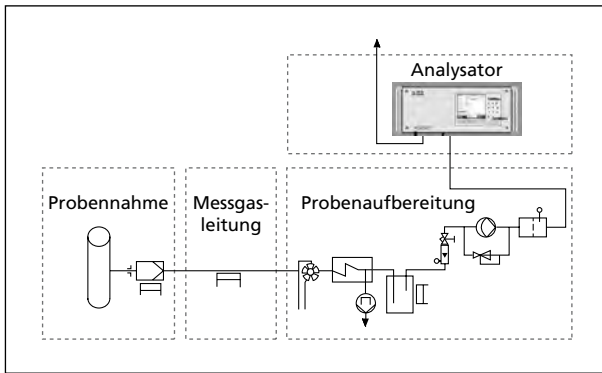


Bild 4:

Beispiel einer kalten extraktiven Messeinrichtung

Quelle: ABB Automation GmbH

Vorteile einer kalten extraktiven Messung:

- Besonders geeignet für einfache Messaufgaben, wie bei Feuerungsanlagen zur Messung von CO , NO , SO_2 und O_2 ;
- Das komplette Messsystem kann in einem Analysencontainer beim Lieferanten vorgefertigt werden. Das führt zu niedrigen Investitionskosten und reduziertem Aufwand bei der Installation und Inbetriebnahme;
- Der Aufwand für Installationen am Kamin ist relativ gering. Es ist eine Bühne für die Installation und Wartung der Sonde vorzusehen. Das übrige System kann an einem geschützten Platz installiert werden;
- Das System erlaubt eine einfache Kalibrierung/Justierung mit Prüfgas, die Prüfgasaufschaltung kann dabei automatisch über eingebaute Magnetventile und/oder eingebaute gasgefüllte Prüfgasküvetten erfolgen;
- Die Qualitätssicherung QAL3 im laufenden Betrieb ist einfach durchführbar;
- Die Wartung des Systems kann mit Ausnahme der Sonde in einem geschützten Bereich erfolgen;
- Die Nachrüstung zusätzlicher Messkomponenten ist relativ einfach möglich (Platz im Analysenhaus vorsehen!);
- Die Analysengeräte sind vor widrigen Umwelteinflüssen geschützt.

Nachteile einer kalten extraktiven Messung:

- Messgas kann durch Leitungstransport verfälscht werden (insbesondere bei sehr niedrigen SO_2 Konzentrationen problematisch);

- Analysengerätehaus und ggf. lange Messgasleitungen können die Investitionskosten erhöhen;
- Der komplexere Aufbau (Sonde, Messgasleitung, Kühler, Pumpe, Filter, usw.) erhöht den Wartungsaufwand;
- Für eine Staubmessung wird eine zusätzliche In-Situ Messsonde benötigt.

Heiße extraktive Messeinrichtung

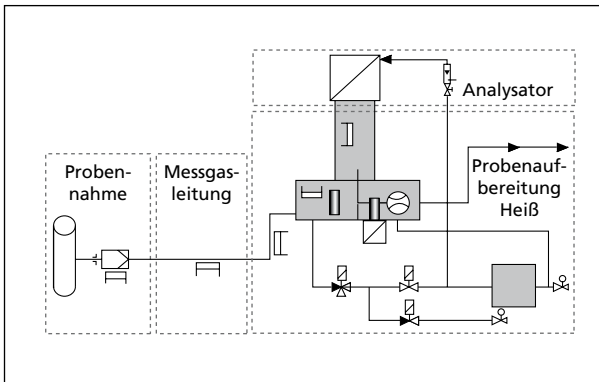


Bild 5:

Beispiel für eine heiße extraktive Messeinrichtung

Quelle: ABB Automation GmbH

Vorteile einer heißen extraktiven Messung:

- Besonders geeignet für schwierige Messaufgaben, wie z.B. an Verbrennungsanlagen nach 17. BImSchV [14] mit wasserlöslichen Messgasen wie HCl, HF oder niedrigen SO₂-Konzentrationen;
- Der Aufbau der Probenaufbereitung ist relativ einfach und beschränkt sich auf eine heiße Pumpe und Filter;
- Für Installation und Wartung siehe kalte extraktive Messung.

Nachteile einer heißen extraktiven Messung:

- Messgas kann beim Transport durch die Leitung verändert werden (insbesondere bei Gasen, die auf Feuchte reagieren, wie HCl, HF, usw.). Die Messgasleitung sollte deshalb möglichst kurz gewählt werden und muss durchgehend hoch beheizt werden;
- Bei wasserlöslichen Komponenten muss die komplette Messeinrichtung über dem Taupunkt gehalten werden (über 180 bis 190 °C). Dadurch können sich die Investitions- und Wartungskosten deutlich erhöhen;
- Aufgrund der heißen Messung ist eine zusätzliche Messung der Messgasfeuchte notwendig (z.B. zusätzliche Messkomponente bei heißer FTIR Messung oder Berechnung mit Ersatzwert). Das kann die Investitions- und Wartungskosten ebenfalls deutlich erhöhen;
- Das Handling der Prüfgasaufschaltung ist für Gase wie HCl, HF oder Feuchte schwierig und benötigt besonders geschultes Personal;
- Für Installation und Wartung siehe kalte extraktive Messung.

2.2. In-Situ Messeinrichtung

Bei einer In-Situ Messeinrichtung (Bild 6) befindet sich die Messstrecke direkt im Abgaskanal. Alle zur Messung relevanten Baugruppen sind direkt am Kamin installiert, eine Messgasleitung entfällt. Ggf. sind zusätzliche Baugruppen zur Spülung der Geräteoptik oder Bedienung erforderlich.

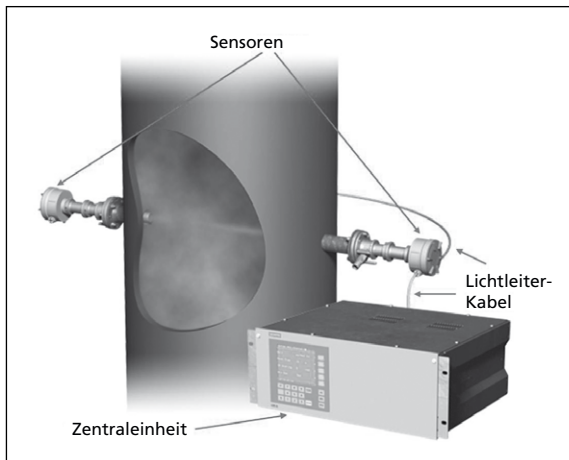


Bild 6:

In-Situ Messeinrichtung

Quelle: Siemens

Vorteile einer In-Situ Messung

- Staub kann üblicherweise nur In-Situ gemessen werden;
- Besonders geeignet für Messgas mit hoher Staubbelastung und reaktiven Gasen wie HCl oder NH_3 ;
- Die Messung erfolgt über den Querschnitt des Kamins;
- Keine Verfälschung des Messgases durch Diffusions- oder Verschleppungsprozesse;
- Die Ansprechzeit ist durch den Wegfall der Messgasleitung kurz;
- Reduzierter Investitionsaufwand durch Wegfall der Messgasleitung, Pumpe, Probenaufbereitung und Analysenhaus, die Anlage wird direkt am Kamin montiert;
- Einige Systeme sind auch als Betriebsmessung im Feuerraum einsetzbar.

Nachteile einer In-Situ Messung

- Aufgrund der direkten Messung im Abgas ist eine zusätzliche Messung der Messgasfeuchte notwendig (zusätzliche Messkomponente oder Berechnung mit Ersatzwert). Das kann die Investitionskosten und Wartungskosten deutlich erhöhen;
- Das Analysengerät befindet sich direkt am Kamin und ist damit widrigen Umweltbedingungen ausgesetzt;
- Es ist zu prüfen, ob alle Komponenten In-Situ gemessen werden können, ggf. ist eine Komponente (z.B. TOC oder Sauerstoff) extraktiv zu messen, was den Aufwand drastisch erhöht;
- Die Wartung der Messeinrichtung erfolgt direkt am Kamin. Hoher Investitionsaufwand für Bühnen, Wetterschutz, usw.;

- Die Fenster der Optik sind in direktem Kontakt mit dem Messgas;
- Verschmutzung kann zu höherem Wartungsaufwand für die Reinigung führen;
- Die Kalibrierung oder Überprüfung nach QAL3 erfolgt üblicherweise auf einer separaten Messstrecke nach Ausbau der Messeinrichtung.

3. Multikomponentensysteme zur gleichzeitigen Messung mehrerer Komponenten

Seit etwa 1990 gibt es für Emissionsmessungen Mehrkomponentengeräte, die mehrere Schadstoffkomponenten gleichzeitig messen. Dabei werden mehrere Sensoren oder Messmodule in einem Gerät verbaut. Dadurch reduzieren sich die Kosten pro Schadstoffkomponente deutlich. Sowohl extraktive als auch In-Situ Systeme sind heute in dieser Ausführung verfügbar und praxiserprobt. Analysengeräte für einzelne Messkomponenten werden nur noch für einige spezifische Komponenten wie TOC (Messung mit Flammenionisationsdetektor) oder Staub eingesetzt.

Seit 1995 werden Multikomponentengeräte wie z.B. FTIR Analysatoren eingesetzt, die mit einem Sensor eine Vielzahl von Komponenten (über 10) gleichzeitig messen können. Bei diesen Systemen ist von einem relativ hohen Basispreis auszugehen, jede weitere zu messende Komponente ist dann relativ kostengünstig erweiterbar. Damit eignen sich diese Systeme insbesondere für Verbrennungsanlagen nach 17. BImSchV.

Was sollte beim Einsatz von Multikomponentengeräten wie FTIR beachtet werden:

- Lässt sich die Messung kostengünstiger mit herkömmlicher Messtechnik auf Basis von Mehrkomponentengeräten durchführen?
- Wer macht die Wartung? Multikomponentengeräte sind meistens wartungsarm, der Service kann aber aufgrund der komplexen Technik häufig nur durch speziell geschultes Personal durchgeführt werden
- Sind alle Komponenten mit dem Multikomponentengerät messbar? Insbesondere Sauerstoff und TOC benötigen häufig separate Messtechnik. Wie sieht die Lösung dafür aus?

4. Wartungskonzepte für Emissionsmesseinrichtungen

Die heutigen Messsysteme sind wesentlich weniger störungsanfällig im Vergleich zu früher. Der höhere Automatisierungsgrad reduziert den Aufwand für regelmäßige Wartungsarbeiten. Nichts desto trotz, Emissionsmesseinrichtungen benötigen im Laufe ihrer Betriebszeit immer noch eine gewisse Wartung und es wird ab und an auch zu Störungen kommen.

Um die Wartungskosten im laufenden Betrieb möglichst niedrig zu halten, sollte bereits zu Beginn der Planung das Wartungskonzept mit berücksichtigt werden.

- Bei Reparatur oder Wartung muss der Zugang zu den Komponenten der Anlage gewährleistet sein (auch bei schlechtem Wetter oder im Winter)
- Wer übernimmt die Wartung und Reparatur der Anlage (eigenes Personal oder Fremdpersonal)?

- Wie wird die Verfügbarkeit der Anlage sichergestellt:
 - * Rufbereitschaft
 - * festgelegte Antwortzeit für Serviceeinsatz
 - * Ersatzteil- und Verschleißteilplanung
 - * Ersatzgeräte in Stand-by
- Soll eine Fernwartung der Anlage ermöglicht werden (Aufbau Netzwerk notwendig)?
- Planung der regelmäßigen Wartung und Inspektion der Anlage

5. Welche Faktoren gehen in die Anlagenkosten und den Wartungsaufwand einer Messeinrichtung ein?

Zur Bewertung der Gesamtkosten einer Anlage sind neben den Anlagenkosten immer auch die hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit der Messeinrichtung zu sehen. Das führt zu höheren Wartungskosten. Welche Konsequenzen haben Ausfallzeiten, die zu einer Unterschreitung der geforderten Verfügbarkeit führen?

Die folgende Übersicht zeigt mögliche Positionen auf, die einen Einfluss auf die Kosten einer Emissionsmesseinrichtung haben können. Ihr jeweiliger Anteil wird aber von System zu System deutlich variieren. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Wartungskosten immer einen erheblichen Anteil an den Kosten über die gesamte Lebensdauer eines Systems haben.

5.1. Anlagenkosten

- Beratungs- und Planungskosten (intern und extern)
- Investitionskosten an der Anlage für Infrastruktur (Aufzug, Bühnen, Schutzgitter, Analysenhaus, usw.)
- Investitionskosten für das eigentliche Messsystem (Sonde, Analysengerät, ggf. auch Messgasleitung, Analysenschrank, Prüfgasflaschen, usw.)
- Installation und Inbetriebnahme
- Einbindung in Fernwartung
- Abnahme der Installation durch § 26 Messstelle
- Kalibrierung durch § 26 Messstelle
- usw.

5.2. Wartungsaufwand

- Schulungen für Wartungspersonal (intern)
- Hilfsenergien (Strom, Instrumentenluft) und Kalibriergase (Prüfgasflaschen)
- Durchführung der regelmäßigen Wartung im Wartungsintervall
- Durchführung der QAL3 im laufenden Betrieb

- Bereitschaft für Wartungspersonal (intern oder extern)
- Durchführung von Reparaturen
- Verschleiß- und Ersatzteile
- Bereithaltung von Ersatzgeräten
- Jährliche AST durch § 26 Messstelle
- Kalibrierung durch § 26 Messstelle (alle drei bis fünf Jahre, bzw. bei Anlagenänderungen)
- Abbau und Entsorgungskosten nach Ablauf der Betriebszeit
- usw.

6. Literatur

- [1] EN 15259: Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht. Januar 2008
- [2] Umweltbundesamt: Leitfaden zur Emissionsüberwachung. November 2007
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen vom 13.06.2005
- [4] VDI 4203-2: Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen, Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur Messung gas- und partikelförmiger Emissionen. März 2003
- [5] EN 15267-1: Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen – Teil 1: Grundlagen. 2009
- [6] EN 15267-2: Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen – Teil 2: Erstmalige Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers und Überwachung des Herstellungsprozesses nach der Zertifizierung. 2009
- [7] EN 15267-3: Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen – Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen. 2007
- [8] EN 14181: Emissionen aus stationären Quellen, Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen. 2004
- [9] DIN SPEC 1178: Emissionen aus stationären Quellen – Leitlinien zur Anwendung der EN 14181:2004. 2010
- [10] VDI 3950: Qualitätssicherung für automatische Mess- und elektronische Auswerteeinrichtungen. Dezember 2006
- [11] ABB Automation GmbH: Produktinformation EasyLine
- [12] ABB Automation GmbH: Produktinformation AnalyzeIT Explorer
- [13] 13. BImSchV: Verordnung über Großfeuerungsanlagen vom 20. Juli 2004
- [14] 17. BImSchV: Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen vom 14. August 2003

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Immissionsschutz – Band 2

– Planung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen –
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Matthias Dombert, Andrea Versteyl,
Wolfgang Rotard, Markus Appel.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011

ISBN 978-3-935317-75-7

ISBN 978-3-935317-75-7 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2011

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M. Sc., Janin Burbott

Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.