

Qualitätssicherung in der Emissionsüberwachung

Detlef Wagner

1.	Einleitung	556
2.	Messtechnik an genehmigungsbedürftigen Anlagen.....	558
2.1.	Eignung kontinuierlich arbeitender Messeinrichtungen (QAL1)	559
2.2.	Einbau und Inbetriebnahme kontinuierlich registrierender Messeinrichtungen.....	559
2.3.	Kalibrierung von Emissionsmeseinrichtungen (QAL 2)	560
2.4.	Laufende Qualitätssicherung (QAL 3 und AST).....	561
3.	Anlagenüberwachung durch Einzelmessungen	561
3.1.	Bekanntgabe von Messstellen	561
3.2.	Laufende Überwachung der Messstellen	562
3.3.	Prüfung von Berichten zu Emissionsermittlungen	564
4.	Qualitätssicherung für Emissionsmessverfahren	565
4.1.	Ringversuche zur Charakterisierung von Messverfahren.....	565
4.1.1.	Validierung und Verifizierung von Messverfahren.....	565
4.1.2.	Vergleich von Messverfahren	566
4.2.	Qualitätskontrolle durch Ringversuche	566
4.2.1.	Ringversuche für Stellen im geregelten Bereich	566
4.2.2.	Auswertung von Ringversuchen.....	567
4.2.3.	Bewertung von Ringversuchsergebnissen.....	567
5.	Zusammenfassung	567
6.	Literatur	568

Eine Überwachung der Emissionen erfordert die Ermittlung von emittierten Schadstoffkonzentrationen und den daraus abgeleiteten Emissionsmassenströmen, deren Ergebnisse von den zuständigen Überwachungsbehörden zu bewerten sind. Um vergleichbare und belastbare Ergebnisse bei den Ermittlungen zu erzielen, wurde in den letzten zwanzig Jahren eine Reihe von Qualitätssicherungsmaßnahmen entwickelt, die inzwischen auch in ein staatliches System zur Qualitätssicherung bei der Emissionsüberwachung einbezogen wurden. Diese

Qualitätssicherungsmaßnahmen gehen über die *klassische* analytische Qualitätssicherung wie Validierung und Verifizierung von Messverfahren durch Ermittlung von Messunsicherheiten, Nachweisgrenzen, Driftverhalten usw. hinaus.

Die Qualitätssicherung in der kontinuierlichen Emissionsmesstechnik wurde mit Erscheinen der EN 14181 [1] erstmals europaweit einem einheitlichen Standard unterworfen. Diese Norm regelt sowohl die Kalibrierung kontinuierlicher Messeinrichtungen als auch die laufende Qualitätskontrolle im Betrieb dieser Messeinrichtungen. Inzwischen wurde diese Norm ergänzt durch die EN 15267 [2] die Anforderungen an solche Messeinrichtungen und deren Zertifizierung standardisiert.

Die Ermittlung der Emissionen ist weitestgehend privatisiert und wird im Auftrag der Betreiber von unabhängigen Stellen vorgenommen, die für diese Messaufgaben besonders qualifiziert sind. Diese Stellen werden durch staatliche Stellen bekannt gegeben (Erlaubniserteilung) und unterliegen einer laufenden staatlichen Kontrolle, die sowohl die Qualität der Messverfahren als auch deren Anwendung sowie die Dokumentation der Ergebnisse umfasst.

Unverzichtbar als wichtige Qualitätssicherungsinstrumente zur Überprüfung der Messverfahren in der Ermittlung von Emissionen im gesetzlich geregelten Bereich sind dabei Ringversuche. Die Ergebnisse von Ringversuchen liefern in verschiedenen Instanzen der Qualitätssicherung Aussagen zur Eignung der Messverfahren, zu deren richtiger Anwendung sowie die erforderlichen Verfahrenskenngrößen und ermöglichen damit eine qualifizierte Bewertung der Messergebnisse. Da Ringversuche unter idealisierten Bedingungen stattfinden, kann davon ausgegangen werden, dass fehlerhafte Ringversuchsergebnisse von akkreditierten und notifizierten Stellen ein belastbares Anzeichen für die mangelnde Beherrschung des Messverfahrens unter realen Messbedingungen sind.

Bedingt durch die nationale Umsetzung europäischer Richtlinien befinden sich zurzeit einige der Regelwerke zur Qualitätssicherung bei Emissionsermittlungen und zu den Anforderungen an die dafür bekannt gegebenen Stellen in Überarbeitung.

1. Einleitung

Emissionsmessungen dienen der Abschätzung der Schadstoffkonzentrationen und -massenströme im Abgas von Anlagen mit dem Ziel der Kontrolle von Emissionsbegrenzungen, der Ermittlung des Standes der Technik der Abgasreinigung, der Erhebung von grundsätzlichen Daten und der Gewährleistung im Geschäftsverkehr.

An potentiell luftverunreinigenden Anlagen (z.B. Abfallverbrennungsanlagen, Kraftwerken, usw.) werden aufgrund gesetzlicher Bestimmungen oder auf Anordnung der Genehmigungsbehörde mittels geeigneter kontinuierlich registrierender Messeinrichtungen die Emissionskonzentrationen ermittelt und aufgezeichnet. Die Messeinrichtungen werden vom Betreiber der Anlage unter den gesetzlich vorgeschriebenen Bedingungen betrieben und regelmäßig von

unabhängigen Stellen überprüft. Die aufgezeichneten Emissionskonzentrationen werden im Emissionsauswerterechner des Betreibers der Anlage entsprechend der Betriebsgenehmigung der Anlage normiert und ausgewertet.

Zum Nachweis der Eignung der Messeinrichtungen für Messaufgaben im gesetzlich geregelten Bereich werden sie vor dem Einsatz einer Eignungsprüfung nach bundeseinheitlichen Kriterien [3] unterzogen. Die Kriterien basieren auf den technischen Anforderungen, die in der europäischen Norm EN 15267-3 [2] festgelegt sind. Die Eignung wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Bundesanzeiger veröffentlicht. Am Markt erhältlich sind eignungsgeprüfte Messeinrichtungen für Staub, Ruß, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Stickoxide, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Ammoniak, Quecksilber und Summe des organisch gebundenen Kohlenstoffs (Gesamt-C).

Die kontinuierlich ermittelnden Messeinrichtungen müssen in vorgegebenen Zeitabständen regelmäßig kalibriert werden, d.h. die Anzeige (Messsignal) der Messeinrichtung wird über Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren mit dem Schadstoffgehalt im Abgas korreliert. Bei den Standardreferenzmessverfahren handelt es sich in der Regel um Messverfahren, die im Rahmen europäischer Normungsarbeit für solche Ermittlungen in aufwendigen Vergleichsmessungen validiert wurden. Weiterhin werden in kürzeren Abständen die Funktionsfähigkeit der Messeinrichtungen und die Wirksamkeit der festgelegten Wartungsprozeduren durch unabhängige Stellen geprüft. Die Dokumentation der Ergebnisse der Funktionsprüfung und Kalibrierung dienen dem Betreiber der Anlage als Nachweis eines qualitätsgesicherten Betriebes der Messeinrichtungen.

Für viele zu überwachende Stoffe stehen keine kontinuierlichen Messverfahren zur Verfügung oder sie sind wegen geringer Schadstofffrachten nicht vorgeschrieben. Daher wird die Ermittlung der Emissionen in diesen Fällen durch Einzelmessungen in regelmäßigen Abständen vorgenommen.

Um eine Vergleichbarkeit der Messergebnisse zu gewährleisten, kommen auch hier standardisierte Messverfahren zum Einsatz. Diese werden traditionell von Mitgliedern der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN in Arbeitsgruppen, bestehend aus Vertretern von Industrie, Verbänden, Behörden und kommerziellen Messinstituten, erarbeitet und anschließend einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterzogen. Im Zuge der Vereinheitlichung der europäischen Umweltschutzgesetzgebung werden inzwischen viele standardisierte Messverfahren von der europäischen Normungsorganisation CEN erarbeitet. Diese sind in allen Mitgliedstaaten der europäischen Gemeinschaft gültig und in nationale Normen umzusetzen. Spezielle Anforderungen aus nationalen Rechtsvorschriften können darüber hinaus in VDI-Richtlinien als technische Standards untersetzt werden.

Nicht nur die eingesetzten Messverfahren unterliegen als Standardreferenzmessverfahren bestimmten Regeln in Form von europäischen oder nationalen Normen und Richtlinien, sondern auch die ermittelnden Messinstitute müssen bei Ihrer Tätigkeit im Rahmen gesetzlicher Regeln und Vorschriften

Mindestanforderungen an die technische und personelle Ausstattung sowie die Qualität der erzeugten Messergebnisse erfüllen. Die Anforderungen an Messstellen werden in europäischen und nationalen Normen und Richtlinien [4, 5] beschrieben. Die Einhaltung dieser Anforderungen wird durch fachliche Begutachtung der Stellen im Rahmen eines Kompetenznachweisverfahrens geprüft und durch eine Akkreditierung bestätigt. Für Ermittlungen von Emissionen im geregelten Bereich, auf deren Basis Verwaltungshandeln erfolgen soll, ist neben einer Akkreditierung die Zuverlässigkeit und Unabhängigkeit der Messstelle Voraussetzung für die Bekanntgabe als Stelle nach §26 BImSchG [6] (Notifizierung, Erlaubniserteilung).

Die Tätigkeit dieser Stellen wird neben der Eigenkontrolle durch interne Qualitätssicherungsmaßnahmen auch regelmäßig staatlicherseits durch externe Kontrollen überwacht (Kontrolle der Kontrolleure). Dies geschieht durch stichprobenartige Kontrollen der Emissionsmessungen der Stellen an den Industrieanlagen und durch fachliche Überprüfung ausgewählter Messberichte. Diese werden im Hinblick auf Nachvollziehbarkeit und Plausibilität der Durchführung der Messungen, des Anlagenzustandes und der Messergebnisse sowie die Zuverlässigkeit der Messstelle bewertet.

Verfahren zur Überprüfung der Qualität von Messverfahren sind in der Messtechnik unabdingbar, um Aussagen über die Güte von Messergebnissen sowie deren Unsicherheit machen zu können. Der Vergleich von Messverfahren mit Standards liefert zwar Aussagen über die Qualität der Messergebnisse soweit sie unter diesen Standardbedingungen ermittelt werden. Gerade bei Untersuchungen von Umweltmedien oder Emissionen aus Anlagen werden jedoch komplexe Stoffgemische vermessen, die als Standard nicht zur Verfügung stehen. Um die Ergebnisse solcher Messungen im Vergleich zu anderen Ergebnissen bewerten zu können sind oft Ringversuche die einzige Möglichkeit entsprechende Kenngrößen zu ermitteln. Diese Kenngrößen können als Maßstab für die regelkonforme Implementierung eines Messverfahrens sowie zur vergleichenden Bewertung von Messergebnissen herangezogen werden.

2. Messtechnik an genehmigungsbedürftigen Anlagen

Die messtechnische Überwachung der Emissionen an Industrieanlagen ist seit über 30 Jahren in Deutschland rechtlich und technisch geregelt. Alle Anlagen, von denen besondere Umwelteinwirkungen ausgehen, werden hinsichtlich der von ihnen ausgehenden Emissionen kontinuierlich überwacht. Die qualitätssichernden Maßnahmen für diese kontinuierlichen Messungen sind seit vielen Jahren in der VDI-Richtlinienreihe 3950 [7] beschrieben. Diese bewährten Regelungen wurden in Zusammenhang mit den europäischen Richtlinien zum Betrieb von Großfeuerungsanlagen und Abfallverbrennungsanlagen grundsätzlich in die europäische Norm EN 14181 [1] übernommen. Außerdem wurden mit der EN 14181 zusätzliche Dokumentationspflichten eingeführt und Bewertungsverfahren für geeignete Messeinrichtungen hinsichtlich der Qualitätsanforderungen beschrieben, die in den Richtlinien zum Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen festgelegt wurden.

2.1. Eignung kontinuierlich arbeitender Messeinrichtungen (QAL1)

Soweit in den Rechtsvorschriften die kontinuierliche Ermittlung der Emissionen vorgeschrieben ist, muss diese mit geeigneten Messeinrichtungen erfolgen. Grundsätzlich bedeutet dies, dass der Anlagenbetreiber nachweisen muss, dass die Messeinrichtung im Hinblick auf die Kenngrößen wie Querempfindlichkeit, Nachweisgrenze, Driftverhalten, Betriebsbedingungen, Kalibrierfähigkeit usw. geeignet ist, die Anforderungen zur Messung der Emissionen im geregelten Bereich zu erfüllen. Da eine solche Vorgehensweise sehr aufwändig ist, wurde bereits vor über dreißig Jahren in Deutschland eine andere Vorgehensweise favorisiert. Messeinrichtungen, die für Messungen im geregelten Bereich eingesetzt werden sollen, werden einer Eignungsprüfung unterzogen, die *musterhaft* die Eignung der Messeinrichtung für im Rahmen der Prüfung festzulegende Messaufgaben bestätigt.

Inzwischen ist der Umfang sowie die Durchführung der Eignungsprüfung in der neuen DIN EN 15267-3 beschrieben. Dabei werden zwei baugleiche Messeinrichtungen aus der laufenden Fertigung zunächst einer Laborprüfung unterzogen, in der Temperatureinflüsse, Umgebungsbedingungen für den Betrieb sowie Kenngrößen zur Charakterisierung der Messunsicherheit (Driften, Linearität, Querempfindlichkeiten usw.) ermittelt und mit den gesetzlichen Anforderungen [3] verglichen werden. In der anschließenden Feldprüfung werden die Messeinrichtungen an einer realen Industrieanlage eingebaut, die möglichst charakteristisch für den späteren Einsatz der Messeinrichtung sein soll und messbare Emissionskonzentrationen aufweisen soll. Während der mindestens dreimonatigen Feldprüfung werden die Kalibrierfähigkeit, die Langzeitstabilität, das Wartungsintervall sowie der fertigungsbedingte Messunsicherheitsbeitrag bei baugleichen Messeinrichtungen ermittelt.

Werden alle Anforderungen einschließlich der Gesamtunsicherheit der Messergebnisse erfüllt, wird der Prüfbericht einem Länderexpertengremium vorgelegt, welches darüber entscheidet, ob auf Basis der durchgeführten Prüfung eine Eignungsbekanntgabe der Messeinrichtung für Messaufgaben im gesetzlich geregelten Bereich erfolgen kann. Im positiven Fall wird für das Gerät ein Zertifikat nach den Regeln der Richtlinienreihe EN 15267 ausgestellt und für den Einsatz in Deutschland zusätzlich eine Bekanntgabe im Bundesanzeiger vorgenommen.

Listen der als geeignet bekannt gegebenen Messeinrichtungen für die verschiedenen zu überwachenden Komponenten sind auf der Internetseite des Umweltbundesamtes sowie als Recherchesystem EGMES des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW unter <http://www.lanuv.nrw.de/luft/emissionen/emissionsueberw.htm> zu finden.

2.2. Einbau und Inbetriebnahme kontinuierlich registrierender Messeinrichtungen

Vor dem Einbau und der Inbetriebnahme einer als geeignet bekannt gegebenen Messeinrichtung an einer Anlage sollte zunächst an Hand der bei der

Eignungsprüfung festgelegten Hinweise und Einschränkungen zum Betrieb der Messeinrichtung sowie der im Eignungsprüfungsbericht dokumentierten Randbedingungen und Ergebnisse der Prüfung unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen des Betreibers an die Eigenschaften der Messeinrichtung die grundsätzliche Eignung der Messeinrichtung an einer konkreten Anlage hinterfragt werden.

Die tatsächliche Eignung wird erst durch die Feststellung und Bescheinigung des ordnungsgemäßen Einbaus, der Inbetriebnahme sowie der Funktion und Kalibrierfähigkeit der Messeinrichtung an der Anlage bestätigt. In Zusammenhang mit der Inbetriebnahme der Messeinrichtung ist auch das konkrete Wartungsintervall unter den vorherrschenden Anlagenbedingungen festzulegen. Es ist nicht selten, dass im realen Betrieb an einer Anlage beispielsweise in Abhängigkeit von der Abgaszusammensetzung deutlich kürzere Wartungsintervalle notwendig sind, als dies bei der Eignungsprüfung festgestellt wurde. Insbesondere bei Fehlfunktionen und Ausfällen der Messeinrichtung ist eine Verkürzung des beim Einbau festgelegten Wartungsintervalls in Betracht zu ziehen.

Hinweise zur Überprüfung und Bescheinigung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Art und Umfang der Dokumentation enthält die VDI 3950 [7].

2.3. Kalibrierung von Emissionsmesseinrichtungen (QAL 2)

Wenn die geeignete Messeinrichtung ordnungsgemäß eingebaut ist und der Betrieb der Industrieanlage einen stabilen Betriebszustand erreicht hat und soviel Vorwissen über die Anlage vorhanden ist, dass die Zustände höchster Emissionen bekannt sind, muss die Messeinrichtung kalibriert werden. Dies erfolgt in der Regel etwa sechs Wochen bis maximal sechs Monate nach der Inbetriebnahme der Anlage und danach mindestens alle drei Jahre sowie nach wesentlichen Änderungen an Anlage oder Messeinrichtung.

Die Kalibrierung erfolgt nach den technischen Regeln der DIN EN 14181 [1] und ggf. unter Hinzuziehung der VDI 3950 [7], die zu bestimmten Vorgehensweisen nach der DIN EN 14181 Erläuterungen und Durchführungshinweise enthält. Für kleinere Anlagen, die nicht unmittelbar europäischem Recht unterliegen, bietet die VDI 3950 zudem bestimmte Vereinfachungen hinsichtlich Umfang und Dokumentation der verschiedenen Qualitätssicherungsmaßnahmen an.

Für die Kalibrierung werden eine Reihe von Messungen (mindestens 15) der Emissionen mit einem Standard-Referenzmessverfahren parallel zur Aufzeichnung des Messsignals der kontinuierlich ermittelnden Messeinrichtung durchgeführt. Die Auswertung umfasst dann die Bestimmung der Korrelation zwischen den Einzelmessungen und dem Messsignal der kontinuierlichen Messungen, die Bestimmung der Reststreuung als Maß für die Qualität der Kalibrierung sowie den Vergleich der Qualitätsmerkmale mit den Vorgaben in den gesetzlichen Vorschriften.

Bei der Auswertung ist darauf zu achten, dass die Grundvoraussetzung für die Kalibrierung erfüllt ist, d.h. es besteht eine physikalisch-chemische Beziehung

zwischen dem Messsignal und der Änderung der Konzentration der zu messenden Komponente. Hinsichtlich der Auswertung der Kalibrierung mit den vereinfachten statistischen Methoden, wie sie in der DIN EN 14181 beschrieben sind, muss auch sichergestellt sein, dass die Einhaltung der dort geforderten Randbedingungen vor der Berechnung im Wege einer Plausibilitätsbetrachtung geprüft wird.

2.4. Laufende Qualitätssicherung (QAL 3 und AST)

Die Gültigkeit der Kalibrierung wird einmal jährlich in einer Funktionsprüfung kontrolliert. Dazu werden fünf Vergleichsmessungen durchgeführt, deren Messergebnisse nach den in der DIN EN 14181 beschriebenen Auswerteverfahren mit der Kalibrierkurve verglichen werden. Wenn die weitere Gültigkeit der Kalibrierkurve bestätigt werden kann, ist es möglich den gültigen Kalibrierbereich zu erweitern, wenn die gemessenen Konzentrationen der grenzwertlimitierten Komponenten während der Funktionsprüfung dieses erlauben.

Ergänzend zu der jährlichen Funktionsprüfung ist in der DIN EN 14181 auch vorgeschrieben, die Driften durch regelmäßige Kontrolle und Aufzeichnung des Nullpunktes und des Referenzpunktes zu überwachen. Bei modernen Messeinrichtungen ist eine manuelle Kontrolle für die Qualitätssicherung der Messergebnisse kaum von Bedeutung, da hier Driften automatisch korrigiert werden und erst nach Überschreiten vorgegebener Toleranzbereiche ein Alarm ausgelöst wird. Hier muss nach den neuen Vorschriften zumindest eine Aufzeichnung der Größe der Driftkorrektur erfolgen.

3. Anlagenüberwachung durch Einzelmessungen

Die Emissionen von Industrieanlagen im Geltungsbereich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [8] werden nach § 26 BImSchG auf Anordnung der zuständigen Behörde durch private Stellen (Prüflaboratorien) messtechnisch ermittelt. Der Verwaltungsakt der Behörde verpflichtet den Anlagenbetreiber diese Messungen zu beauftragen. Dies gilt auch für die unter Nr. 2 beschriebenen Funktionsprüfungen und Kalibrierungen kontinuierlich arbeitender Messeinrichtungen. Für diese Ermittlungen im gesetzlich geregelten Bereich werden von den dafür zuständigen Landesbehörden Stellen bekannt gegeben, die besondere Anforderungen erfüllen müssen.

3.1. Bekanntgabe von Messstellen

Die von einer nach § 26 BImSchG bekannt gegebenen Stelle der zuständigen Aufsichtsbehörde vorzulegenden Ermittlungsergebnisse sind Grundlage von Verwaltungshandlungen nach dem BImSchG. Sie haben erhebliche Bedeutung für die Beurteilung des Schutzes der Allgemeinheit vor schädlichen Umwelteinwirkungen sowie die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen. Daher wurden von den Bundesländern einheitliche Anforderungen nicht nur an die Kompetenz und Ausstattung, sondern auch an die Zuverlässigkeit und Unabhängigkeit der Stellen festgelegt.

Die Kompetenzüberprüfung für den Bereich der Ermittlung von Emissionen an Industrieanlagen, die Funktionsprüfung und die Kalibrierung automatisch arbeitender Messeinrichtungen erfolgt nach dem international anerkannten Standard DIN EN ISO/IEC 17025 [9] durch die nationale Akkreditierungsstelle [10], wobei gleichwertige Akkreditierungen aus den Mitgliedstaaten der europäischen Gemeinschaft für dort ansässige Stellen als Kompetenznachweis anerkannt werden.

Im Rahmen der Kompetenzprüfung ist neben der gerätetechnischen Ausstattung nach dem Stand der Technik auch ausreichend qualifiziertes Fachpersonal zur Durchführung der Ermittlungen nachzuweisen, welches hauptberuflich mit Messungen und Analysen beschäftigt sein muss. Zur erforderlichen gerätetechnischen Ausstattung gehören nicht nur die eigentlichen Messgeräte, sondern auch Hilfsgeräte und Geräte zur Untersuchung und Bewertung der Proben. Dies umfasst sowohl die notwendigen Vorrichtungen für die Probenahme als auch ein chemisch-analytisches Labor zur Durchführung der erforderlichen Analysen. Die Anforderungen an die Kompetenz der Messstellen sind in der VDI 4220 [4] festgelegt.

Über den Kompetenznachweis hinaus werden Stellen, die im geregelten Bereich tätig werden wollen, im jeweiligen Sitzland im Rahmen eines Notifizierungsverfahrens hinsichtlich Ihrer Zuverlässigkeit, Unabhängigkeit und Identität unter Hinzuziehung der Ergebnisse der Überwachung ihrer Tätigkeit während eines vorhergehenden Bekanntgabezeitraumes überprüft. Um ihre Unabhängigkeit zu wahren, darf die bekanntzugebende Stelle weder Produktionsanlagen errichten oder betreiben noch Geräte oder Einrichtungen zur Verminderung von Emissionen oder Immissionen herstellen oder vertreiben. Sie darf auch nicht personell oder wirtschaftlich mit Anlagenbetreibern oder Geräteherstellern verflochten sein. Sie darf ferner auch nicht bei Betreibern messtechnisch tätig werden, die sie vorher in derselben Sache immissionsschutzrechtlich und technisch beraten hat.

Das Recherche-System Messstellen und Sachverständige (ReSyMeSa) listet alle in Deutschland bekannt gegebenen Stellen mit ihren jeweiligen Tätigkeitsfeldern auf. Das Recherchesystem ist unter der Internetadresse <http://www.luis-bb.de/resyimesa> zu finden.

3.2. Laufende Überwachung der Messstellen

Die erforderliche hohe Qualität an die von den bekannt gegebenen Stellen durchzuführenden Ermittlungen verpflichtet die zuständige Landesbehörde nicht nur zu einer sorgfältigen Prüfung der Anforderungen bei der Auswahl der Stellen. Im Hinblick auf die gebotene hohe Qualität der durchzuführenden Ermittlungen ist es auch erforderlich, die Kompetenz der mit diesen Ermittlungen beauftragten Stellen sowie deren Ermittlungsergebnisse regelmäßig während ihrer Tätigkeiten im Bekanntgabezeitraum zu überwachen.

Für Emissionsmessungen im Bereich Luft sind in Nordrhein-Westfalen (Stichtag 31.12.2009) insgesamt 29 Messstellen (alle Länder 59) nach § 26 BImSchG bekannt gegeben, von denen 11 ihren Hauptsitz in Nordrhein-Westfalen haben.

Für die Einbau- und Funktionsprüfung sowie die Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Messgeräte sind zurzeit neunzehn Stellen in Nordrhein-Westfalen (alle Länder 29) bekannt gegeben davon sechs mit Hauptsitz in Nordrhein-Westfalen. In den letzten zehn Jahren ist durch Zusammenlegungen oder Übernahmen von Messstellen sowie durch Auflösung von selbständigen Außenstellen und Schließung von Arbeitsbereichen die Anzahl der Stellen in NRW stark reduziert worden. Die damit einhergehenden erheblichen Verschiebungen der Marktsituation bei den bekannt gegebenen Messstellen in NRW haben dazu geführt, dass inzwischen mehr als fünfzig Prozent aller Messungen von Stellen mit Sitz außerhalb von NRW durchgeführt werden. Durch die aktuelle Änderung des BImSchG sind neue Bekanntgaben bundesweit gültig [11]. Hierdurch werden sich weitere Verschiebungen der Marktsituation ergeben. Diese Situation erfordert eine intensivere Überprüfung der Tätigkeit der Stellen gegenüber der bisherigen Situation, um belastbare Ergebnisse der Ermittlungen im Hinblick auf die länderspezifischen Rechtsvorschriften für den Vollzug zu erhalten.

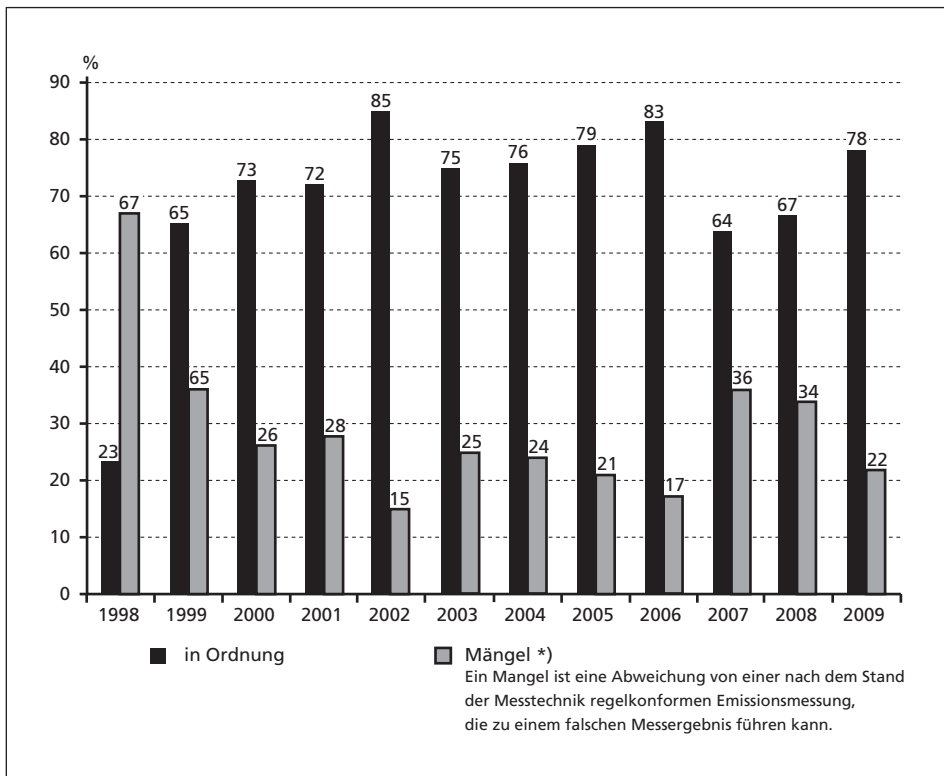


Bild 1: Auswertung der Messstellenaudits an genehmigungsbedürftigen Anlagen

Die Ergebnisse der stichprobenartigen Inspektionen bei Emissionsmessungen in NRW seit 1998 bis einschließlich 2009 durch die Behörden der Umweltverwaltung NRW (jetzt LANUV) zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Ergebnisse der Messstellenaudits 1998 bis 2009

Jahr	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl Messmitteilungen	1.469	1.654	1.756	1.963	1.887	1.917	2.033	2.169	2.069	2.154	2.055	2.228
durchgeführte Inspektionen	47	65	30	43	27	28	41	19	6	11	24	18
mit Mängeln	77 %	35 %	27 %	28 %	15 %	25 %	24 %	21 %	17 %	36 %	33 %	22 %

Die Auswertung der Ergebnisse der Inspektionen in Bild 1 zeigt, dass nach Beginn der stichprobenartigen Ortsbesichtigungen (Inspektionen) der Anteil der nicht zu bemängelnden Messungen von etwa 23 % im Jahr 1998 auf etwa 85 % im Jahr 2002 anstieg, während der Anteil von Ortsbesichtigungen mit Mängeln von insgesamt etwa 77 % auf etwa 17 % im Jahr 2006 zurückging. Die in den Jahren 2007 und 2008 wieder häufiger festzustellenden Mängel waren aus hieriger Sicht auf die Reduzierung der Inspektionen in den Jahren 2006 und 2007 zurückzuführen, so dass nach einer zeitlichen Verzögerung die nötige Sorgfalt bei der Durchführung von Emissionsmessungen wieder zurückging. Die seit 2008 wieder häufigere Durchführung von Inspektionen hat im Jahr 2009 die Quote der Bemängelungen wieder vermindert und bestätigt damit offensichtlich die obige Aussage. Die Ergebnisse der wieder häufigeren Ortsbesichtigungen und die dabei festgestellten Mängel machen deutlich, dass mit diesem Mittel der Tendenz zur Qualitätsminderung entgegengewirkt werden kann.

3.3. Prüfung von Berichten zu Emissionsermittlungen

Um eine umfassende Beurteilung der Ermittlungen zu den vor Ort begutachteten Messungen zu gewährleisten, werden vom LANUV NRW bei den Aufsichtsbehörden in besonderen Fällen die entsprechenden Messberichte angefordert. Diese stichprobenartigen Überprüfungen liefern über die Zeit von fünf Jahren bis zur erneuten Bekanntgabe ausreichende Informationen, um die Zuverlässigkeit der bekannt gegebenen Messstellen im Hinblick auf eine erneute Bekanntgabe zu beurteilen. Ergänzt werden diese Erkenntnisse durch Prüfungen von Berichten in Amtshilfe, die von Aufsichtsbehörden dem LANUV zugeleitet werden.

Die Prüfung der Berichte führt zu einer Qualitätseinstufung hinsichtlich erkannter Mängel in formale, geringe, erhebliche oder schwerwiegende Mängel. Die beiden letzten Kategorien haben immer einen Einfluss auf die Belastbarkeit oder Plausibilität des Ermittlungsergebnisses und erfordern damit in der Regel eine erneute Durchführung der Ermittlungen.

Die Ergebnisse der Berichtsprüfungen und die dabei festgestellten Mängel machen deutlich, dass auch hier ohne eine zumindest stichprobenartige Überprüfung durch die Umweltbehörden eine vertretbare Qualität der Ermittlungsberichte nicht zu gewährleisten ist. Die Konkurrenzsituation der Messinstitute untereinander führt dazu, dass auch bei den Messberichten durch eine Verminderung der Qualität (und damit des Zeitbedarfs und der Kosten) versucht wird, sich Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Bei den auffällig gewordenen Messstellen fordert das LANUV NRW als bekannt gebende Behörde geeignete Maßnahmen

zur Verbesserung der Ermittlungsqualität. Da von der Beseitigung der Mängel der Fortbestand der Bekanntgabe bzw. die erneute Bekanntgabe abhängig ist, kann in diesen Fällen eine Verbesserung der Qualität bei der Durchführung von Ermittlungen im gesetzlich geregelten Bereich erreicht werden.

4. Qualitätssicherung für Emissionsmessverfahren

4.1. Ringversuche zur Charakterisierung von Messverfahren

4.1.1. Validierung und Verifizierung von Messverfahren

Die besonderen Randbedingungen bei der Ermittlung der Emissionen an Industrieanlagen: hohe Temperaturen, Feuchte, Abgasmatrix und die unter diesen Bedingungen trotzdem erforderlich Selektivität und Nachweisstärke, erfordern eine sorgfältige Prüfung der Einsatzfähigkeit eines Messverfahrens, um die auf den Ergebnissen der Messung basierenden Verwaltungsentscheidungen, die oft mit hohen Kosten für den Betreiber verbunden sind, belastbar und nachprüfbar zu fällen. Der Validierung der Messverfahren kommt daher im Hinblick auf den Einsatzbereich und die möglicherweise damit verbundenen Einschränkungen besondere Bedeutung zu. Außerdem sind auch die Verfahrenskenngrößen unter den Bedingungen der Emissionsermittlung neu festzulegen, da die oft unter Laborbedingungen ermittelten Kenngrößen des Messverfahrens wie Nachweisgrenze und Messunsicherheit mit Einbeziehung der Probenahme unter Anlagenbedingungen nicht erreichbar sind.

Die so festgelegten Kenngrößen müssen dann allerdings Maßstab für die Implementierung der Messverfahren durch den Anwender sein. Sie sind Richtschnur für die korrekte Anwendung des Verfahrens. Vor dem Routineeinsatz von Messverfahren durch eine akkreditierte und ggf. notifizierte Stelle sind daher neben der Festlegung des konkreten Einsatzbereichs auch die Verfahrenskenngrößen wie z.B. Nachweis-/Bestimmungsgrenze, Messunsicherheit, usw. vom Anwender zu ermitteln. In der Emissionsermittlung können wegen des Fehlens geeigneter *Emissionsstandards* Vergleichsmessungen im Rahmen von Ringversuchen (Proficiency Test) ein geeignetes Mittel sein, um Verfahrenskenngrößen zu überprüfen. Ringversuche sollten die Anforderungen der einschlägigen internationalen Normen [12, 13] einhalten bzw. die durchführenden Stellen sollten nach DIN EN 17020 [14] akkreditiert sein. Aus hiesiger Sicht ist allerdings nicht in jedem Fall eine erfolgreiche Ringversuchsteilnahme als ausschließliche Möglichkeit der Verifizierung eines Messverfahrens zu sehen.

Die von den Ländern für bekannt gegebene Messstellen mit Verpflichtung zur Teilnahme angebotenen Ringversuche sind nicht dazu konzipiert, Verfahrenskenngrößen für Messverfahren zu ermitteln, sondern die richtige Anwendung des vollständigen Messverfahrens (einschließlich der Probenahme) zur Ermittlung vorgegebener Konzentrationen unter möglichst realistischen Bedingungen zu überprüfen (s. a. 4.2) [15, 16].

Akkreditierungsstellen sollen entsprechend den internationalen Vorgaben für die Durchführung der Kompetenzprüfungen [17] die Qualität der eingesetzten Messverfahren auch über die Ergebnisse von Ringversuchen bewerten, an denen die zu überprüfende Stelle teilgenommen hat [18]. Diese Ringversuchsergebnisse werden als Nachweis der Kompetenz der Prüfstelle herangezogen und dienen gleichzeitig dazu, die Funktionsfähigkeit der Qualitätslenkung im Unternehmen zu überprüfen [19]. Vor jeder Begutachtung werden die Anzahl und der Erfolg der Ringversuchsteilnahmen abgefragt und bewertet [20].

4.1.2. Vergleich von Messverfahren

Die Frage, ob verschiedene Messverfahren gleiche Ergebnisse liefern, ist durch Ringversuche nur insoweit zu beantworten, als die tatsächlichen Bedingungen beim Einsatz der Messverfahren keine von den Ringversuchsbedingungen abweichenden Matrixeinflüsse o.ä. aufweisen. Insbesondere Matrixeffekte wie Feuchte oder Mischungen verschiedener Komponenten führen im realen Einsatz von Messverfahren dann häufig zu unplausiblen Werten, wenn entweder Summenverfahren (z.B. Gesamt-C aufgrund unterschiedlicher Responsefaktoren, Staub aufgrund unterschiedlichen Streu- oder Reflexionsverhaltens) oder sensorische Verfahren ohne Vortrennung (z.B. Gerüche aufgrund erhöhter Sensibilisierung durch einzelne Stoffe oder Halbleiterdetektoren für organische Lösemittel aufgrund der Desensibilisierung durch einzelne Komponenten) eingesetzt werden.

4.2. Qualitätskontrolle durch Ringversuche

4.2.1. Ringversuche für Stellen im geregelten Bereich

Die Durchführung von Ringversuchen für bekannt gegebene Messstellen ist neben der Prüfung von Ermittlungsergebnissen und der Auditierung der Messstellen bei Ihrer Tätigkeit im gesetzlich geregelten Bereich ein weiteres Element der externen Qualitätssicherung in der Tätigkeit der Stellen.

In der zurzeit in NRW angewandten Richtlinie über die Bekanntgabe von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes vom 21.10.2003 wird unter der Nr. 4.2 gefordert: *Die Bekanntgabe kann davon abhängig gemacht werden, dass mindestens ein fachlich Verantwortlicher erfolgreich an einem Ringversuch für den beantragten ... Bereich teilgenommen ... hat.* [6]. Somit ist in den Regelungen der Länder die Einbindung von Ringversuchen in die Notifizierung vorgesehen. Dies spiegelt sich auch in der Umsetzung der DIN EN 17025 [9] für den Bereich der Prüflaboratorien wieder, die Emissions- und Immissionsuntersuchungen durchführen. Die Neufassung der VDI 4220 [4] trägt dieser Forderung entsprechend Rechnung.

Ringversuche haben jedoch über den Kompetenznachweis für die Akkreditierung hinaus auch als Qualitätssicherungsinstrument eine Bedeutung. Die Länder haben deshalb als ein Element für die Überwachung der Tätigkeit der bekannt gegebenen Messstellen die Teilnahme an *staatlichen* Ringversuchen (Emission: HLUg, Immission: LANUV NRW) eingeführt. Während der Laufzeit einer Bekanntgabe ist

die Teilnahme an mindestens einem Ringversuch je Ermittlungsbereich (soweit verfügbar) verpflichtend und bei wiederholter erfolgloser Teilnahme ist der Widerruf der Bekanntgabe möglich. Die Ergebnisse der Emissions-Ringversuche bei der HLOG haben in den letzten fünfzehn Jahren gezeigt, dass eine regelmäßige und gezielte Überprüfung der Stellen in Ergänzung zu den Ringversuchen bei erkannten Schwachpunkten zu einer Verbesserung der Situation führt (s.a. 3.2.).

4.2.2. Auswertung von Ringversuchen

Die Auswertung der Ringversuche im Immissionsschutz wird nach dem auch international eingesetzten z-Score-Verfahren durchgeführt. Problematisch ist in diesem Zusammenhang immer die Festlegung oder Findung des Ziel-(Soll-)wertes. Das robuste Verfahren der Bestimmung des Medians erfordert ein ausreichend großes Teilnehmerkollektiv, welches z.B. bei den Staubringversuchen (Emission) bei der HLOG aufgrund der Probenahmebedingungen an der Versuchsanlage nicht realisiert werden kann.

Die parallele Entnahme an bis zu zwanzig Punkten für Gase mit Immissionskonzentrationen an der Probenluftverteilungsanlage des LANUV NRW ermöglicht dagegen die Nutzung des Medians (mit Plausibilitätsprüfung über die dosierten Gaskonzentrationen) aus den Ergebnissen des Teilnehmerkollektivs.

4.2.3. Bewertung von Ringversuchsergebnissen

Negative Ringversuchsergebnisse sind in jedem Fall als Indiz für fehlerhaft implementierte Messverfahren anzusehen. Insofern ist sowohl bei Auditierungen durch die Akkreditierungsstelle als auch in staatlichen Notifizierungsverfahren die Ringversuchsteilnahme zu prüfen. Die Ergebnisse der Ringversuche sind in die Kompetenzbewertung einzubeziehen, wie es in den einschlägigen europäischen Akkreditierungsregelungen festgelegt ist. Dies gilt im Übrigen auch für die laufende Überwachung der Tätigkeit der Messstellen.

Der Nachweis der korrekten Implementierung eines Messverfahrens z.B. im Rahmen der Kompetenzfeststellung ist allerdings Voraussetzung für die Teilnahme an einem Ringversuch, dessen Zielwerte aus dem Teilnehmerkollektiv gewonnen werden. Aufgrund der Durchführungsbestimmungen für LAI-Ringversuche [16] würden Teilnehmer mit *unkorrekten* Messverfahren die Zielwerte (Sollwerte) unzulässig verschieben. Dies kann zu einem Verfehlen des Ringversuchs für die Teilnehmer mit *korrektem* Verfahren führen, da der Zielwert (Sollwert) aus dem Ergebniskollektiv der Teilnehmer ermittelt wird.

Weiterhin sind für die Bewertung der Ringversuchsergebnisse die Art der Ermittlung der Messunsicherheit [21] sowie deren maximal zulässige Streuung im tatsächlichen Einsatzbereich der Messverfahren von Bedeutung.

5. Zusammenfassung

Die Qualitätssicherung in der betriebeigenen Emissionsmesstechnik wurde durch die neuen europäischen Richtlinien und Normen sowie deren Untersetzung im deutschen Regelwesen im Hinblick auf nationale Besonderheiten auf ein einheitliches Niveau in Europa gehoben. Dabei haben die seit vielen Jahren

bewährten deutschen technischen Regeln vielfach das Grundgerüst gebildet, so dass nicht grundlegend neue Überwachungskonzepte einzuführen waren. Die Dokumentationspflicht wurde an einigen Stellen ausgedehnt, was aber auch der stärkeren Trennung von hoheitlicher Verantwortlichkeit und privater Ermittlung der Sachverhalte geschuldet ist.

Auch die privaten Ermittlungsstellen unterliegen europäischen Qualitätsanforderungen, deren Einhaltung nach Einrichtung der nationalen Akkreditierungsstelle nun einheitlichen Prüfungen und Kontrollen unterliegen. Für die Tätigkeit im gesetzlich geregelten Bereich werden darüber hinaus von staatlicher Seite zusätzliche Anforderungen an die Unabhängigkeit und Zuverlässigkeit gestellt und laufend überwacht.

Die Ergebnisse der laufenden Überwachung zeigen, dass eine Verlagerung von Untersuchungen an private Stellen, deren Ermittlungsergebnisse Basis des Verwaltungshandelns und der Anlagenüberwachung des Staates sind, nur dann erfolgreich gelingt, wenn damit eine regelmäßige und zielgerichtete Kontrolle dieser Stellen (Kontrolle der Kontrolleure) einhergeht und entsprechende Rechtsmittel zur Verfügung stehen, ungeeigneten Stellen die Tätigkeit im gesetzlich geregelten Bereich zu untersagen.

Ringversuche für gasförmige Stoffe und Partikel sind hier bewährte Kontrollinstrumente zur Bewertung der Kompetenz von Messstellen und ein Element der laufenden Überwachung der Tätigkeit der Stellen. Darüber hinaus ist es aber unabdingbar, die Tätigkeit der Stellen an Hand der Durchführung von Ermittlungen sowie der Dokumentation der Ergebnisse zu bewerten. Dies geschieht durch die stichprobenartige Überprüfung vor Ort bei Messungen der Stellen. Weiterhin werden die Messberichte durch die Aufsichtsbehörden hinsichtlich der Verwertbarkeit der Ergebnisse für Verwaltungsentscheidungen beurteilt. Eine zentrale Überprüfung der Berichte auf Konformität der Messdurchführung mit der im jeweiligen Qualitätsmanagement der Stelle festgelegten Vorgehensweise sowie in Zusammenhang mit den Ergebnissen von Ortsbesichtigungen erfolgt durch die zuständige bekannt gebende Behörde (z.B. LANUV NRW). Diese Ergebnisse fließen in die Beurteilung der Zuverlässigkeit bei der Bekanntgabe ein. Über Mängel in der technischen Kompetenz der Stelle wird gemäß den Akkreditierungsregeln die Akkreditierungsstelle informiert, um den Einfluss auf die Gültigkeit der Akkreditierung prüfen zu können.

Durch dieses Qualitätsmanagementsystem in der Emissionsüberwachung sind zuverlässige Daten über die Emissionssituation der Industrieanlagen sichergestellt. Durch die europäische Standardisierung ist darüber hinaus auch der Wettbewerb unter einheitlichen Anforderungen an die Kompetenz und die technischen Erfordernisse gewährleistet.

6. Literatur

- [1] DIN EN 14181: Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen. Berlin: Beuth Verlag, 2004
- [2] DIN EN 15267-3: Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen. Berlin: Beuth Verlag, 2008

- [3] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen vom 13. Juni 2005, zuletzt geändert am 4.8.2010, GMBI Nr. 57, S. 1172
- [4] VDI 4220 Entwurf: Qualitätssicherung – Anforderungen an Stellen für die Ermittlung luftverunreinigender Stoffe an stationären Quellen und in der Außenluft. Berlin: Beuth Verlag, 2009
- [5] DIN EN 15259: Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht. Berlin: Beuth Verlag, 2008
- [6] Richtlinie über die Bekanntgabe von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes vom 21.10.2003. Ministerialblatt NRW Nr. 54 (56. Jg. 2003), S. 1611
- [7] VDI 3950: Emissionen aus stationären Quellen – Qualitätssicherung für automatische Mess- und Auswerteeinrichtungen, Berlin: Beuth Verlag, 2006
- [8] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 26. September 2002, zuletzt geändert am Stand 11.08.2010, Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 43, S. 1163
- [9] DIN EN ISO/IEC 17025: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien. Berlin: Beuth Verlag, 2005
- [10] Gesetz über die Akkreditierungsstelle (Akkreditierungsstellengesetz – AkkStelleG) vom 31. Juli 2009. Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 51, S. 2625
- [11] Richtlinie 2006/123/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 über Dienstleistungen im Binnenmarkt. Amtsblatt der europäischen Union L 376 vom 27.12.2006, S. 36
- [12] ISO/IEC Guide 43-1: Development and Operation of Proficiency Testing Schemes (1997, 2nd edition)
- [13] ISO/IEC Guide 43-2: Selection and Use of Proficiency Testing Schemes by Laboratory Accreditation Bodies (1997, 2nd edition)
- [14] DIN EN ISO/IEC 17020: Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen. Berlin: Beuth Verlag, 2004
- [15] Empfehlungen für die Bekanntgabe von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes. LAI-Schriftenreihe Bd. 18. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1999
- [16] LAI-Durchführungsbestimmungen für Ringversuche von § 26 Messstellen, gasförmige Emissionskomponenten. <http://www.lai-immissionsschutz.de/servlet/is/20167/>, Stand 2007
- [17] DIN EN ISO/IEC 17011: Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Akkreditierungsstellen, die Konformitätsbewertungsstellen akkreditieren. Berlin: Beuth Verlag, 2005
- [18] Häufigkeit und Art der verpflichtenden Eignungsprüfungen (EP). DAR-4-INF-10. Berlin: DAR-Geschäftsstelle, BAM, 2005
- [19] Ziegler, K.; Lehmann, C.: Ringversuche in der Akkreditierung. St. Gallen: DACH-Jahrestagung, 2008
- [20] Die Verwendung von Eignungsprüfungen als Instrument der Akkreditierung im Prüfwesen. DAR-3-EM-12. Berlin: DAR-Geschäftsstelle, BAM, 2002
- [21] VDI 4219: Ermittlung der Unsicherheit von Emissionsmessungen mit diskontinuierlichen Messverfahren. Berlin: Beuth Verlag, 2009

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Immissionsschutz, Band 1

– **Planung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen** –

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Hoppenberg

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

ISBN 978-3-935317-59-7

ISBN 978-3-935317-59-7 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 2010

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

Dipl.-Ing. Ernst Thomé, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc. und Dr.-Ing. Stephanie Thiel

Erfassung und Layout: Nicole Bäker, Janin Burbott, Petra Dittmann, GINETTE Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Foto auf dem Buchdeckel: Nicole Bäker, Molchow

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.