

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Emissionen aus stationären Quellen  
Systeme zur Bestimmung von Emissionen  
mittels kontinuierlich überwachter  
Prozessparameter (PEMS)  
Grundlegende Aspekte, Eignungsprüfung,  
Zertifizierung und Anwendung

VDI-EE 3952

Stationary source emissions – Predictive  
emission monitoring systems (PEMS) –  
Basic aspects, performance testing,  
certification, and application

# VDI-EXPERTENEMPFEHLUNG

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Normative Verweise</b> .....	3
<b>3 Begriffe</b> .....	3
<b>4 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	4
<b>5 Grundlegende Aspekte</b> .....	5
5.1 Allgemeines .....	5
5.2 Datenerfassung .....	8
5.3 Zuständigkeiten und Tätigkeiten der Beteiligten .....	9
<b>6 Eignungsprüfung</b> .....	9
6.1 Allgemeine Anforderungen .....	9
6.2 Mindestanforderungen für die Laborprüfung .....	10
6.3 Mindestanforderungen für die Feldprüfung .....	12
6.4 Prüfvorschriften .....	13
6.5 Prüfprozeduren für die Laborprüfung .....	14
6.6 Prüfprozeduren für die Feldprüfung .....	17
6.7 Messunsicherheit .....	18
6.8 Prüfbericht .....	18
<b>7 Zertifizierung</b> .....	18
<b>8 Anwendung</b> .....	18
8.1 Allgemeines .....	18
8.2 Einbau .....	19
8.3 Prüfung des ordnungsgemäßen Einbaus .....	19
8.4 Kalibrierung und Validierung des PEMS (QAL2) .....	20
8.5 Laufende Qualitätssicherung beim Betrieb .....	26

Inhalt	Seite
8.6 Funktionsprüfungen .....	26
8.7 Berichterstattung .....	30
<b>9 Dokumentation</b> .....	30
<b>Anhang A</b> Statistische Kenngrößen .....	31
A1 Bestimmtheitsmaß .....	31
A2 Relative Genauigkeit .....	31
<b>Anhang B</b> Mindestanforderungen an Systeme zur Bestimmung von Emissionen mittels kontinuierlich überwachter Prozessparameter (PEMS) .....	32
<b>Anhang C</b> Musterbericht über die Eignungsprüfung von PEMS .....	34
<b>Anhang D</b> Funktionskontrolle .....	37
<b>Anhang E</b> Werte für $k_v$ und $t_{0,95;N-1}$ .....	37
<b>Anhang F</b> Musterbericht über die Prüfung des ordnungsgemäßen Einbaus von PEMS .....	38
F1 Allgemeines .....	38
F2 Musterbericht .....	38
<b>Anhang G</b> Musterbericht über die Durchführung von Funktionsprüfungen und Kalibrierungen von PEMS .....	42
G1 Allgemeines .....	42
G2 Musterbericht .....	42
<b>Anhang H</b> Dokumentation .....	53
H1 Grundlagen .....	53
H2 Erstellung der Dokumentation .....	53
H3 Verwaltung der Dokumentation .....	53
H4 Bestandteile der Dokumentation .....	53
<b>Anhang I</b> Datenträger .....	54
Schrifttum .....	54

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
Fachbereich Umweltmesstechnik

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Expertenempfehlung ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Expertenempfehlung VDI-EE 1100.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Voraussetzung für die Nutzung dieser VDI-Expertenempfehlung ist die Wahrung des Urheberrechts und die Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Expertenempfehlung mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Richtlinien und Expertenempfehlungen dieser Reihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3952](http://www.vdi.de/3952).

## Einleitung

Eine VDI-Expertenempfehlung (VDI-EE) ist eine richtungsweisende, praxisorientierte Unterlage. Mit ihren Beurteilungs- und Bewertungskriterien gibt sie Entscheidungshilfen und bildet eine Empfehlung für ein fundiertes technisches Vorgehen. Sie behandelt Standpunkte zu technischen Fragenstellungen, die sich noch im Entwicklungsprozess befinden, aber bereits Anwendung finden.

Zu einer VDI-EE wird kein Entwurf veröffentlicht und damit auch kein öffentliches Einspruchsverfahren durchgeführt. Insofern unterscheidet sich eine VDI-EE hinsichtlich ihrer Validität von einer VDI-Richtlinie.

Eine VDI-EE ermöglicht ein einheitliches Vorgehen und damit eine Vergleichbarkeit der ermittelten Ergebnisse. Sie kann als Grundlage für Vereinbarungen zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern dienen, beispielsweise bei behördlich veranlassten Untersuchungen zwischen der zuständigen Behörde und dem Prüflaboratorium oder dem Anlagenbetreiber. Weiterhin ist sie eine Grundlage zur Gewinnung von Erfahrungen, die bei einer späteren Überführung der Inhalte in eine vollständig validierte technische Regel Berücksichtigung finden können.

Die vorliegende VDI-EE wurde von Fachleuten des Fachbereichs „Umweltmesstechnik“ der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss erarbeitet. Erfahrungen mit dieser VDI-EE sind erbeten per E-Mail an [krdl@vdi.de](mailto:krdl@vdi.de).

Diese Expertenempfehlung behandelt die qualitätssichernden Maßnahmen beim Einsatz von Systemen zur Bestimmung von Emissionen mittels kontinuierlich überwachter Prozessparameter (PEMS), die für die kontinuierliche Überwachung von Emissionen stationärer Quellen als Alternative und/oder Ausfallsicherung für automatische Messeinrichtungen (AMS) verwendet werden können.

Sie behandelt grundlegende Aspekte sowie die Eignungsprüfung einschließlich der Mindestanforderungen und die Zertifizierung von PEMS. In diesem Zusammenhang werden auch die verschiedenen Zuständigkeiten und Tätigkeiten der Beteiligten, wie Hersteller, Prüflaboratorium, Stelle und Betreiber, beschrieben.

Weiterhin behandelt sie die Anwendung von PEMS an erdgasgefeuerten Verbrennungsanlagen. In diesem Zusammenhang werden die Anforderungen

- an die Bildung des anlagenspezifischen Emissionsmodells und Sensorvalidierungsmodells,
- an die Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus,
- an die Kalibrierung und Validierung,
- an die anfänglichen und jährlichen Funktionsprüfungen und
- an die Prüfungen im laufenden Betrieb

beschrieben. Darüber hinaus werden Anforderungen an die Dokumentation der verschiedenen Tätigkeiten festgelegt.

Diese Expertenempfehlung adaptiert die Anforderungen, die in der Normenreihe DIN EN 15267, in DIN EN 14181 und in der Richtlinienreihe VDI 3950 für AMS festgelegt sind, für PEMS.

Bei der Erstellung dieser Expertenempfehlung wurden die Veröffentlichungen der US EPA zu PEMS [1] berücksichtigt.

**Anmerkung:** Im Zusammenhang mit PEMS wurde vom Europäischen Komitee für Normung CEN die Technische Spezifikation DIN CEN/TS 17198 erarbeitet, deren Anwendung in Deutschland nicht empfohlen wird.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Expertenempfehlung behandelt grundlegende Aspekte sowie die Eignungsprüfung einschließlich der Mindestanforderungen, die Zertifizierung und die Anwendung von Systemen zur Bestimmung von Emissionen mittels kontinuierlich überwachter Prozessparameter (PEMS) an erdgasgefeuerten Verbrennungsanlagen (z.B. Gasturbinen, Gaskessel).

In diesem Zusammenhang werden auch die verschiedenen Zuständigkeiten und Tätigkeiten der Beteiligten wie Hersteller, Prüflaboratorium, Stelle und Betreiber beschrieben.