

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSS-  
TECHNIK

Gasfeuchtemessung  
Feuchtemessung in Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

VDI/VDE 3514

Blatt 4

Entwurf

Measurement of humidity – Humidity measurement in carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)

*Einsprüche bis 2025-10-31*

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal <http://www.vdi.de/3514-4>
- in Papierform an  
VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und  
Automatisierungstechnik  
Fachbereich Anwendung der Mess- und Sensortechnik  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	2
Einleitung.....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Normative Verweise</b> .....	2
<b>3 Begriffe</b> .....	2
<b>4 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	3
<b>5 Anforderungen</b> .....	3
5.1 Verwendung von CO <sub>2</sub> und CO <sub>2</sub> - Gemischen .....	3
5.2 Empfehlungen für Vor-Ort- Messungen.....	3
5.3 Labormessungen.....	5
<b>6 Messverfahren</b> .....	5
6.1 Coulometrische Sensoren.....	6
6.2 Polymersensoren.....	6

Inhalt	Seite
6.3 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Sensoren .....	6
6.4 Taupunkthygrometer (Kondensationsverfahren) .....	7
6.5 Spektroskopische Verfahren .....	7
<b>7 Rückführung der Hygrometer – Ergänzende Empfehlungen zur DAkKS- Regel</b> .....	7
7.1 Gravimetrisches Verfahren zur Herstellung von Kalibrier-/ Prüfgasgemischen (statische Prüfgase).....	8
7.2 Mischgasgenerator für Gasfeuchtemessung in CO <sub>2</sub> (dynamisches Verfahren).....	8
7.3 2-Temperatur-2-Druck- Feuchtgenerator.....	10
7.4 Transferstandards.....	10
7.5 Datenanalyse und Messunsicherheit .....	11
Schrifttum .....	14

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)  
Fachbereich Anwendung der Mess- und Sensortechnik

VDI/VDE-Handbuch Prozessmesstechnik und Strukturanalyse

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

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

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

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3518](http://www.vdi.de/3518).

## Einleitung

Das Gas Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) ist eines der stärksten bekannten Treibhausgase und wird wegen seiner Isolier- und Löscheigenschaften in Mittel- und Hochspannungsanlagen eingesetzt. Aufgrund seines hohen Treibhauseffekts ist es in den Fokus der Europäischen Union gerückt und soll durch andere Gasgemische, die teilweise einen hohen  $\text{CO}_2$ -Anteil enthalten, substituiert werden.

Ein wesentlicher Punkt, um die Durchschlagsfestigkeit und Korrosion in  $\text{SF}_6$ , wie auch in den alternativen Gasen, zu gewährleisten, ist die Sicherstellung eines geringen Wasserdampfgehalts in diesen Gasen. Jedoch zeigen die bisher verwendeten Messmethoden zur Feuchtemessung in  $\text{SF}_6$  eine hohe Querempfindlichkeit zu  $\text{CO}_2$ . Etablierte, alternative Messmethoden zur Spurenfeuchtemessung in  $\text{CO}_2$  existieren nicht, da dies bisher keinen großen Stellenwert hatte. Diese Richtlinie setzt sich explizit mit der Messung der Feuchte in  $\text{CO}_2$  auseinander.

Für exaktere Messungen, zur Erhöhung der Messgenauigkeit und damit zur Qualitätssicherung der Ergebnisse besteht die Notwendigkeit, vorhandene Sensoren auf ihre Eignung und Kalibrierfähigkeit in  $\text{CO}_2$  zu testen, weiterzuentwickeln und zuverlässige Messsysteme für die Feuchtigkeit in  $\text{CO}_2$  herzustellen. Eine deutschland- oder europaweite Standardisierung der geeigneten Sensortypen ist notwendig. Diese Standardisierung wurde mit dem WIPANO-Vorhaben „Normgerechte Feuchtemessung in  $\text{CO}_2$  unter Berücksichtigung der Ablösung umweltschädlicher Gase in der Industrie (NorFeu-Ga)“ initiiert.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt geeignete Messverfahren und Messtechnik zur Feuchtemessung in Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) und legt spezielle Kenngrößen und Parameter bei der Messung fest. Aus den vielfältigen Möglichkeiten der Gasfeuchtemessung werden geeignete Messprinzipien beschrieben und die Besonderheiten bei der Anwendung in  $\text{CO}_2$  herausgestellt. Die Grundlage sind bestehende Normen und Richtlinien, z.B. VDI/VDE 3514 Blatt 1 bis Blatt 3. Werden  $\text{CO}_2$  oder Gemische mit hohem  $\text{CO}_2$ -Anteil in industrielle Anlagen (z.B. Mittel- und Hochspannungsanlagen) als Isoliergas eingeleitet, darf ein Grenzwert bezüglich des Feuchtegehalts nicht überschritten werden. Ein erhöhter Wasserdampfgehalt bewirkt in der Schaltanlage Korrosion und verringert den elektrischen Isolierwiderstand. Mit dieser Richtlinie sollen Anwendenden die Besonderheiten der Feuchtemessung in  $\text{CO}_2$  beschrieben werden.