

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Fernmessverfahren  
Messungen in der Atmosphäre nach dem  
Passiv-FTIR-Prinzip  
Messen gasförmiger Emissionen und Immissionen  
Remote sensing  
Atmospheric measurements using  
passive FTIR spectroscopy  
Emission and ambient air measurements

VDI 4211

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.*

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

*The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*



Inhalt	Seite
Vorbemerkung . . . . .	2
Einleitung . . . . .	2
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>3 Grundlage des Verfahrens . . . . .</b>	<b>5</b>
3.1 Prinzip . . . . .	5
3.2 Strahlungstransportmodell. . . . .	6
3.3 Strahlungstemperatur . . . . .	9
<b>4 Messsysteme . . . . .</b>	<b>10</b>
4.1 Allgemeines . . . . .	10
4.2 FTIR-Spektrometer . . . . .	10
4.3 Messanordnungen . . . . .	12
<b>5 Spektrometrische Messung . . . . .</b>	<b>15</b>
5.1 Allgemeines . . . . .	15
5.2 Apparatfunktion . . . . .	16
5.3 Radiometrische Kalibrierung . . . . .	22
<b>6 Fernerkundung von Gasen bei Umgebungs- temperatur . . . . .</b>	<b>25</b>
6.1 Randbedingungen . . . . .	25
6.2 Identifikation von Gasen . . . . .	30
6.3 Quantifizierung von Gasen . . . . .	32
6.4 Mindestanforderungen. . . . .	35
6.5 Ablaufschema . . . . .	36
6.6 Durchführung und Qualitätssicherung . . . . .	36
6.7 Beispiel – Messung von Ammoniak . . . . .	38

Contents	Page
Preliminary note . . . . .	2
Introduction . . . . .	2
<b>1 Scope. . . . .</b>	<b>3</b>
<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>3 Basis of the method . . . . .</b>	<b>5</b>
3.1 Principle. . . . .	5
3.2 Radiative transfer model . . . . .	6
3.3 Radiation temperature . . . . .	9
<b>4 Measuring systems . . . . .</b>	<b>10</b>
4.1 General . . . . .	10
4.2 FTIR spectrometer . . . . .	10
4.3 Measurement set-up . . . . .	12
<b>5 Spectrometric measurement. . . . .</b>	<b>15</b>
5.1 General . . . . .	15
5.2 Instrumental line shape. . . . .	16
5.3 Radiometric calibration. . . . .	22
<b>6 Remote sensing of gases at ambient temperature . . . . .</b>	<b>25</b>
6.1 Boundary conditions . . . . .	25
6.2 Identification of gases . . . . .	30
6.3 Quantification of gases . . . . .	32
6.4 Minimum requirements. . . . .	35
6.5 Flow diagram . . . . .	36
6.6 Procedure and quality assurance . . . . .	36
6.7 Example – Measurement of ammonia . . . . .	38

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

Fachbereich Umweltmesstechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 5: Analysen- und Messverfahren II

Inhalt	Seite
<b>7 Fernerkundung von Gasen bei hohen Temperaturen</b> . . . . .	39
7.1 Allgemeines . . . . .	39
7.2 Einfluss des Hintergrunds . . . . .	41
7.3 Mindestanforderungen . . . . .	41
7.4 Durchführung der Messung . . . . .	42
7.5 Beispiele . . . . .	44
<b>8 Fernerkundung von Gasen mithilfe der Sonne als Strahlungsquelle</b> . . . . .	51
8.1 Allgemeines . . . . .	51
8.2 Durchführung der Messungen . . . . .	52
8.3 Auswertung der Messungen . . . . .	54
8.4 Mindestanforderungen . . . . .	57
8.5 Beispiel – Bestimmung diffuser VOC-Emissionen mit Solar Occultation Flux (SOF) . . . . .	58
<b>9 Wartungs- und Kontrollmaßnahmen</b> . . . . .	59
<b>10 Dokumentation</b> . . . . .	60
<b>Anhang A</b> Nachweisgrenzen und rausch- äquivalente Säulendichte . . . . .	60
<b>Anhang B</b> Apparatefunktion eines realen Fourierspektrometers . . . . .	63
Schrifttum . . . . .	64

Contents	Page
<b>7 Remote sensing of high-temperature gases</b> . . . . .	39
7.1 General . . . . .	39
7.2 Effect of the background . . . . .	41
7.3 Minimum requirements . . . . .	41
7.4 Measurement procedure . . . . .	42
7.5 Examples . . . . .	44
<b>8 Remote sensing of gases with the sun as the radiation source</b> . . . . .	51
8.1 General . . . . .	51
8.2 Measurement procedure . . . . .	52
8.3 Evaluation of measurements . . . . .	54
8.4 Minimum requirements . . . . .	57
8.5 Example – Determination of diffuse VOC emissions with Solar Occultation Flux (SOF) . . . . .	58
<b>9 Maintenance and control measures</b> . . . . .	59
<b>10 Documentation</b> . . . . .	60
<b>Annex A</b> Detection limits and the noise- equivalent concentration pathlength . . . . .	60
<b>Annex B</b> Instrumental line shape of a real Fourier spectrometer . . . . .	63
Bibliography . . . . .	64