

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Multigassensoren
Geruchsbezogene Messungen mit elektronischen
Nasen und deren Prüfung

Multigas sensors
Odour-related measurements with electronic noses
and their testing

VDI/VDE 3518

Blatt 3 / Part 3

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

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

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4	1 Scope.....	4
2 Normative Verweise.....	5	2 Normative references.....	5
3 Begriffe	5	3 Terms and definitions	5
4 Spezifik geruchsbezogener Messungen mit elektronischen Nasen.....	10	4 Specific odour-related measurements with electronic noses	10
4.1 Geruchsmessung	10	4.1 Odour measurement.....	10
4.2 Bezug zu Referenzdaten des Geruchs	10	4.2 Reference odour data	10
4.3 Besonderheiten beim Einsatz elektronischer Nasen	11	4.3 Special features when using electronic noses	11
5 Planung und Ablauf der Eignungsprüfungen.....	13	5 Planning and sequence of suitability tests.....	13
6 Prüfung der gerätetechnischen Anlagen.....	15	6 Testing the equipment	15
6.1 Angaben zum Gebrauch.....	15	6.1 Data on usage.....	15
6.2 Bauweise und Bedienung.....	16	6.2 Construction and operation.....	16
6.3 Softwarevalidierung.....	17	6.3 Software validation.....	17
7 Prüfverfahren zum Nachweis der messtechnischen Funktionalität	18	7 Test procedure for demonstrating metrological functionality.....	18
7.1 Messtechnische Grundanforderungen.....	18	7.1 Basic metrological requirements	18
7.2 Normalbedingungen für Prüfgase und Prüfungen.....	19	7.2 Standard conditions for test gases and tests.....	19
7.3 Prüfung der Gerätelagerung	20	7.3 Equipment storage	20
7.4 Messtechnische Standardprüfung.....	21	7.4 Metrological standard testing.....	21
7.5 Mechanische Prüfungen.....	21	7.5 Mechanical tests	21
7.6 Elektrische Prüfungen.....	22	7.6 Electrical tests.....	22
7.7 Prüfung messtechnischer Leistungsmerkmale	23	7.7 Testing of metrological performance features	23
7.8 Umweltprüfungen	24	7.8 Environmental tests	24

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Prozessmesstechnik und Strukturanalyse

VDI/VDE-Handbuch Prozessmesstechnik und Strukturanalyse
VDI-Handbuch Raumluftechnik

VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 5: Spezielle Verfahrenstechniken

Inhalt	Seite
8 Prüfverfahren zum Eignungsnachweis für elektronische Geruchsmessungen	25
8.1 Grundanforderungen an elektronische Nasen	26
8.2 Referenzieren auf olfaktorische Geruchsmessungen	26
8.3 Probenahme und Prüfbedingungen	27
8.4 Eignungsprüfungen für elektronische Nasen	28
9 Bewertung	33
10 Prüfbericht	34
11 Methodenentwicklung zur Anwendung elektronischer Nasen	34
11.1 Definition der Messaufgabe	36
11.2 Projektplanung	36
11.3 Experimentelle Voruntersuchungen	37
11.4 Entscheidung zur Fortführung der Methodenentwicklung.....	38
11.5 Arbeits- und Entwicklungsplanung	38
11.6 Aufbau und Bereitstellung des Messsystems.....	39
11.7 Kalibrierung und Training.....	39
11.8 Validierung der Methode	41
11.9 Praxiseinsatz.....	42
11.10 Revalidierung und Neukonzeption der Methode und Erweiterungen	43
Anhang A Übersicht und Bewertungsschema	44
Anhang B Erkennen von Geruchsstoffen	46
Schrifttum	50

Contents	Page
8 Test procedure for demonstrating suitability for electronic odour measurements	25
8.1 Basic requirements for electronic noses.....	26
8.2 Referencing to olfactory odour measurements	26
8.3 Sampling and test conditions	27
8.4 Suitability tests for electronic noses.....	28
9 Assessment	33
10 Test report	34
11 Method development for the use of electronic noses	34
11.1 Definition of the measurement task	36
11.2 Project planning	36
11.3 Experimental preliminary investigations	37
11.4 Decision to proceed with the method's development	38
11.5 Work and development scheduling.....	38
11.6 Construction and preparation of the measurement system	39
11.7 Calibration and training	39
11.8 Method validation	41
11.9 Practical deployment.....	42
11.10 Revalidation and redesign of the method and extensions	43
Annex A Overview and assessment scheme	45
Annex B Odorant identification	48
Bibliography	50

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), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Einleitung

Diese Richtlinie soll Herstellern, Anbietern und Nutzern als ein Leitfaden Informationen und Erläuterungen für die korrekte und sichere Arbeit mit Multigassensoren liefern. Die Richtlinie wurde im Ausschuss „Multigassensorik“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) erarbeitet. Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3518 besteht aus mehreren Blättern, weitere sind geplant.

VDI/VDE 3518 Blatt 1 definiert Begriffe, beschreibt den Aufbau von Multigassensoren, klassifiziert Multigassensoren, stellt Mindestanforderungen an diese auf und benennt Kenngrößen und Güteklassen zur Bewertung von Multigassensoren. Zielsetzung ist, die wichtigsten Begriffe und Definitionen in diesem Bereich zu erläutern und eine Orientierungshilfe für die Anwendung von Multigassensoren zu bieten.

VDI/VDE 3518 Blatt 2 beschreibt die Anforderungen und die Prüfung von Multigassensoren. Die Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Klassifizierung in Anwendungskategorien und Funktionalitäten. Dabei wird eine Bewertung hinsichtlich verschiedener Güteklassen vorgenommen.

Die vorliegende Richtlinie VDI/VDE 3518 Blatt 3 befasst sich mit geruchsbezogenen Messungen mit Multigassensoren. Diese Messungen erfolgen in Bezug zur menschlichen Sinneswahrnehmung, in Anlehnung an Prüf- und Messverfahren der Olfaktometrie und instrumentellen Analytik.

Die Anwendung von Blatt 3 dieser Richtlinie erfolgt in Zusammenhang mit Blatt 1 und Blatt 2.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3518.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

This standard is intended to act as a guide and provide manufacturers, suppliers, and users with data and explanations for working correctly and safely with multigas sensors. It was compiled by the Multigas Sensor Technology committee of VDI/VDE Society Measurement and Automatization Technology (GMA). The VDI/VDE 3518 series of standards consists of several parts, and others are being planned.

VDI/VDE 3518 Part 1 defines the terminology, describes the construction of multigas sensors, classifies multigas sensors, sets up minimum requirements for them, and names parameters and quality classes for the assessment of multigas sensors. Its objective is to clarify the most important concepts and definitions in this field, and to provide an orientation aid for the utilisation of multigas sensors.

VDI/VDE 3518 Part 2 describes the requirements for and the testing of multigas sensors. Testing takes into consideration the classification into application categories and functionalities. An assessment of various quality classes is undertaken.

The current standard VDI/VDE 3518 Part 3 covers odour-related measurements with multigas sensors. These measurements are conducted by reference to human sense perceptions, in reliance on testing and measurement method used in olfactometry and instrumental analytics.

The application of Part 3 of this standard takes place in conjunction with Part 1 and Part 2.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3518.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie betrifft Multigasensoren, die für das Unterscheiden (*Differenzieren*), Erkennen (*Identifizieren*) und mengenmäßige Bestimmen (*Quantifizieren*) mehrerer gasförmiger Stoffe verwendet werden. Darüber hinaus können Multigasensoren als elektronische Nasen in Anlehnung an den menschlichen Geruchssinn zur Messung und Charakterisierung von Gerüchen eingesetzt werden.

Die Spezifik von Multigasensoren besteht darin, dass durch die Wahl und Betriebsweise der Sensoren eine Vielzahl von Messsignalen erzeugt werden, aus denen mit mathematischen Verfahren die für die Anwendung erforderlichen Informationen extrahiert werden. Hierzu ist häufig ein Training der Messeinrichtung (Multigasensor) mit Gasproben bekannter Zusammensetzung notwendig.

Diese Richtlinie soll Herstellern von Multigasensoren, Prüflaboratorien und Nutzern helfen, bei der Beurteilung von Leistungsmerkmalen einheitlich vorzugehen und dafür gemeinsame Randbedingungen anzugeben.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Art und Anzahl der Gase und ihrer Konzentrationen äußerst vielfältig sein können und daher spezifische Anforderungen und Prüfungen nicht für alle Anwendungskategorien und Funktionalitäten detailliert vorgegeben werden können. Es werden daher Prüfungen von Mindestanforderungen und Leitlinien für die Ausführung von umfangreicheren Prüfungen angegeben.

Im Abschnitt 4 dieser Richtlinie sind die Prüfungen und Anforderungen an Multigasensoren beschrieben, um Gerüche zu unterscheiden, Gerüche zu erkennen und um Geruchsintensitäten und Geruchsstoffkonzentrationen zu bestimmen. Damit können jedoch nur Aussagen zu einer prinzipiellen Eignung von elektronischen Nasen zur Geruchsmessung gewonnen werden, ohne dass die Leistungsfähigkeit in einem spezifischen Anwendungsfall beurteilt werden kann. Es werden die allgemeinen Anforderungen an die Funktionalität von elektronischen Nasen, Verfahren zum Einsatz von elektronischen Nasen in Bezug auf die Olfaktometrie und Anforderungen zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von elektronischen Nasen anhand der ermittelten Ergebnisse beschrieben.

Olfaktorische Geruchsmessungen werden üblicherweise mit einem Panel von mehreren geschulten prüfenden Personen ausgeführt. Elektronische Nasen können in Bezug auf olfaktorische Sinneswahrnehmungen und als Ergänzung insbesondere von diskriminierenden Prüfungen dazu auf der Basis von chemisch-physikalischen Messverfahren

1 Scope

This standard concerns multigas sensors that are used for the *Differentiation*, *Identification*, and *Quantification* of several gaseous substances. In addition, multigas sensors can be used as electronic noses, by reference to the human sense of smell, for the measurement and characterisation of odours.

The specific feature of multigas sensors consists in the fact that through the choice and operating mode of the sensors, a large number of signals are generated from which the data required for the application are extracted using mathematical methods. Often, this requires training the measuring device (multigas sensor) with gas samples of known composition.

This standard is intended to assist manufacturers of multigas sensors, test laboratories, and users to proceed uniformly in the assessment of performance features and specify common boundary conditions for this.

It is to be borne in mind that the types, numbers, and concentrations of gases can be extremely varied, and therefore it is impossible to state in detail specific requirements and tests for all application categories and functionalities. Therefore, tests are specified for minimum requirements, and guidelines provided for performing more extensive tests.

Section 4 of this standard describes the tests and requirements for multigas sensors used for differentiating odours, identifying odours, and determining odour intensities and odorant concentrations. This, however, only allows statements to be made about the basic suitability of electronic noses for odour measurements, without making it possible to judge the performance in a specific application. The general requirements for the functionality of electronic noses, methods for using electronic noses in regard of olfactometry, and requirements for evaluating the performance of electronic noses based on the obtained results are described.

Olfactory odour measurements are usually performed with a panel of several trained testers. Electronic noses can, in addition, offer objective and quantifiable results based on chemical-physical measurement methods in relation to olfactory sense perceptions and in particular to complement discrimination tests. Further to the relation to human

objektive und quantifizierbare Ergebnisse bereitstellen. Neben dem Bezug zu olfaktorischen Sinneswahrnehmungen durch den Menschen kann eine Korrelation zu chemisch-analytischen Verfahren der Messung von geruchgebenden Stoffen zur Bewertung von elektronischen Nasen in Betracht gezogen werden.

Geruchsbezogene Messungen mit elektronischen Nasen können in Innenräumen oder im Außenbereich ausgeführt werden. Während in Innenräumen die Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Feuchte und Luftströmung durch geeignete Messungen definiert werden können, ist im Außenbereich mit schwankenden Konditionen zu rechnen, welche die Messungen stark beeinträchtigen können. Die Messungen können direkt vor Ort ausgeführt werden oder es können Geruchsproben gewonnen werden, die anschließend im Labor analysiert werden. Messungen können im Gasraum (Headspace) über einer Probe oder in einem Gasstrom ausgeführt werden. Sind bei den Messungen Konzentrationen von brennbaren Gasen oberhalb 20 % der UEG (unteren Explosionsgrenze) oder toxische Stoffe oberhalb der Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) multipliziert mit dem jeweiligen Überschreitungsfaktor bei Kurzzeitexposition zu erwarten, dann sind zusätzliche sicherheitstechnische Richtlinien und Standards für diese Konzentrationsbereiche zu berücksichtigen.

2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI/VDE 3518 Blatt 1:2011-05 Multigassensoren;
Begriffe, Aufbau und Arbeitsweise, Klassifizierung

VDI/VDE 3518 Blatt 2:2014-10 Multigassensoren;
Klassifizierung, Prüfung und Bewertung

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die Begriffe nach VDI/VDE 3518 Blatt 1 und die folgenden Begriffe:

olfactory sense perceptions, a correlation with analytical chemical methods for the measurement of odorous substances can be used to assess electronic noses.

Odour-related measurements with electronic noses can be performed indoors or outdoors. Whereas indoors the ambient conditions such as temperature, humidity and airflow can be defined through suitable measurements, outdoors fluctuating conditions have to be assumed which can impair the measurements considerably. The measurements can be performed directly on site, or odour samples can be obtained to be analysed later in the lab. Measurements can be performed in the gas space (headspace) above a sample or in a gas stream. If during the measurements, concentrations of flammable gases exceeding 20 % of the lower explosion limit or toxic substances above the workplace limit multiplied by the relevant excess factor for short-term exposure are to be expected, then additional safety guidelines and standards for these concentration ranges shall be taken into consideration.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

VDI/VDE 3518 Part 1:2011-05 Multigas sensors;
Terms, configuration, function and classification

VDI/VDE 3518 Part 2:2014-10 Multigas sensors;
Function, classification and assessment

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms of VDI/VDE 3518 Part 1 and the following terms and definitions apply: