

**Gasanalysegeräte
Angabe zum Betriebsverhalten**Teil 3: Paramagnetische Sauerstoffanalysegeräte
(IEC 61207-3:2002) Deutsche Fassung EN 61207-3:2002**DIN****EN 61207-3**

ICS 71.040.40

Gas analyzers – Expression of performance –
Part 3: Paramagnetic oxygen analyzers
(IEC 61207-3:2002); German version EN 61207-3:2002

Analyseurs de gaz – Expression des qualités de fonctionnement –
Partie 3: Analyseurs d'oxygène paramagnétiques
(CEI 61207-3:2002); Version allemande EN 61207-3:2002

Die Europäische Norm EN 61207-3:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 61207-3 wurde am 2002-05-01 angenommen.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 966 „Stoffgrößen-Messgeräte für Betrieb und Umwelt“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 65D(Sec)10:1995-01.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 65A „System aspects“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2006 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Fortsetzung Seite 2
und 29 Seiten EN

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Deutsche Fassung

Gasanalysegeräte –
Angabe zum Betriebsverhalten
Teil 3: Paramagnetische Sauerstoffanalysegeräte
(IEC 61207-3:2002)

Gas analyzers –
Expression of performance
Part 3: Paramagnetic oxygen analyzers
(IEC 61207-3:2002)

Analyseurs de gaz –
Expression des qualités de fonctionnement
Partie 3: Analyseurs d'oxygène
paramagnétiques
(CEI 61207-3:2002)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2002-05-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 65D/79/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61207-3, ausgearbeitet von dem SC 65D „Analyzing equipment“ des IEC TC 65 „Industrial-process measurement and control“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2002-05-01 als EN 61207-3 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61207-3:1999.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2003-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-05-01

Diese Europäische Norm muss in Verbindung mit EN 61207-1 angewendet werden.

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A und B informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61207-3:2002 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich und Zweck	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Festlegung technischer Daten.....	9
4.1 Beschreibung der wesentlichen Hilfseinrichtungen und Betriebsmittel.....	10
4.2 Zusätzliche Merkmale hinsichtlich der Festlegung des Betriebsverhaltens.....	10
4.3 Wichtige Aspekte hinsichtlich der Festlegung des Betriebsverhaltens	11
5 Verfahren bei Abnahmeprüfungen	13
5.1 Einleitung.....	13
5.2 Durchführung der Prüfungen.....	13
Bild 1 – Magnetisches selbstabgleichendes System mit Stromrückkopplung.....	15
Bild 2 – Messzelle nach dem thermomagnetischen Verfahren	16
Bild 3 – Messzelle nach dem Differenzdruck-Verfahren	17
Bild 4 – Typisches Probennahmesystem für feuchte Proben mit Pumpe, Filter- und Trocknungseinheit	18
Bild 5 – Allgemeine Prüfanordnung – Trockene Gase	19
Bild 6 – Typisches Probennahmesystem für feuchte Proben mit Dampfstrahlpumpe und Wasserabscheider mit Phasentrenner	20
Bild 7 – Prüfeinrichtung, um Analysensystemen Gase und Wasserdampf zuzuführen	21
Anhang A (informativ) Quereinfluss durch Begleitgase.....	22
Anhang B (informativ) Verfahren zur Herstellung von Wasserdampf in Prüfgasen	26
Literaturhinweise.....	28
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	29

Einleitung

Paramagnetische Sauerstoffanalysegeräte (Analysatoren) messen den Partialdruck und nicht die Volumenkonzentration. Sie werden in einer Vielzahl von Anwendungen in der Industrie, im Laboratorium und anderweitig eingesetzt, wobei der Nennmessbereich des Analysators, bezogen auf Normaldruck, zwischen 0 % und 1 % und 0 % und 100 % liegt.

Nur wenige Gase weisen Paramagnetismus auf (z. B. Sauerstoff, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid). Sauerstoff hat eine besonders hohe paramagnetische Suszeptibilität (siehe Anhang A). Unter Ausnutzung dieser besonderen Eigenschaft des Sauerstoffs sind Analysatoren konstruiert worden, die hochspezifisch für die Messung in den meisten industriellen Anwendungen sein können, wobei z. B. ein hoher Hintergrundpegel an Kohlenwasserstoffen vorhanden sein kann.

Zur Messung der paramagnetischen Eigenschaften des Sauerstoffs sind mehrere verschiedene Verfahren bekannt, doch haben sich in vielen Jahren gewerblicher Anwendung drei Hauptverfahren durchgesetzt.

Diese drei Verfahren sind:

- Verfahren mit automatischem Nullabgleich;
- thermomagnetisches Verfahren oder Verfahren mit magnetischem Wind;
- Differenzdruck- oder „Quinke“-Verfahren.

Bei sämtlichen Verfahren muss das Probengas sauber und trocken sein, wobei einige Varianten bei erhöhten Temperaturen arbeiten, um auch die Analyse von Proben, die bei niedrigeren Temperaturen kondensieren würden, zu ermöglichen.

Aufgrund dieser Anforderung ist bei Analysatoren häufig ein Probennahmesystem erforderlich, um die Probe vor der Messung vorbehandeln zu können.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieser Teil der IEC 61207 bezieht sich auf die in der Einleitung erwähnten drei Hauptverfahren. Er betrachtet wesentliche Hilfseinrichtungen und gilt für Analysatoren, die in Räumen oder im Freien aufgebaut sind.

ANMERKUNG Sicherheitskritische Anwendungen können zusätzliche Anforderungen an die Auslegung des Systems und des Analysators notwendig machen, die nicht in dieser Norm enthalten sind.

Diese Norm ist dafür vorgesehen

- Terminologie und Definitionen zum Funktionsverhalten paramagnetischer Analysatoren für die Messung von Sauerstoff in einem Ausgangsgas festzulegen;
- Verfahren zu vereinheitlichen, die bei der Erstellung und Überprüfung der Angaben über das Funktionsverhalten solcher Analysatoren verwendet werden;
- festzulegen, welche Prüfungen durchgeführt werden sollten, um das Funktionsverhalten zu bestimmen, und wie diese Prüfungen ausgeführt werden sollten;
- Basisdokumente bereitzustellen, um die Anwendung der Qualitätssicherungsnormen (ISO 9001, ISO 9002 und ISO 9003) zu unterstützen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden belegten Publikationen sind unentbehrlich für die Anwendung dieses Schriftstückes. Bei datierten Verweisungen kommt nur die zitierte Ausgabe zur Anwendung. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich aller Nachträge).

IEC 60654-1:1993, *Industrial-process measurement and control equipment – Operating conditions – Part 1: Climatic conditions*.

IEC 61115:1992, *Expression of performance of sample handling systems for process analysers*.

IEC 61207-1:1994, *Expression of performance of gas analyzers – Part 1: General*.

ISO 9001:2000, *Quality management systems – Requirements*.

ISO 9002:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in production, installation and servicing*.

ISO 9003:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in final inspection and test*.

3 Begriffe

Im Sinne dieses Teils der IEC 61270 gelten die nachfolgenden Begriffe.

3.1

magnetische Suszeptibilität

Maß (X) für die Änderung der Feldstärke eines Magnetfelds H im Vakuum, wenn das Vakuum durch den Teststoff ersetzt wird

$$X = \frac{H^1 - H}{H} \quad (1)$$

Dabei ist

H die magnetische Feldstärke im Vakuum;

H^1 die magnetische Feldstärke im Teststoff.

3.1.1

Paramagnetismus

Stoffe, die eine Zunahme der magnetischen Feldstärke ($X > 0$) bewirken

3.1.2

Diamagnetismus

Stoffe, die eine Verminderung der magnetischen Feldstärke ($X < 0$ da $H^1 < H$) bewirken

3.1.3

spezifische magnetische Suszeptibilität

gegeben durch das Verhältnis der magnetischen Suszeptibilität nach:

$$X_s = \frac{X}{D} \quad (2)$$

Dabei ist

D die Dichte des betrachteten Stoffes, gemessen in gcm^{-3} bei 273,15 K, 1 013 kPa.

Die Maßeinheit von X_s ist daher $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$.

3.1.4

molare magnetische Suszeptibilität

die molare magnetische Suszeptibilität X_m ist das Produkt aus spezifischer magnetischer Suszeptibilität und dem Molekulargewicht des betrachteten Stoffes:

$$X_m = X_s \cdot M \quad (3)$$

Dabei wird

M in Gramm pro Mol (g mol^{-1}) gemessen (für Sauerstoff ist $M = 0,032$).

Die Maßeinheit von X_m ist daher $\text{cm}^3 \text{g}^{-1} \text{mol}^{-1} = \text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$.

ANMERKUNG 1 Elektronen bestimmen die magnetischen Eigenschaften von Stoffen auf zweierlei Weise:

- ein Elektron kann als kleine Kugel mit negativer Ladung angesehen werden, die sich um ihre eigene Achse dreht. Diese rotierende Ladung erzeugt ein magnetisches Moment;
- ein Elektron, das sich auf einer geschlossenen Bahn um einen Atomkern bewegt, erzeugt ebenfalls ein magnetisches Moment.

Die Kombination von Spinmoment und Bahnmoment ist verantwortlich für die sich ergebenden magnetischen Eigenschaften eines einzelnen Atoms oder Ions.

In paramagnetischen Stoffen stammt der Hauptbeitrag zum magnetischen Moment von ungepaarten Elektronen. Die Anordnung der Bahnelektronen und ihrer Spinorientierungen bestimmen den Paramagnetismus des Sauerstoffmoleküls und unterscheiden es von den meisten anderen Gasen.

ANMERKUNG 2 Werden paramagnetische Gase in ein magnetisches Fremdfeld gebracht, so ist der magnetische Fluss im Gas höher, als er im Vakuum wäre, deshalb werden paramagnetische Gase in den Teil des Magnetfeldes mit dem stärksten magnetischen Fluss hineingezogen. Im Gegensatz dazu besitzen diamagnetische Stoffe magnetische Dipole, die einige Kraftlinien des Fremdfeldes verdrängen, aus diesem Grund werden diamagnetische Gase durch den magnetischen Fluss abgestoßen.

ANMERKUNG 3 Die molare magnetische Suszeptibilität von Sauerstoff ist umgekehrt proportional der absoluten Temperatur. Nach Van Vleck [1]¹⁾ kann die molare Suszeptibilität von Sauerstoff durch Gleichung (4) angenähert werden.

$$\text{Für Sauerstoff} \quad X_m = \frac{8L \cdot \mu_B^2}{3kT} \quad (4)$$

Dabei ist

X_m die molare Suszeptibilität von Sauerstoff, gemessen in $\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$;

L die Avogadro-Zahl = $6,0227 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

μ_B das Bohr'sche Magneton = $9,274 \times 10^{-24} \text{ A} \cdot \text{m}^2$;

k die Boltzmann-Konstante = $1,38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$;

T die absolute Temperatur in K (Kelvin).

Gleichung (4) kann auch wie folgt geschrieben werden:

$$X_m = \frac{1010557}{T} \times 10^{-9} \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (nur für Sauerstoff).}$$

ANMERKUNG 4 Das volle Verständnis von Paramagnetismus und Diamagnetismus lässt sich aus Lehrbüchern der Physik und anorganischen Chemie gewinnen. Die Erläuterung in dieser Norm soll dem Anwender paramagnetischer Sauerstoffanalysatoren lediglich ein einfaches Verständnis der zunutze gemachten physikalischen Eigenschaften vermitteln.

3.2

Analysator mit automatischem Nullabgleich

Analysatoren dieser Bauart liegt als allgemeines Funktionsprinzip die Verschiebung eines Körpers, der ein Vakuum oder ein diamagnetisches Gas enthält, aus einem Bereich hoher magnetischer Feldstärke durch paramagnetische Sauerstoffmoleküle zugrunde (siehe Bild 1).

Die Messzelle verwendet typischerweise eine Hantel aus Glas, deren Kugeln Stickstoff enthalten und die an einem Torsionsband zwischen magnetischen Polschuhen aufgehängt ist, die den magnetischen Fluss um die Hantel herum konzentrieren. Die Messzelle muss in ein magnetisches Feld gebracht werden. Wenn Sauerstoffmoleküle in die Messzelle eintreten, wird die Hantel abgelenkt, da die Sauerstoffmoleküle, die in den Bereich mit der höchsten magnetischen Feldstärke hineingezogen werden, eine Kraft auf die Hantel ausüben. Mit Hilfe einer optischen Ablenkeinheit, einer Rückkoppelspule und geeigneter Elektronik erhält man ein Ausgangssignal, das dem Partialdruck des Sauerstoffs direkt proportional ist. Der Messumformer wird üblicherweise auf konstanter Temperatur gehalten, um Fehler durch die Änderungen der magnetischen Suszeptibilität mit der Temperatur zu vermeiden. Außerdem ist die erhöhte Temperatur bei Anwendungen von Vorteil, bei denen die Probe nicht besonders trocken ist. Manche Analysatoren sind so konstruiert, dass der Messumformer bei einer Temperatur über 373,15 K (100 °C) arbeitet, um auch Anwendungen zu ermöglichen, bei denen sich bei niedrigeren Temperaturen Kondensate bilden würden.

¹⁾ Zeichen in eckiger Klammer beziehen sich auf Literaturhinweise.

3.3

thermomagnetische Analysatoren (Analysatoren mit magnetischem Wind)

Analysatoren dieser Bauart nutzen die Temperaturabhängigkeit der magnetischen Suszeptibilität aus, um einen magnetisch induzierten Gasstrom zu erzeugen, der dann mit einem Durchflusssensor gemessen werden kann. Das Probengas wird in eine Messzelle geleitet, die so konstruiert ist, dass der Gasstrom sich am Einlass aufspaltet (siehe Bild 2).

Die beiden Gasströme vereinigen sich am Auslass wieder. In der Mitte befindet sich ein Verbindungsrohr mit dem darauf gewickelten Durchflusssensor. Die eine Hälfte des Verbindungsrohres befindet sich zwischen den Polen eines starken Magneten. Der Durchflusssensor besteht im Wesentlichen aus zwei Drahtspulen, die durch einen elektrischen Strom auf etwa 353,15 K (80 °C) erwärmt werden. Die kalten Sauerstoffmoleküle werden durch das Magnetfeld in das zentrale Rohr gelenkt, ihre magnetische Suszeptibilität nimmt bei der Erwärmung ab, und kältere Sauerstoffmoleküle strömen in das Verbindungsrohr nach. Dadurch wird ein Sauerstoffstrom durch das Verbindungsrohr erzeugt, der die erste Spule kühlt (diese sitzt im Bereich des Magnetfelds), während die Temperatur der zweiten Spule durch diesen Querstrom nicht wesentlich beeinflusst wird. Die beiden Spulen sind mit temperaturempfindlichen Drähten (z. B. Platin-Draht) umwickelt und zu einer Wheatstoneschen Brücke verbunden; der Strom der nicht ausgeglichenen Brücke ist nahezu proportional zum Sauerstoffpartialdruck des Prüfgases.

Modernere Analysatoren verwenden verfeinerte Messzellen mit ringförmigen Widerständen anstelle der beiden Spulen als Durchflusssensor und sind temperaturgeregelt, damit sich Änderungen der Umgebungstemperatur möglichst gering auswirken.

Da sich dieses Verfahren auf die Wärmeübertragung stützt, beeinflusst die Wärmeleitfähigkeit von Begleitgasen den abgelesenen Wert der Sauerstoffkonzentration; die Zusammensetzung der Begleitgase muss daher bekannt sein. Einige Analysatoren ermöglichen eine Korrektur erster Ordnung dieses Effekts durch die Verwendung weiterer Kompensationseinrichtungen.

Thermomagnetische Analysatoren erzeugen kein streng lineares Ausgangssignal, deshalb wird eine zusätzliche Signalverarbeitung benötigt, um das Ausgangssignal zu linearisieren.

3.4

Differenzdruck(Quinke)-Analysatoren

Analysatoren dieser Bauart verwenden ein pneumatisches Ausgleichssystem, das mit Hilfe eines Referenzgases (z. B. Stickstoff) eingestellt wird. Die Messzelle ist so konstruiert, dass sich der Gasstrom am Einlass des Referenzgases in zwei Teilströme aufteilt. Die beiden Teilströme vereinigen sich am Auslass des Referenzgases wieder; dort wird auch das Probengas zugeführt. Mit einem Differenzdrucksensor (oder einem Mikrodurchflusssensor), der zwischen den beiden Referenzgasströmen angeordnet ist, kann jedes Nichtgleichgewicht festgestellt werden. Ein Magnet wird nahe dem Referenzgasauslass in einem Zweig der Messzelle angeordnet, so dass der Sauerstoff in der Probe angezogen und in diesen Zweig geleitet wird und dabei einen Gegendruck erzeugt, der mit dem Differenzdrucksensor nachgewiesen wird (siehe Bild 3).

Differenzdruck-Analysatoren sind unabhängig von der Wärmeleitfähigkeit der Begleitgase, und da nur das Referenzgas mit dem Sensor in Berührung kommt, treten kaum Korrosionsprobleme auf. Einige Messgeräte benutzen gepulste Magnetfelder, um die Neigungsempfindlichkeit zu erniedrigen, und bestimmte Konstruktionen gleichen die Wirkungen von Erschütterungen aus.

3.5

explosionsgefährdeter Bereich

Bereich, in dem potentiell brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube freigesetzt werden können. In explosionsgefährdeten Bereichen gelten Beschränkungen beim Einsatz elektrischer Geräte.

3.6

wesentliche Hilfseinrichtungen

Einrichtungen, ohne deren Vorhandensein der Analysator nicht innerhalb der Festlegungen betrieben werden kann (z. B. Kalibriersysteme, Referenzgassysteme, Probennahmesysteme)

3.6.1

Probennahmesysteme

siehe Bilder 4 und 5 für typische Probennahmesysteme. Zu den vollständigen Einzelheiten der Anforderungen an Probennahmesysteme siehe IEC 61115.

Ein Probennahmesystem ist ein System, dessen Bauelemente auf einer Platte oder in einem Analysengeräteraum befestigt sind zu dem Zweck, das Probengas vom Probennahmepunkt zum Analysator zu leiten