

2.3 Prinzipien der magnetischen Sauerstoffmessung

Von den zahlreichen magnetischen Sauerstoffmessern besprechen wir nur drei Exemplare. Andere Geräte mit ähnlicher Wirkungsweise werden in der Literatur beschrieben /3/, /4/.

2.3.1 Die Ringkammer

Der erste paramagnetische Sauerstoffmesser ist die Ringkammer (nach Lehrer /1/). Das Verfahren arbeitet nach dem Curieschen Gesetz. Der Aufbau ist aus Bild 2.4 zu ersehen.

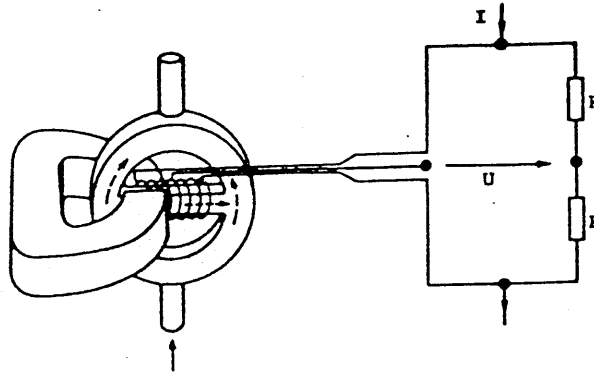


Bild 2.4. Schema der Ringkammer

Die Ringkammer dient dazu, das hier horizontal gestellte Meßrohr strömungslos mit Meßstoff zu füllen. Das Meßrohr trägt zwei Heizwicklungen, die vom gleichen Strom durchflossen werden. Längs des Meßrohres bildet sich ein parabelförmiges Temperaturprofil aus, das in der Mitte sein Maximum hat. Durch das Temperaturprofil wird dem Meßstoff nach dem Curieschen Gesetz ein entsprechendes Suszeptibilitätsprofil aufgeprägt. Auf die linke Hälfte des Meßrohres wirkt das Feld eines Permanentmagneten, es entsteht eine Druckdifferenz, die den Meßstoff im Meßrohr in Bewegung setzt. Durch die Strömung wird Wärme von der einen auf die andere Meßrohrhälfte übertragen. Dadurch wird der temperaturabhängige Widerstand der Wicklungen verändert. Die Widerstandsänderung wird in einer Meßbrücke erfaßt.

Wir berechnen in grober Näherung das stationäre Ausgangssignal. Zunächst wird das ungestörte Temperaturprofil im Meßrohr betrachtet (Bild 2.5).

Die Energiebilanz für das Meßröhrchen besagt (R = Widerstand einer Wicklungshälfte):

$$2I^2R = \alpha\Delta\theta_0 \quad (2.14)$$

Dabei ist $\Delta\theta_0$ der Temperaturunterschied vom Rohr zur Umgebung an der Stelle $x = 0$ und α der zugehörige Wärmeübergangsfaktor. α kann empirisch bestimmt werden. Wir nehmen an, daß an den Rohrenden die Umge-

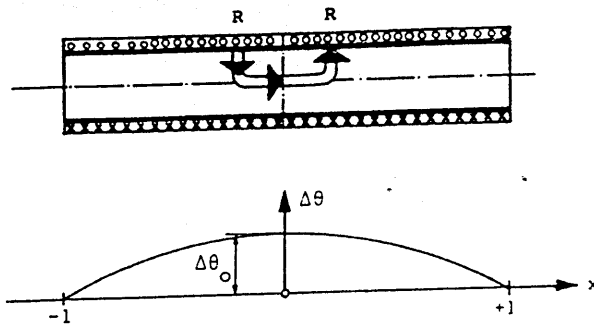


Bild 2.5. Schnitt durch das Meßrohr und Temperaturverlauf längs des Rohres. Länge des Rohres etwa 30 mm, lichte Weite 5,8 mm, Wandstärke 0,1 mm

Die Temperaturerhöhung $\Delta\theta$ an der Stelle x ist durch die Temperaturerhöhung $\Delta\theta_0$ an der Mitte $x=0$ gegeben. Die Temperaturerhöhung $\Delta\theta$ an der Stelle $x=+1$ ist $\Delta\theta(x=+1) = 0$. Die einfachste gerade Funktion, die diese Bedingungen erfüllt, ist die Parabel:

$$\Delta\theta = \Delta\theta_0 \left(1 - \frac{x}{1}\right) \left(1 + \frac{x}{1}\right) \quad (2.15)$$

Dieses Temperaturprofil ergibt sich auch als Näherungslösung, wenn man die Wärmeleitungsgleichung löst.

Als nächstes berechnen wir den durch die magnetische Kraft erzeugten Volumenstrom (magnetischer Wind) im Meßrohr. Zur Berechnung der Kraft auf die Gassäule im Meßröhrchen nehmen wir an, daß der Unterschied zwischen der Gastemperatur und der Rohrtemperatur in einem Querschnitt x klein gegen $\Delta\theta_0$ ist. Dann gilt für die Suszeptibilität im Gas nach dem Curie-Gesetz:

$$\text{grad } \Delta\kappa = \frac{\partial \kappa}{\partial T} \text{ grad } \Delta\theta$$

Wir nehmen an, daß im Bereich $-1 \leq x \leq 0$ ein homogenes Magnetfeld H über den ganzen Rohrquerschnitt wirkt. Mit Gl. 2.11 wird die Komponente

Gas	$\kappa \cdot 10^{10}$
N ₂	-5,01
H ₂	-1,67
He	-0,80
Ar	-7,98
Cl ₂	-17,7
CO	-4,89
CO ₂	-8,84
HCl	-9,17
NH ₃	-7,91
H ₂ O	-5,15
CH ₄	-5,09
C ₂ H ₆	-9,23
C ₂ H ₄	-5,05
C ₂ H ₂	-5,24
O ₂	+1414
NO	+612

Tabelle 2.1. Suszeptibilitäten einiger Gase bei 20 °C und 1 bar

der Kraft in x-Richtung:

$$F = -\frac{1}{2} \pi r^2 H^2 \mu_0 \frac{\partial \kappa}{\partial T} \int_{-1}^0 \text{grad } \Delta \theta \, dx = -\frac{1}{2} \pi r^2 \mu_0 H^2 \frac{\partial \kappa}{\partial T} \Delta \theta_0$$

$\partial \kappa / \partial T$ ist ein mittlerer Wert im interessierenden x-Intervall. Diese Kraft entspricht einer Druckdifferenz $p(0) - p(-1) = \Delta p$ über den Querschnitt der Säule

$$\Delta p = \frac{F}{\pi r^2} = -\frac{1}{2} \mu_0 H^2 \frac{\partial \kappa}{\partial T} \Delta \theta_0$$

Für $H = 10^5 \text{ Am}^{-1}$ und $\Delta \theta_0 = 50 \text{ K}$ ergibt sich ein Δp in der Größenordnung 10^{-8} bar . Diese Beziehung hält auch noch, wenn als Folge der Druckdifferenz eine Ausgleichsströmung einsetzt, sofern man für $\Delta \theta_0$ die dann tatsächlich anliegende Temperaturdifferenz einsetzt. Mit der bekannten Beziehung von Hagen-Poiseuille für den Strömungswiderstand des Rohres $Z = 8\eta \cdot 2l / (\pi r^4)$ wird der Volumenstrom:

$$\dot{V} = -\frac{\pi r^4 \mu_0 H^2}{32\eta l} \cdot \frac{\partial \kappa}{\partial T} \Delta \theta_0 = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 H^2 \Delta \theta_0}{Z} \cdot \frac{\partial \kappa}{\partial T} \quad (2.16)$$

Wir müssen nun noch die Temperaturänderung der Wicklungen aufgrund des magnetischen Windes berechnen. Unter dem Einfluß der Strömung wird das Temperaturprofil unsymmetrisch. Wir erstellen eine Energiebilanz gesondert für die linke und die rechte Rohrhälfte. Mit dem Volumenstrom \dot{V} wird aus der linken Rohrhälfte der Wärmestrom $c_p \rho \dot{V} \overline{\Delta \theta}_1$ in die rechte Hälfte übertragen. Dabei ist ρ die Dichte, c_p die spezifische Wärme bei konstantem Druck und $\overline{\Delta \theta}_1$ die mittlere Temperatur, nach Gl. 2.15 ist

$$\overline{\Delta \theta}_1 = \overline{\Delta \theta}_2 = \frac{2}{3} \Delta \theta_0 \quad (2.17)$$

Die Abweichungen vom Zustand ohne Strömung werden durch die Bilanzgleichungen ($\gamma =$ Temperaturkoeffizient des spezifischen Widerstandes),

$$d(I^2 R_1) = I^2 R_Y d\bar{\Delta\theta}_1 = \frac{3}{4} \alpha d\bar{\Delta\theta}_1 + \rho c_p \dot{V} \bar{\Delta\theta}_1$$

$$d(I^2 R_2) = I^2 R_Y d\bar{\Delta\theta}_2 = \frac{3}{4} \alpha d\bar{\Delta\theta}_2 - \rho c_p \dot{V} \bar{\Delta\theta}_1$$

beschrieben. Die Differenz der beiden Temperaturänderungen ergibt sich daraus zu

$$d\bar{\Delta\theta}_2 - d\bar{\Delta\theta}_1 = \frac{8}{3} \cdot \frac{\rho c_p \dot{V} \bar{\Delta\theta}_1}{\alpha [1 - \frac{4I^2 R_Y}{3\alpha}]}$$

Wir ersetzen \dot{V} nach Gl. 2.16, $\bar{\Delta\theta}_1$ nach Gl. 2.17, ρ durch die Normdichte gemäß $\rho = \rho_0 p T_0 / (p_0 T)$ und berechnen die Diagonalspannung $U = \frac{1}{4} I R_Y [d\bar{\Delta\theta}_2 - d\bar{\Delta\theta}_1]$ der Brücke. Mit Gl. 2.14 ist $I = (\alpha \Delta\theta_0 / 2R)^{1/2}$ und wir erhalten,

$$U = -\frac{\sqrt{Z}}{9} \cdot \frac{c_p \rho_0 T_0 p}{T p_0} \cdot \frac{\gamma R^{1/2} (\Delta\theta_0)^{5/2} \cdot \mu_0 H^2}{\alpha^{1/2} [1 - \frac{2}{3} \gamma \Delta\theta_0] Z} \cdot \frac{\partial \kappa}{\partial T} \quad (2.18)$$

oder wenn wir $\Delta\theta_0 = 2I^2 R / \alpha$ einsetzen

$$U = -0,9 \cdot \frac{c_p \rho_0 T_0 p}{T p_0} \cdot \frac{\gamma R^3 I^5 \mu_0 H^2}{\alpha^3 [1 - \frac{4I^2 R_Y}{3\alpha}] Z} \cdot \frac{\partial \kappa}{\partial T} \quad (2.19)$$

Diskussion:

Wir diskutieren nur die Geräteeigenschaften. Hinzu kommen die grundsätzlichen Einflüsse des Meßstoffes, sie stecken im Faktor $\partial \kappa / \partial T$. Der relative Temperaturfehler durch diesen Faktor ist $-3\Delta T / T$, der relative Druckfehler $\Delta p / p$ (siehe Gl. 2.9 und 2.10).

- Druckabhängigkeit. Eine Druckänderung Δp bringt eine Änderung der Empfindlichkeit $\Delta E / E = \Delta p / p$. Die normalen Luftdruckschwankungen von 2% bewirken zusammen mit dem Fehler von $\partial \kappa / \partial T$ einen Fehler von 4%.

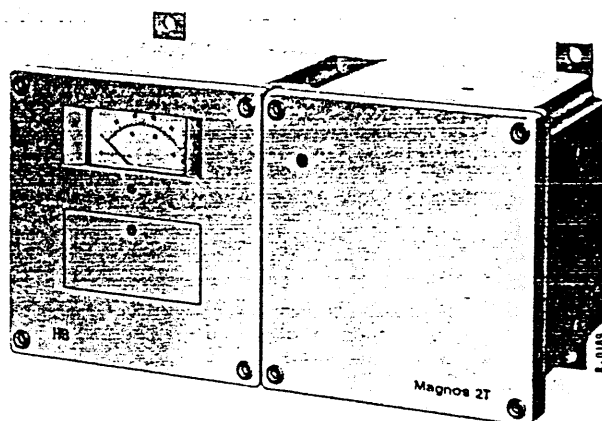
- Eine Temperaturänderung ΔT ruft einen Fehler $\Delta E/E = -\Delta T/T$ hervor. Zusammen mit dem Temperaturfehler durch $\partial \kappa / \partial T$ entsteht ein Fehler von $-4\Delta T/T$. Eine Temperaturänderung von 5 K bringt damit einen Fehler von 7%, die Geräte sind deshalb thermostatisiert.
- Stromabhängigkeit. Der Einfluß einer Änderung des Heizstromes wird durch $\Delta E/E = \Delta I/I$ wiedergegeben. An die Konstanz des Heizstromes sind daher hohe Anforderungen gestellt.
- Trägergaseinfluß. Nimmt man an, daß der Sauerstoff einem Trägergas beigemischt ist, dessen Suszeptibilität gering ist, ist der Trägergaseinfluß allein durch den Ausdruck $\rho_0 c_p / \eta$ gegeben. Bei stark wasserstoffhaltigem Trägergas wird im Vergleich zu einem N_2/O_2 -Gemisch wegen der geringen Zähigkeit eine Empfindlichkeitssteigerung um einen Faktor 1,5 beobachtet. Sind die Änderungen gering, kann der Einfluß einjustiert werden.
- Neigungsabhängigkeit. Am Meßanfang $x_{O_2} = 0$ hat eine symmetrische Anordnung mit horizontalem Meßrohr das Ausgangssignal Null. Ist das Meßrohr um den Winkel β gegen die Horizontale geneigt, entsteht eine Konvektionsströmung im Meßröhrchen. Nach der hydrostatischen Grundgleichung gilt für den Druck am unteren Ende zweier verschieden temperierter Gassäulen

$$p_1 = p_0 + \rho(T_1)gh \quad , \quad p_2 = p_0 + \rho(T_2)gh$$

Dabei gilt $h = 2l \sin\beta$, wenn $2l$ die Länge des Meßrohres ist. Die Druckdifferenz hängt vom Temperaturunterschied $T_2 - T_1 \approx \overline{\Delta\theta}$ (mit $\overline{\Delta\theta}$ = mittlere Obertemperatur des Röhrchens) ab:

$$\Delta p = \rho_0 g \frac{\rho \overline{\Delta\theta}}{\rho_0 T_0} 2l \sin\beta$$

Dieser Druckunterschied erreicht die Höhe des Meßeffektes. Bei der Ringkammer kann daher durch Schrägstellen eine Meßbereichsunterdrückung erreicht werden.



Magnos 2 T im Aufbaugeschäse

Merkmale

Kontinuierlich arbeitendes Meßgerät. Stark unterdrückte Meßbereiche möglich. Große Servicefreundlichkeit durch Bausteintechnik. Ausgangssignal ist proportional dem Volumenanteil des Sauerstoffs.

Anwendung

Das Einsatzgebiet des Magnos 2 T umfaßt die kontinuierliche Messung von Sauerstoff in Prozeß- und Abgasen, die Messung der Reinheit des Sauerstoffs bzw. Sauerstoffverunreinigung von Reingasen sowie die Überwachung des Luftsauerstoffgehaltes.

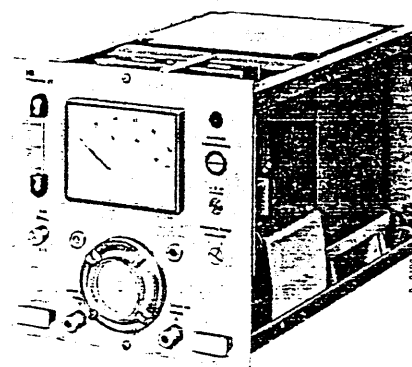
Beschreibung

Das Meßprinzip des Magnos 2 T basiert auf dem spezifischen paramagnetischen Verhalten des Sauerstoffs. Das auf O_2 zu analysierende Meßgas durchströmt eine Ringkammer, deren beide Hälften durch ein Querröhrchen aus Glas verbunden sind. Das Querröhrchen trägt auf der Außenseite eine angezapfte Platindrahtwicklung, die Teil einer Wheatstone'schen Brückenschaltung ist, wobei sich die linke Wicklungshälfte im Feld eines Permanentmagneten befindet.

Die Brückenschaltung wird von einer Konstanzspannungsquelle gespeist, wodurch die Platindrahtwicklung definiert aufgeheizt wird. Bei sauerstofffreiem Meßgas bleibt das waagrecht justierte Querröhrchen der Ringkammer strömungsfrei. Wird die Ringkammer jedoch von einem sauerstoffhaltigen Meßgas durchströmt, so werden die paramagnetischen Sauerstoffmoleküle in das Magnetfeld und somit in das Querröhrchen hineingezogen und von der geheizten Platindrahtwicklung erwärmt. Da der Paramagnetismus mit steigender Temperatur abnimmt, verringert sich die Kraftwirkung auf die Sauerstoffmoleküle im Maße der steigenden Erwärmung von der linken zur rechten Seite der Platindrahtwicklung. In dem Querröhrchen bildet sich somit eine von links nach rechts gerichtete Strömung der Sauerstoffmoleküle aus, wobei die Strömungsgeschwindigkeit der Sauerstoffkonzentration im Meßgas proportional ist. Die Strömung in dem Querröhrchen bewirkt ihrerseits eine Temperaturänderung der Platindrahtwicklung und damit eine Veränderung des temperaturabhängigen Brückengleichgewichtes.

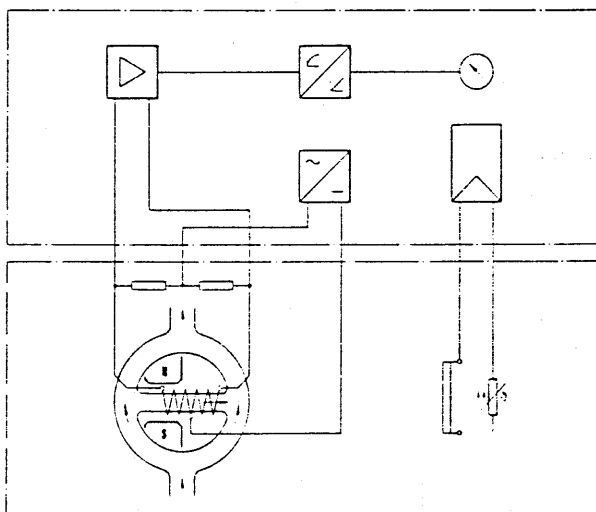
Die hierdurch entstehende Brückendiagonal-Spannung wird dem Meßverstärker zugeleitet, der im Ausgang ein der Sauerstoffkonzentration proportionales, eingepreßtes Gleichstromsignal liefert.

Die Meßkammereinheit mit Permanentmagnet befindet sich in einem Gehäusethermostaten, so daß die Meßgröße weitgehend unabhängig von Schwankungen der Umgebungstemperatur ist.



Magnos 2 T als 1/2-19"-Einschub

Meßprinzip



Meßbereiche und Zeitverhalten

Meßbereiche	siehe Meßbereichstabelle Meßbereiche innerhalb von Zündgrenzen können nicht ausgeführt werden Kleinster Meßbereich: 0...1 Vol. % O ₂
Unterdrückte Meßbereiche	möglich in Konzentrationsbereichen über 21 Vol. % O ₂ kleinste Meßspanne 2 Vol. % O ₂ (z. B. 19...21 Vol. % O ₂ , 98...100 Vol. % O ₂)
Mehrere Meßbereiche	2 durch elektrische Umschaltung bei interner Bedienung Beliebige Anzahl von Meßbereichen durch Austausch von Typenkarten (Steckkarte) möglich. Kalibrierung zusammen mit dem Analysator beim Hersteller.
Meßbereichsverhältnis	max. 1:5 Anfangs- oder Endwerte beider Meßbereiche müssen gleich sein.
Einstellzeit	
90%-Zeit T ₉₀ elektronisch	≤ 1 s (T ₉₀ elektron. enthält keine Totzeit T _D)
90%-Zeit T ₉₀ ⁽¹⁾ pneumatisch	ca. 34 s abhängig von Meßaufgabe und Gasdurchfluß. Minimalwerte bei 60 l/h Gasdurchfluß:
Totzeit T _D	ca. 4 s

Ausgang

Stromsignal	0...20 mA oder 4...20 mA, galvanisch getrennt, beliebig erdbar, Bürde max. 750 Ω
Anzeigeelement	eingebautes Anzeigeelement, Doppelkala 0...30 und 0...100, lineare Skalenteilung, physikalische Teilung, siehe Bestellangaben
Anwärmzeit	ca. 2 h

Fehlereinflüsseffekte und Kalibrierung

Gerätebedingte lineare Nullpunktdrift	≤ 1% der Meßspanne/Woche
Gerätebedingte relative Empfindlichkeitsänderung	≤ 2% der Meßspanne/Woche
Gerätebedingter Temperatureinflüsseffekt	
am Nullpunkt	≤ 1% der Meßspanne/10 K innerhalb des zulässigen Umgebungstemperaturbereiches, bezogen auf die bei der Kalibrierung herrschende Temperatur
Nachweisgrenze	≤ 0,5% der Meßspanne
Linearitätsfehler	≤ 2% der Meßspanne (Abweichung von der Geraden, die Null- und Endpunkt verbindet). Bei einigen großen Meßbereichen ist eine Linearisierung des Ausgangssignals nicht möglich. In diesen Fällen wird dem Gerät eine Eichkurve beigelegt.
Anzeigeschwankung	≤ 0,5% der kleinsten Meßspanne bei ± 2 σ (bei T ₉₀ elektron. ≤ 1 s)
Reproduzierbarkeitsfehler	≤ 0,2% der Meßspanne

Durchflußabhängigkeit	≤ 5% der Meßspanne bei ± 10 l/h Durchflußänderung Bei gleichen Durchflußmengen von Meßgas und Prüfgas wird die Durchflußabhängigkeit automatisch berücksichtigt.
Luftdruckeinflüsseffekt	am Nullpunkt oder Kompensationspunkt kein Einflüsseffekt für die Empfindlichkeit ≤ 2% vom Meßwert/1% Luftdruckänderung Bei unterdrückten Meßbereichen ist der Meßwert auf die Meßspanne zu beziehen. Der mittlere Luftdruck wird bei der Kalibrierung des Gerätes am Aufstellungsort berücksichtigt.
Begleitgas-einflüsseffekt	Der Kalibrierung des Gerätes muß eine Analyse des Meßgases zugrunde gelegt werden.
Schräglage-einflüsseffekt	Die Meßkammer wird über eine Einstellvorrichtung am Aufstellungsort justiert. Die Lage des Gerätes darf während des Betriebes nicht geändert werden.
Nachkalibrierung	Zur Überprüfung von Nullpunkt und Empfindlichkeit sind Prüfgase erforderlich (siehe Listenblatt 23-3.11)

Gaseingangsbedingungen

Gastemperatur	+5 °C bis +45 °C
Gasüberdruck	min. 2 mbar, bei geringerem Druck ist eine Pumpe erforderlich (siehe Listenblatt 23-1.41) max. 0,5 bar, bei höherem Druck ist ein Druckminderer erforderlich (siehe Listenblatt 23-1.61)
Gasdurchfluß	normal 30 bis 60 l/h, min. 1 l/h max. 90 l/h
Gasaußbereitung	Für eine einwandfreie Funktion des Gasanalysators ist ein entsprechendes Zubehör für Entnahme, Filterung und Kühlung des Meßgases erforderlich.
Gehäusespülung des Analysatorteils	Bei der Messung von Gasen, die in Verbindung mit Luft ein brennbares Gemisch bilden können, sowie bei toxischen und korrosiven Meßgasen.
Spülgasdurchfluß	max. 10 l/h

Hilfsenergie

siehe Bestellangaben

Klimatische Beanspruchung

H&B Klimagruppe	2 Z (DIN 40040 LZE)
Umgebungstemperatur	+5 °C bis +45 °C
Transport- und Lagertemperatur	-25 °C bis +65 °C
Relative Luftfeuchte	≤ 75% im Jahresmittel Seltene und leichte Betauung möglich
Betriebshöhe	bis 2000 m größere Betriebshöhe siehe Bestellangaben

Explosionsschutz

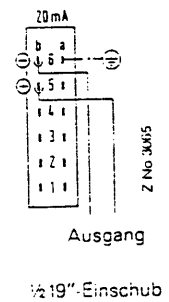
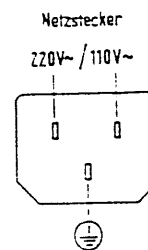
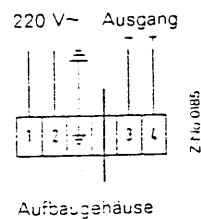
Das Gerät darf nicht zur Messung von zündfähigen Gas/Luft- oder Gas/Sauerstoff-Gemischen eingesetzt werden.
Bei der Messung von brennbaren Gasen, die in Verbindung mit Luft oder Sauerstoff ein zündfähiges Gemisch bilden können, sind besondere Maßnahmen zur Vermeidung einer Explosionsgefahr zu treffen (z.B. Gehäusespülung, Einsatz von Zündsperrern u.ä. siehe auch Magnos 2 T-Ex, Listenblatt 21-1.24)

⁽¹⁾ T₉₀ ist die Zeit, die von einer sprunghaften Konzentrationsänderung unmittelbar am Analysatoreingang vergeht bis zur Anzeige von 90% dieser Konzentrationsänderung, s. VDI VDE 3516, B1 (entspricht t_g nach VDI 2449, B1). Totzeit T_D ist in T₉₀ enthalten

Konstruktion und Montage

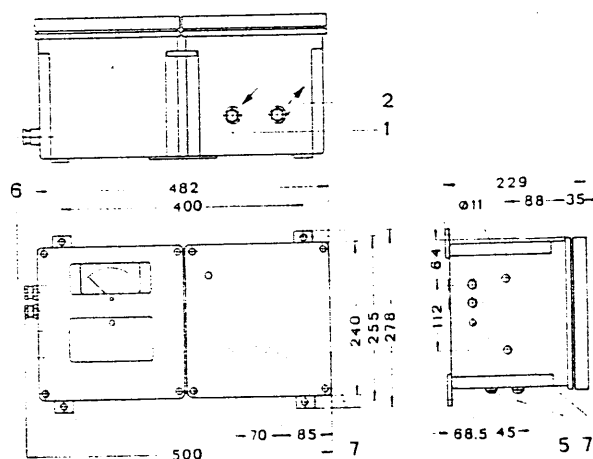
Bauform	Aufbaugeschäse	Einschub
Montageart	Wandanbau oder Schalttafelbau	Halb-Einschub für 19"-Systeme. Rahmenensatz notwendig
Gehäusewerkstoff	glasfaserverstärktes Polyester	-
Werkstoff der gasführenden Teile	Meßkammer, Leitungen und Anschlußstutzen aus Edelstahl, WNr 1.4305 Schlauchtüllen aus FEP (Perfluoräthylenpropylen)	Meßkammer und Leitungen aus Edelstahl, WNr 1.4305 und Viton A Anschlußverschraubungen aus PVC-HT
Gehäuseschutzart	IP 54 nach DIN 40 050	IP 20 nach DIN 40 050 nur für die Ausführung im Traggehäuse
Gewicht	ca. 12 kg	ca. 10 kg (ohne Traggehäuse)
Meßgasanschlüsse	R 1/4" Innengewinde nach DIN 3852 (kurz) mit O-Ring 13 x 2 (Schlauchtüllen für Schlauch 4 mm Innenø, 6 mm Außenø werden mitgeliefert)	Schlauchverschraubung für Schlauch 4 mm Innenø, 6 mm Außenø
Spülgasanschlüsse	Schlauchverschraubung für Schlauch 4 mm Innenø, 6 mm Außenø (auswechselbar gegen andere Fittings mit Befestigungsgewinde M10)	-
Elektrische Anschlüsse	2 Kabelverschraubungen Pg 13.5 Schraubklemmen für 1.5 mm ²	mehrpoleige Zentralsteckverbindung (Gegenstecker wird unverdrahtet mitgeliefert)
Eingebautes Zubehör	-	Membranfilter, Stromungsmesser und Nadelventil

Elektrische Anschlüsse



Maßbild (Maße in mm)

5624-000 Ma 1-1

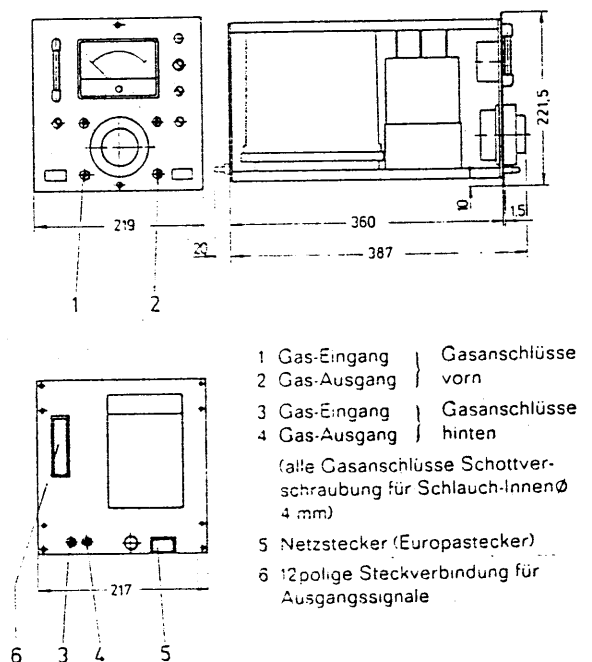


Schalttafel ausbruch 475 mm x 234 mm

- 1 Meßgas-Eingang
- 2 Meßgas-Ausgang
- 5 Anschluß für 1/4" Einschraubverschraubung
- 6 Kabelverschraubung Pg 13.5 (wird bei Schalttafelbau auf die Geräterückseite umgeschraubt)
- 7 Spülgasanschluß

Maßbild (Maße in mm)

5624-000 Ma 2-1



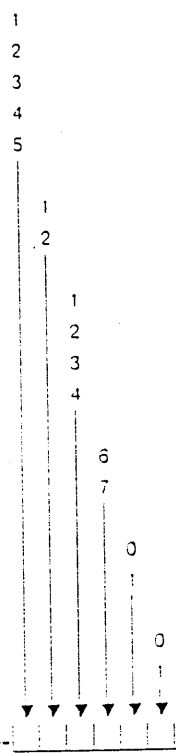
- 1 Gas-Eingang } Gasanschlüsse vorn
- 2 Gas-Ausgang }
- 3 Gas-Eingang } Gasanschlüsse hinten
- 4 Gas-Ausgang }
- (alle Gasanschlüsse Schottverschraubung für Schlauch-Innenø 4 mm)
- 5 Netzstecker (Europastecker)
- 6 12polige Steckverbindung für Ausgangssignale

Für die Bestellung genügt die Bestell-Nr.

Sie setzt sich zusammen aus den ergänzten, fettgedruckten Nrn.-Teilen und der 7stelligen Ergänzungs-Nr., die sich aus den Ziffern der gewählten Einzelmerkmale ergibt. Für zusätzliche Bestellangaben, Zubehör, Sonderangaben, Meßbereiche, Meßkomponenten sind die entsprechenden 3stelligen Bestell-Anschluß-Nrn. (BA-Nrn.) anzuhängen. Bei diesem Zeichen ist die BA-Nr. durch Klartext, bei diesem Zeichen (...) durch eine Meßbereichskennzahl zu ergänzen. Die Reihenfolge der BA-Nrn. ist beliebig.

Magnos T 2, Thermomagnetischer O₂-Analysator (mit Anzeigeinstrument) 21130

im Aufbaugeschä	
als 1/2-19"-Einschub	Gasanschlüsse vorn Gasanschlüsse hinten
als Einschub im Traggehäuse	Gasanschlüsse vorn Gasanschlüsse hinten
Hilfsenergie	220 V } -15% ... +10%, 48 ... 62 Hz, Leitungsaufnahme 110 V } max. 110 VA (einschließlich Thermostat)
Ausgangssignal	0 ... 20 mA, 1 Meßbereich + 21-Vol.-%-Pkt, 1 Linearisierung 0 ... 20 mA, 2 Meßbereiche, 2 Linearisierungen 4 ... 20 mA, 1 Meßbereich + 21-Vol.-%-Pkt, 1 Linearisierung 4 ... 20 mA, 2 Meßbereiche, 2 Linearisierungen
Ausführung	für Anfangsmeßbereiche für unterdrückte Meßbereiche
Kalibrierung	kalibriert unkalibriert
Ersatzkurve	ohne Wenn das Begleitgas aus mehr als einer Kompo- mit nente besteht ist eine Ersatzgaskurve notwendig!



Bestell-Nr. 21130-0-

Preis	Lieferzeit

Meßbereiche	BA-Nr.	Preis	Lieferzeit
1. Meßbereich	400	(...)	
Meßbereich	401	(...)	
Sondermeßbereich	410	<input type="text"/>	
2. Sondermeßbereich	411	<input type="text"/>	
Begleitgas gemäß den Angaben im Fragebogen 23-100	450		

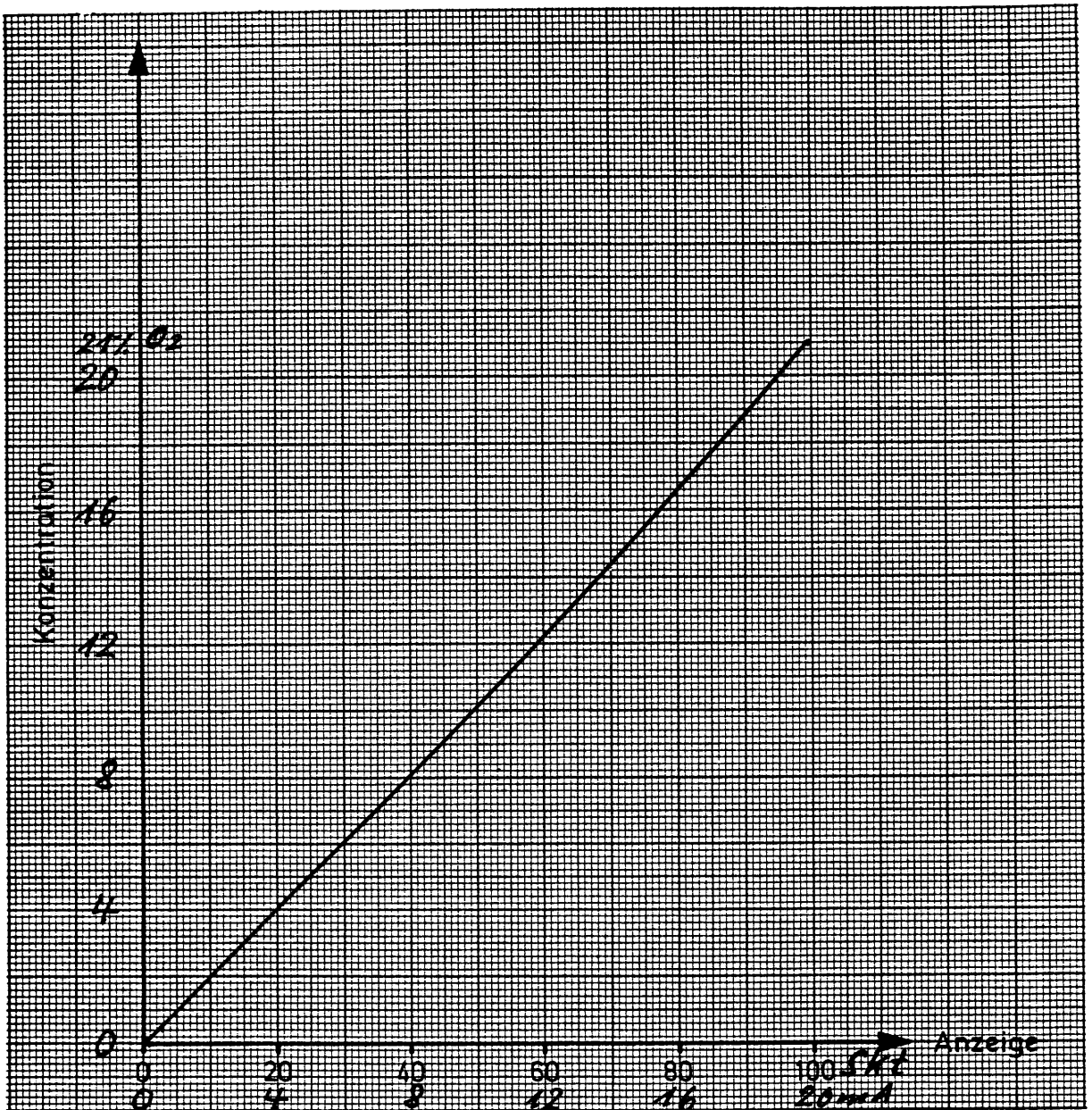
Meßbereichskennzahlen			
0 ... 1 Vol.-%	141	0 ... 10 Vol.-%	151
0 ... 2 Vol.-%	241	0 ... 20 Vol.-%	251
0 ... 3 Vol.-%	341	0 ... 30 Vol.-%	351
0 ... 5 Vol.-%	341	0 ... 50 Vol.-%	551
		0 ... 100 Vol.-%	161
		0 ... 21 Vol.-%	400
		21 ... 19 Vol.-%	401
		21 ... 16 Vol.-%	402
		100 ... 98 Vol.-%	403
		100 ... 95 Vol.-%	404

Zusätzliche wahlweise Bestellangaben	
Spülgasanschlüsse für Analysenteil und elektr. Teil (nur für Aufbaugeschä)	606
Betriebshöhe über 2000 m	604
Bei Höhen über 2000 m kann nicht in allen Fällen die kleinste Meßbereichsspanne realisiert werden.	
Korrekturschaltung (siehe Listenblatt 23-4 35)	
Anzeiger mit physikalischer Teilung (max. 2 Teilungen)	624

Eichkurve

Gerätetyp: Magnos Nr.: 61.33.145 Betrieb: _____ Bau: _____

Meßbereich: 0-21% O₂ in: N₂



Elektr. Anschluß: 220 V~ Meßwertausgang: 0-20 mA Bürde: _____ Ω

Thermostat: _____ V/50Hz Heizstrom: 400 mA Eingestellt: _____ $^{\circ}\text{C}$

Temperaturkompensation: R.T. bis 40 $^{\circ}\text{C}$

Gasdurchgang: 6 l/h Gerätespülung: Luft/N₂ _____ l/h

Prüfgasflasche Nullp. Nr.: _____ Füllung: _____

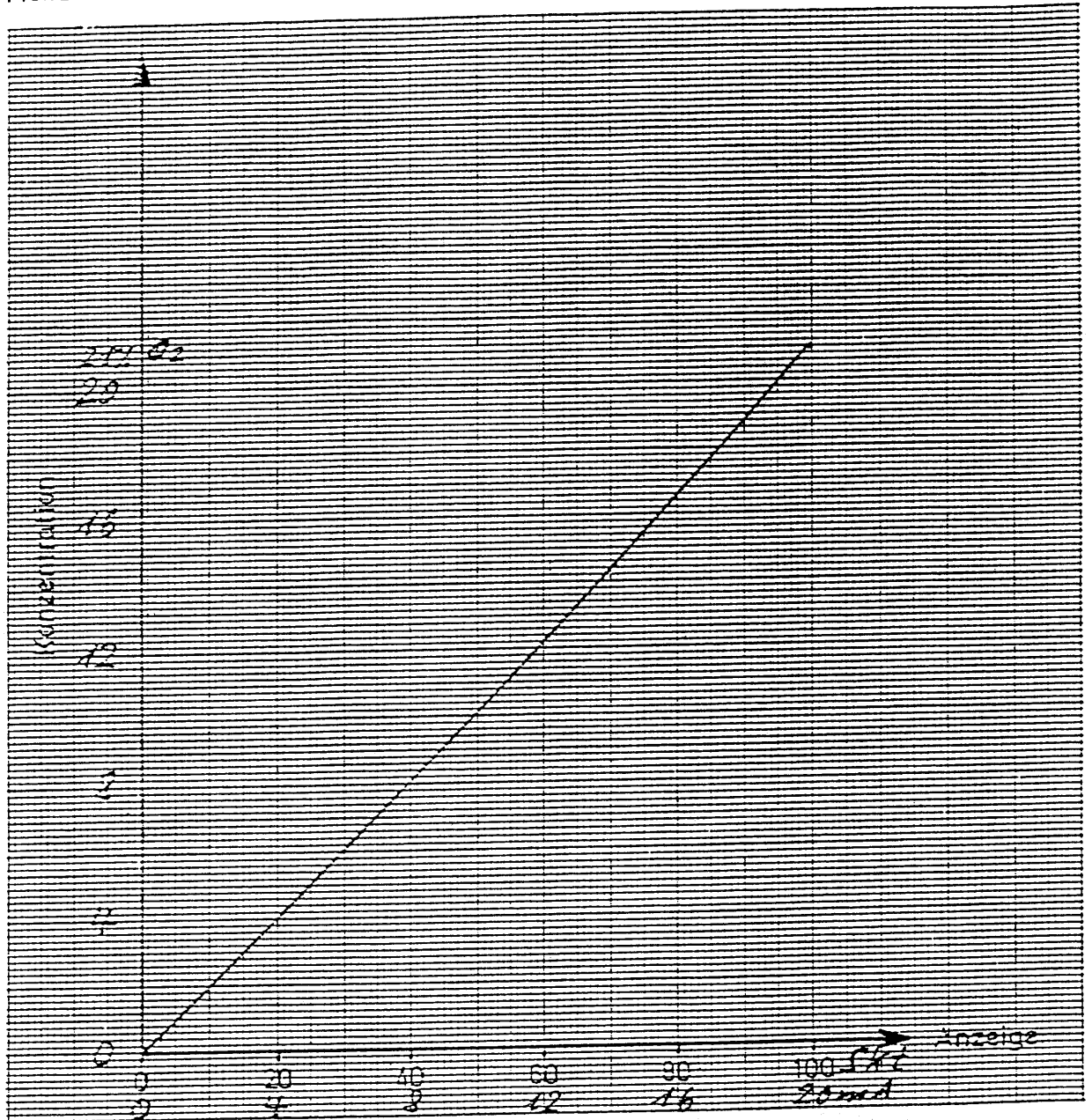
Prüfgasflasche Empf. Nr.: _____ Füllung: _____

Querempfindlichkeit H₂O-Dampf bei _____ $^{\circ}\text{C}$: _____ % Vollauschlag

Besonderheiten: _____

Eichkurve

Gerätetyp: Magna Nr.: 6133145 Betrieb: _____ Bau: _____
 Meßbereich: 0-21% O₂ in: N₂



Elektr. Anschluß: 220 V~ Meßwertausgang: 0-20mA Bürde: _____ Ω
 Thermostat: _____ V/50Hz Heizstrom: 400mA Eingestellt: _____ $^{\circ}\text{C}$
 Temperaturkompensation: R.T. bis 40 $^{\circ}\text{C}$
 Gasdurchgang: 6 l/h Gerätespülung: Luft/N₂ _____ l/h
 Prüfgasflasche Nullp. Nr.: _____ Füllung: _____
 Prüfgasflasche Empf. Nr.: _____ Füllung: _____
 Querempfindlichkeit H₂O-Dampf bei _____ $^{\circ}\text{C}$: _____ % Vollausschlag

Besonderheiten: _____



DWM / L L440

Datum: 14.1.87 Bearb.: Reinert