APERA® INSTRUMENTS

aperainst.de

LabSen®

Handbuch für pH-Elektroden

Hergestellt mit Schweizer Sensortechnologien und -materialien

Vorwort

pH-Elektroden sind analytische Sensoren zur Messung des Wasserstoffpotentials (pH), des negativen Logarithmus der Wasserstoffionenaktivität in Lösungen. Ohne eine zuverlässige pH-Elektrode, die für Ihre spezifische Anwendung geeignet ist, sind Messgenauigkeit und Präzision bei jedem noch so guten Gerät nicht zu erreichen.

Apera Instruments widmet sich seit 1991 der Entwicklung elektrochemischer Sensoren. Mehr als 2 Millionen pH-Elektroden dienen unseren Kunden in über 50 Ländern. Mit modernsten Sensortechnologien und hochwertigen Materialien aus der Schweiz haben wir Labor-pH-Elektroden der LabSen®-Serie und industrielle pH-Elektroden der IndSen®-Serie entwickelt und bieten außergewöhnliche Produkte und Dienstleistungen, die Ihnen bei der pH-Messung helfen.

Dieses Handbuch unterteilt Apera LabSen® pH-Elektroden in 6 Anwendungskategorien, veranschaulicht die Elektrodenanforderungen für jede Anwendung aus technologischer und technischer Sicht, stellt die branchenführenden pH-Elektrodentechnologien vor, und hilft Ihnen bei der Auswahl der richtigen pH-Elektrode.

Inhalt

Haupteigenschaften der LabSen® pH-Elektroden 03

LabSen® pH-Elektroden-Technologien 05

pH-Elektroden-Auswahl

- Allgemeine wässrige Lösungen im Labor und Außenbereich 09
- Lösungen mit niedriger Ionenstärke | für niedrige Temperaturen 13
- Mikrovolumen-Proben 17
- Messung von festen Proben | Oberflächenmessung 21
- Starke Säuren| stark alkalische Lösungen| Hohe Temperaturen 25
- Viskose Lösungen | proteinhaltige Lösungen 29

IndSen® Industrielle pH-Elektroden 33

Kalibrierung und Wartung 37

- Kalibrierlösungen 37
- Anschlüsse 38
- Empfohlende Ersatzmodelle 38

Haupteigenschaften der LabSen® pH-Elektroden

Für die Zuverlässigkeit der pH-Messung ist ein hochwertige und für die Anwendung geeignete pH-Elektrode entscheidend. Gefertigt mithilfe von modernsten Sensortechnologien und hochwertigen Materialien aus der Schweiz, zeichnen sich die LabSen® pH-Elektroden durch drei Hauptmerkmale aus, die sich von herkömmlichen Elektroden auf dem Markt abheben.

01 Robuste Glas-Membran

Die Glasmembran der pH-Elektrode ist der empfindlichste Teil. Das leichte Brechen von Glasmembranen ist bei herkömmlichen pH-Elektroden ein störendes Problem.
Die LabSen® pH-Glasmembran wird mit einer Verdickungsschichttechnologie hergestellt, wodurch sie 10-mal stärker ist als herkömmliche pH-Elektroden. Bei normaler Kollision ist kein Membranbruch zu befürchten. Die robuste Membran hat einen geringen elektrischen Widerstand, was für eine schnelle Reaktionszeit sorgt.

02 Innere blaue Gel-Lösung

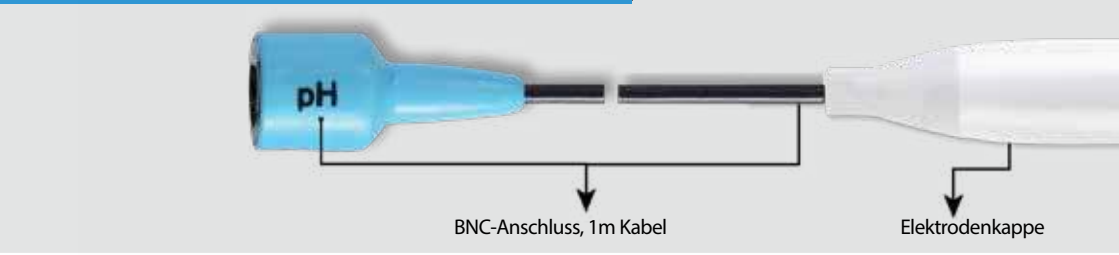
Die innere Referenzlösung einer herkömmlichen pH-Elektrode liegt in flüssiger Form vor. Sie neigt dazu, Luftblasen zu erzeugen - so muss zuerst die Luftblase durch Schütteln entfernt werden, bevor eine stabile Messung durchgeführt werden kann.
Die einzigartige innere blaue Gel-Lösung von LabSen fließt überhaupt nicht, sodass niemals Luftblasen entstehen. Die Elektrode kann auch dann gut messen, wenn sie kopfüber gehalten wird. Dies ist nicht nur bequemer in der Anwendung, sondern verbessert auch die Messgenauigkeit, indem es die Wärmekonvektion in der inneren Glasmembran eliminiert.

03 Vollständige Auswahl

Es gibt mehr als 30 Modelle der LabSen®-Serie, die eine Vielzahl von Anwendungen abdecken. Hier sind sie in 6 Kategorien eingeteilt, in denen Sie das für Ihre ganz spezifische Anforderung am besten geeignete Modell finden.

01	Allgemeine wässrige Lösungen in Laboren und Außenbereichen
02	Niedrige Ionenstärke | Niedrigtemperatur-Lösungen
03	Mikrovolumen-Lösungen
04	Messung von festen Proben | Oberflächenmessung
05	stark saure Lösungen | stark alkalische Lösungen | Hochtemperaturlösungen
06	viskose Lösungen | proteinhaltige Lösungen

LabSen® pH-Elektroden-Technologien



Bestehend aus Glasmembran, Diaphragma, innerer Lösung, Referenzsystem und Referenzelektrolyt usw. wird jede Komponente der LabSen® pH-Elektrode mit spezialisierter Technologie handgefertigt.

Glasmembran

Als wesentlicher Bestandteil der pH-Elektrode ist die Glasmembran eine empfindliche Membran, die auf die Wasserstoffionenaktivität in Lösungen reagiert. Ihre Qualität hängt von der Art und Form der Membran ab.

Typ	Anmerkungen
S	Standard-Glasmembran für allgemeine Anwendungen, 0-100˚C, Membranwiderstand < 150 MΩ
HA	Geeignet für stark alkalische- u. Hochtemperaturlösungen, geringe Alkalifehler, 0 – 130˚C, Membranwiderstand < 500MΩ
L	Membran mit niedrigem Widerstand für Lösungen mit niedriger Ionenstärke und niedrigen Temperaturen, 0 – 80˚C, Membranwiderstand < 50MΩ
HF	Geeignet für Lösungen mit einer HF-Konzentration < 1 Gew.-% (ca. 10 g/l oder 0,5 mol/l) und andere stark saure Lösungen wie Schwefelsäure und Salzsäure, 0-100 °C, Membranwiderstand < 400 MΩ
PHY	Härteste Membran, beständig gegen chemische Korrosion und hohe Temperaturen, 0 – 130˚C, Membranwiderstand < 600 MΩ

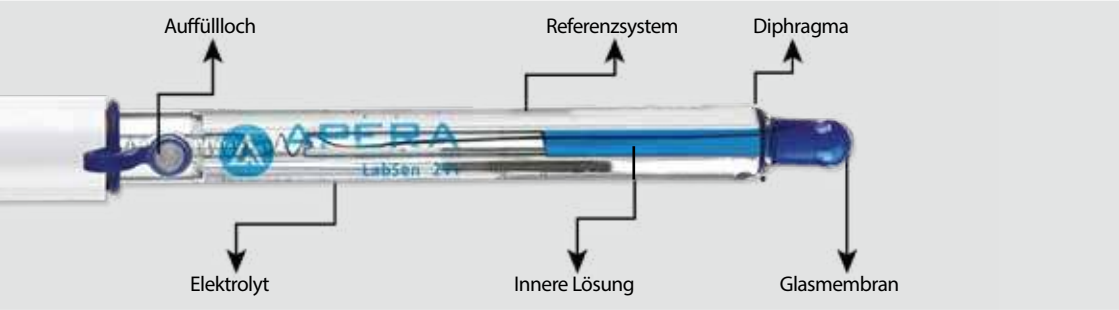
Glasverarbeitung an der Drehmaschine

Die Glasmembran der LabSen pH-Elektrode wird durch eine Glasdrehmaschine verarbeitet, die verschiedene Arten von Glasmembranen formen kann, einschließlich zylindrischer, konischer und ovaler Formen, die funktionale Anforderungen erfüllen.

Referenzelektrolyt

Zusätzlich zur herkömmlichen 3M KCl-Lösung und Gel-KCl verwendet die LabSen pH-Elektrode die folgenden speziellen Elektrolyte:

- Polymer-Referenzelektrolyt — Bei offenem Diaphragma kommt der Polymerelektrolyt direkt mit den Messproben in Kontakt. Die Anti-Druck-Kapazität kann 6 bar erreichen. Er ist für fast alle Anwendungen geeignet, einschließlich ölhaltiger und proteinhaltiger Proben, Proben mit geringer Ionenstärke und Suspensionen.
- Protolyt-Referenzelektrolyt — Geeignet für proteinhaltige und viskose Proben mit niedrigen Temperaturen.
- Referenzelektrolyt mit Vordruck — Bei vorgefülltem Druck im Gelelektrolyten kann der Elektrolyt auch in viskose Proben noch gut infiltrieren.



Diaphragma

Das Referenzsystem verbindet sich mit Lösungen durch das Diaphragma. LabSen® pH-Elektroden verwenden die folgenden Arten von Diaphragmen für verschiedene Anwendungen:

Name	Bild	Grafik	Bemerkungen
Keramik			Aus porösem Keramikmaterial, langsamer Elektrolytausfluss, anfällig für Verschmutzung und Verstopfung.
Offen			Fester Polymerelektrolyt, offenes Diaphragma ermöglicht den direkten Kontakt mit der Lösung vollständig, kein Verstopfen und wartungsfrei.
Bewegliche Glashülse			Die Durchflussmenge des Elektrolyten hängt von der Dichtheit der Hülse ab, leicht zu reinigen, geeignet für Suspensionen, Emulsionen und Lösungen mit geringer Ionenstärke.
PTFE			Poröser PTFE-Ring, wasserabweisend und beständig gg. chem. Korrosionen und hohe Temperaturen; geringes Kontaminations- oder Verstopfungsrisiko.

Referenzsystem

Langlebiges Referenzsystem - bestehend aus einem Glasrohr, AgCl-Partikeln und einem Silberdraht. Das obere Ende des schlanken Glasröhrchens ist mit Watte und AgCl-Partikeln gefüllt, um die Langzeitstabilität der Referenzelektrode zu gewährleisten. Der Referenzelektrolyt enthält kein Ag+, wodurch die Reaktion zwischen dem Elektrolyten und Sulfiden oder Proteinen in den Lösungen verhindert wird, die zu einer Verstopfung des Diaphragmas führt.

Silberionenfallen-Referenzsystem - Die Kombination aus Longlife-Referenzsystem und einer Silberionenfalle. Die Silberionenfalle absorbiert das gesamte ausgestoßene Ag+ und stellt sicher, dass sich kein Ag+ im Referenzelektrolyten befindet. Es verhindert ein Verstopfen des Diaphragmas durch Proben, die Sulfide, Proteine oder TRIS-Pufferlösungen enthalten.

LabSen®

Allgemeine wässrige Lösungen im Labor und Außenbereich

Allgemeine wässrige Lösungen beziehen sich auf Lösungen mit einem pH-Wert von 2 - 12, bei einer Temperatur von 10 - 60°C, nicht eingeschlossen sind starke Säuren oder starke Laugen sowie Lösungen mit geringer Ionenstärke oder Mikrovolumen.

Anwendungsanforderungen für Labor- und Außenmessungen

Schnell & Präzise

LabSen 211

Allzweck-pH-Elektrode für schnelle, stabile und driftarme pH-Messungen. Kompatibel mit TRIS-Puffer.

LabSen 213

Mit dem patentierten, schnell ansprechenden Temperatursensor für ATC. Andere Funktionen sind identisch mit LabSen 211.

LabSen 221

Mit einem beweglichen Hülsen-Diaphragma für Proben mit geringer Ionenstärke - für schnelles Ansprechverhalten und stabile Messungen.

LabSen 223

Mit einem patentierten, schnell ansprechenden Temperatursensor für ATC, ansonsten identisch mit LabSen 211.

LabSen 231

Offenes Diaphragma, kein Verstopfen, kein Nachfüllen, wartungsfrei, geeignet für Abwasser, Emulsion, Suspension etc.

LabSen 331

POM-Gehäuse, Anti-Korrosion, offenes Diphragma, kein Verstopfen, kein Nachfüllen, wartungsfrei, geeignet für Abwasser, Emulsion, Suspension etc.

LabSen 333

Mit eingebautem Temperatursensor für ATC. Sonstige Funktionen identisch mit LabSen 331.

Membranwiderstand und Elektrodenreaktion

Die pH-Elektrode zeichnet sich durch einen hohen Membranwiderstand aus, der von zehn bis tausend MΩ reicht. Je höher der Membranwiderstand ist, desto langsamer reagiert die Elektrode. Die Daten in dAbbildung 1 zeigen zwei Elektroden zum Messen von Leitungswasser. Der Membranwiderstand der Elektrode I beträgt 100 MΩ, und die Messung stabilisiert sich in 60 Sekunden; der Membranwiderstand der Elektrode II beträgt 400 MΩ, der Messwert hat sich auch nach 3 Minuten nicht stabilisiert.

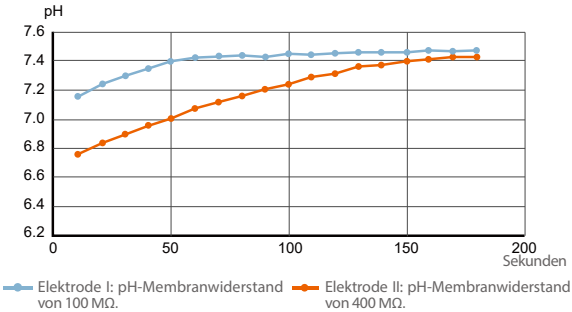


Abbildung 1

Der Widerstand der Glasmembran nimmt mit sinkender Temperatur exponentiell zu. Sie verdoppelt sich, wenn die Temperaturen um 7 °C sinken. Der Membranwiderstand der beiden in Abbildung 2 gezeigten Elektroden beträgt 100 MΩ und 800 MΩ bei 25˚C. Wenn die Temperatur auf 4 °C absinkt, beträgt der Membranwiderstand 800 MΩ und 6400 MΩ. Letztere Elektrode lässt sich natürlich kaum noch stabilisieren.

Die proprietäte Membranformulierung und die Verdickungsschichttechnologie der LabSen-Elektroden führen zu einer hochwertigen, schlagfesten Glasmembran, die eine schnelle und genaue Messung realisiert.

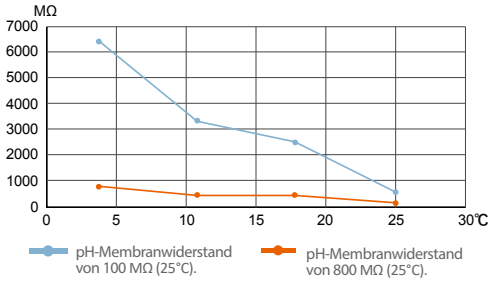


Abbildung 2

Schnell ansprechende ATC-Elektroden

Die herkömmliche Herstellungsweise einer pH/Temperatur-Kombielektrode aus Glas besteht darin, den Temperatursensor im Inneren des Kolbens oder der Elektrode zu platzieren (siehe Abbildung A und B). Da der Kolben und die Elektrode mit Lösungen gefüllt sind, ist die Temperaturerfassung sehr langsam. Der Temperatursensor der LabSen-pH-Elektrode (siehe Abbildung C) wird in einer patentierten Struktur in einem unabhängigen Hohlraum unter der pH-Glasmembran platziert. Mit einem eingebauten wärmeleitenden Medium wird die Temperaturgeschwindigkeit um 40% erhöht, was das Ansprechverhalten und die Stabilität der pH-Elektrode erheblich verbessert.

Grafik A Grafik B Grafik C

LabSen®	211	213	221	223	231	331	333
pH-Messbereich	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH
Temperaturbereich	-5 – 100 ˚C	-5 – 100 ˚C	-5 – 100 ˚C	-5 – 100 ˚C	-5 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C
Temperatursensor	N/A	NTC 30 kΩ	N/A	NTC 30 KΩ	N/A	N/A	NTC 30 kΩ
Art des Membranglases	S	S	S	S	S	S	S
Membranwiderstand	< 150 MΩ	< 150 MΩ	< 150 MΩ	< 150 MΩ	< 200 MΩ	< 100 MΩ	< 250 MΩ
Diaphragma	Keramik	Keramik	bewegliche Hülse	bewegliche Hülse	Offen	Offen	Offen
Referenzsystem	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life
Referenzelektrolyt	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M KCl	Polymer	Polymer	Polymer
Gehäuse-Material	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	POM	POM
Abmessungen	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm
Anschluss/Kabel	BNC/1m	BNC-RCA/1m	BNC/1m	BNC-RCA/1m	BNC/1m	BNC/1m	BNC-RCA/1m

- Niedrige Ionenstärke-Lösungen
- Niedrigtemperatur-Lösungen

Lösungen mit niedriger Ionenstärke beziehen sich auf reines Wasser verschiedener Reinheitsgrade, einschließlich Leitungswasser, Trinkwasser, destilliertes Wasser, Umkehrosmosewasser, Regenwasser, Kesselwasser, Oberflächenwasser, entionisiertes Wasser, Reinstwasser usw., sowie nichtwässrige Lösungen. Bei geringer Ionenstärke (Leitfähigkeit < 100 µS/cm) ist eine stabile pH-Messung schwer zu erreichen.

Niedrigtemperaturlösungen führen zu einem hohen Glasmembranwiderstand, der auch Messschwierigkeiten verursacht.

LabSen®

Anwendungsanforderungen für Lösungen mit niedriger Ionenstärke

01 Geringer Membranwiderstand

02 Diaphragma mit großer Fläche

03 Referenzlösung mit niedriger Konzentration

LabSen 801

Bewegliche Glashülse, schnelle und genaue Ablesung, für allgemeine Lösungen mit niedriger Ionenstärke, z.B. Trinkwasser, RO-Wasser, destilliertes Wasser usw.

LabSen 803

Eingebauter, schnell ansprechender Temperatursensor für ATC. Andere Merkmale und Funktionen sind identisch mit LabSen 801.

LabSen 811

Bewegliche Glashülse, Doppeldiaphragma, geeignet für Reinstwasser und deionisiertes Wasser (Leitfähigkeit <10µS/cm), schnelle Reaktion und stabile Anzeige.

LabSen 813

Eingebauter, schnell ansprechender Temperatursensor für ATC. Andere Merkmale und Funktionen sind identisch mit LabSen 811.

LabSen 881

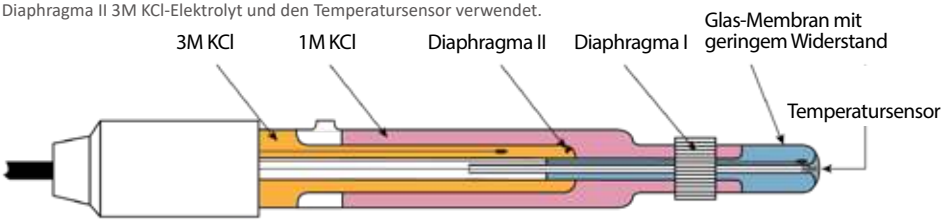
Für Lösungen mit niedriger Temperatur. Niedriger Membranwiderstand, 3 Keramik-Diaphragmen und Protolyt-Elektrolyt, um Verstopfungen und Kontamination der Diaphragmen zu verhindern.

Schwierigkeiten und Lösungen für die pH-Messung von reinem Wasser

	Messschwierigkeiten	Problemlösungen
Glas-Membran	Die geringe Leitfähigkeit der Lösung führt zu einem hohen spezifischen Widerstand der Lösung, was zu Störungen der hohen Impedanz der Glasmembran und zu driftenden Messwerten führt.	Verwendung einer LabSen L-Typ-Glasmembran mit niedrigem Widerstand (< 50 MΩ), die durch die Membranformel und eine große Oberfläche in Zylinder- oder ovaler Form aufweist.
Diaphragma	Die niedrige Ionenkonzentration verursacht eine schnelle Änderung der KCl-Konzentration im Diaphragmabereich, was zu einem instabilen Potential des Diaphragmas führt.	Beweglichen Diaphragma-Hülle mit großflächiger Struktur und schneller Elektrolytinfiltration.
Polarisationseffekt	Referenzelektrolyten mit hoher Konzentration (3M KCl) und Probenlösung mit niedriger Ionenkonzentration verursachen einen signifikanten Dichtegradienten und erzeugen eine Elektrodenpolarisation.	Mit der Doppeldiaphragmastruktur nimmt die bewegliche Hülse 1M KCl-Lösung an, wodurch der Dichtegradient und der Polarisationseffekt reduziert werden.
Messmethode	Theoretisch sollte der pH-Wert von reinem Wasser 7,00 betragen. Die Reaktion von reinem Wasser mit Kohlendioxid in der Luft führt jedoch dazu, dass der pH-Wert bis auf 5,5 pH sinkt.	Verwendung einer Durchflusszelle zum Messen von fließendem Wasser ohne Kontakt mit Luft.

Struktur der Reinstwasser-pH-Elektrode

Das folgende Diagramm zeigt den Aufbau der LabSen Reinstwasser-pH-Elektroden. Das in der Schweiz patentierte 4-Schicht-Glasrohr enthält alle Strukturelemente für die Reinstwassermessung: Glasmembran mit niedrigem Widerstand, Doppel-Diaphragma-Struktur; Diaphhragma I verwendet bewegliche Glashülsen und eine Referenzlösung von 1M KCl, während Diaphragma II 3M KCl-Elektrolyt und den Temperatursensor verwendet.



LabSen®	801	803	811	813	881
pH-Messbereich	0 – 11 pH	0 – 11 pH	0 – 11 pH	0 – 11 pH	0 – 11 pH
Temperaturbereich	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	-30 – 80 ˚C
Temperatursensor	N/A	NTC 30 KΩ	N/A	NTC 30 KΩ	N/A
Art des Membranglases	L	L	L	L	L
Membranwiderstand	< 50 MΩ	< 50 MΩ	< 50 MΩ	< 50 MΩ	< 50 MΩ
Diaphragma	bewegl. Hülse	bewegl. Hülse	bewegl. Hülse	bewegl. Hülse	Keramik×3
Referenzsystem	Silberionenfalle	Silberionenfalle	Silberionenfalle	Silberionenfalle	Silberionenfalle
Referenzelektrolyt	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M KCl	Protolyt
Elektrolyt	/	/	1M KCl	1M KCl	/
Gehäuse-Material	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas
Abmessungen	Ø12×130 mm	Ø12×130 mm	Ø12×130 mm	Ø12×130 mm	Ø12×120 mm
Anschluss/Kabel	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m	BNC/1 m

LabSen®

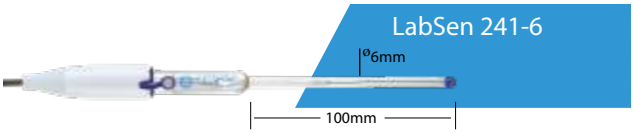
Mikrovolumen-Proben

Wenn das Probenvolumen sehr klein (z. B. 20 µL) oder der Probenbehälter schlank und tief ist (Reagenzgläser, Zentrifugenröhrchen, Küvetten, Mikrotiterplatten, NMR-Röhrchen usw.), ist die Verwendung von Mikrovolumen-pH-Elektroden erforderlich, um eine zuverlässige Messung zu gewährleisten.

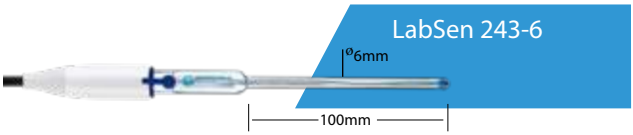
Anwendungsanforderung für Mikrovolumenmessungen

01 Schlanke Glasmembran

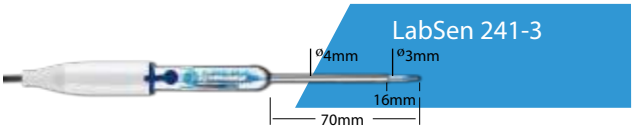
02 Robuster Elektrodenkörper



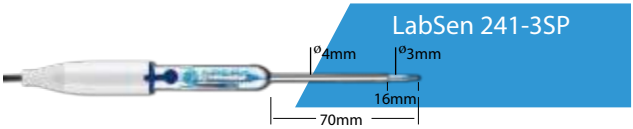
Semi-Mikro-pH-Elektrode geeignet für Reagenzgläser und kleinvolumige Probenlösungen (>0,2 mL). Das kleinste Testvolumen beträgt 60 µl bei Verwendung des Halbmikrobehälters von Apera.



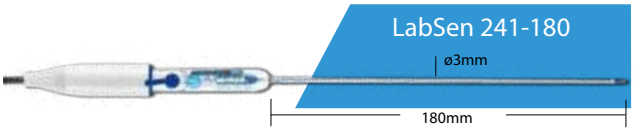
Eingebauter Temperatursensor für ATC. Alle anderen Eigenschaften sind identisch mit LabSen 241-6.



Mikro-pH-Elektrode mit Edelstahlmantel schützt die schlanke Elektrode vor Bruch, geeignet für sehr kleine Gebinde z.B. Mikrotiterplatten und Zentrifugenröhrchen usw. (>30 µL). Das kleinste Testvolumen beträgt 15 µL bei Verwendung des Mikrobehälters von Apera.



Mikro-pH-Elektrode mit Protolyt-Elektrolyt, geeignet für proteinhaltige Lösungen wie Serum und mikrobiologische Proben. Andere Merkmale und Funktionen sind identisch mit LabSen 241-3.



Die 180mm/ø3mm große Elektrode ist für die pH-Messung in schmalen und tiefen Behältern wie NMR-Röhren geeignet. Das Mindestprobenvolumen beträgt 50 µL.

Anforderung an Glasmembranen

Elektrodengröße & Probenvolumen

LabSen®	241-6	243-6	241-3	241-3S	241-3SP
Messspitzendurchmesser	Ø6 mm	Ø6 mm	Ø3 mm	Ø3–Ø4 mm	Ø3 mm
Messspitzenlänge	100 mm	100 mm	70 mm	16–70 mm	180 mm
Mindestprobenvolumen	0.2 mL	0.2 mL	allgemein: 30 µL speziell: 15 µL*	allgemein: 30 µL speziell: 15 µL*	50 µL

Mit dem Mikrobehälter von Apera kann die Elektrode bis zu 15 µl testen (siehe Abbildung)

Mikrotiterplattenmessung

NMR-Röhrenmessung

Messung einer 15 µL Probe im Mikrobehälter

Anforderung an den Glasmembranwiderstand

Die geringe Größe der Mikroglasmembran kann zu einem hohen Glasmembranwiderstand führen. Einige Mikroelektroden auf dem Markt haben einen sehr hohen Widerstand (einige sogar bis zu 1000 MΩ bei 25 ˚C), was zu einer sehr langsamen Elektrodenreaktion führt. Bei niedrigen Temperaturen der Testprobe kann der Membranwiderstand bis zu 8000 MΩ erreichen, was eine Messung unmöglich macht. Die Membranformulierung und die dicke Glasmembran der LabSen Slim-Elektroden sind jedoch nicht nur stoß- und chemikalienbeständig, sondern weisen auch einen geringeren Membranwiderstand auf, was eine schnelle Reaktion und stabile Messwerte in Mikrovolumenproben gewährleistet.

Festigkeitsanforderung an die Elektrode

Die Ø3-Mikroelektrode ist im Verbindungsbereich zwischen dem breiten und dem schmalen Glasrohr sehr leicht zu brechen (siehe rechte Abbildung). Die Labsen 241-3S ist mit einem Ø4-Edelstahlmantel ausgestattet, der die Haltbarkeit des schlanken Glasrohrs erheblich verbessert.

LabSen®	241-6	243-6	241-3	241-3SP	241-180
pH-Messbereich	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH
Temperaturbereich	0 – 100 ˚C	0 – 100 ˚C	0 – 100 ˚C	0 – 100 ˚C	0 – 100 ˚C
Temperatursonde	N/A	NTC 30 KΩ	N/A	N/A	N/A
Art des Membranglases	S	S	S	S	S
Membranwiderstand	< 350 MΩ	< 350 MΩ	< 450 MΩ	< 450 MΩ	< 450 MΩ
Diaphragma	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik
Referenzsystem	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life
Referenzeelektrolyt	3M KCl	3M KCl	3M KCl	Protolyt	3M KCl
Gehäuse-Material	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas
Abmessungen	Ø12 - Ø6x150 mm	Ø12 - Ø6x150 mm	Ø12 - Ø3x150 mm	Ø12 - Ø3x150 mm	Ø12 - Ø3x240 mm
Anschluss/Kabel	BNC / 1 m	BNC-RCA / 1 m	BNC / 1 m	BNC / 1 m	BNC / 1 m

• Messung fester Proben
• Oberflächenmessung

Allgemeine Standardglasmembranen sind nur für wässrige Lösungen geeignet; eine spitze Glasmembran kann zur direkten pH-Messung in feste oder halbfeste Proben gestochen werden, z.B. Obst, Fleisch, Käse, Teig, Erde usw.

Eine flache Glasmembran kann den pH-Wert auf ebenen Oberflächen, z.B. Haut, Papier, Textilien usw. messen.

LabSen®

Anwendungsanforderung für feste Proben

01 Robuste Glasmembran

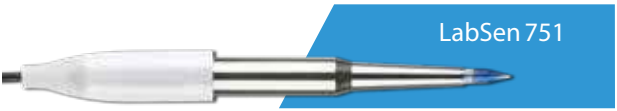
02 Kontaminationsbeständiges Diaphragma

LabSen 251

Glaskörper, geeignet für weiche, feste oder halbfeste Proben, z.B. Käse, Obst, Gemüse und Sushi etc.

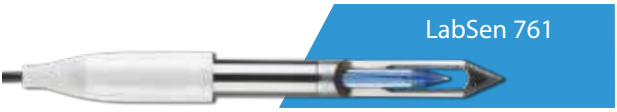
LabSen 551

Der PVC-Körper schützt den Glaskörper effektiv. Neben weichen, festen und halbfesten Proben eignet es sich gut für härtere Proben, wie z.B. direkte Bodenmessungen.



LabSen 751

Der Körper aus lebensmittelechter Titanlegierung schützt den Glaskörper effektiv, keine Korrosion, besser geeignet für feste und halbfeste Lebensmittelmessungen, z.B. Käse, Teig, Fleischwaren, Obst usw.



LabSen 761

Die Titanklinge schneidet leicht in gefrorenes/rohes Fleisch und Fisch, um den pH-Wert direkt zu messen.

LabSen 371

POM-Körper, Flachglas-Membran, PTFE-Diaphragma, geeignet für ebene Oberflächenmessungen, z.B. Papier, Haut, Textilien, Leder usw.

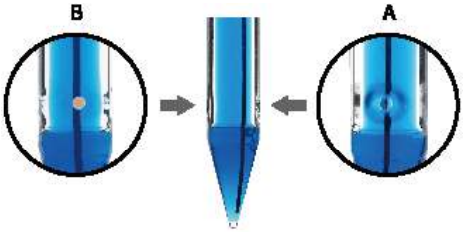
Anforderungen an Glasmembranen für spitze Elektroden

Stabile Glasmembran: Die spitze pH-Elektrode muss für die Messung in die Probe eingestochen werden - die LabSen 761 mit Klinge wird beispielsweise häufig zum Messen von gefrorenem Fleisch verwendet. Wenn die Glasmembran nicht stark genug ist, kann die Elektrode leicht beschädigt werden. Die LabSen spitze Glasmembran wurde unter Verwendung einer Verdickungsschichttechnologie hergestellt, wodurch sie stark genug für direkte Einstichmessungen ist.

Geringer Membranwiderstand: Beim Einstechen in die Probe entsteht Reibung zwischen Glasmembran und Probe. Wenn wir beispielsweise den pH-Wert von Bodenproben messen und der Membranwiderstand zu hoch ist, beeinflusst die durch die Reibung zwischen der Glasmembran und dem Boden erzeugte elektrische Ladung die Stabilität der Messung stark.

Doppelt geschützte Diaphragma-Struktur

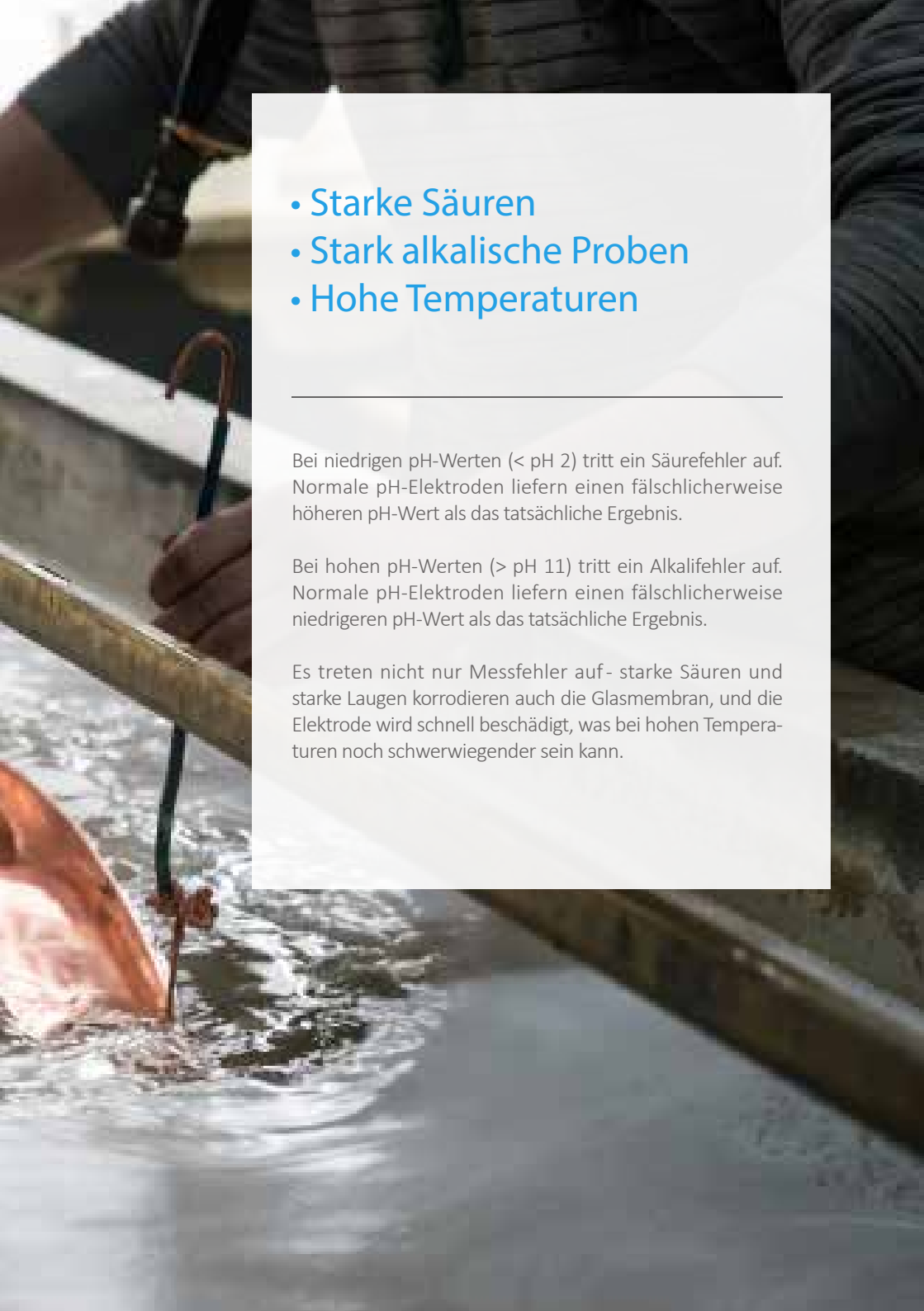
Das Diaphragma einer herkömmlichen spitzen Elektrode ist senkrecht zur Durchstechrichtung der Elektrode, und das Diaphragma kann leicht durch kleine Partikel blockiert werden. Die spitze LabSen-Elektrode hat zwei Diaphragmen — offenes Diaphragma (A) + Keramikdiaphragma (B) — mit unterschiedlichen Eigenschaften - die Gefahr einer Verunreinigung ist gering, was die Lebensdauer der Elektrode erheblich verlängert.



LabSen®	251	551	751	761	371
pH-Messbereich	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH
Temperaturbereich	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C
Temperatursonde	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Art des Membranglases	S	S	S	S	S
Membranwiderstand	< 250MΩ	< 250MΩ	< 250MΩ	< 250MΩ	< 500MΩ
Diaphragma	offen+Keramik	offen+Keramik	offen+Keramik	offen+Keramik	PTFE
Referenzsystem	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life	Long-life
Referenzeelektrolyt	Polymer	Polymer	Polymer	Polymer	3M Gel KCl
Gehäuse-Material	bleifreies Glas	PVC	Titanlegierung	titanlegierte Klinge	POM
Abmessungen	Ø6 - Ø12x100 mm	Ø5 - Ø15x130 mm	Ø5 - Ø12x115 mm	Ø12x115 mm	Ø12x105 mm
Anschluss/Kabel	BNC/1 m	BNC/1 m	BNC/1 m	BNC/1 m	BNC/1 m

**** Alle oben genannten Elektroden können mit einem NTC 30 kΩ-Temperatursensor installiert werden, um ATC zu erreichen. Die entsprechenden Modelle sind LabSen 253, 553, 753, 763 und 373 mit BNC/RCA-Anschlüssen.***

LabSen®



- Starke Säuren
- Stark alkalische Proben
- Hohe Temperaturen

Bei niedrigen pH-Werten (< pH 2) tritt ein Säurefehler auf. Normale pH-Elektroden liefern einen fälschlicherweise höheren pH-Wert als das tatsächliche Ergebnis.

Bei hohen pH-Werten (> pH 11) tritt ein Alkalifehler auf. Normale pH-Elektroden liefern einen fälschlicherweise niedrigeren pH-Wert als das tatsächliche Ergebnis.

Es treten nicht nur Messfehler auf - starke Säuren und starke Laugen korrodieren auch die Glasmembran, und die Elektrode wird schnell beschädigt, was bei hohen Temperaturen noch schwerwiegender sein kann.

Anwendungsanforderung für starke Säure / stark alkalische Lösungen / hohe Temperaturen

01 HF-Widerstand

02 starke Alkali-beständigkeit

03 Hochtemperatur-beständigkeit

LabSen 831

HF-Korrosionsbeständigkeit, geeignet für die Messung von HF-Lösungen mit einer Konzentration von weniger als 0,1 M oder anderen stark sauren Lösungen, hohe Haltbarkeit.

LabSen 833

Eingebauter Temperatursensor für ATC. Andere Eigenschaften identisch mit LabSen 831.

LabSen 841

Spezielle HA-Glasmembran, geeignet für stark alkalische/hochsalzhaltige/hochtemperierte Lösungen, extrem geringer Alkalifehler und 5mal längere Lebensdauer als herkömmliche Elektroden.

LabSen 843

Eingebauter Temperatursensor für ATC. Andere Eigenschaften identisch mit LabSen 841.

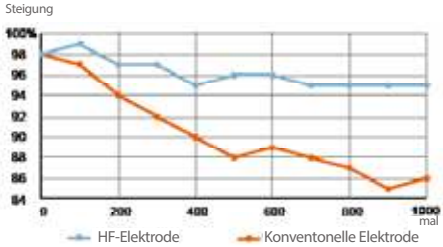
LabSen 861

Spezielle PHY-Glasmembran, mit Antifouling-PTFE-Diaphragma, geeignet für Hochtemperatur- und Laugenlösungen, z.B. Galvaniklösungen usw.

LabSen 863

Eingebauter Temperatursensor für ATC. Andere Eigenschaften identisch mit LabSen 861.

Säurefehler, stark saure Lösungen und HF-haltige Lösungen



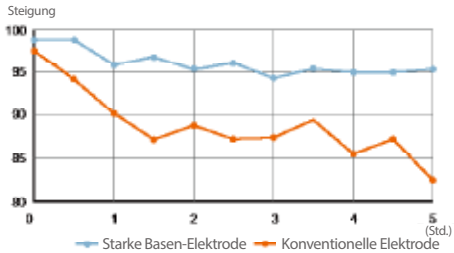
Vergleich der Lebensdauer einer herkömmlichen Elektrode und einer HF-säurebeständigen Elektrode, getestet mit 0,1 M HF-Säurelösung

Ein Säurefehler tritt in stark sauren Lösungen auf, bei denen die Abnahme der H+-Aktivität zu einem höheren pH-Wert als dem tatsächlichen Wert führt (normalerweise tritt ein pH-Wert unter 2 auf). Stark saure Lösungen korrodieren auch pH-Glasmembranen. Flusssäurelösung ist extrem korrosiv und kann herkömmliche pH-Glasmembranen direkt auflösen. Eine HF-beständige pH-Elektrode ist geeignet für die Messung von HF-Säure mit Konzentrationen < 0,5mol/L oder 10g/L.

Die HF-Glasmembran von LabSen ist korrosionsbeständig und kann HF-Säurelösungen bis zu 1000 Mal messen (<0,5mol/L oder 10g/L, 25˚C, 1 Minute pro Messung) und ist auch für Lösungen geeignet, die HCl und H2SO4 enthalten. Im Vergleich zu herkömmlichen Elektroden wird die Lebensdauer von LabSen HF-Elektroden deutlich erhöht.

Alkalifehler und starke Alkalilösungen

Ein Alkalifehler tritt in stark alkalischen Lösungen (normalerweise > 11 pH) auf, wo die relativ niedrigeren H+- Ionen in der Gelschicht der Glasmembran durch Natriumionen ersetzt werden. Die Elektrode kann schließlich auf Natriumionen anstelle von H+-Ionen reagieren, was einen fälschlicherweise niedrigeren pH-Wert als das tatsächliche Ergebnis ergibt. Der Alkalifehler ist viel höher als der Säurefehler. Bei stark alkalischen Lösungen (z. B. NaOH und KOH) tritt neben dem alkalischen Fehler auch eine Korrosion der pH-Glasmembran auf, was die Lebensdauer der Elektrode verkürzt.
Die LabSen HA-Membran kann hohen Temperaturen und starken alkalischen Lösungen standhalten. Gegenüber herkömmlichen Elektroden erhöht sich die Lebensdauer um das ca. 5-fache.



Vergleich der Lebensdauer von konventioneller Elektrode und starker Basiselektrode, getestet mit 1M NaOH (60°C Lösung)

LabSen®	831	833	841	843	861	863
pH-Messbereich	0 – 12 pH	0 – 12 pH	1 – 14 pH	1 – 14 pH	1 – 13 pH	1 – 13 pH
Temperaturbereich	0 – 100 ˚C	0 – 100 ˚C	0 – 130 ˚C	0 – 130 ˚C	0 – 130 ˚C	0 – 130 ˚C
Temperatursonde	N/A	NTC 30 kΩ	N/A	NTC 30 kΩ	N/A	NTC 30 kΩ
Art des Membranglases	HF	HF	HA	HA	PHY	PHY
Membranwiderstand	< 400 MΩ	< 400 MΩ	< 500 MΩ	< 500 MΩ	< 500 MΩ	< 500 MΩ
Diaphragma	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik	Mehrporiger PTFE	Mehrporiger PTFE
Referenzsystem	Silberionenf.	Silberionenfalle	Silberionenfalle	Silberionenfalle	Silberionenfalle	Silberionenfalle
Referenzelektrolyt	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M Gel KCl	3M Gel KCl
Gehäuse-Material	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas
Abmessungen	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm
Anschluss/Kabel	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m

- Viskose Proben
- Proteinhaltige Lösungen

Die Schwierigkeit bei der Messung von viskosen und Milchproben besteht darin, dass das Diaphragma leicht blockiert werden könnte. Ersteres liegt daran, dass die Viskosität der Probe das Eindringen des Elektrolyten sehr schwierig macht; Letzteres liegt daran, dass die Proteine in Milchproben mit der Referenzlösung reagieren, sich am Diaphragma ablagern und es verstopfen können.

LabSen®

Anwendungsanforderung für viskose und proteinhaltige Proben

01 Vordruck-Referenzsystem

02 Protolyt Referenzelektrolyt

LabSen 851-S

S Glasmembran, geeignet für die Messung viskoser Proben, z.B. Kosmetika, Farbe, Harz usw. Das unter Vordruck stehende Referenzsystem gewährleistet einen reibungslosen Elektrolytfluss und verhindert das Verstopfen des Diaphragmas.

LabSen 853-S

Eingebauter Temperatursensor für ATC. Andere Eigenschaften identisch mit LabSen 851-S.

LabSen 851-H

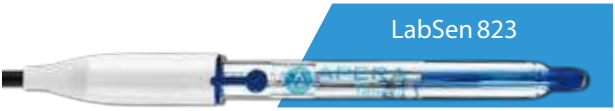
HA-Glasmembran, geeignet für viskose Proben mit stark alkalischer oder hoher Temperatur, beständig gegen Hochdruckdesinfektion. Das unter Druck stehende Referenzsystem gewährleistet einen reibungslosen Elektrolytfluss und verhindert ein Verstopfen des Diaphragmas.

LabSen 853-H

Eingebauter Temperatursensor für ATC. Andere Eigenschaften identisch mit LabSen 851-H.

LabSen 821

Geeignet für Proteinproben, z.B. Milchprodukte, Milch, Sahne usw. Mit drei keramischen Diaphragmen und dem Protolyt-Referenzelektrolyten, der verhindert, dass die Diaphragmen durch Proteine blockiert werden.



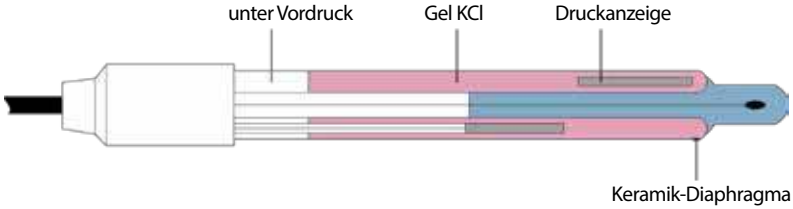
LabSen 823

Eingebauter Temperatursensor für ATC. Andere Eigenschaften identisch mit LabSen 821.

Vordruck-Referenzsystem

Es gibt viele viskose Proben wie Lotionen und Haarfärbemittel in der Kosmetikindustrie; Konfitüren und Milchprodukte in der Lebensmittelindustrie; Farben, Klebstoffe und Harze in der chemischen Industrie usw. Deren pH-Wert ist mit herkömmlichen pH-Elektroden schwer zu messen. Langsames Ansprechen, instabile Messwerte und schlechte Wiederholbarkeit sind die häufigsten Probleme, wenn die viskose Lösung das Keramikdiaphragma verstopft und das Eindringen der Referenzlösung verhindert.

Eine andere Problematik besteht darin, Proben unter hoher Temperatur und hohem Druck zu testen, wobei die Probenlösung in umgekehrter Richtung in die Elektrode eindringt. Vordruckelektroden können diese Probleme effektiv lösen. Vordruckbeaufschlagung ist eine spezielle Elektrodenverarbeitungstechnologie, die einen bestimmten Druck im Inneren der Elektrode vorfüllt, um sicherzustellen, dass der Elektrolyt auch in einer sehr viskosen Lösung langsam das Diaphragma passieren kann und auch verhindert, dass die Probenlösung in die Elektrode eindringt, was eine gute Stabilität und Wiederholbarkeit der Messung gewährleistet. Die folgende Abbildung ist ein Diagramm der Vordruck-Elektrode. Das Druckanzeigeröhrchen in der Abbildung wird verwendet, um den Druck in der Elektrode anzuzeigen.



Testen von Milchprodukten

Bei Verwendung einer herkömmlichen pH-Elektrode zum Messen von Milchprodukten und anderen proteinhaltigen flüssigen Lebensmitteln reagiert das Protein in der Probe mit der KCl-Lösung, lagert sich ab und blockiert das Keramikdiaphragma. Protolyt ist ein öliger Elektrolyt, der nicht mit Protein reagiert. Darüber hinaus sind die LabSen 821/823-Elektroden mit 3 Keramikdiaphragmen ausgestattet, wodurch das Risiko, dass das Diaphragmas verstopft, minimiert wird.

LabSen®	851-S	853-S	851-H	853-H	821	823
pH-Messbereich	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH	0 – 14 pH
Temperaturbereich	-5 – 100 ˚C	-5 – 100 ˚C	0 – 130 ˚C	0 – 130 ˚C	-5 – 100 ˚C	-5 – 100 ˚C
Temperatursonde	N/A	NTC 30 kΩ	N/A	NTC 30 kΩ	N/A	NTC 30 kΩ
Art des Membranglases	S	S	HA	HA	S	S
Membranwiderstand	< 150 MΩ	< 150 MΩ	< 500 MΩ	< 500 MΩ	< 200 MΩ	< 200 MΩ
Diaphragma	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik	Keramik×3	Keramik×3
Referenzsystem	Vordruck	Vordruck	Vordruck	Vordruck	Silberionenfalle	Silberionenfalle
Referenzelektrolyt	Gel KCl	Gel KCl	Gel KCl	Gel KCl	Protolyt	Protolyt
Gehäuse-Material	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas
Abmessungen	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm
Anschluss/Kabel	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m	BNC/1 m	BNC-RCA/1 m

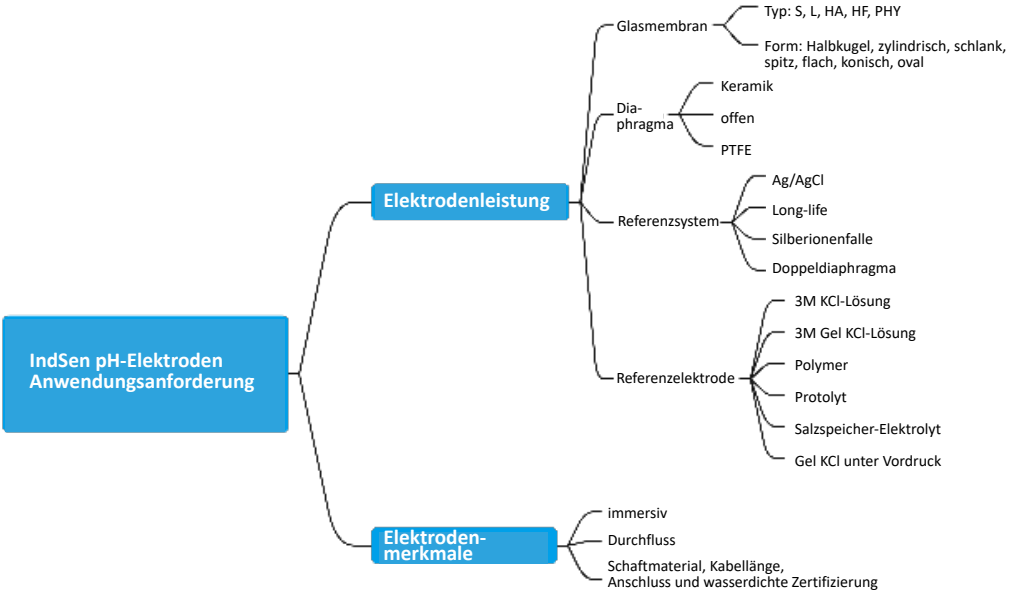
IndSen®

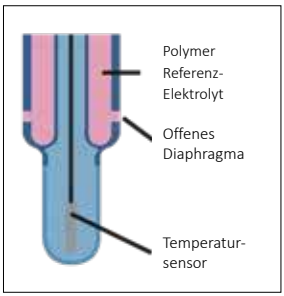
IndSen® Industrielle pH-Elektroden

Zusätzlich zu den Anforderungen an die Elektrodeninstallation stellen pH-Elektroden, die für die industrielle Prozesskontrolle verwendet werden, weitere Anforderungen an die Elektrodenleistung. Das Design jeder Struktur und jedes Elements spiegelt die komplexen Anforderungen der spezifischen Anwendung wider. Für dieselbe Glasmembran können beispielsweise 3 Arten von Diaphragmen verwendet werden; für den gleichen Diaphragmatyp können 4 Typen von Referenzsystemen und 6 Typen von Elektrolyten verbaut werden. Einige von ihnen sind feste Strukturkombinationen, während die meisten auf die Anwendungsanforderungen bezogen sind. Eine ungeeignete Kombination beeinträchtigt die Messgenauigkeit und die Elektrodenlebensdauer.

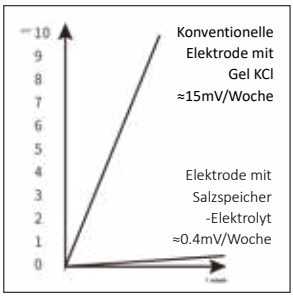
Auf der nächsten Seite zeigen wir 7 Modelle der gängigsten IndSen® Industrie-pH-Elektroden. Der Hauptzweck besteht darin, die Anwendung der neuesten Technologien bei industriellen pH-Elektroden vorzustellen. Wenn Sie Schwierigkeiten bei der Prozessüberwachung oder andere spezielle Anforderungen haben, können Sie sich gerne an uns wenden. Wir stellen Ihnen die am besten geeignete industrielle pH-Elektrode zusammen.

Anwendungsanforderungen für industrielle pH-Elektroden





Schema der industriellen pH-Elektrode mit offenem Diaphragma, Polymerelektrolyt und Temperatursensor



Der Drift der pH-Elektrode mit Salzspeicherelektrolyt in Lösungen mit niedriger Leitfähigkeit

(a) Elektrodenkopf aus Silikonkautschuk (anwendbar mit Temperatursensor)
(b) Elektrodenkopf mit PG13,5-Schraubgewinde (anwendbar mit Temperatursensor)
(c) Mit PG13,5-Gewinde S7-Stecker (nicht anwendbar mit Temperatursensor)

IndSen®	9316	9156	9256	9326	9336	9346	9416
Geeignete Anwendung	Abwasser-Messung	Reinwasser-Messung	Reinwasser-Messung	Starke Alkalien-Messung	Messung von Lösungen mit HF	Messung bei Hochtemperatur- oder ätzenden Lösungen, z.B. Galvaniklösungen	Messung von viskosen Lösungen
pH-Messbereich	0 – 14 pH	0 – 11 pH	0 – 11 pH	0 – 14 pH	0 – 12 pH	1 – 13 pH	0 – 14 pH
Temperatur-bereich	0 – 100 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 80 ˚C	0 – 130 ˚C	0 – 100 ˚C	0 – 130 ˚C	0 – 100 ˚C
Temperatur-sonde	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Glas-Membran	S	L	L	HA	HF	PHY	S
Membran-Widerstand	< 150 MΩ	< 50 MΩ	< 50 MΩ	< 500 MΩ	< 400 MΩ	< 500 MΩ	< 150 MΩ
Diaphragma	Offen×2	Keramik×3	Mehrporiges PTFE	Offen×2	Offen×2	Offen×2	Keramik
Referenz-system	Silberionenf.	Silberionenf.	Silberionenf.	Silberionenf.	Silberionenfalle	Silberionenfalle	Vordruck
Referenz-Elektrolyt	Polymer	Gel KCl	Salzspeicher-Gel	Polymer	Polymer	Polymer	Gel KCl
Druck	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar
Gehäuse-Material	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas	bleifreies Glas
Ab-messungen	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm	Ø12×120 mm

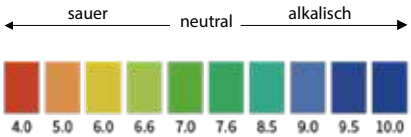
Kalibrier- und Wartungslösungen

Das Messprinzip elektrochemischer Instrumente besteht darin, eine unbekannte Lösung mit der Standardlösung bekannter Werte zu vergleichen und zu messen. Daher ist die Qualität der pH-Kalibrierpuffer als Standardlösung von grundlegender Bedeutung für die Messgenauigkeit. Haltbare und saubere Kalibrierpuffer aus hochwertigen Rohstoffen und Standardreferenzmaterialien sind unerlässlich.

A 20°C 50
LabSen®

Lösungen

- Apera-Kalibrierpuffer werden in einer ISO 9001:2015-Einrichtung mit ISO 17025:2017- Akkreditierung unter Verwendung von hochreinen Reagenzien, entionisiertem Wasser und zertifizierten Analysenwaagen in einer temperaturkontrollierten Umgebung hergestellt. Die angegebenen Werte sind auf ±0,01 pH bei 25 °C genau und auf NIST-Standardreferenzmaterialien (SRMs) zurückzuführen.
- Farbcodierte Puffer zur schnellen Identifizierung
- Ab Herstellung bis zu 2 Jahre haltbar



SKU	Wartungslösungen
AI1107	3M KCl Aufbewahrungs-/ Auffülllösung
AI1190	Protolyt Aufbewahrungs-/ Auffülllösung
AI1166	Reinigungslösung

pH Puffer-Lösungen	Genauigkeit (bei 25˚C)
pH 1,68	±0.01 pH
pH 4,01	±0.01 pH
pH 7,00	±0.01 pH
pH 10,01	±0.01 pH
pH 12,45	±0.01 pH

CalBox Lösungsbehälter für einfache Kalibrierung

Anschlüsse

Anschluss	Abbildung	Anmerkungen
wasserdichter BNC		Standard-BNC
S7		Für pH-, Redox- und Leifähigkeits-elektroden
S7-BNC-Kabel		Verwendung mit S7-Anschluss
BNC+RCA		Für pH-Elektroden mit Temperatursensor
S-Typ Multipin		Für pH- und Leitfähigkeitselektroden mit Temperatursensor

Empfohlene Ersatzmodelle

Apera LabSen	Mettler Toledo	Hanna
LabSen 211	InLab Routine /LE409	HI 1131B
LabSen 221	InLab Science/LE420	HI1048B/HI1049B
LabSen 331	InLab Expert / InLab Easy / LE407	HI 1210B
LabSen 851-H	InLab Power / InLab Viscous	N/A
LabSen 241-3/LabSen 241-3SP	InLab Micro/LE422	HI1083B/FC240B/HI1093B
LabSen 241-6	InLab Semi-Micro	HI1330B
LabSen 241-180	InLab NMR	HI1093P
LabSen 251	InLab Solids	FC210B/HI2031B
LabSen 551	LE427	FC200B/FC400B
LabSen 821	InLab Dairy	FC220B
LabSen 371	InLab Surface	HI1413B
LabSen 801	InLab Pure	N/A
LabSen 881	InLab Cool	FI1053B
LabSen 831	InLab Hydroflouric	N/A
LabSen 841	N/A	HI1043B
LabSen 761	N/A	FC230B+FC098

LabSen®

Handbuch für pH-Elektroden

aperainst.de

Apera Instruments (Europe) GmbH
Adr.: Wilhelm-Muthmann-Straße 18
42329 Wuppertal, Deutschland
Tel. +49 (0)202 51988998
E-Mail: info@aperainst.de
Webseite: www.aperainst.de

Apera Instruments, LLC (U.S.A)
Add: 6656 Busch Blvd, Columbus, Ohio 43229
Tel: +1 614-285-380
E-mail: info@aperainst.com
Website: aperainst.com

Apera Instruments Co., Ltd.(Japan)
Add: 3F Hoei fuchu Bldg 2-10-3 Kotobuki cho, Fuchu, Tokyo 183-0056 JAPAN
Tel: 042-319-2376
E-mail: info@aperainst.co.jp

Shanghai Apera Instruments Co., Ltd. (China)
Add: 481 Guiping Rd Building #16,4F, Xuhui District, Shanghai, China
Tel: +86-21-63362480
E-mail: sanxin@shsan-xin.com
Website: www.shanghaisanxin.com

APERA® INSTRUMENTS