



Ionenselektive Messung

Die ionenselektive Messung ist eine Methode zur Bestimmung der Konzentrationen gelöster Ionen mit relativ geringem apparativem Aufwand. Beispiele für direkt in den Lösungen bestimmbare Kationen und Anionen sind Kaliumionen, Natriumionen, Fluorid oder Chlorid. Indirekte Verfahren wie z. B. Titration ermöglichen die Bestimmung von Aluminiumionen, Nickelionen oder Sulfat.

Die Messung mit ionenselektiven Elektroden ist wie die pH-Messung ein potentiometrisches Verfahren. Dabei gibt es zwei verschiedene Messanordnungen:

1. getrennte ionenselektive Elektrode und Referenzelektrode
2. kombinierte ionenselektive Messkette mit eingebauter Referenzelektrode

Je nach zu messendem Ion besteht die Membran der Messkette entweder aus einem schwerlöslichen Salz dieses Ions (Festkörperelektrode), einer mit einem Ionentauscher oder Ionencarrier modifizierten PVC-Membran (Matrixelektrode), Glas (Glaselektrode) oder einer gaspermeablen Membran (gassensitive Elektrode).

Die Aktivität der Messionen bestimmt die Spannung der Messkette. Bei steigender Aktivität von Anionen wird die Spannung negativer, bei Kationen positiver. Ein pH/Ionenmeter berechnet aus dem Messkettensignal den Konzentrationswert der Lösung.

Die Applikationen sind vielfältig: Fluoridkonzentrationen werden nach DIN 38405 bestimmt, Chloridgehalte in Beton oder Nitratkonzentrationen in Gemüsesäften sind weitere Beispiele für Anwendung von ionenselektiver Messtechnik. Eine Einführung in die ionenselektive Messtechnik und Applikationsberichte stehen auf der kostenlosen CD-ROM „Grundlagen der Messtechnik“ zur Verfügung.

Bestimmung von	Einsatzgebiete
Blei (Pb ²⁺)	Bodenproben
Bromid (Br ⁻)	Wein, Pflanzen
Cadmium (Cd ²⁺)	Bodenproben
Calcium (Ca ²⁺)	Milchprodukte
Chlorid (Cl ⁻)	Trinkwasser, Nahrungsmittel
Cyanid (CN ⁻)	Galvanikbäder
Fluorid (F ⁻)	Zahncreme, Zement
Iodid (I ⁻)	Meerwasser
Kalium (K ⁺)	Wein, Dünger
Kupfer (Cu ²⁺)	Galvanikbäder
Natrium (Na ⁺)	Wein, Kesselspeisewasser
Nitrat (NO ³⁻)	Babynahrung, Dünger, Abwasser
Silber (Ag ⁺)	Galvanikbäder
Sulfid (S ²⁻)	Proteine, Sedimente

Ionenselektive Elektroden

WTW bietet ein komplettes Angebot an ionenselektiven Elektroden und Messgeräten; Sie können hier zwischen zwei Typen auswählen: die Halbzellen der Serie 500, zu denen eine Referenzelektrode vom Typ R 503 benötigt wird (eine Ausnahme hierzu bildet die gassensitive NH 500/2 mit bereits integrierter Referenzelektrode) oder die kombinierten Elektroden der Serie 800.

Diese Einstabmessketten vom Typ 800 sind ausgezeichnet in der Handhabung und bieten zusätzlich die Möglichkeit, auch in kleinen Probenvolumina zu messen, da hierin die ionenselektive und die Referenzelektrode kompakt zusammengefasst sind. Zudem überzeugen sie durch ein außergewöhnlich gutes Preis-/Leistungsverhältnis.



Ionenselektive und gassensitive Elektroden

Elektroden-Art	Membran ^②	Bestimmbare Ionen	ISE Typ 500 (Halbzelle, Referenzelektrode nötig)	Referenzelektrode	kombinierte ISE Typ 800 (enthält Referenzelektrode)	Messbereich	Brücken-elektrolyt	Ionenstärke-Adjustier-lösung (Konz. 10 g/l)	Standard-lösungen (Konz. 10 g/l)	pH-Bereich
Ammonium (NH ₄ ⁺)		Ammonium	NH 500/2	—	—	0,02...900 mg/l 10 ⁻⁶ ...5 x 10 ⁻² mol/l	—	MZ/NH ₃ /CN	ES/NH ₄	4-12
Blei (Pb ²⁺)	S	Blei	Pb 500	Für alle ionenselektiven Elektroden der Serie 500:	Pb 800	0,2...20000 mg/l 10 ⁻⁶ ...10 ⁻¹ mol/l	ELY/BR/503	ISA/FK	ES/Pb	4-7
Bromid (Br ⁻)	S	Bromid	Br 500		Br 800	0,4...79000 mg/l 5 x 10 ⁻⁶ ...1 mol/l	ELY/BR/503	ISA/FK	ES/Br	1-12
Cadmium (Cd ²⁺)	S	Cadmium	Cd 500		Cd 800	0,01...11000 mg/l 10 ⁻⁷ ...10 ⁻¹ mol/l	ELY/BR/503	ISA/FK	—	2-8
Calcium (Ca ²⁺)	L	Calcium, Magnesium ^③	Ca 500 ^④		Ca 800 ^④	0,02...40000 mg/l 5 x 10 ⁻⁷ ...1 mol/l	ELY/BR/503	ISA/Ca	ES/Ca	2,5-11
Chlorid (Cl ⁻)	S	Chlorid	Cl 500		Cl 800	2...35000 mg/l 5 x 10 ⁻⁵ ...1 mol/l	ELY/BR/503	ISA/FK	ES/Cl	2-12
Cyanid (CN ⁻) ^⑤	S	Cyanid	CN 500	R 503/P (2 mm Pin-Stecker) oder R 503 D (4 mm Bananenstecker)	CN 800	0,2...260 mg/l 8 x 10 ⁻⁶ ...10 ⁻² mol/l	ELY/BR/503	MZ/NH ₃ /CN	—	0-14
Fluorid (F ⁻)	S	Fluorid, Aluminum Phosphat ^⑥ , Lithium ^⑥	F 500		F 800	0,02...gesätt. mg/l 10 ⁻⁶ ...gesätt. mol/l	ELY/BR/503	TISAB	ES/F	5-7
Iodid (I ⁻)	S	Iodid, Thiosulfat Quecksilber	I 500	I 800	0,006...127000 mg/l 10 x 10 ⁻⁸ ...1 mol/l	ELY/BR/503	ISA/FK	ES/I	0-14	
Kalium (K ⁺) ^⑤	L	Kalium	K 500 ^⑤	K 800 ^⑤	0,04...39000 mg/l 10 ⁻⁶ ...1 mol/l	ELY/BR/503/K	ISA/K	ES/K	2-12	
Kupfer (Cu ²⁺)	S	Kupfer, Nickel ^⑤	Cu 500	Cu 800	0,0006...6400 mg/l 10 ⁻⁸ ...10 ⁻¹ mol/l	ELY/BR/503	ISA/FK	ES/Cu	2-6	
Natrium (Na ⁺) ^⑤	G	Natrium	DX 223 NA		0,05...23000 mg/l 2 x 10 ⁻⁶ ...1 mol/l	—	ISA/Na	ES/Na	>10	
Nitrat (NO ₃ ⁻) ^⑤	L	Nitrat	NO 500 ^⑤	NO 800 ^⑤	0,4...62000 mg/l 7 x 10 ⁻⁶ ...1 mol/l	ELY/BR/503/N	TISAB/NO ₃	ES/NO ₃	2,5-11	
Silber (Ag ⁺) ^⑤	S	Silber	Ag/S 500	Ag/S 800	0,01...108000 mg/l 10 ⁻⁷ ...1 mol/l	ELY/BR/503	ISA/FK	—	2-12	
Sulfid (S ²⁻) ^⑤	S	Sulfid	Ag/S 500	Ag/S 800	0,003...32000 mg/l 10 ⁻⁷ ...1 mol/l	ELY/BR/503	④	—	2-12	

① Austausch-Messkopf

② S = Festkörper-Elektrode, L = Matrix-Elektrode, G = Glas-Elektroden

③ Titration

④ Ansatz nach Bedienungsanleitung

⑤ Rezepturen für zusätzlich benötigte Lösungen sind in den Applikationsschriften und Bedienungsanleitungen angegeben.

Bestell-Info ISE-Elektroden und Zubehör siehe Preisliste.

Anwendungsgebiete ionenselektive Messung

● von WTW empfohlen ○ einsetzbar

Anwendungsgebiete	inoLab®				Taschengeräte
	pH/ION 735	pH/ION 740	pH 740, pH/Cond 740, Multi 740	pH/ION/Cond 750	pH/ION 340i, Multi 350i
Gelegentliche, einfache ISE-Messung	○	○	●	○	●
Routine- und Standardmessung	●	●	○	●	○
Fortgeschrittene Methoden und Verfahren	●	●	-	●	-
<i>siehe Seite</i>	24	25	13, 50	25, 52	27, 55

Labor-Ionenmeter

inoLab® pH/ION 735 

- Präzise pH- und Ionenmessung
- Inkrementmethoden
- Menügesteuerte Bedienoberfläche

pH-, mV- und Konzentrationsmessung in einem Gerät

Ob präzise Routinemessung oder anspruchsvolle Analyse: Das pH/ION 735 ist das ideale Gerät für alle Aufgaben. Hochauflösende pH- und Ionenmessung wird einfach und komfortabel über eine graphische Bedienoberfläche gesteuert. Eine 5-Punkt-Kalibrierung bei pH und bis zu 7 Kalibrierpunkte bei der Ionenmessung zur Abbildung auch nichtlinearer Kalibrierkurven sorgen für hochpräzise Messungen. Die Möglichkeit zur Speicherung von individuellen Standardkombinationen zur Kalibrierung sowie einprogrammierte Inkrementfunktionen runden das Angebot ab.

Für alle, die ihre Ergebnisse dokumentieren müssen: Speicher mit 4.500 Einträgen, Datenlogger, bidirektionale RS 232-Schnittstelle, Echtzeituhr, GLP-unterstützende Kalibrierprotokolle. Alle Datensätze werden mit Datum, Uhrzeit und wählbarer Identifikationsnummer versehen.

Auf Wunsch ist das Gerät auch mit eingebautem Drucker erhältlich.



inoLab® pH/ION 740

- Erweiterte Inkrementmethoden
- Kostenlose Softwaredownloads
- Umfangreiche Dokumentationsmöglichkeiten

Labor-Ionenmeter – flexibel, leistungsstark

Hochleistungs-pH/mV/ION-Messgerät mit Grafikdisplay und digitaler Schreiberfunktion für pH-Wert, Temperatur und Ionen-selektiver Messung, automatischer Temperaturkompensation, hoher Auflösung (0,001 pH), MultiCal®-Kalibriersystem, integriertem Messwertspeicher mit GLP-gerechter Dokumentation und digitaler Schnittstelle. PC-Tastaturschnittstelle zum Anschluss einer externen Tastatur oder eines Barcode-Lesers. Mittels mitgelieferter Software direkt vom PC ansteuerbar. Optional mit eingebautem Drucker (Papierbreite 112 mm) und dokumentenechtem Thermo-Papier.

inoLab® pH/ION/Cond 750

- 2 galvanisch getrennte pH/mV/ISE-Eingänge
- Menügesteuert mit hinterleuchtetem Graphikdisplay
- Je Eingang eine pH- und eine ISE-Kalibrierung möglich

Messtechnische Spitzenklasse von WTW:

Das inoLab® pH/ION/Cond 750 ist ein Multiparametergerät der Spitzenklasse: Zwei galvanisch getrennte pH-Eingänge ermöglichen die unabhängige Messung von pH-Wert, Redoxpotential oder Ionenkonzentrationen. Für exakte Messungen über die gesamte Kennlinie einer ISE-Elektrode können Kalibrierungen mit bis zu 7 Standardlösungen durchgeführt werden. Die Berechnung der Kalibrierkurve mittels eines modifizierten Nikolski-Algorithmus berücksichtigt selbstverständlich die nichtlinearen Anteile.

Für die Ermittlung von Ionenkonzentrationen stehen neben der Direktpotentiometrie die folgenden Verfahren zur Verfügung:

Merkmale

- Grafische Auswertemöglichkeiten
- Integrierter digitaler Schreiber
- Anschluss von Barcode-Leser oder PC-Tastatur
- Wählbare Spracheinstellung
- Erweiterte GLP-Funktionen (Passwortgeschützte Bedienebenen)
- Kostenlose Software-Downloads für MultiLab® pilot oder Terminal
- Vier- bis Siebenpunkt-Kalibrierung mittels modifiziertem Nikolski-Algorithmus bei ISE-Kalibrierung
- Standard-Addition, doppelte Standard-Addition und Standard-Subtraktion
- Proben-Addition/Subtraktion
- Blindwert-Addition



- Standardaddition-/Standardsubtraktion
- Probenaddition-/Probensubtraktion
- Doppelte Standardaddition
- Blindwertkorrektur
- Standardaddition mit Blindwertkorrektur
- Referenzmessung

Ein weiteres Highlight dieses Gerätes ist die Möglichkeit zur Leitfähigkeitsmessung. Nicht nur spezifischer Widerstand, Salinität, TDS lassen sich mit diesem Gerät exakt bestimmen, sondern auch probenspezifische Temperaturkoeffizienten (s. auch unter Labor-Mehrparameter-Messgeräte). Umfangreiche Zusatzfunktionen wie Messdatenverwaltung, PC-Anbindung über MultiLab® pilot, GLP-gerechte Kalibrier- und Messdatenerfassung und bidirektionale RS 232-Schnittstelle erlauben die nahtlose Einbindung in den modernen Laborbetrieb.



Parameter

pH

Redox

ISE

Sauerstoff

Leitfähigkeit

Multi-parameter

BSB/Zehnung

Photometer

Trübung

Keimzählung

Software/Drucker

Technische Daten inoLab® pH/ION 735 und 740

Modelle	pH/ION 735	pH/ION 740
Messbereiche/ Auflösung	<p>pH -2,000 ... +20,000 pH-Einheiten</p> <p>mV -999,9 ... +999,9 mV</p> <p>Temperatur -2000 ... +2000 mV</p> <p>Konz. -5 ... +105 °C/0,1 °C</p> <p>0,000 ... 10,000 mg/l</p> <p>0,00 ... 100,00 mg/l</p> <p>0,0 ... 1000,0 mg/l</p> <p>0 ... 2000 mg/l</p>	<p>-2,000 ... +20,000 pH-Einheiten</p> <p>-999,9 ... +999,9 mV</p> <p>-2000 ... +2000 mV</p> <p>-5 ... +105 °C/0,1 °C</p> <p>Messbereich 1 (Auflösung): 0,000 ... 9,999 (0,001) mg/l</p> <p>Messbereich 2: 0,00 ... 99,9 (0,01) mg/l</p> <p>Messbereich 3: 0,0 ... 999,9 (0,1) mg/l</p> <p>Messbereich 4: 0 ... 1999 mg/l</p>
Genauigkeit (±1 digit)	<p>±0,004 pH-Einheiten</p> <p>±0,01 pH-Einheiten</p> <p>±0,2 mV, ±1 mV</p> <p>±0,1 K</p>	<p>±0,004 pH-Einheiten</p> <p>±0,01 pH-Einheiten</p> <p>±0,2 mV, ±1 mV</p> <p>±0,1 K</p>
Kalibrierung	<p>MultiCal®-Kalibrierautomatik:</p> <p>AutoCal 2-/3-/4-/5-Punkt</p> <p>AutoCal-Tec 2-/3-/4-/5-Punkt</p> <p>ConCal® 1-/2-Punkt</p> <p>ISECal 2- bis 7-Punkt</p> <p>Sonderfunktionen: Standard-Addition (einfach) Standard-Subtraktion Proben-Addition Proben-Subtraktion Blindwert-Addition Blindwert-Korrektur</p>	<p>MultiCal®-Kalibrierautomatik:</p> <p>2-/3-/4-/5-Punkt</p> <p>2-/3-/4-/5-Punkt</p> <p>1-/2-Punkt</p> <p>2- bis 7-Punkt</p> <p>Sonderfunktionen: Standard-Addition (einfach und doppelt) Standard-Subtraktion Proben-Addition Proben-Subtraktion Blindwert-Addition Blindwert-Korrektur</p>

Technische Daten inoLab® pH/ION/Cond 750

Modell	pH/ION/Cond 750
Messbereiche/ Auflösung	<p>pH -2 ... 20,000 pH-Einheiten</p> <p>-2,00 ... 20,00 pH-Einheiten</p> <p>mV -999,9 ... +999,9 mV</p> <p>-2000 ... +2000 mV</p> <p>Konz. (mg/l) 0,000 ... 10,000</p> <p>0,00 ... 100,00</p> <p>0,0 ... 1000,0</p> <p>0 ... 2000</p> <p>Temperatur: -5 ... +105 °C</p>
Genauigkeit (±1 digit)	<p>pH ±0,004 pH-Einheiten</p> <p>±0,01 pH-Einheiten</p> <p>mV ±0,2 mV, ±1 mV</p>
Temperaturkompensation	<p>±0,2 mV, ±1 mV</p> <p>Automatisch: -5 ... +105,0 °C</p> <p>-5,0 ... 100 °C</p> <p>Manuell -20 ... +130 °C</p> <p>NTC 30 KOhm: ±0,1</p> <p>Pt 1000 ±0,1 K</p>
Kalibrierung	<p>MultiCal®-Kalibrierautomatik:</p> <p>AutoCal 2-/3-/4-/5-Punkt</p> <p>AutoCal-Tec 2-/3-/4-/5-Punkt</p> <p>ConCal® 1-/2-Punkt</p> <p>ISECal 2- bis 7-Punkt</p> <p>Sonderfunktionen: Standard-Addition (einfach und doppelt) Standard-Subtraktion Proben-Addition, Proben-Subtraktion Blindwert-Addition, Blindwert-Korrektur</p>

Bestell-Info

inoLab® Labor-Ionenmeter		Bestell-Nr.
pH/ION 735P	inoLab® pH/ION 735P mit integriertem Drucker für GLP-gerechte Dokumentation	1G21-110
pH/ION 740P	inoLab® pH/ION 740P mit integriertem Drucker für GLP-gerechte Dokumentation; umfangreiche Mess- und Speicheroptionen	1G31-110
pH/ION/Cond 750	Flexibles, leistungsstarkes Präzisions-Labor-pH/mV/Ionen/Leitfähigkeitsmeter mit 2 DIN-Eingängen, Einzelgerät, Weitbereichsnetzteil	1K30-110



Taschen-Ionenmeter

pH/ION 340i

- Handlich, wasserdicht
- Low-Power System ermöglicht kontinuierliches Arbeiten bis 1.500 h
- GLP-konform

pH-, mV- und Konzentrationsmessung in einer Hand

Größtmögliche Flexibilität bietet das pH/mV- und Ionenmeter pH/ION 340i. Für die pH-Messung bietet das Gerät manuelle oder automatische Kalibrierung, gleichzeitige Anzeige von pH-Wert und Temperatur. Für die Messung mit ionensensitiven Elektroden bietet das pH/ION 340i die Anzeige der Konzentration in mg/l. Die direkte Anzeige in mV erfolgt bis $\pm 999,9$ mV in 0,1 mV-Schritten, darüber hinaus in 1 mV-Schritten.

Selbstverständlich erfolgt auch in diesen höheren Bereichen die Konzentrationsberechnung auf einer Ermittlung des mV-Wertes mit 0,1 mV Auflösung. Die Kalibrierung erfolgt mit bis zu 3 Standards (Auswahl aus 16 Standards im Bereich von 0,01 bis 1000 mg/l).

Dauernetzbetrieb oder Batteriebetrieb mit bis zu 1500 Stunden Betriebszeit mit LoBat-Warnung machen das Gerät sowohl im Labor als auch vor Ort einsetzbar.



Die nur 400 g schweren Geräte haben ein extrem schlagfestes Gehäuse und sind wasserdicht (IP 66) und tauchfähig (IP 67).

Der integrierte Datalogger für bis zu 500 Messwerte bietet zusammen mit den GLP-gerechten Kalibrierprotokollen eine umfassende Dokumentation der Messergebnisse. Dabei können die Daten analog oder digital (RS 232) übertragen werden. Automatische Erfassung von stabilen Messwerten (AutoRead), Messkettenbewertung und Überwachung von Kalibrierintervallen sind Funktionen, die für reproduzierbare und nachvollziehbare Messwerte sorgen.

Technische Daten

Modell	pH/ION 340i	
Messbereiche/ Auflösung	pH	-2,000 ... +19,999 pH-Einheiten
	mV	-999,9 ... +999,9 mV -1999 ... +1999 mV
Temperatur Konz.		-5 ... +105 °C/0,1 °C
		0,01 ... 1999 mg/l
Genauigkeit (± 1 digit)		$\pm 0,005$ pH-Einheiten
		$\pm 0,01$ pH-Einheiten
		$\pm 0,3$ mV, ± 1 mV
		$\pm 0,1$ K
Kalibrierung	MultiCal®-Kalibrierautomatik:	
	AutoCal	2-Punkt
	AutoCal-Tec	2-Punkt
	ConCal®	1-/2-Punkt
	ISECal	2-/3-Punkt

Bestell-Info

Taschen-Ionenmeter		Bestell-Nr.
pH/ION 340i	robustes und wasserdichtes Taschen-Ionenmeter mit Datalogger und serieller Schnittstelle	2G30-100
Universal-Weitbereichsnetzteil	100 V - 240 V 50-60 Hz; für Serie 340i	902 867



Parameter
pH
Redox
ISE
Sauerstoff
Leitfähigkeit
Multi-parameter
BSB/Zehnung
Photometer
Trübung
Keimzählung
Software/Drucker