

Wasseranalytik



Qualitätskontrolle von Wasser



Metrohm ...

- ist der Weltmarktführer im Bereich Titration
- bietet neben sämtlichen Methoden der Ionenanalytik – Titration, Voltammetrie und Ionenchromatographie – ein komplettes Portfolio für die NIR- und Raman-Analytik
- ist ein Schweizer Unternehmen und produziert ausschliesslich in der Schweiz
- gewährt 3 Jahre Garantie auf Geräte und 10 Jahre auf chemische Suppressoren für die Anionenchromatographie
- unterstützt Sie bei Fragen mit einzigartigem Applikations-Know-how
- stellt Ihnen kostenlos über 1800 Applikationen zur Verfügung
- unterstützt Sie weltweit mit zuverlässigem Vor-Ort-Service
- ist nicht an der Börse notiert, sondern im Besitz einer gemeinnützigen Stiftung
- gibt einer nachhaltigen, den Interessen von Kunden und Mitarbeitern verpflichteten Unternehmensführung Vorrang vor einer Maximierung der Rendite

Metrohm – massgeschneiderte Wasseranalytik

Schadstoffe im Wasser

Wasser ist Quelle und Grundlage allen Lebens. Es ist essenziell für den Stoffwechsel und ist unser wichtigstes Nahrungsmittel. Als Lösungs- und Transportmittel befördert es nicht nur die lebenswichtigen Mineral- und Nährstoffe, sondern auch zunehmend gesundheitsgefährdende Schadstoffe, welche sich bevorzugt in aquatischen oder terrestrischen Organismen anreichern. Im Rahmen der Qualitätskontrolle und der Risikobewertung sind im Wasserlabor effektive, kostengünstige Geräte und Methoden gefragt, die dem immer komplexeren Schadstoffspektrum, dem zunehmenden Probendurchsatz und den sinkenden Nachweisgrenzen gerecht werden.

Auf unsere Unterstützung können Sie zählen

Als führender Hersteller von Geräten für die chemische Analytik sind wir uns dieser Herausforderungen bewusst. Metrohm bietet Ihnen deshalb nicht nur modernste Geräte, sondern komplette Lösungen für ganz konkrete analytische Fragestellungen. Ihre Ansprechpartner bei uns sind kompetente Spezialisten, die massgeschneiderte Applikationen für Sie entwickeln und Sie kompetent rund um das Thema Wasseranalytik unterstützen.

Entdecken Sie auf den folgenden Seiten, welche analytischen Lösungen Metrohm der Wasseranalytik und ganz speziell Ihnen zur Gewährleistung der Qualität und Sicherheit Ihrer Arbeit bietet. Fordern Sie uns!



Im Wasser steckt mehr als uns lieb ist ...

04

Thales von Milet (ca. 625-545 v. Chr.), einer der ersten griechischen Naturphilosophen und einer der «sieben Weisen», bezeichnete das Wasser als den Ursprung aller Dinge, in das alles wieder zurückkehrt. Diese Erkenntnis erhält vor dem Hintergrund der mittlerweile 1700 im Wasser nachweisbaren, meist anthropogen eingetragenen Substanzen eine vollkommen neue Bedeutung. Als Nahrungs- und Energiequelle, beim Gebrauch in der Bewässerung, als Lösungs-, Reinigungs- oder Kühlmittel sowie als Transportweg und Vorfluter wird Wasser mit Düngemitteln, Pestiziden, Arzneistoffen, Hormonen, Schwermetallverbindungen, Körperpflege- und Syntheseprodukten kontaminiert. Auf Grund der damit verbunde-

nen gesundheitlichen Gefährdungen hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) für ca. 200 Wasserinhaltsstoffe Leitwerte erlassen. Diese bilden mit den hydrogeologischen Rahmenbedingungen der entsprechenden Länder die Grundlage für die Festlegung von länderspezifischen Grenzwerten. In den meisten Staaten ist deshalb Wasser Gegenstand einer Fülle von Gesetzen, Vorschriften und Normen.

Metrohm bietet für viele dieser Normen und Vorschriften robuste, zuverlässige und sehr präzise Analysengeräte und Analysemethoden an.



Ausgewählte Normen aus dem Bereich der Wasseranalytik

Die folgenden Normen beschreiben die Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes sowie die Bestimmung von Anionen und Kationen in verschiedenen Wässern. Metrohm-Geräte erfüllen sämtliche in den jeweiligen Normen festgelegten Mindestanforderungen und Grenz-

werte. Während einige Normen die simultane Bestimmung mehrerer Analyten beschreiben (z. B. EPA 300.1), kann ein und derselbe Analyt (z. B. Chlorid), je nach vorgeschriebenem Grenzwert und Probenmatrix, auch mittels verschiedener Analysetechniken bestimmt werden.

Parameter	Norm	Matrix	Methode	Seite
pH-Wert	DIN 38404-5	Alle Wässer	pH-Wert-Messung	6
	EPA 150.1	Abwasser Meerwasser Saurer Regen Trinkwasser	pH-Wert-Messung	
	USP<791> DIN EN 27888	Reinstwasser (Pharma) Trinkwasser	pH-Wert-Messung Leitfähigkeitsmessung	
Leitfähigkeit	EPA 120.1	Abwasser Meerwasser Saurer Regen Trinkwasser	Leitfähigkeitsmessung	7
	USP<645>	Reinstwasser (Pharma)	Leitfähigkeitsmessung	
	EPA 130.2	Abwasser Trinkwasser	Titration	
EN ISO 9963	Abwasser Trinkwasser			
Gesamthärte Ca, Mg	DIN 38406-3	Abwasser Trinkwasser	Titration	8
	DIN 38409-7	Wasser allgemein		
Säure- und Basekapazität	DIN 38409-7	Abwasser	Titration	8
Alkalinität als CaCO ₃	EPA 310.1	Meerwasser Trinkwasser	Titration	8
Cl ⁻	DIN 38405-1	Abwasser Trinkwasser	Titration	8
Permanganat-Index	DIN EN ISO 8467	Trinkwasser	Titration	9
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	DIN 38409-44 ASTM D1252	Meerwasser Abwasser	Titration	10
Anionen, z. B. F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , etc.	EPA 300.1, Part A	Abwasser Trinkwasser	Ionenchromatographie	12
Oxohalogenide	EPA 300.1, Part B	Abwasser Trinkwasser	Ionenchromatographie	12
	EPA 317.0	Trinkwasser		
	EPA 326.0 DIN EN 11206	Trinkwasser		
	ASTM D6581	Trinkwasser		
Kationen, z. B. Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , etc.	ASTM D6919	Abwasser Reinstwasser	Ionenchromatographie	14
	ISO 14911	Abwasser Reinstwasser		
Zn, Cd, Pb, Cu, Tl, Ni, Co	DIN 38406-16	Abwasser Reinstwasser	Voltammetrie	17
Uran	DIN 38406-17	Grundwasser Rohwasser Trinkwasser	Voltammetrie	
CN ⁻	Probenvorbereitung gemäss DIN 38405-13	Abwasser Trinkwasser	Voltammetrie	18
Cd, Pb, Cu, Fe ^{II} /Fe ^{III} , Cr ^{VI}	–	Meerwasser	Voltammetrie	
Cu, Fe, Zn, Co	–	Kesselspeisewasser Kühlwasser	Voltammetrie	19
pH-Wert Leitfähigkeit Anionen Kationen	Verschiedene	Alle Wässer	Titration and Ion Chromatography (TitriC); Voltammetry and Ion Chromatography (VoltIC)	20
pH-Wert, Leitfähigkeit, TOC sowie zahlreiche weitere mit Titration, Voltammetrie und Spektroskopie bestimmbare Parameter	Prozessabhängige Grenzwertvorgaben	Abwasser Kesselspeisewasser Kühlwasser Trinkwasser	Prozessanalytik	24

pH-Wert- und Leitfähigkeitsmessung

06

Der pH-Wert ist der wohl am häufigsten gemessene Parameter von wässrigen Lösungen – von der mobilen Messung in Trink-, Oberflächen-, Grund- und Abwässern bis hin zur präzisen Bestimmung des pH-Wertes von Wasser für den pharmazeutischen Gebrauch. Wo auch immer der pH-Wert bestimmt wird, Metrohm bietet für jede Anwendung die optimale Lösung.

Trinkwasser

«Two in one» – für drinnen und draussen

Die neuen Metrohm Meter sind beides zugleich: Präzisionsinstrumente für das Messen im Labor und robuste Begleiter für den mobilen Einsatz im Feld und Prozess. Der Akkubetrieb macht die neuen Meter unabhängig von der Steckdose. Aufladen ist mit einem Adapter sogar unterwegs am Zigarettenanzünder im Auto möglich. Ergebnisse können mit einem Tastendruck gespeichert werden und dann am PC im Büro bequem verwaltet werden.

Mit dem 914 pH/LF Meter messen Sie pH und Leitfähigkeit parallel, mit dem 913 pH Meter können Sie zwei pH-Werte parallel bestimmen.

pH-Wert, Chlorid, Fluorid und Ammonium mit 780 pH Meter oder 781 pH/Ion Meter

Das 780 pH Meter ist die erste Wahl, wenn Sie es ganz genau wissen wollen: 9-Punkt-Kalibrierung, Rührerkontrolle, Elektrodentest für pH-Glaselektroden, Methodenspeicher und RS232-Schnittstelle.

Das 781 pH/Ion Meter erlaubt zusätzlich zur pH-Messung die Bestimmung einzelner Ionen (z. B. Cl^- , F^- , NH_4^+) entweder per Direktmessung oder mittels vollautomatischer Standardaddition mit einem Dosimaten.



856 Conductivity Module und 867 pH Module

Dank der 5-Ring-Messzellen ist das neue 856 Conductivity Module ideal für die Messung in Trinkwasser nach DIN EN 27888 und auch EPA 120.1 geeignet. Der grosse Linearitätsbereich erlaubt die Messung verschiedenster Wässer ohne Neukalibrierung. Die Kombination des 856 Conductivity Module mit dem 867 pH Module ermöglicht sogar die gleichzeitige Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes im gleichen Gefäss.

5-Ring-Leitfähigkeitsmesszellen

Die neuartigen 5-Ring-Messzellen zeichnen sich vor allem durch ihren grossen Linearitätsbereich von 0.005–100 mS/cm aus, d.h. von Trinkwasser bis hin zu Meerwasser kann ohne zwischenzeitliche Kalibrierung gemessen werden.

Wasser für den pharmazeutischen Gebrauch (water for injection)

Leitfähigkeit

Besonders strenge Vorschriften gelten für die Messung der Leitfähigkeit von Wasser für den pharmazeutischen Gebrauch (water for injection) nach USP<645>. Neben höchster Präzision müssen auch alle Vorgaben der US-FDA-Vorschrift 21 CFR Part 11 eingehalten werden. Dies garantiert das 856 Conductivity Module in Verbindung mit dem 900 Touch Control oder **tiamo** (full oder multi).

Leitfähigkeitsmesszelle (Edelstahl) mit Pt 1000

Diese Messzelle wurde speziell für die Messung in Wässern mit sehr geringer Leitfähigkeit entwickelt. Die robuste Edelstahlkonstruktion ist leicht zu reinigen und eignet sich ideal für Leitfähigkeiten < 300 μ S/cm, somit speziell auch für die Messung von Wässern für den pharmazeutischen Gebrauch.

pH-Wert

Für die Messung des pH-Wertes nach USP<791> bietet das 867 pH Module alles Nötige: Es erfüllt die Anforderungen von FDA 21 CFR Part 11, und zwar dank 900 Touch Control oder **tiamo** (full oder multi), intelligenten Sensoren und 5-Punkt-Kalibrierung. In Verbindung mit 900 Touch Control kann ein Elektrodenstest durchgeführt werden. Die Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes kann durch die Kombination des 856 Conductivity Module mit dem 867 pH Module im gleichen Gefäss erfolgen.



Titration

08

Carbonathärte (temporäre Härte, Alkalinität oder Säurebindungsvermögen)

Die Bestimmung der temporären Härte erfolgt mittels Endpunkttitration mit dem Titranten 0.1 mol/L HCl. Die kombinierte pH-Glaselektrode Aquatrode plus wurde speziell für Anwendungen in wässrigen Lösungen entwickelt. Das schnell ansprechende Membranglas und das Festschliffdiaphragma garantieren präzise, rauscharme Messwerte und Titrationsergebnisse, von Reinstwasser bis hin zu Wässern mit hohen Salzgehalten.

Säure- und Basenkapazität nach DIN 38409-7

Die Säure- und Basekapazität sind Kenngrößen für die Pufferkapazität des Wassers gegenüber Säuren und Basen. Es sind wichtige Summenparameter in der Wasseranalytik, die die pH-Stabilität der Probe kennzeichnen. Beide werden durch Titration bis zu den pH-Werten 4.3 und 8.2 bestimmt. Erstere erfasst alle alkalischen Bestandteile durch Titration mit Salzsäure, letztere alle sauren Bestandteile durch Titration mit Natronlauge. Anders als Standard-pH-Elektroden garantiert die Aquatrode Plus mit ihrer speziellen Glasmembran schnelle, korrekte und sehr genaue pH-Messungen und pH-Titrationsen in Lösungen, die eine niedrige Ionenstärke aufweisen oder schwach gepuffert sind.

Calcium und Magnesium nach DIN 38406-3 und EPA 130.2

Bei der Wasserhärte unterscheidet man zwischen temporärer (Carbonathärte) und permanenter Härte (Sulfathärte). Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Gesamthärte, welche die Summe der Erdalkalimetallkationen angibt und sich näherungsweise aus der Summe der Calcium- und Magnesiumhärte zusammensetzt. Die Bestimmung der temporären Härte erfolgt durch Endpunkttitration mit Salzsäure, die Bestimmung der Gesamthärte mittels komplexometrischer Titration mit dem Titranten Na_2EDTA und einer Ca^{2+} -selektiven Elektrode.

Chlorid

Die Bestimmung der Chloridionen erfolgt mittels potentiometrischer Titration mit dem Titranten AgNO_3 nach vorhergehender pH-Wert-Einstellung mit Salpetersäure und einer kombinierten Ag-Ring-Elektrode, der Ag-Titrode. Die wartungsfreie Ag-Titrode verwendet als Referenz-

enzelektrode eine pH-Glasmembran, wodurch das regelmäßige Nachfüllen mit Elektrolyt entfällt.

Fluorid nach ASTM D3868 und Sulfid nach ASTM D4658

Fluorid- und Sulfidionen werden mittels ionenselektiver Elektroden bestimmt.

Für die Fluoridbestimmung wird der Probe eine Puffer-substanz zugegeben, die zum einen die Ionenstärke konstant hält und den pH-Wert reguliert und zum anderen störende Aluminium- und Eisen(III)-Ionen komplexiert. Für die Messung von Sulfid wird ein Puffer zugesetzt, der sowohl den pH-Wert reguliert als auch die Oxidation von Sulfid durch Luftsauerstoff verhindert.

Die Titrationssoftware **tiamo** erlaubt zudem die Einbindung von Drittgeräten, zum Beispiel für Bestimmungen der Trübung nach DIN EN ISO 7027, oder der Färbung nach DIN EN ISO 7887.



907 Titrande mit 900 Touch Control

Titration – Summenparameter

Summenparameter kennzeichnen meist gleichartige chemische, physikalische, physikalisch-chemische oder biologische Merkmale unterschiedlicher Inhaltsstoffe. Ihr Vorteil liegt in der schnellen Bestimmung und Aussagekraft, die eine rasche Bewertung der Probe erlauben. So wie die elektrische Leitfähigkeit Rückschlüsse auf den Salzgehalt einer Wasserprobe ermöglicht, ist die chemische Oxidierbarkeit von Wasserinhaltsstoffen ein aussagekräftiger Parameter für Art und Menge der in der Wasserprobe vorhandenen organischen Materie.

Gemäss der Oxidationskraft der eingesetzten Oxidationsmittel unterscheidet man zwischen dem Permanganat-Index und dem chemischen Sauerstoffbedarf (CSB). Ist der Permanganat-Index für kaum bis schwach belastete Proben der aussagekräftigere Parameter, so eignet sich der CSB für stark belastete Proben.

Permanganat-Index nach DIN EN ISO 8467

Der Permanganat-Index bestimmt den leicht oxidierbaren Anteil der organischen Inhaltsstoffe im Wasser und dient im weiteren Sinne als Mass zur Beurteilung der organisch-chemischen Belastung in kaum oder gering belasteten Wässern wie Trinkwasserproben. Zur Bestimmung wird die Wasserprobe mit Schwefelsäure und einem Überschuss Permanganatlösung bekannter Konzentration für zehn Minuten in einem siedenden Wasserbad erhitzt. Im Anschluss bestimmt man den Permanganatverbrauch durch Zugabe eines Überschusses an Natriumoxalatlösung und Rücktitration des verbrauchten Oxalats mit Permanganatlösung. Ausgedrückt wird der Permanganat-Index als Menge Sauerstoff in mg/L, der für die Oxidation notwendig wäre.



Das MATi 13 (Metrohm Automated Titration)-System für die vollautomatische Bestimmung des Permanganat-Index



Das MATi 12-System für die vollautomatische CSB-Bestimmung

Chemischer Sauerstoffbedarf gemäss DIN 38409-44 und ASTM D1252

Der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) ist eine Masszahl für die Summe der in einem bestimmten Wasservolumen durch Chromat oxidierbaren Stoffe. Chromat ist ein deutlich stärkeres Oxidationsmittel als Permanganat, weshalb es auch die meisten organischen Verbindungen praktisch vollständig zu CO_2 oxidiert. In Kläranlagen gilt der CSB als aussagekräftiger Leitparameter zur Beurteilung der Klärleistung.

Zur massanalytischen Bestimmung des CSBs wird die Wasserprobe über einen definierten Zeitraum mit Kaliumdichromat erhitzt. Anschliessend titriert man die verblie-

bene Menge Kaliumdichromat mit Ammoniumeisen(II)-sulfat zurück.

Die Oxidation der Wasserinhaltsstoffe erfolgt entweder in einer speziellen CSB-Heizvorrichtung unter Rückflusskühlung oder in einem geschlossenen Reaktionsgefäss und einer externen Heizquelle. Die Titration erfolgt direkt in den Reaktionsgefässen, ohne dafür den Inhalt in andere Gefässe überführen zu müssen. Dies verhindert Probenverluste und erspart insbesondere bei hohem Probenumsatz wertvolle Zeit.

Vollautomatisches Wasseranalytensystem

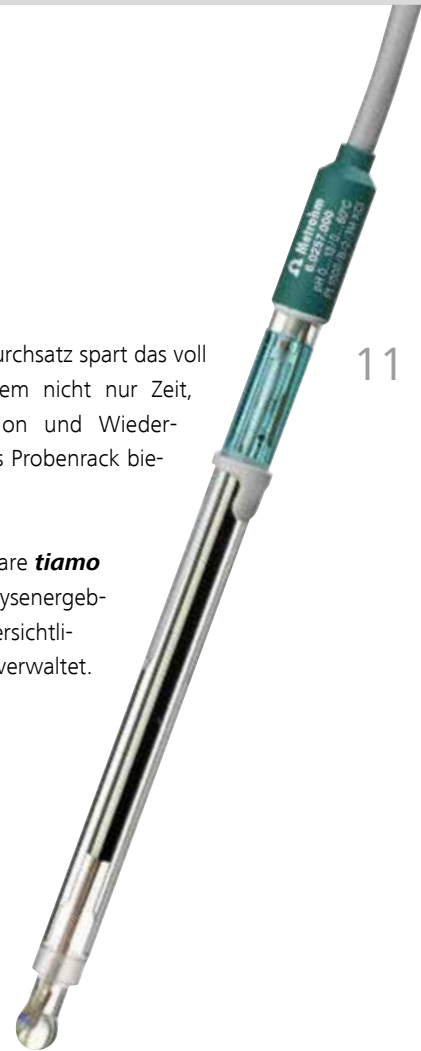
Eine umfassende Wasseranalyse beinhaltet die Bestimmung verschiedener Summen- (z. B. Leitfähigkeit, pH-Wert, Alkalinität, Gesamthärte) und Einzelparameter (z. B. Ionenkonzentrationen). Selbst bei hohem Probenaufkommen werden viele Bestimmungen noch häufig nacheinander und dazu noch mit verschiedenen Analysegeräten durchgeführt. Diese Vorgehensweise belegt wertvollen Laborplatz und ist nicht zuletzt infolge der diversen, oft mehrmals durchzuführenden Probenvorbereitungen sehr zeitaufwändig. Die Vorteile, die sich ergeben, wenn all diese Parameter mit ein und demselben Gerät bestimmt werden, liegen auf der Hand.

Das MATi 01-System ist eine auf Kundenwünsche abgestimmte Kombination aus 815 Robotic USB Sample Processor XL, 905 Titrande und 856 Conductivity Module. Neben der Bestimmung der erwähnten Standardparameter, führt MATi 01 alle im Rahmen der Probenvorbereitung anfallenden Dosier- und Liquid-Handling-Aufgaben vom einfachen Abmessen der Probe bis zur Zugabe von Titriermittel und Hilfslösungen durch.

Insbesondere bei hohem Probendurchsatz spart das vollautomatische Wasseranalytensystem nicht nur Zeit, sondern verbessert auch Präzision und Wiederholbarkeit der Bestimmungen. Das Probenrack bietet Platz für bis zu 59 Proben.

Die leistungsstarke Titrationssoftware **tiamo** steuert sämtliche Geräte; alle Analyseergebnisse werden in einer einzigen übersichtlichen Datenbank gespeichert und verwaltet.

11



Aquatrode plus mit Pt 1000



Vollautomatische Wasseranalyse mit dem MATi 01

Ionenchromatographie

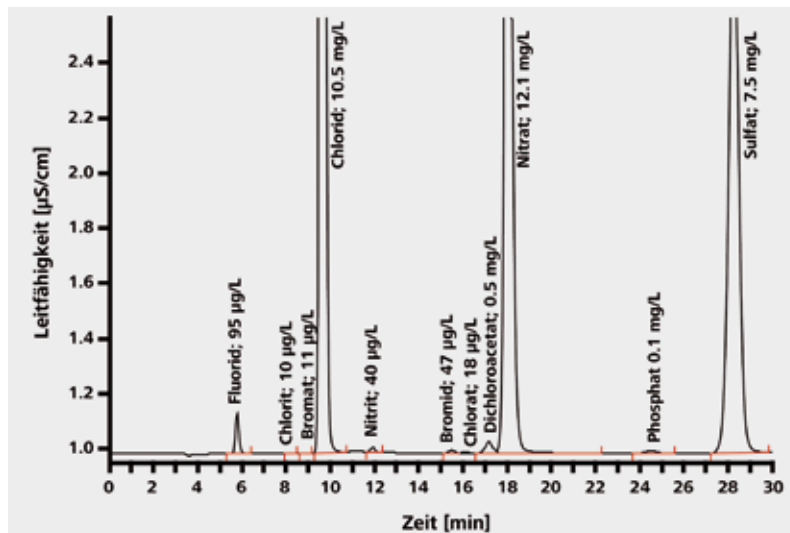
Die moderne Ionenchromatographie (IC) erlaubt die effiziente Trennung und Bestimmung anorganischer und niedermolekularer organischer Anionen und Kationen. Verschiedene Trennmechanismen und Detektionsarten sowie die Möglichkeit der Automatisierung und Probenvorbereitung machen die IC zur Routinemethode in der Wasser- und Umweltanalytik.

Trink- und Mineralwasser Oxohalogenide und Standardanionen nach EPA-Methode 300.1

Chlorat, Chlorit und Bromat sind Nebenprodukte, die bei der Desinfektion des Trink- und Mineralwassers durch Oxi-

dation der Halogenide entstehen und deren Konzentration auf Grund ihrer vermuteten karzinogenen Eigenschaften kontrolliert werden muss.

Vor der Injektion passieren die Proben die direkt am 858 Professional IC Sample Processor installierte Ultrafiltrationszelle. Probenvorbereitung und Analyse laufen vollautomatisch ab. Gerätesteuerung, Datenerfassung und -management sowie Systemüberwachung erfolgen durch die intelligente Chromatographie-Software MagIC Net. Die klaren Symbole, die übersichtliche Darstellung und intuitive Bedienung machen die Analyse denkbar einfach.



Trinkwasserprobe, aufgestockt mit je 10 µg/L ClO_2^- , BrO_3^- , ClO_3^- , je 40 µg/L NO_2^- , Br^- , 100 µg/L PO_4^{3-} , 500 µg/L Dichloroacetat; Säule: Metrosep A Supp 7 - 250/4.0; Eluent: 3.6 mmol/L Na_2CO_3 , 0.8 mL/min; Säulentemperatur: 45 °C; Probenvolumen: 20 µL; Leitfähigkeitsdetektion nach sequenzieller Suppression.



930 Compact IC Flex und 858 Professional Sample Processor, optional mit Inline-Ultrafiltration ausgestattet



Bromat in Trinkwasser

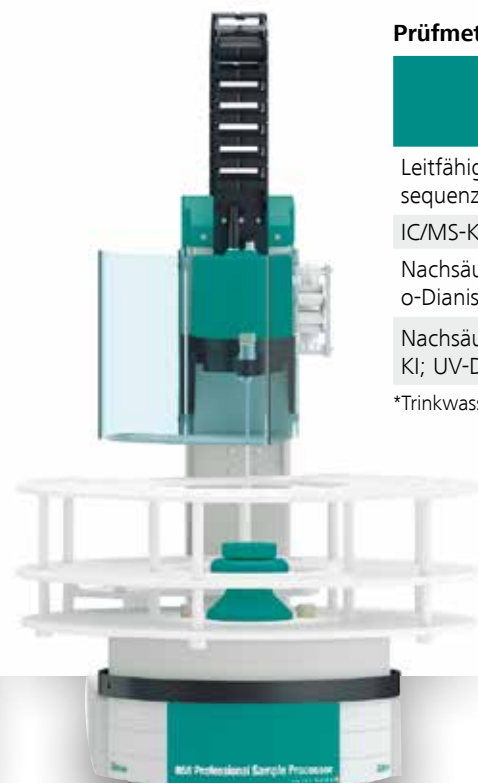
Auf Grund der potenziell karzinogenen Eigenschaften des Bromats, welches bei der Ozonisierung von Trinkwasser entstehen kann, kommt dieser Bestimmung eine sehr grosse Bedeutung zu. Je nach geforderter Nachweisgrenze kommen verschiedene Detektionsmethoden zum Ein-

satz: Die Leitfähigkeitsdetektion mit sequenzieller Suppression erlaubt die Bestimmung von Bromat im unteren $\mu\text{g/L}$ -Bereich. Im ng/L -Bereich lässt sich Bromat mittels IC/MS-Kopplung oder Nachsäulenderivatisierung mit Kaliumiodid und anschliessender UV-Detektion nachweisen.

Prüfmethoden und Nachweisgrenzen der Bromatbestimmung (gemäss DIN 32645)

	EPA Methode	Injektionsvolumen [μL]	Nachweisgrenzen	
			Reinstwasser [$\mu\text{g/L}$]	Trinkwasser* [$\mu\text{g/L}$]
Leitfähigkeitsdetektion mit sequenzieller Suppression	300.1	100	0.130	0.390
IC/MS-Kopplung; MS-Detektion	–	100	0.006	0.007
Nachsäulenderivatisierung mit o-Dianisidin; VIS-Detektion	317.0	100	0.210	0.640
Nachsäulenderivatisierung mit KI; UV-Detektion	326.0	1000	0.032	0.066

*Trinkwassermatrix: je 100 mg/L Chlorid, Sulfat und Carbonat



Reinstwasser

Anionen und Kationen

Reinstwasser wird zum Beispiel in der Produktion von Pharmazeutika und Halbleitern sowie in thermischen Kraftwerken als zentrales Medium verwendet. In letzteren dient es der Kühlung, treibt die Turbinen an und moderiert die Kernspaltung. Die Bestimmung der Wasserin-

haltsstoffe ist daher von entscheidender Bedeutung. Anionen und Kationen fungieren als wichtige Korrosionsindikatoren und lassen sich nach Inline-Anreicherung (als Teil der Metrohm Inline Sample Preparation, MISP) bis in den Spurenbereich (ng/L) zuverlässig bestimmen.

Kationen-Nachweisgrenzen des 940 Professional IC Vario für Direktinjektion und nach Anreicherung

	Nachweisgrenzen					
	Lithium	Natrium	Ammonium	Kalium	Magnesium	Calcium
Direktinjektion; 100 µL*	200	250	370	2700	2500	3800
Probenanreicherung aus 10 mL*	2	3	2	6	5	4

*Säule: Metrosep C 3 - 250/4.0; Eluent: 2.5 mmol/L HNO₃, 1 mL/min; Säulentemperatur: 40 °C; Leitfähigkeitsdetektion ohne Suppression

Anionen-Nachweisgrenzen des 940 Professional IC Vario für Direktinjektion und nach Anreicherung

	Nachweisgrenzen						
	Fluorid	Chlorid	Nitrit	Bromid	Nitrat	Phosphat	Sulfat
Direktinjektion; 20 µL ¹	370	330	410	900	990	890	830
Probenanreicherung aus 10 mL ²	0.7	1.2	0.8	2.3	2.5	2.6	2.3

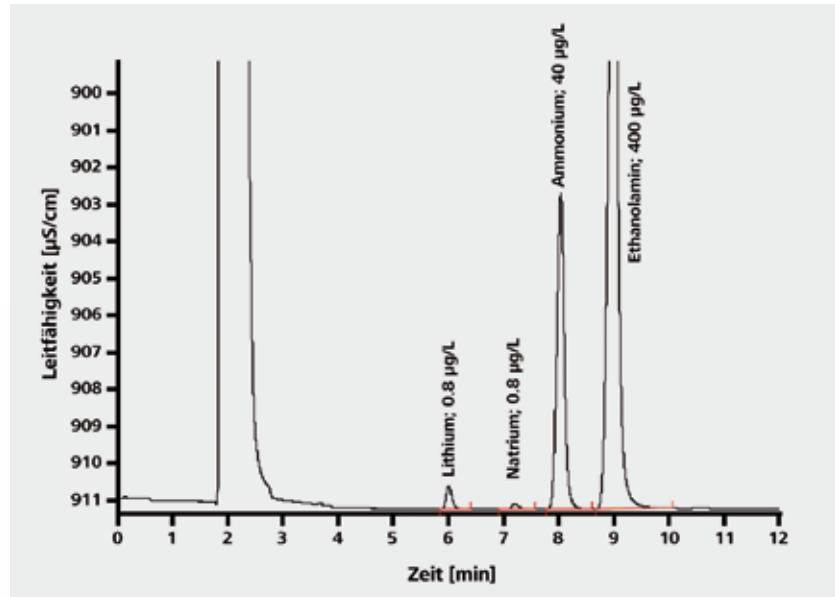
¹Säule: Metrosep A Supp 5 - 100/4.0; Eluent: 3.2 mmol/L Na₂CO₃, 1.0 mmol/L NaHCO₃, 0.7 mL/min; Säulentemperatur: 25 °C; Leitfähigkeitsdetektion nach sequenzieller Suppression

²Säule: Metrosep A Supp 7 - 250/4.0; Eluent: 3.6 mmol/L Na₂CO₃, 0.8 mL/min; Säulentemperatur: 45 °C; Leitfähigkeitsdetektion nach sequenzieller Suppression

Als Beispiel wird die Bestimmung von Kationen im Sekundärkreislauf von Kernkraftwerken gezeigt. Um Korrosion im Kühlkreislauf zu verhindern, wird dort der pH-Wert durch Zugabe von Lewis-Basen wie z. B. Ethanolamin und Morpholin erhöht. Die ionenchromatographische Bestimmung der Kationen erlaubt die gleichzeitige sichere Bestimmung der Amine, so dass die IC auch zur Steuerung der Aminzugabe eingesetzt werden kann.

940 Professional IC Vario mit 800 Dosino (2x) und 815 Robotic USB Sample Processor XL





Aufgestockte Probe aus dem Sekundärkreislauf eines Kernkraftwerks; Säule: Metrosep C 4-250/4.0; Probenanreicherung mit Metrosep C PCC 1 HC/4.0; Eluent: 2.5 mmol/L HNO_3 , 1.0 mL/min; Säulentemperatur: 45 °C; Probenvolumen: 2.5 mL; Leitfähigkeitsdetektion ohne Suppression



Voltammetrie

16

Die voltammetrische Spuren- und Ultraspurenanalytik von Trink-, Grund-, Oberflächen-, Meer- und Abwasser dient der Bestimmung von elektrochemisch aktiven anorganischen Ionen. Sie wird häufig zur Ergänzung und Validierung spektroskopischer Methoden eingesetzt und zeichnet sich durch geringen apparativen Aufwand, vergleichsweise geringe Investitions- und Betriebskosten, einfache Probenvorbereitung, kurze Analysenzeiten sowie hohe Genauigkeit und Empfindlichkeit aus. Darüber hinaus kann die Voltammetrie – im Gegensatz zu den spektroskopischen Methoden – zwischen verschiedenen Oxidationsstufen von Metallionen (Speziation) sowie zwischen freien und gebundenen Metallionen unterscheiden. Dies erlaubt wichtige Aussagen zur Bioverfügbarkeit und Toxizität von Schwermetallen.

Die Voltammetrie eignet sich insbesondere für Labors, in denen bei mittlerem Probendurchsatz nur einige wenige

Parameter überwacht werden müssen. Wichtige Einsatzgebiete umfassen die Umweltkontrolle, Limnologie, Hydrographie, Ozeanographie, Meeresbiologie und Bodenkunde.

884 Professional VA

Das 884 Professional VA ist ein flexibles Messgerät für genaue und empfindliche voltammetrische Analysen. Die dazugehörige viva-Software erlaubt die individuelle Optimierung der Methoden.

909 UV Digester

Mit dem 909 UV Digester können störende Organika in Oberflächen- und Abwasserproben schnell, sicher und kontaminationsfrei aufgeschlossen werden. Der UV-Aufschluss ist die ideale Probenvorbereitung für die voltammetrische Bestimmung von Schwermetallen.

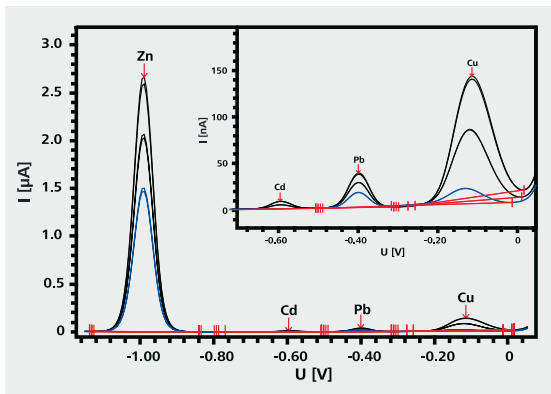


Trink- und Grundwasser

Viele toxische Übergangsmetalle und einige Anionen lassen sich voltammetrisch mit hoher Empfindlichkeit und ohne vorherige Probenvorbereitung im Trink- und Grundwasser bestimmen. Einige interessante Beispiele:

Zink, Cadmium, Blei, Kupfer, Thallium, Nickel und Cobalt

Diese Metallionen müssen regelmässig in Wasserproben bestimmt werden. DIN 38406 Teil 16 beschreibt deren Bestimmung in verschiedenen Wässern.

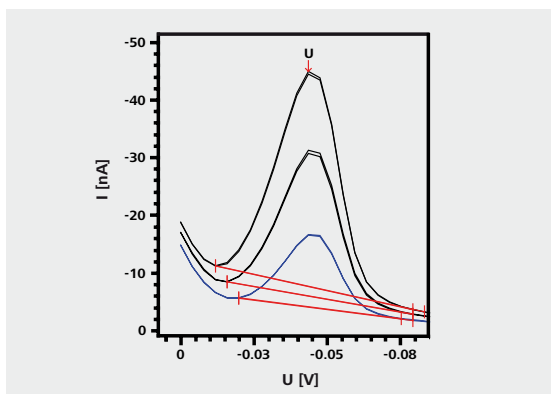


Voltammetrische Bestimmung von Zink, Cadmium, Blei und Kupfer nach DIN 38406-16

Uran

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt für das hoch giftige und radioaktive Uran einen Trinkwassergrenzwert für Erwachsene von 30 µg/L. In Deutschland gilt gemäss Trinkwasserverordnung ein gesetzlicher Grenzwert von maximal 10 µg/L.

Im Gegensatz zu den aufwändigen und teuren spek-



Voltammogramm einer Uran(VI)-Bestimmung in einer Trinkwasserprobe

roskopischen Analysenverfahren kann gelöstes Uran mit dem 884 Professional VA einfach und kostengünstig bis in den ng/L-Bereich bestimmt werden.

Arsen und Quecksilber mit der scTRACE Gold

Wegen der Giftigkeit von Arsen und Quecksilber empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation einen maximalen Gehalt im Trinkwasser von 10 respektive 6 µg/L. Eine günstige und einfache Alternative zur spektroskopischen Bestimmung der beiden Elemente bietet die anodische Stripping-Voltammetrie mit der scTRACE Gold.

Die scTRACE Gold vereint alle drei zur Messung erforderlichen Elektroden. Durch die Wahl der Messparameter ist eine Unterscheidung zwischen As(III) und As(V) möglich.

Darüber hinaus kann auch anorganisches Quecksilber mit der scTRACE Gold bestimmt werden. Hier liegt die Nachweisgrenze bei 0.1 µg/L.

Element		Nachweisgrenze [ng/L]
Antimon	Sb ^{III} /Sb ^V	200
Arsen	As ^{III} /As ^V	100
Bismut	Bi	500
Blei	Pb	50
Cadmium	Cd	50
Chrom	Cr ^{III} /Cr ^{VI}	25
Cobalt	Co	50
Eisen	Fe ^{II} /Fe ^{III}	50
Kupfer	Cu	50
Molybdän	Mo	50
Nickel	Ni	50
Platin	Pt	0.1
Quecksilber	Hg	100
Rhodium	Rh	0.1
Selen	Se ^{IV} /Se ^{VI}	300
Thallium	Tl	50
Uran	U	25
Wolfram	W	200
Zink	Zn	50

Meerwasser

Während in der atomspektrometrischen Analytik die Bestimmung der Schwermetallkonzentration durch die Meersalzmatrix gestört wird, erlaubt die Voltammetrie eine direkte Bestimmung ohne Probenvorbereitung. Lediglich die Anwesenheit organischer Verbindungen kann den voltammetrischen Nachweis stören. Durch Einsatz des 909 UV Digesters kann die organische Matrix durch UV-Photolyse innerhalb von 60 Minuten quantitativ entfernt werden. Hinsichtlich des Einsatzes auf Forschungsschiffen sind die Kompaktheit und Robustheit des 884 Professional VA von entscheidendem Vorteil. Neben der Bestimmung der Gesamtmetallkonzentration erlaubt die Voltammetrie zwischen den verschiedenen Oxidationsstufen sowie zwischen freien und gebundenen Metallionen zu unterscheiden.

Wichtige Anwendungen in der Meerwasseranalytik umfassen die Bestimmung einer Reihe zum Teil toxischer Übergangsmetalle, wie die folgenden Beispiele zeigen:

Bestimmung verschiedener Chromspezies

Chromspezies unterscheiden sich erheblich in ihrer Ökotoxizität: Während Cr(III) ein wichtiges Spurenelement für Meeresorganismen darstellt, sind die stark oxidierend wirkenden Chrom(VI)-Verbindungen hoch toxisch.

Cadmium, Blei, Kupfer und Eisen

Weitere wichtige Analyten sind die Elemente Cadmium, Blei und Kupfer, die meist an einer Quecksilberfilmelektrode bestimmt werden. Eisen kann in den Oxidationsstufen II und III vorliegen und wird an der HMDE (hanging mercury drop electrode) bestimmt.

Abwasser

Die voltammetrische Bestimmung vieler Schwermetalle mit Hilfe der Voltammetrie ist auch in kommunalen oder industriellen Abwässern möglich. Auf Grund der meist hohen organischen Fracht wird die Probe im Normalfall mit UV-Auflschluss mineralisiert.



Kühl- und Kesselspeisewasser

Alle thermischen Kraftwerke verwenden Wasser als zentrales Medium zur Kühlung und Dampferzeugung. Nur eine ausgezeichnete Qualität des Kessel- und Kühlwassers garantiert einen effizienten und störungsfreien Betrieb der Anlage. Wichtige Überwachungsparameter wie Kupfer-, Eisen-, Zink-, Kobalt- und Mangangehalt können mittels Voltammetrie einfach und schnell kontrolliert werden.

Multiparameteranalytik – Titration, Ionenchromatographie und Voltammetrie

20

Vollautomatische Trinkwasseranalysen

TitriC und VoltiC vereinen die Vorteile der Direktmessung von pH-Wert und Leitfähigkeit, der Titration, der Ionenchromatographie und der Voltammetrie in einzigartigen Systemen, die vollautomatische Trinkwasseranalysen liefern. TitriC steht für die Kombination aus Direktmessung, Titration und Ionenchromatographie, VoltiC für die Kombination aus Voltammetrie und Ionenchromatographie. Alle ionischen Bestandteile der Wasserprobe werden sicher, schnell und reproduzierbar bestimmt. Die

Ergebnisse werden in der integrierten Datenbank gespeichert und lassen sich zu einem gemeinsamen Report verarbeiten.

Intelligente Steuerung und ausgereifte Technologie garantieren den sicheren Ablauf der Analysen unabhängig von Tages- oder Nachtzeit. So können bis zu einhundert Proben vollautomatisch bestimmt werden. Dies reduziert den Zeitaufwand und erhöht die Präzision der Messungen.

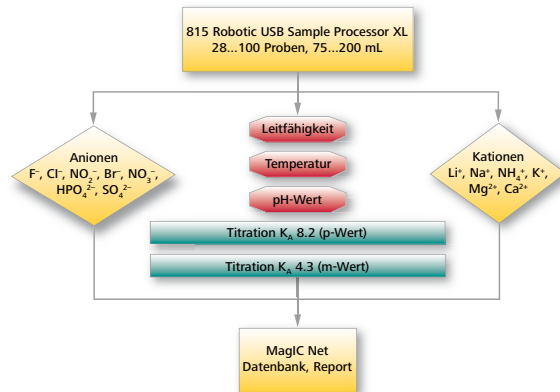
Geringer Platzbedarf

Besonderes Augenmerk wird auf geringen Platzbedarf gelegt. Die Synergien zwischen Titration, Direktmessung, Ionenchromatographie und Voltammetrie greifen auch hier. Alle Methoden verwenden dieselben «Liquid Handling»-Elemente und einen gemeinsamen Probenwechsler. Das spart Kosten und Platz; eine schnelle Amortisierung ist garantiert.



TitriC ist flexibel

TitriC lässt sich an die analytische Aufgabe anpassen. Die Applikation bestimmt, welche Parameter von Interesse sind. Entsprechend sind unterschiedliche Methoden und Abläufe frei miteinander kombinierbar.



TitriC Vario pro II – Fließschema

TitriC bestimmt die folgenden Parameter:

Direktmessungen mit TitriC

- pH-Wert
- Temperatur
- Leitfähigkeit

Titrationen mit TitriC

- p-Wert (Titration auf pH = 8.2)
- m-Wert (Titration auf pH = 4.3)
- Calcium
- Magnesium

Anionen-IC mit TitriC

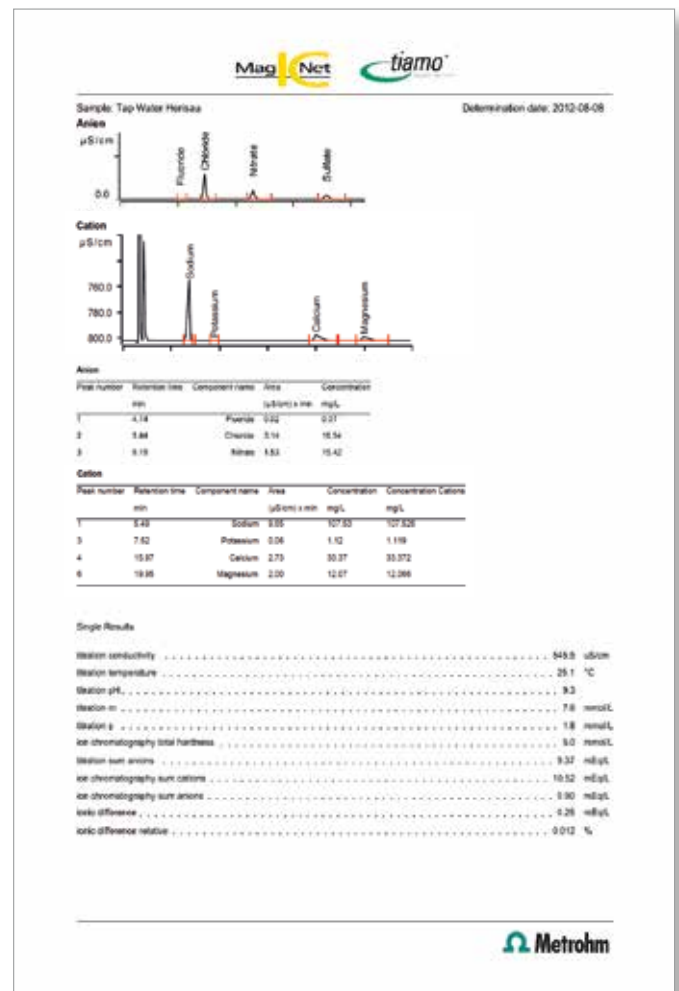
- Fluorid
- Chlorid
- Bromid
- Nitrit
- Nitrat
- Phosphat
- Sulfat
- ...

Kationen-IC mit TitriC

- Lithium
- Natrium
- Ammonium
- Kalium
- Calcium
- Magnesium
- ...

Berechnungen mit TitriC

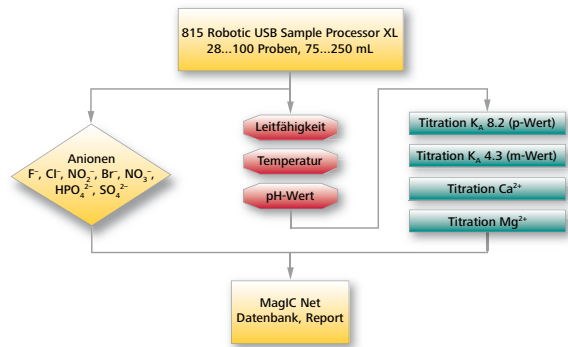
- Molare Konzentration aller Kationen
- Molare Konzentration aller Anionen
- Ionenbilanz
- Gesamtwasserhärte
- ...



Beispiel-Report eines TitriC Vario pro Systems

TitriC Vario pro I – das Basis-System

Vollautomatisches System für die direkte Messung von Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert, die titrimetrische Bestimmung von p-Wert, m-Wert, Calcium und Magnesium sowie zur ionenchromatographischen Bestimmung von Anionen.

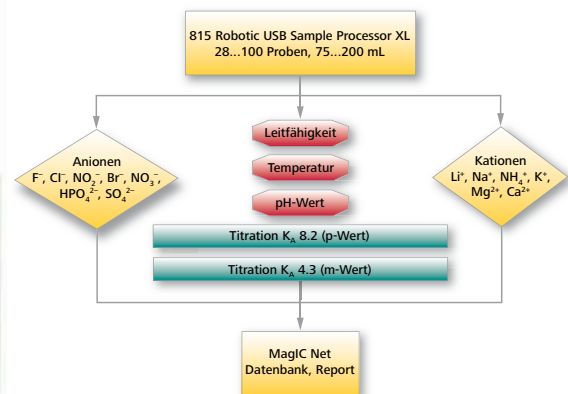


TitriC Vario pro I: Das System besteht aus einem 856 Conductivity Module, vier 800 Dosinos, einem 802 Stirrer (Stabrührer), 905 Titrande, 815 Robotic USB Sample Processor XL und einem 930 Compact IC Flex mit sequenzieller Suppression.

TitriC Vario pro II – für die komplette Anionen- und Kationenanalyse

Vollautomatisches System für die direkte Messung von Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert, die titrimetrische Bestimmung von p-Wert, m-Wert, die ionenchromato-

graphische Bestimmung von Kationen inklusive Calcium und Magnesium und die ionenchromatographische Bestimmung von Anionen.

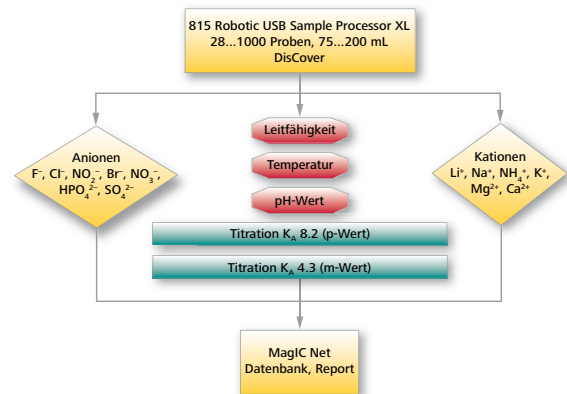


TitriC Vario pro II: Das System besteht aus einem 856 Conductivity Module, zwei 800 Dosinos, einem 802 Stirrer (Stabrührer), 905 Titrande, 815 Robotic USB Sample Processor XL und zwei 930 Compact IC Flex.

TitriC Vario pro III – die professionelle Lösung mit geschlossenen Probengefäßen

Vollautomatisches System für die direkte Messung von Temperatur, Leitfähigkeit und pH Wert, die titrimetrische Bestimmung von p-Wert, m-Wert und die ionenchromatographische Bestimmung von Kationen inklusive Calc-

ium und Magnesium sowie die ionenchromatographische Bestimmung von Anionen. Der Probenwechsler ist mit der DisCover-Funktion für die automatische Entfernung der Probengefäße ausgestattet.



TitriC Vario pro III: Das System besteht aus einem 856 Conductivity Module, zwei 800 Dosinos, einem 802 Stirrer (Stabührer), 905 Titrande, 815 Robotic USB Sample Processor XL sowie einem 940 Professional IC Vario für Anionen und Kationen.

VoltiC Vario pro I – Das Verbundsystem aus IC und Voltammetrie für die parallele Bestimmung von Anionen, Kationen und Schwermetallen

VoltiC Vario I ist die perfekte Kombination von IC und Voltammetrie zur simultanen Bestimmung von Anionen, Kationen und Schwermetallen.

MagIC Net übernimmt die Steuerung der IC-Geräte, den Start der voltammetrischen Bestimmung sowie die Zusammenfassung aller Resultate aus IC und Voltammetrie.



VoltiC Vario pro I: 940 Professional IC Vario für Anionen- und Kationenanalyse kombiniert mit einem 858 Professional Sample Processor und einem 797 VA Computrace einschliesslich Dosinos und Pump Station.

Atline-Prozessanalytik

24

Häufig müssen Wasserproben innerhalb kürzester Zeit analysiert werden, um sich ändernde Prozessbedingungen schnell zu erfassen. Doch nicht immer steht qualifiziertes Laborpersonal rund um die Uhr zur Verfügung und oft verhindern lange Transportwege zum Labor eine schnelle Probenanalyse.

Kann man in diesen Fällen die Wasserprobe direkt vor Ort beim Prozess analysieren, so ist das ein erheblicher Vorteil. Möglich ist das mit Metrohm ProcessLab, einem robusten und einfach zu bedienenden Analysensystem, das direkt beim Prozess aufgestellt wird. Die Probe wird zum ProcessLab gebracht und die Analyse mit einem einzigen Knopfdruck gestartet. ProcessLab basiert auf bewährten Metrohm-Komponenten der Titration und der Voltammetrie. Das System ist konsequent modular konzipiert; es

wird entsprechend den analytischen Anforderungen konfiguriert und lässt sich durch Ein- und Ausgänge (typisch 4–20 mA) ideal in die Prozesskommunikation integrieren. Bereits wenige Minuten nach der Probennahme stehen die relevanten Prozessinformationen einem LIMS oder der Leitwarte zur Verfügung. ProcessLab eignet sich somit ideal zur schnellen und unabhängigen Prozessüberwachung im betrieblichen Umfeld.

Ein ProcessLab-Analysensystem besteht aus einer TFT-Bedieneinheit und einem auf die jeweilige Applikation zugeschnittenen Analysenmodul. Für eine noch einfachere und komfortablere Handhabung steht die Bedieneinheit auch mit Touch-Funktion zur Verfügung. Dank spritzwassergeschützten Gehäusen eignet sich ProcessLab bestens für den Einsatz im rauen Produktionsumfeld.



ProcessLab-Analysensystem mit Touch-Monitor und Analysenmodul

Trinkwasseraufbereitung

pH-Wert, Alkalinität und aktiver Chlorgehalt

Diese Parameter sind wichtige Größen in der Trinkwasseraufbereitung. Prozesse wie die Entsäuerung, Enteisenung, Flockung oder Desinfektion sind pH-Wert-abhängig. Die Alkalinität wird von den im Wasser befindlichen basischen Bestandteilen wie Carbonaten und Hydrogencarbonaten bestimmt. Sie definiert das Säurebindungsvermögen oder die Pufferkapazität. Chlor dagegen dient in der Wasseraufbereitung zur Desinfektion. Bei einer zu niedrigen Chlorkonzentration ist die Desinfektionswirkung ungenügend, bei einer zu hohen Konzentration bilden sich störende Desinfektionsnebenprodukte.

Alle drei Analysenparameter werden mit ProcessLab erfasst und die Ergebnisse in der Datenbank abgespeichert. Die Messungen können schnell vor Ort, entweder zentral in der Wasseraufbereitungsanlage, aber auch dezentral am Vorrats- oder Hochbehälter durchgeführt werden. Durch die einfache Prozesseinbindung des Systems stehen die Analysendaten wie auch Meldungen über Grenzwertüberschreitungen firmenintern im Intranet oder in der Leitwarte beziehungsweise firmenextern im Internet zur Verfügung.



Kühl- und Kesselspeisewasser

pH-Wert, Leitfähigkeit, Chlorid und Gesamthärte

Kühl- und Kesselspeisewasser werden in thermischen Kraftwerken, Verbrennungsanlagen, zahlreichen Industrieprozessen und Verfahren der chemischen Industrie eingesetzt. Mit pH-Wert, Leitfähigkeit, Chlorid-Konzentration und Gesamthärte (Ca und Mg) sind bereits wesentliche Kenngrößen bekannt. Insbesondere Kühl- und Speisewasser mit pH-Werten unter 7.0 oder hohen Chlorid-Konzentrationen verursachen Korrosion an den Stahlkesseln und -rohren. Eine hohe Gesamthärte führt zur Ablagerung von Kalk- und Kesselstein. Alle Kenngrößen dürfen gewisse Grenzen nicht überschreiten und werden mit ProcessLab sicher erfasst.

Abwasser

Probenvorbereitung – Filtrieren von Abwasserproben

Wasserproben müssen vor der analytischen Bestimmung ihrer Inhaltsstoffe häufig einer Probenvorbereitung unterzogen werden. Meist beinhaltet dies eine Filtration oder die Zugabe von Reagenzien. ProcessLab ist in der Lage, viele dieser sich oft wiederholenden Aufgaben automatisch durchzuführen und kann so den Zeitaufwand für die Routineanalytik sowohl im Produktionsbetrieb als auch im Labor erheblich reduzieren.



Massgeschneiderte Online-Prozesskontrolle

Die Überwachung der Wasserqualität ist von grosser Bedeutung. Wir verwenden Wasser als Nahrungs- und Reinigungsmittel; in der Industrie ist Wasser das allgegenwärtige Lösungsmittel und dient als Kesselspeise- und Kühlwasser. Strenge Vorschriften reglementieren den Schadstoffgehalt des in Kraftwerken und der chemischen Industrie eingesetzten Wassers. Woher auch immer das Wasser stammt, mit welchen Kontaminanten es auch immer verunreinigt ist, Metrohm Process Analytics hat den passenden Analysator, um die Wasserqualität zu überwachen und die relevanten Inhaltsstoffe zu bestimmen.

Online-Analysatoren sind 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche ohne jeglichen Bedieneringriff in Betrieb. Ob in einem Probenstrom ein einzelner Parameter zu bestimmen ist oder in komplexen Mehrfach-Probenströmen mehrere Parameter gleichzeitig zu erfassen sind, Metrohm Process Analytics bietet den geeigneten Analysator. Die Alert Ion Analyzer wurden speziell für die Wasseranalytik entwickelt, sind einfach zu bedienen und anspruchlos in der Wartung.

Bewährte nasschemische Methoden

Alle Analysatoren basieren auf nasschemischen Analyseverfahren wie Titration, Kolorimetrie oder Messungen mit ionenselektiven Elektroden. Die meisten gängigen Laborverfahren der Wasseranalytik lassen sich leicht mit Hilfe der Analysatoren realisieren. In der Online-Analytik sind Probennahme und -vorbereitung mindestens ebenso wichtig wie der Analysator selbst. Metrohm Process Analytics verfügt in diesem Bereich über eine grosse Fachkompetenz und bietet auf die jeweilige Applikation zugeschnittene Probennahmesysteme an, zum Beispiel für die Entnahme von Proben aus Druckgefässen, das Filtrieren und Entgasen.

Einfache Netzwerkimtegration

Aber, was nützt die beste Wasseranalyse ohne leistungsfähige Schnittstellen für den Datentransfer? Alle Analytoren sind mit digitalen sowie analogen Datenausgängen ausgestattet. Ergebnisse können beispielsweise via analoge 4–20-mA-Signale übertragen und Alarmer per digitale Ausgänge ausgelöst werden. Umgekehrt lassen sich digitale Eingänge für Remote-Start/Stop-Befehle verwenden.

Online Analyzer für die Einzelparameteranalytik

Die Familie der ICON Analyzer basiert auf kolorimetrischen und die der Alert Ion Analyzer auf ionenselektiven Elektrodenverfahren (ISE). Die ISE-Methoden werden generell für Messungen im ppm- und Prozent-Bereich eingesetzt, wohingegen kolorimetrische Verfahren für den µg/L- und mg/L-Bereich Verwendung finden. Einige typische Anwendungen:

Natrium- und Silikationen in Kraftwerken

Sowohl Natrium- als auch Silikationen spielen in den im Kühlwassersystem ablaufenden Korrosionsprozessen eine bedeutende Rolle. In Kraftwerken müssen ihre Konzentrationen ständig überwacht werden. In Kombination mit der Na-selektiven Elektrode von Metrohm kann der Alert Ion Analyzer Natriumkonzentrationen bis 1 µg/L bestimmen. Niedrigere Nachweisgrenzen erschliessen sich durch Kombination mit dem präziseren ICON Analyzer. Unter Verwendung des ICON-Kolorimeters kann Silikat in Kühlwasser oder hochreinem Wasser bis zu Konzentrationen von 1 µg/L bestimmt werden.

Der ICON Analyzer für die Silikatanalytik im hochreinen Wasser





Der ADI 2035 Process Analyzer ist in drei Grundausstattungen für potentiometrische, photometrische sowie thermometrische Messungen erhältlich.

Ammoniak in Trinkwasser, Kühlwasser oder Abwasser

Einem Trinkwasserbericht der WHO zufolge beeinträchtigen erhöhte Ammoniakkonzentrationen im Rohwasser die Funktion der Manganfilter. Die bakterielle Oxidation von Ammoniak, auch als Nitrifikation bezeichnet, verbraucht sehr viel Sauerstoff und führt zu abgestandenem und nach Erde schmeckendem Wasser. Ammoniakhaltiges Trinkwasser reichert sich schnell mit Nitrat an, und zwar durch auf Filtern befindliche Bakterien oder katalytische Ammoniakoxidation.

Abhängig vom Konzentrationsbereich und der Nachweisgrenze kann Ammoniak, wie auch Nitrit und Mangan, mit einem ICON Analyzer kolorimetrisch oder mit einem Alert Ion Analyzer mithilfe ionenselektiver Elektroden zuverlässig bestimmt werden.

Anspruchsvollere Anwendungen

Für komplexere (Multi-Parameter-)Bestimmungen in schwierigen Matrices, zum Beispiel in stark organisch belastetem Oberflächenwasser, entwickelte Metrohm Process Analytics die ADI 201Y und ADI 204Y Process Analyzer. Typische Anwendungen sind:

Härte von Trink- und Oberflächenwasser sowie Industrieabwässern

Calcium- und Magnesiumkonzentrationen werden durch komplexometrische Titration mit EDTA unter Verwendung einer Cu-selektiven Elektrode bestimmt. Je nach Konzentrationsbereich und Nachweisgrenze kann ein Titrolyzer ADI 2016 oder ADI 2045TI Process Analyzer verwendet werden.

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)

Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) ist ein Mass für die Summe aller oxidierbaren organischen Verbindungen im Wasser. Als Summenparameter dient er als Mass für die Belastung des Wassers mit organischen Schadstoffen.

Seine Bestimmung erfolgt kolorimetrisch nach Zugabe von Dichromat und anschließendem Erhitzen. Die Angabe des CSB-Wertes erfolgt in mg/L. Abhängig vom Konzentrationsbereich wird ein Process Colorimeter ADI 201Y oder ein ADI 2045TI Process Analyzer eingesetzt.

Organischer Kohlenstoffgehalt (TOC)

Der gesamte organische Kohlenstoffgehalt (Total Organic Carbon; TOC) ist ein sehr aussagekräftiger Summenparameter, der die Gesamtheit des organischen Kohlenstoffs in der untersuchten Probe angibt. Sein Betrag steht für den Grad der organischen Verunreinigung. Als Online-Parameter lässt er sich bequem automatisieren und besticht durch eine hohe Präzision und Genauigkeit. Ein weiterer Vorteil: Seine Bestimmung kommt ohne giftige Chemikalien aus.

Zur kontinuierlichen Überwachung des TOC-Wertes in allen Wassertypen eignet sich der ADI 7010 TOC Analyzer. Die Oxidation des organischen Kohlenstoffs erfolgt mittels Persulfat in Gegenwart von UV-Licht und steht im Einklang mit den Verordnungen der EPA, ASTM, NAMUR und ISO.



Metrohm Quality Service – Service, auf den Sie sich verlassen können

Sichere Messergebnisse – ein Geräteleben lang

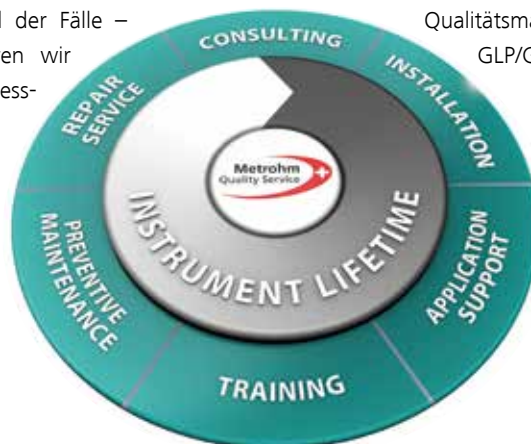
Die Wasseranalytik ist ein integraler Bestandteil der chemischen Analytik und umfasst die Untersuchung verschiedener Wassertypen, vom ultrareinen Wasser über das Trink- bis hin zum Abwasser. Wer im chemischen Labor Verantwortung für die Korrektheit der Analysenergebnisse trägt, darf keine Kompromisse eingehen. Hier gilt: Fachmännisch installierte und in Betrieb genommene Systeme, die regelmässig gewartet werden, garantieren grösstmögliche Sicherheit.

Mit dem Leistungsangebot des Metrohm Quality Service sind Sie von Anfang an auf der sicheren Seite. Von der Installation über die Inbetriebnahme bis zur regelmässigen Wartung und – im Fall der Fälle – raschen Reparatur garantieren wir Ihnen präzise und richtige Messergebnisse.

Metrohm Compliance Service

Vertrauen Sie dem Metrohm Compliance Service, wenn es um die professionelle Erstqualifizierung Ihrer Analysengeräte geht. Durch die Installation Qualification/Operational Qualification (IQ/OQ) oder einer Certified Installation (CI) sparen Sie Zeit und Kosten, indem wir das System gemäss Ihren Anforderungen konfigurieren und für eine schnelle und professionelle Inbetriebnahme sorgen.

Ferner werden im Rahmen von Anwendereinweisungen die Grundlagen für eine sichere und fehlerfreie Bedienung vermittelt. Der Metrohm Compliance Service beinhaltet zudem eine vollständige Dokumentation und garantiert die Konformität mit den gängigen Anforderungen im Qualitätsmanagement, wie beispielsweise GLP/GMP und ISO.



Metrohm Quality Service

Der weltweite Metrohm Quality Service, insbesondere die planmässige und vorbeugende Wartung, verlängert die störungsfreie Lebens- und Betriebsdauer Ihrer Analysensysteme. Qualifizierte Servicetechniker mit Ausbildungsnachweis führen die Wartungsarbeiten durch. Sie

können zwischen verschiedenen Servicevertragstypen auswählen. Ein Vollservicevertrag beispielsweise bietet Ihnen optimale Sicherheit für ein sorgenfreies Arbeiten bei voller Kostenkontrolle und vollständig konformer Nachweisdokumentation.

Metrohm Quality Service	Kundennutzen
Metrohm Care Contracts	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Ausfallzeiten durch vorbeugende Wartung • Budgetkontrolle und Einsparungen durch kostenlose oder kostenreduzierte Ersatz- und Verbrauchsmaterialien • Garantierte Reaktionszeiten und rasche Problembhebung vor Ort • Dokumentierte Gerätezertifizierung als ideale Vorbereitung auf Audits
Metrohm Software Care	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Datensicherheit und maximale Systemperformance durch regelmässige und professionelle Softwarewartung
Metrohm Compliance Service	<ul style="list-style-type: none"> • Massgeschneiderte Dienstleistungen und Dokumentation zur analytischen Instrumentenqualifizierung (AIQ) • Professionelle Inbetriebnahme (IQ/OQ oder Certified Installation) sowie Requalifizierung bzw. Rezertifizierung durch speziell geschulte Mitarbeiter
Metrohm Remote Support	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Lösung von Software- und Applikationsfragen direkt am Arbeitsplatz
Metrohm Dosing Test	<ul style="list-style-type: none"> • Kalibrieren von Büretten (z. B. Dosier- und Wechseinheiten) mit Zertifikat-erstellung • Genaue Messergebnisse • Nachweisdokumentation zur Einhaltung von Vorschriften und für problemlose Audits
Metrohm Repair Service	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Wiederverfügbarkeit der Geräte dank dezentraler, weltweiter Reparaturwerkstätten und einer Zentralwerkstatt beim Hersteller • Nachhaltiger Reparaturerefolg durch hochqualifizierte Servicetechniker • Schnelle Problemlösung und Minimierung von Stillstandzeiten durch Notfalldienste und Expressreparaturen vor Ort
Metrohm Spare Parts	<ul style="list-style-type: none"> • Weltweit verfügbare, von Metrohm in der Schweiz produzierte Originalersatzteile • Kurze Lieferzeiten durch Lagerhaltung in lokalen Vertretungen • Investitionssicherheit durch zehnjährige Ersatzteilgarantie nach Produktionsende
Metrohm Application Support	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenloser Zugriff auf den Metrohm Application Finder (www.metrohm.com/en/applications/) mit mehr als 1800 Applikationen (Application Bulletins, Application Notes, Monographien, technische Poster und Fachartikel) • Schnelle und professionelle Lösung aller anfallenden Anwendungsfragen durch persönliche Beratung unserer Spezialisten per E-Mail, Telefon oder Remote Support • Unterstützung bei der Lösung komplexer Analysenprobleme sowie Methodenoptimierung vor Ort oder in unseren Applikationslabors
Metrohm Training Programs	<ul style="list-style-type: none"> • Basis- und Expertenschulungen in den lokalen Vertretungen, in der Metrohm Academy oder aber direkt vor Ort • Effiziente und sichere Anwendung aller Analysenmethoden sowie Ergebnissicherheit durch kompetent geschulte Anwender • Schulungsnachweise und Zertifikate für problemlose Audits

Bestellinformationen

30

Eine thematische Übersicht der Wasseranalytik findet sich in der Metrohm-Monographie: «Die Analyse von Wässern mit Metrohm-Geräten», die Sie kostenlos herunterladen oder bei Ihrer Metrohm-Vertretung beziehen können.

pH-Wert- und Leitfähigkeitsmessung sowie Titration

pH-Wert-Messung

2.913.0110	913 pH Meter mit Primatrode im Tragkoffer und diversem Zubehör
2.913.0210	913 pH Meter, Laborvariante mit Stativkonsole
2.780.0010	780 pH Meter inklusive Unitrode
2.781.0010	781 pH/Ion Meter inklusive Unitrode
2.867.0110	867 pH Module mit Touch Control und iUnitrode
2.867.0210	867 pH Module mit tiamo light und iUnitrode

Leitfähigkeitsmessung

2.856.0110	856 Conductivity Module mit Touch Control und 5-Ring-Leitfähigkeitsmesszelle
2.856.0210	856 Conductivity Module mit tiamo light und 5-Ring-Leitfähigkeitsmesszelle
2.912.0210	912 Conductometer, Laborvariante mit Stativkonsole
2.912.0110	912 Conductometer mit Leitfähigkeitssensor im Koffer mit diversem Zubehör
2.914.0120	914 pH/Conductometer mit Primatrode, Leitfähigkeitssensor im Koffer mit diversem Zubehör
2.914.0220	914 pH/Conductometer, Laborvariante mit Stativkonsole
6.0915.100	5-Ring-Leitfähigkeitsmesszelle $c = 0.7 \text{ cm}^{-1}$ mit Pt 1000 für 856 Conductivity Module
6.0915.130	5-Ring-Leitfähigkeitsmesszelle $c = 1.0 \text{ cm}^{-1}$ mit Pt 1000 für 856 Conductivity Module
6.0916.040	Leitfähigkeitsmesszelle (Edelstahl) $c = 0.1 \text{ cm}^{-1}$ mit Pt 1000 für 856 Conductivity Module
6.0917.080	Leitfähigkeitsmesszelle, $c = 0.5 \text{ cm}^{-1}$ mit Pt 1000 für 912/914
6.0918.040	Leitfähigkeitsmesszelle aus Edelstahl, $c = 0.1 \text{ cm}^{-1}$ mit Pt 1000 für 912/914
6.0919.140	Leitfähigkeitsmesszelle $c = 1.6 \text{ cm}^{-1}$ mit Pt 1000 für 912/914

Titration

2.905.0010	905 Titrande
MATi 01	Vollautomatische Wasseranalyse
MATi 12	Vollautomatische CSB-Bestimmung
MATi 13	Vollautomatische Bestimmung des Permanganat-Index nach DIN EN ISO 8467
6.0253.100	Aquatrode plus
6.0257.600	LL-Aquatrode plus mit Pt 1000
6.0277.300	iAquatrode plus mit Pt 1000
6.0510.100	Kombinierte Ca^{2+} -selektive Polymermembranelektrode
6.0502.150	F ⁻ -selektive Kristallmembranelektrode
6.0430.100S	Ag-Titrode mit Ag ₂ S-Überzug
6.0750.100	LL ISE Referenz

Ionenchromatographie

Oxohalogenide plus Standardanionen

2.930.2560	930 Compact IC Flex Oven/SeS/PP/Deg
2.850.9010	IC Conductivity Detector
2.858.0020	858 Professional Sample Processor – Pump
6.2041.440	Probenrack 148 × 11 mL
6.5330.110	IC Equipment: Inline Ultrafiltration
6.1006.630	Metrosep A Supp 7 - 250/4.0
6.6059.311	MagIC Net 3.1 Compact



Anionen und Kationen in Reinstwasser

2.940.2500	940 Professional IC Vario TWO/SeS/PP
2.850.9010	IC Conductivity Detector (2 ×)
2.815.0130	815 Robotic USB Sample Processor XL (2T/OP)
2.800.0010	800 Dosino (2 ×)
6.5330.140	IC Equipment: MiPCT (2 ×)
6.9920.191	Pobenrack 35 × 50 mL + 3 × 300 mL
6.1006.510	Metrosep A Supp 5 - 100/4.0
6.1006.430	Metrosep C 4 - 250/4.0
6.1006.310	Metrosep A PCC 1 HC/4.0
6.1010.310	Metrosep C PCC 1 HC/4.0
6.6059.312	MagIC Net 3.1 Professional

Suppressorrotoren

6.2832.000	MSM Rotor A
6.2842.000	MSM-HC Rotor A
6.2844.000	MSM-LC Rotor A
6.2842.200	MSM-HC Rotor C
6.2842.020	Adapter für Vario zu MSM und MSM-LC

Voltammetrie

2.884.0110	884 Professional VA manual für die Multi-Mode-Elektrode
2.884.1110	884 Professional VA semiautomated für die Multi-Mode-Elektrode. Bestehend aus 884 Professional VA, Messkopf für MME und zwei 800 Dosinos.
MVA-22	Vollautomatisiertes Professional-VA-System. Bestehend aus 884 Professional VA, Messkopf für MME, 919 IC Autosampler plus für VA und zwei 800 Dosinos zur automatischen Zugabe von Hilfslösungen. Ermöglicht die automatische Bearbeitung von bis zu 28 Proben. Dieses System ist die optimale Lösung für die automatische Analyse kleiner Probenserien.
	Notwendiges Zubehör
6.5339.030	VA-Elektrodenkit mit Multi-Mode-Elektrode
6.6065.202	viva 2.0 Full

TitriC- und VoltiC-Verbundsysteme

TitriC Vario pro I	Das Basis-Verbundsystem aus Titration und IC
TitriC Vario pro II	Das Verbundsystem aus Titration und IC für die komplette Anionen- und Kationenanalyse
TitriC Vario pro III	Die professionelle Lösung des Verbundsystems aus Titration und IC mit geschlossenen Probengefäßen
VoltiC Vario pro I	Das Verbundsystem aus IC und Voltammetrie für die parallele Bestimmung von Anionen, Kationen und Schwermetallen

Prozessanalytik

Wir bieten Ihnen Online- und Atline-Analyser für Einzel- und Multiparameterbestimmungen, die alle Ansprüche in der Prozessanalytik erfüllen. Jeder Prozessanalysator ist einzigartig, da er an die Erfordernisse des jeweiligen Prozesses angepasst ist.

ADI 2045PL	ProcessLab für die Atline-Analytik verschiedener Parameter mit Titration, Kolorimetrie und ISE
ADI 201Y Series	Single method Process Analyzers mit Titration, Kolorimetrie oder ISE
ADI 204Y Series	Multifunctional Process Analyzers mit Titration, Kolorimetrie, ISE oder Voltammetrie
2035 Series	Analyser in 3 Konfigurationen verfügbar, für potentiometrische, photometrische and thermometrische Titrationen
7010 TOC	Analyser zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffgehalts (TOC) in flüssigen Proben
	Zudem bieten wir noch die Plug and Analyze Series – ICON und Alert für die Bestimmung von Einzelparametern in Wasser.

Ihre Metrohm-Vertretung gibt Ihnen kompetente Auskunft auf Ihre Fragen. Besuchen Sie uns unter www.metrohm.com

water.metrohm.com

