



# Titration

TITRATOREN, PROBENWECHSLER, SOFTWARE UND ELEKTRODEN

SI Analytics

a xylem brand

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Übersicht</b>	Seite 4
1.1 Auswahltablelle	Seite 10
<b>2. Applikationsübersicht</b>	Seite 12
<b>3. Büretten und Titratoren</b>	
3.1 TITRONIC® 300	Seite 14
3.2 TitroLine® 5000	Seite 16
3.3 Technische Daten und Bestellinformationen TITRONIC® 300 und TitroLine® 5000	Seite 18
<b>4. Büretten und Titratoren mit Wechselaufsatz</b>	
4.1 TITRONIC® 500	Seite 20
4.2 TitroLine® 7000	Seite 22
4.3 Karl Fischer- Titration	Seite 26
4.4 TitroLine® 7500 KF und TitroLine® 7500 KF trace	Seite 28
4.5 TitroLine® 7750	Seite 30
4.6 TitroLine® 7800	Seite 32
4.7 Technische Daten TITRONIC® 500 und TitroLine® 7000/7500/7750/7800	Seite 36
4.8 Bestellinformationen TITRONIC® 500 und TitroLine® 7000/7500/7750/7800	Seite 40
<b>5. Probenwechsler und Zubehör</b>	
5.1 Probenwechsler TW alpha plus	Seite 42
5.2 Probenwechsler TW 7400	Seite 44
5.3 Bestellinformationen Probenwechsler TW alpha plus und TW 7400 sowie Zubehör	Seite 46
<b>6. Titrationssoftware TitriSoft</b>	
6.1 TitriSoft 3.3	Seite 48
6.2 TitriSoft 3.3P	Seite 52
6.3 Bestellinformation TitriSoft 3.3 / 3.3P	Seite 53
6.4 Parallele Titration mit TitroLine® 7800 und Titrisoft	Seite 55
<b>7. Elektroden für die Titration</b>	Seite 56
<b>8. Tipps und Hinweise für die erfolgreiche Messung mit pH- und Redox- Elektroden</b>	Seite 92
<b>9. Weitere SI Analytics Produkte</b>	Seite 106
<b>10. Ein kleiner Ausschnitt aus unserer Firmengeschichte</b>	Seite 110



# 1. Die Welt der Titration

## Unsere Titratoren

Die SI Analytics Titratoren TitroLine® 5000, 7000, 7750, 7500 KF, 7500 KF trace, 7800 und die Kolbenbüretten TITRONIC® 300 und 500 überzeugen mit innovativen Features für eine einfache Handhabung bei gleichbleibender Genauigkeit:

- ▶ Brillantes TFT Display, das man auch von der Seite noch hervorragend ablesen kann.
- ▶ Wechselbare Aufsätze mit Speicherung aller relevanten Aufsatz- und Reagenziendaten im Aufsatz (nicht bei TITRONIC® 300 und TitroLine® 5000).
- ▶ Drahtlose Elektrodenerkennung für ID-Elektroden und IDS-Messeingang (TitroLine® 7800) für höchste Sicherheit beim Messen und Kalibrieren.
- ▶ Grenzenlose Kommunikation über bis zu zwei USB-A, eine USB-B, eine LAN- und zwei RS232-Schnittstellen. Anschließbar sind z.B. USB-Tastatur, USB-Drucker, USB-Speichermedien, Rührer, Waage, PC und weitere Geräte.
- ▶ Abspeicherung der Ergebnisse als PDF und CSV, auch im Netzwerk.
- ▶ Methodentransfer über USB-Stick.

**Vorteile**  
**TitroLine®**  
**TITRONIC®**



TITRONIC® 500  
 TitroLine® 7000 / 7750 / 7800



TitroLine® 5000  
 TITRONIC® 300



TitroLine® 7500 KF  
 TitroLine® 7500 KFtrace

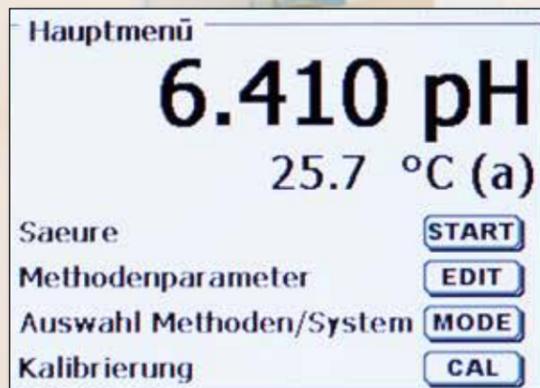
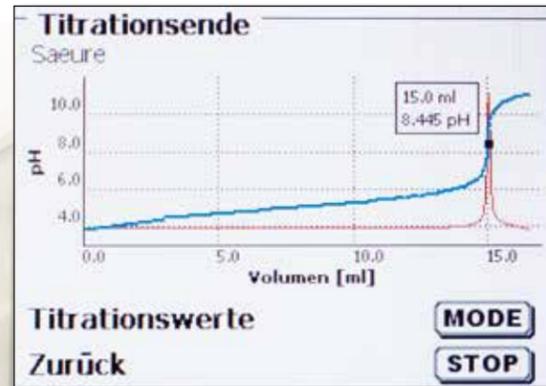


Titratoren/Büretten

# Titratoren voller innovativer Features

Sehr kontrastreiches Display:

- ▶ Grafikfähiges Display, das auch von der Seite sehr gut ablesbar ist.
- ▶ Titrationskurven werden mit 1. Ableitung dargestellt (TitroLine®).
- ▶ Die Werte des Äquivalenzpunktes/der Äquivalenzpunkte werden in der Titrationskurve angezeigt (TitroLine®).



Neue intelligente Wechselaufsätze  
(außer T300/TL5000/TL7500 KF trace)

- ▶ mit einer Größe von 5, 10, 20 und 50 ml
- ▶ kompakt und Platz sparend
- ▶ Speicherung aller relevanten Reagenzien- und Aufsatzdaten im RFID Chip des Aufsatzes:
  - Aufsatzgröße
  - Reagenzienname
  - Reagenzienkonzentration
  - Faktor der Lösung
  - diverse Datumsangaben wie Zeitpunkt der Herstellung oder Mindesthaltbarkeit der Lösung



Titratoren/Büretten

Sehr kommunikationsfähig

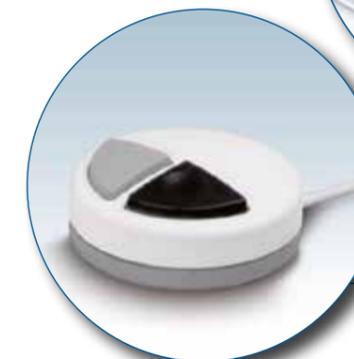
Bis zu zwei USB-A- („Master-“) und eine USB-B- („Slave-“) Schnittstellen sowie eine LAN und zusätzlich zwei RS232-Schnittstellen erlauben den Anschluss von:

- Magnetrührer TM 235 und USB-Handtaster („Maus“)
- USB-Drucker Standard A4 (HP-PCL) und den kompakten Drucker TZ3863
- USB-Tastatur
- Netzwerk
- Barcode Lesegerät
- USB-Speichermedien und Hub
- Waage und PC
- weitere Geräte von SI Analytics

Diverse USB-Drucker A4-Format



Thermodrucker DPU S445



USB-Handtaster



Tastatur

# Titratoren voller innovativer Features

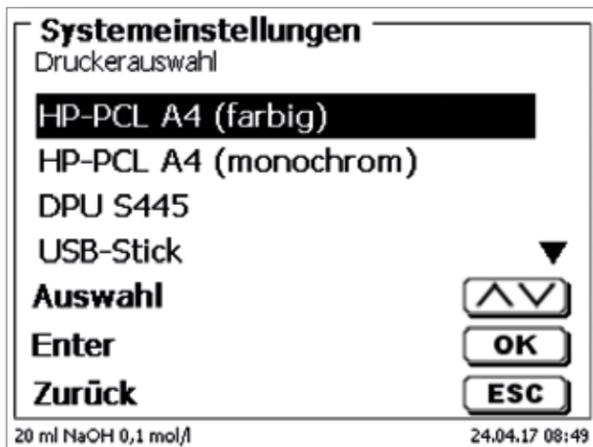
## Standardmethoden:

- ▶ Jede Kolbenbürette und jeder Titrator verfügt über bereits vorinstallierte Standardmethoden.
- ▶ Die Standardmethoden werden aufgerufen und können direkt verwendet oder auch modifiziert werden.
- ▶ Die Originalmethode bleibt immer erhalten und kann jederzeit wieder geladen werden.



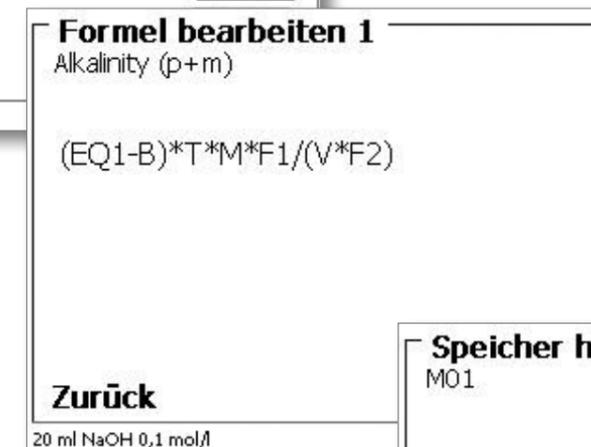
## Dokumentation:

- ▶ Die Dokumentation der Ergebnisse erfolgt auf einem USB-Stick in PDF und CSV-Format.
- ▶ Die Ergebnisse können auch auf einem DIN A 4 (farbig oder s/w) oder auf einem Thermodrucker ausgedruckt werden.
- ▶ Der Drucker kann direkt an dem Titrator/Kolbenbürette angeschlossen sein, oder es wird über einen Netzwerkdruker ausgedruckt.
- ▶ Bei Anschluss an ein Netzwerk können die PDF und CSV-Dateien in einem freigegebenem Verzeichnis (Netzwerkfreigabe) gespeichert werden.



## Formeleditor

- ▶ Der Formeleditor erlaubt die Verwendung individueller Berechnungen.
- ▶ Man wählt eine der Standardformeln aus und modifiziert diese bei Bedarf.
- ▶ Neben einer Reihe von Einheiten (% , g/l, ...) kann man auch eine individuelle Einheit vergeben.
- ▶ Ergebnisse (Titer, Blindwert usw.) können automatisch in globale Speicher geschrieben und später wieder verwendet werden.



# 1.1 Auswahltabelle Titration - Die wichtigsten Eigenschaften der Titratoren TitroLine®

# TITRONIC® und TitroLine® und Kolbenbüretten TITRONIC® im Überblick

Anwendung	TITRONIC® 300	TITRONIC® 500	TitroLine® 5000	TitroLine® 7000	TitroLine® 7500 KF	TitroLine® 7500 KF trace	TitroLine® 7750	TitroLine® 7800
Intelligente Wechseleinheiten (5, 10, 20 und 50 ml)	1)	■	1)	■	■	—	■	■
Manuelle Titration	■	■	■	■	—	—	■	■
Dosieren	■	■	■	■	■	—	■	■
Lösungen ansetzen (manuell oder automatisch mit angeschlossener Waage)	—	■	—	■	■	—	■	■
Automatische Titration (selbstständig ohne externe Software)	2)	2)	■	■	■	■	■	■
Anwendungen mit TitriSoft	■	■	—	■	■	■	■	■
pH-stat-Anwendungen (Enzymkinetik, Bodenproben, Biotechnologie)	—	—	—	■	—	—	■	■
Anwendungen mit Probenwechsler	—	—	—	■	—	—	■	■
pH/mV-Titrationsen „wässrig“ (Säurekapazität, Salzsäure, Citronensäure, Kjeldahl...)	—	—	■	■	—	—	■	■
pH/mV Titrationsen „nichtwässrig“ (TAN/TBN, FFA, Titrationsen mit Perchlorsäure...)	—	—	—	■	—	—	■	■
Redox-titrationsen (Iodometrie, Permanganometrie....)	—	—	■	■	—	—	■	■
Redox-titrationsen (CSB)	—	—	■	■	—	—	■	■
Halogenid-titrationsen (Chlorid, „Salz“...)	—	—	■	■	—	—	■	■
Schwefelwasserstoff und Mercaptane	—	—	—	■	—	—	■	■
Schwefelige Säure in Wein und Getränken	—	—	—	■	■	—	■	■
Bromzahl	—	—	—	■	■	■	■	■
Wasserbestimmung nach KF Volumetrisch (10 ppm - 100 %)	—	—	—	—	■	—	■	■
Wasserbestimmung nach KF Coulometrisch (1 ppm - 5 %)	—	—	—	—	—	■	—	—
Messung von zwei Parametern gleichzeitig (z.B. pH und LF)	—	—	—	—	—	—	—	■
Photometrische Titration (OptiLine 6)	—	—	—	■	—	—	■	■

1) 20 und 50 ml Dosiereinheit verwendbar (keine intelligente Wechseleinheit)  
2) Kann für Titrationsen und Dosierungen in automatischen Titrationssystemen verwendet werden

Titratoren/Büretten

## 2. Applikationsübersicht (Beispiele)

### Wasser- und Abwasseranalytik



Anwendung	TitroLine® 5000	TitroLine® 7000 / 7750	TitroLine® 7800
Säure und Basenkapazität (p+m-Wert)	■	■	■
CSB	■	■	■
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	■	■	■
FOS/TAC	■	■	■
pH + LF + Säurekapazität	■	■	■
Kjeldahl-Stickstoff/Ammonium	■	■	■
Chlorid in Trink- und Abwasser	■	■	■
Chlorgehalt in Trinkwasser	■	■	■
Calcium- und Magnesiumhärte (2 Äquivalenzpunkte)	■	■	■
Gesamthärte (Summe Ca/Mg; 1 Äquivalenzpunkt)	■	■	■

### Lebensmittel



Anwendung	TitroLine® 5000	TitroLine® 7000 / 7750	TitroLine® 7800
Gesamtsäure in Wein und Getränken	■	■	■
Gesamtsäure in Lebensmitteln (Ketchup, Mayonnaise ...)	■	■	■
Aschenalkalität	■	■	■
Chlorid („Salz“) in Lebensmitteln und Mineralwasser	■	■	■
Schwefelige Säure (SO <sub>2</sub> ), frei und gesamt	■	■	■
Flüchtige Säure	■	■	■
Soxlet Henkel (SH) Zahl in Milch	■	■	■
Reduzierende Zucker	■	■	■
Ascorbinsäure (Vitamin C)	■	■	■
Calcium in Milch und Milchprodukten	■	■	■
Calcium und Magnesium in Mineralwasser	■	■	■
Formolzahl	■	■	■
Nitritgehalt in Pökelsalz	■	■	■
Iodzahl	■	■	■
Peroxidzahl	■	■	■
Verseifungszahl	■	■	■
Säurezahl in Ölen und Fetten (freie Fettsäuren/FFA)	■	■	■

### Chemie/Pharma/Industrie



Anwendung	TitroLine® 5000	TitroLine® 7000 / 7750	TitroLine® 7800
Titration mit Perchlorsäure (Wasserfreie Titration)	■	■	■
Hydroxylzahl	■	■	■
NCO (Isocyanat-Zahl)	■	■	■
Epoxidzahl	■	■	■
Säurezahl in Harzen und anderen technischen Produkten	■	■	■
Gesamtsäure in Mineralölen („TAN“)	■	■	■
Gesamtbasenzahl in Mineralölen („TBN“)	■	■	■
Galvanik (Metalle Säuren, Laugen, usw.)	■	■	■

- hervorragend geeignet
- Anwendung eingeschränkt möglich; muss im Einzelfall geprüft werden
- nicht möglich



Titratoren/Büretten

## 3.1 TITRONIC® 300 - Manuell titrieren, perfekt dosieren

Mit der TITRONIC® 300 bekommen Sie eine perfekte, Motor-betriebene Bürette für die manuelle Titration und zugleich ein höchst präzises Dosiergerät für alle dosierbaren Flüssigkeiten, Löse- und Titriermittel.

Dabei ist die TITRONIC® 300 nicht nur als Stand-alone-Gerät hervorragend geeignet, sie zeigt ihre Stärken auch im vom Computer gesteuerten Verbund „Daisy Chain“. Dabei können bis zu 16 Geräte hintereinander angeschlossen werden.

### Manuelle Titration

Auch wenn die automatische Titration immer weiter auf dem Vormarsch ist, bleibt die manuelle Titration weiterhin eine Standardanwendung im Labor. Überall dort wo eine hohe Genauigkeit gefragt ist, ist eine motorisierte Kolbenbürette die erste Wahl:

- ▶ Titrieren mit Handtaster („Maus“).
- ▶ Die maximale Titriergeschwindigkeit lässt sich in fünf Stufen während der Titration einstellen.
- ▶ Automatische Resultatberechnung in verschiedenen Einheiten und Ausgabe auf einen Drucker oder auf einem USB-Stick.
- ▶ Automatische Übernahme der Einwaage bei einer angeschlossenen Waage.



### Dosieren

Neben dem Titrieren gibt es im Labor vielfältige Dosieraufgaben. Eine motorisierte Kolbenbürette ist das optimale Gerät für genaue Dosieraufgaben:

- ▶ Dosier- und Füllgeschwindigkeit für jede Methode einstellbar.
- ▶ Automatisches Füllen zwischen den Dosierschritten einstellbar.
- ▶ Durch das „intelligente Füllen“ wird geprüft, ob ein Dosierschritt noch ohne Füllen ausführbar ist. Das reduziert die Möglichkeiten der Fehlbedienung bei Seriosdosierung erheblich.



## 3.2 TitroLine® 5000 - Nie war Titration so einfach.

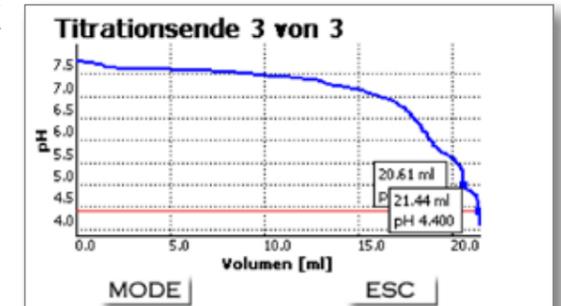
Das Vorgängermodell des TitroLine® 5000, der TitroLine® easy, war schon immer die erste Wahl, wenn man einen sehr einfach zu bedienenden automatischen Titrator für eine Anwendung gesucht hat. Eine besondere Ausbildung oder tiefere Kenntnis der automatischen Titration war nicht notwendig, um genaue und schnelle Ergebnisse zu erzielen. Genau diese und viele weitere zusätzliche Eigenschaften zeichnen den TitroLine® 5000 aus:

- ▶ Hochauflösender pH/mV-Messeingang für pH-, Redox-, Silber- und andere mV-Elektroden.
- ▶ Pt 1000 und NTC 30 Temperaturmesseingang für die automatische Temperaturkompensation.
- ▶ Abrufbare Standardmethoden, wie z.B. für FOS/TAC, Säurekapazität, Gesamtsäure in Getränken, Chlorid etc.
- ▶ Lineare und dynamische Titration auf Äquivalenzpunkt.
- ▶ Titration auf pH und mV-Endpunkt.
- ▶ Manuelle Titration und Dosierung, wie bei der Kolbenbürette TITRONIC® 300.



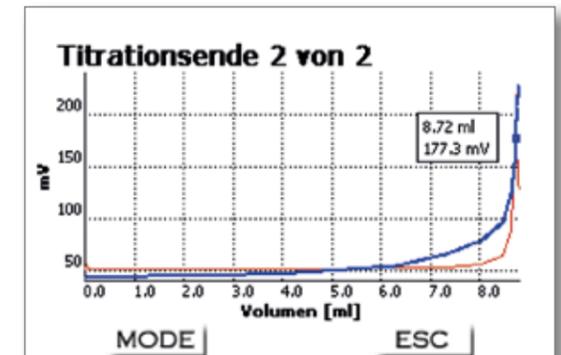
### Typische Anwendungen der Wasser/ Abwasser- und Umweltanalytik

- ▶ pH-Wert, Säure - und Basenkapazität (p+m-Wert)
- ▶ FOS/TAC (siehe Beispielkurve und Ergebnisbildschirm)
- ▶ Gesamtstickstoff nach Kjeldahl
- ▶ Permanganatindex und CSB
- ▶ Chlorid im Abwasser.



### Typische Anwendungen der Lebensmittelanalytik

- ▶ Salzgehalt (Chlorid, Natriumchlorid: siehe Beispielkurve)
- ▶ pH-Wert, Gesamtsäure in Wein, Getränken und anderen Lebensmitteln
- ▶ Ascorbinsäure
- ▶ Proteinbestimmung (Kjeldahl-Stickstoff in Milch und Milchprodukten)
- ▶ Iodzahl und Peroxidzahl



## 3.3 Technische Daten - TITRONIC® 300

Eigenschaften	
Schnittstellen:	1 x USB A und 1 x USB B, 2 x RS-232-C
Rühreranschluss:	TM 50, Stromversorgung direkt durch Kolbenbürette
Tastaturanschluss:	Bedienung erfolgt durch die Tasten am Gerät, durch den Handtaster TZ 3880 und optionaler PC-Tastatur (USB)
Anzeige:	grafikfähiges -TFT Display
Volumenanzeige:	0000,000...9999,999 ml
Anzeigeauflösung:	0,005-0,025 ml (20/50 ml Dosieraufsatz)
Dosiergeschwindigkeit	max. 100 ml/min (mit 50 ml Dosiereinheit)
Füllzeit	min 30 s bis 999 s, einstellbar (Zeit bezogen auf das Zylindervolumen)
Dosiereinheiten:	20 ml oder 50 ml Dosiereinheit untereinander austauschbar
Bürettenauflösung:	8.000
Dosiergenauigkeit:	systematische Messabweichung 0,15 %, zufällige Messabweichung 0,05 %, ermittelt nach EN ISO 8655, Teil 3
Netzteil:	100 -240 V~; 50/60 Hz, Leistungsaufnahme 30 VA
Konformität:	ISO 8655, Teil 6
CE-Zeichen:	EMV: 2004/108/EG; Sicherheit EG-Richtlinie 2006/95
Abmessungen	135 x 310 x 205 mm (B x H x T), Höhe inklusive Dosiereinheit, ohne Rührer
Gewicht:	ca. 2 kg (ohne Rührer)
Klima:	Umgebungstemperatur: + 10 ... + 40 °C für Betrieb und Lagerung Luftfeuchtigkeit nach EN 61 010, Teil 1: 80 % für Temperaturen bis 31°C linear abnehmend bis zu 50 % relativer Feuchte bei einer Temperatur von 40 °C

## Bestellinformationen - TITRONIC® 300

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
T 300/20 M1	285225800	<b>TITRONIC® 300 ohne Magnetrührer</b> TITRONIC® 300 Grundgerät mit 20 ml Dosiereinheit, Handtaster, Titrationsklammer, Stativstange und Netzteil 100-240 V
T 300/50 M1	285225810	<b>TITRONIC® 300 ohne Magnetrührer</b> TITRONIC® 300 Grundgerät mit 50 ml Dosiereinheit, Handtaster, Titrationsklammer, Stativstange und Netzteil 100-240 V
T 300/20 M2	285225820	<b>TITRONIC® 300 mit Magnetrührer</b> TITRONIC® 300 Grundgerät mit 20 ml Dosiereinheit, Handtaster Titrationsklammer, Stativstange, Magnetrührer TM 50 und Netzteil 100-240 V
T 300/50 M2	285225830	<b>TITRONIC® 300 mit Magnetrührer</b> TITRONIC® 300 Grundgerät mit 50 ml Dosiereinheit, Handtaster Titrationsklammer, Stativstange, Magnetrührer TM 50 und Netzteil 100-240 V

## Zubehör - TITRONIC® 300

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
TM 50,	285225840	<b>Magnetrührer</b>
TZ 3835	285220410	<b>USB-Tastatur</b>
TZ 3830	285220420	<b>USB-HUB</b>
TZ 3803	285220590	<b>Reagenzfläche braun, 1 L</b>

## Technische Daten - TitroLine® 5000

Eigenschaften	
Messeingang pH/mV:	pH/mV-Eingang mit Elektrodenbuchse nach DIN 19 262 / BNC über Adapter
Messeingang Pt 1000/NTC 30:	Temperaturmessfühler-Anschluss (Anschlussbuchsen: 2 x 4 mm)
Schnittstellen:	1 x USB A und 1 x USB B, 2 x RS-232-C
Rühreranschluss:	TM 50, Stromversorgung direkt durch Kolbenbürette
Tastaturanschluss:	Bedienung erfolgt durch die Tasten am Gerät, durch den Handtaster TZ 3880 und optionaler PC-Tastatur (USB)
Anzeige:	grafikfähiges, farbiges -TFT Display
Volumenanzeige:	0000,000...9999,999 ml
Anzeigeauflösung:	0,005-0,025 ml (20/50 ml Dosieraufsatz)
Dosiergeschwindigkeit	max. 100 ml/min (mit 50 ml Dosiereinheit)
Füllzeit:	min 30 s bis 999 s, einstellbar (Zeit bezogen auf das Zylindervolumen)
Dosiereinheiten:	20 ml oder 50 ml Dosiereinheit untereinander austauschbar
Bürettenauflösung:	8.000
Dosiergenauigkeit:	systematische Messabweichung 0,15 %, zufällige Messabweichung 0,05 %, ermittelt nach EN ISO 8655, Teil 3
Netzteil:	100 -240 V~; 50/60 Hz, Leistungsaufnahme 30 VA
Konformität:	ISO 8655, Teil 6
CE-Zeichen:	EMV: 2004/108/EG; Sicherheit EG-Richtlinie 2006/95
Abmessungen:	135 x 310 x 205 mm (B x H x T), Höhe inklusive Dosiereinheit, ohne Rührer
Gewicht:	ca. 2 kg (ohne Rührer)
Klima:	Umgebungstemperatur: + 10 ... + 40 °C für Betrieb und Lagerung Luftfeuchtigkeit nach EN 61 010, Teil 1: 80 % für Temperaturen bis 31°C linear abnehmend bis zu 50 % relativer Feuchte bei einer Temperatur von 40 °C

## Bestellinformationen - TitroLine® 5000

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
TL 5000/20 M1	285225760	<b>TitroLine® 5000 mit 20 ml Dosiereinheit</b> Grundgerät ohne Elektrode, mit montierter 20 ml Dosiereinheit, Magnetrührer, Handtaster, Titrationsklammer, Stativstange und Netzteil 100-240 V
TL 5000/50 M1	285225770	<b>TitroLine® 5000 mit 50 ml Dosiereinheit</b> Grundgerät ohne Elektrode, mit montierter 50 ml Dosiereinheit, Magnetrührer, Handtaster, Titrationsklammer, Stativstange und Netzteil 100-240 V
TL 5000/20 M2	285225780	<b>TitroLine® 5000 mit 20 ml Dosiereinheit</b> Grundgerät mit pH-Einstabmesskette und Pufferset, mit montierter 20 ml Dosiereinheit, Magnetrührer, Handtaster, Titrationsklammer, Stativstange und Netzteil 100-240 V
TL 5000/50 M2	285225790	<b>TitroLine® 5000 mit 50 ml Dosiereinheit</b> Grundgerät mit pH-Einstabmesskette und Pufferset, mit montierter 50 ml Dosiereinheit, Magnetrührer, Handtaster, Titrationsklammer, Stativstange und Netzteil 100-240 V
TL 5000/20 M3	285225850	<b>TitroLine® 5000 mit 20 ml Dosiereinheit</b> Grundgerät mit Ag-Einstabmesskette, mit montierter 20 ml Dosiereinheit, Magnetrührer, Handtaster, Titrationsklammer, Stativstange und Netzteil 100-240 V

## Zubehör - TitroLine® 5000

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
TZ 3835	285220410	<b>USB-Tastatur</b>
TZ 3830	285220420	<b>USB-HUB</b>
TZ 3803	285220590	<b>Reagenzfläche braun, 1 L</b>

## 4.1 TITRONIC® 500 - Die Bürette für alle Fälle

Die TITRONIC® 500 ist die ideale Kolbenbürette für manuelle Titrationen, genaues Dosieren von kleinen und großen Volumina und zum Herstellen von Lösungen. Sie findet aber auch als automatische Dosier- (TitrLine® 7000, TitrSoft ab Version 3.0) und Titrierbürette (TitrSoft ab Version 3.0) ihre Verwendung.

### Wichtige allgemeine Eigenschaften:

- ▶ Intelligente Wechseinheiten mit 5, 10, 20 und 50 ml Volumen.
- ▶ Anschluss von Druckern und Analysenwaagen.
- ▶ Komplett fernsteuerbar über die RS232 bzw. USB-B-Schnittstelle.
- ▶ Durch die zwei RS232-Schnittstellen lassen sich bis zu 16 Geräte an einer RS232- bzw. USB-Schnittstelle eines PCs anschließen (Daisy Chain).



### Manuelle Titration

Auch wenn die automatische Titration immer weiter auf dem Vormarsch ist, bleibt die manuelle Titration weiterhin eine Standardanwendung im Labor. Überall dort, wo eine hohe Genauigkeit und Flexibilität gefragt sind, ist eine Kolbenbürette mit wechselbarem Dosieraufsatz die erste Wahl.

#### Wichtige Eigenschaften:

- Titrieren mit dem Handtaster („Maus“)
- Die max. Titriergeschwindigkeit lässt sich in sechs Stufen einstellen – auch während der Titration
- Automatische Resultatsberechnung in verschiedenen Einheiten und Ausgabe auf einem Drucker
- Automatische Übernahme der Einwaage einer angeschlossenen Waage

### Dosieren

Neben dem Titrieren gibt es im Labor vielfältige Dosieraufgaben. Eine Kolbenbürette mit Wechseinheit ist das optimale Dosiergerät für das Labor.

#### Wichtige Eigenschaften:

- Dosieren per Tastendruck mit dem Handtaster („Maus“) oder mit der Fronttastatur
- Dosier- und Füllgeschwindigkeit lassen sich optimal an die Dosierlösung anpassen
- Es können mehrere Dosiermethoden mit unterschiedlichen Parametern abgespeichert werden



### Lösungen herstellen

Eine Sonderform des Dosierens ist der Modus „Lösungen herstellen“. Hierbei wird ein Lösungsmittel bis zur gewünschten Zielkonzentration zudosiert. Es wird eine Probe eingewogen, automatisch das Zugabevolumen berechnet und dann zudosiert. Dieser Modus eignet sich z.B. zur Herstellung von Standards und von Lösungen für die Viskosimetrie.



#### Wichtige Eigenschaften:

- Automatisches Berechnen des Zudosiervolumens ohne zusätzliche PC-Software
- Dosier- und Füllgeschwindigkeit lassen sich optimal an die Dosierlösung anpassen
- Es können mehrere Methoden mit unterschiedlichen Parametern abgespeichert werden
- Automatische Übernahme der Einwaage einer angeschlossenen Waage



## 4.2 TitroLine® 7000 - Der professionelle Einstieg in die Titration

Der TitroLine® 7000 ist mit seinem Leistungsspektrum das ideale Einstiegsgerät in die potentiometrische Titration mit der Möglichkeit zu Ausbau und Automatisierung. Durch seinen hochauflösenden, genauen pH/mV - und seinen „Dead-Stop“-Messeingang lassen sich eine Vielzahl von Parametern bestimmen. Neben den bereits im allgemeinen Teil erwähnten Eigenschaften der Gerätefamilie und dem Funktionsumfang der TITRONIC® 500 sowie des TitroLine® 5000, bietet der TitroLine® 7000 eine Reihe weiterer Funktionen.

### ➤ Mehr Methoden

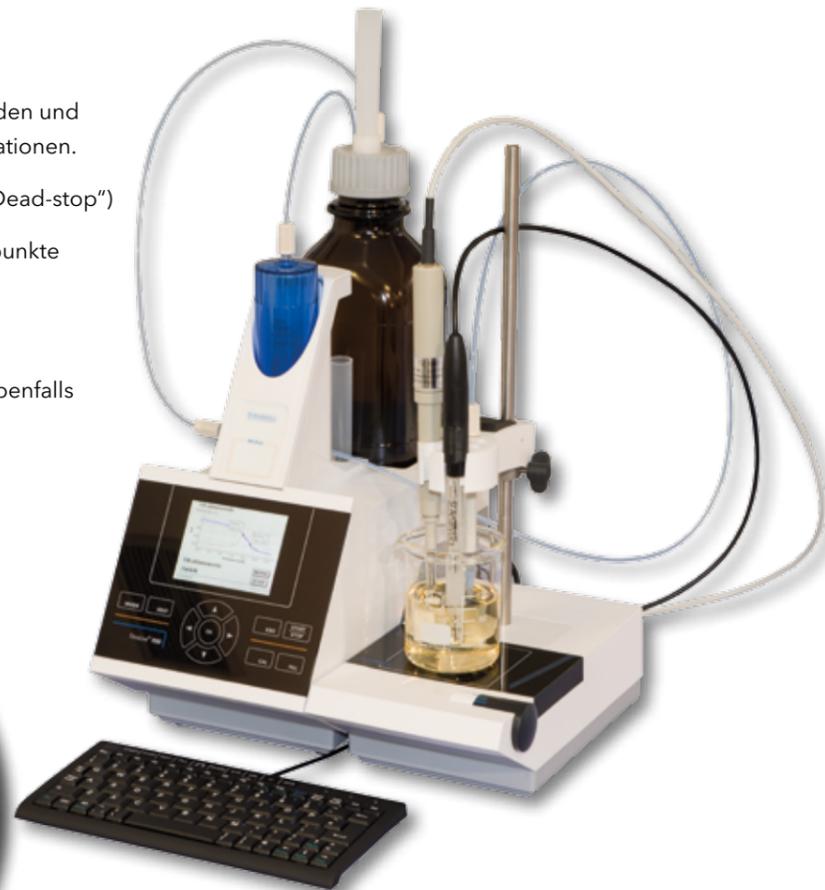
In der Regel reichen 10-15 Anwendermethoden für die meisten Bedürfnisse aus. Manchmal benötigt man aber doch etwas mehr Kapazität. Mit dem TitroLine® 7000 können bis zu 50 Anwendermethoden abgespeichert werden.

### ➤ Höchste Sicherheit beim Messen und Kalibrieren

... durch die drahtlose Elektrodenerkennung für unsere ID-Elektroden. Die Elektroden mit eindeutiger Identifizierung schicken ihre spezifischen Daten drahtlos an den Titrator. Somit verwendet der TitroLine® 7000 immer die korrekten Kalibrierdaten. Fehlmessungen sind daher ausgeschlossen.

### ➤ Eigenschaften des TitroLine® 7000

- Hochauflösende Eingänge für pH/mV-Elektroden und Temperaturmessungen für pH, ISE, Redox Titrationen.
- Messeingang für polarisierbare Elektroden („Dead-stop“)
- Lineare und dynamische Titration auf Wendepunkte (Äquivalenzpunkte)
- Titrationen auf pH, mV und  $\mu\text{A}$ -Endpunkt
- Manuelle Titrationen und Dosierungen sind ebenfalls durchführbar



pH/mV-Messeingang  
für ID-Elektroden



### ➤ Typische Anwendungen der Wasser/Abwasser- und Umweltanalytik

- pH-Wert, Säure- und Basenkapazität („p+m-Wert“)
- Permanganatindex (Oxidierbarkeit)
- CSB
- FOS/TAC
- Gesamtstickstoff nach Kjeldahl und Ammoniumstickstoff
- Chlorid im Abwasser und Trinkwasser
- Chlorgehalt in Trink- und Badewasser
- Ca/Mg- und Gesamthärte
- Sauerstoff nach Winkler

Abbildung zeigt die Titrationsanwendung  
„Chemischer Sauerstoffbedarf“, CSB



Titratoren/Büretten

### Anwendungsbeispiel für Lebensmittelanalytik „Bestimmung der freien und gesamten schwefeligen Säure in Wein“

Wein wird schon seit dem Altertum durch Zugabe von „Schwefel“ in Form von Schwefeldioxid konserviert. Die Zugabe von Schwefeldioxid schützt oxidationsempfindliche Stoffe und verhindert das Wachstum unerwünschter Mikroorganismen. Den Gehalt an freiem und Gesamtschwefel (genauer Schwefeldioxid) erhält man durch die Titration von 10 - 50 ml Probe nach Zugabe von Schwefelsäure und Kaliumiodid mit einer Iodlösung (z.B. 0,025 mol/l) und der Indikation mit einer Doppelplatinelektrode. Bei dem freien  $\text{SO}_2$  wird die Probe direkt titriert. Bei dem gesamten  $\text{SO}_2$  wird die Probe vorab mit Natronlauge hydrolysiert und das gebundene  $\text{SO}_2$  wieder in die freie Form überführt. Die Methode mit allen Parametern und Berechnungsformeln ist als Standardmethode bereits im TitroLine® 7000 gespeichert und kann direkt verwendet werden.

### ➤ Typische Anwendungen der Lebensmittelanalytik

- „Salzgehalt“ (Chlorid, Natriumchlorid)
- pH-Wert, Gesamtsäure in Wein, Getränken und anderen Lebensmitteln wie Ketchup, Senf usw.
- Formolzahl in Frucht- und Gemüsesäften
- Ascorbinsäure
- Calcium in Milch und Milchprodukten
- Proteinbestimmung (Kjeldahl-Stickstoff) in Milch und Milchprodukten
- Reduzierende Zucker in Wein und Most
- Iodzahl, Peroxidzahl und weitere Kennzahlen
- Bestimmung der freien und gesamten schwefeligen Säure ( $\text{SO}_2$ ) in Wein und Most (siehe auch Anwendungsbeispiel)

# TitroLine® 7000 - Vielseitige Anwendungen

## ▲ Ideal für nichtwässrige Titrationen

Der eingebaute Verstärker ist besonders geeignet für Titrationen in nichtwässrigen Lösungsmitteln. Die Verwendung von speziellen Elektroden (z.B. getrennte Mess-, Bezugs- und Hilfelektroden) ist dazu nicht notwendig. Anwendungen sind z.B.

- Säure- und Basenzahl in Ölen
- Titrations in Eisessig mit Perchlorsäure/Eisessig
- Hydroxyl-, NCO-Zahl und weitere Kennzahlen

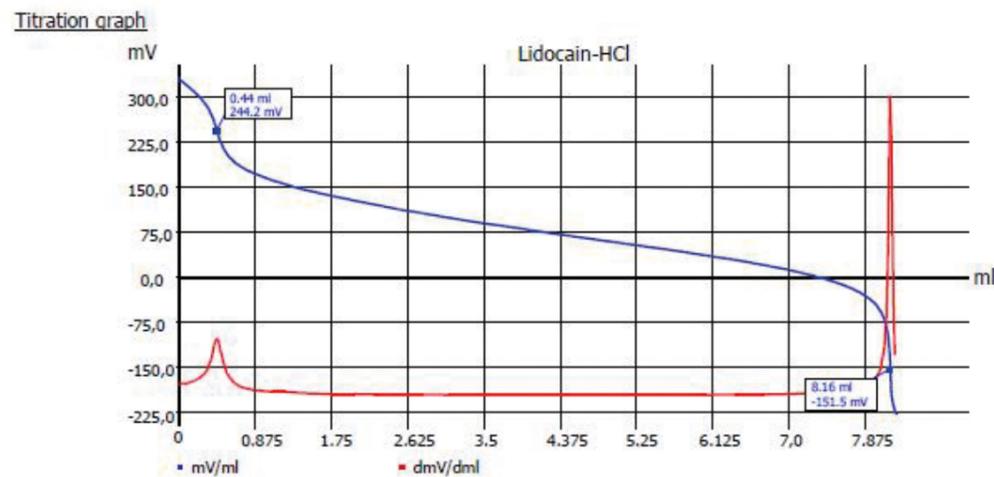
## ▲ pH-Stat Titration

Bei einer pH-Stat Anwendung wird ein vorgegebener pH-Wert erst eingestellt und dann über eine bestimmte Zeit mit einer Säure oder Lauge konstant gehalten. Zur Anwendung kommt die pH-Stat Titration z.B.:

- der Bestimmung der Enzymaktivität
- der pH-Stat-Elution von Bodenproben bei pH 4
- Konstanthalten des pH-Wertes bei Synthesen

## Typisches Anwendungsbeispiel aus dem Pharmabereich: Titration von Aminohydrochloriden (Methode nach Ph. EUR).

Bisher wurden die Aminohydrochloride in Eisessig gelöst, die Amine durch Zugabe von Quecksilberacetat freigesetzt und mit Perchlorsäure in Eisessig titriert. Nach der umweltfreundlicheren Methode aus dem Europäischen Arzneibuch werden die Aminohydrochloride in Ethanol gelöst und mit genau 5,00 ml einer 0,01 mol/l HCl versetzt. Dieses Gemisch wird nun mit NaOH 0,1 mol/l titriert. Die meisten Titrationskurven zeigen zwei Äquivalenzpunkte. Das Ergebnis wird aus der Differenz zwischen dem 1. und 2. EQ berechnet. Die Methode mit allen Parametern und Berechnungsformeln ist als Standardmethode bereits im TitroLine® 7000 gespeichert und kann nach Eingabe des Äquivalentgewichtes der Substanz direkt verwendet werden.



Titrationkurve: Titration von einem Hydrochlorid (Lidocain-HCl)

## ▲ Titrations mit dem neuen photometrischen Sensor OptiLine 6

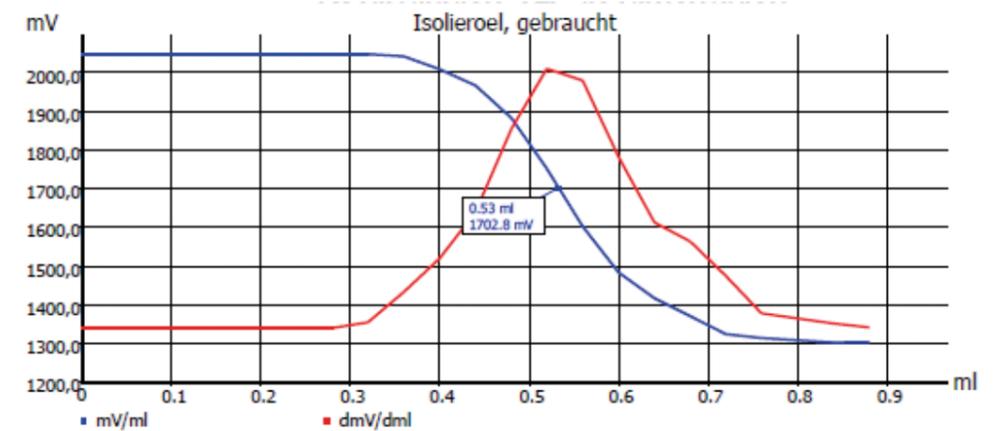
Der TitroLine® 7000 erlaubt den Anschluss des neuen photometrischen Sensors OptiLine 6 (siehe auch Seite 84) über USB. Dabei stellt der TitroLine® 7000 über den digitalen USB Eingang die Wellenlänge und weitere Parameter des photometrischen Sensors ein.



TitroLine® 7000 mit OptiLine 6

Titrationen mit der OptiLine 6 sind zum Beispiel für folgende Anwendungen geeignet:

- Alle komplexometrischen Titrations von Metallen wie Calcium, Magnesium (Gesamthärte), Zink, Kupfer usw.
- Alle Titration auf Farbindikator, die in der Ph.EUR, USP, und weitere Pharmacopoeia vorgeschrieben sind. Diese Titrations können nun automatisch durchgeführt werden
- Trübungstiteration von Chondroitinsulfat nach EURPharm und USP
- Titration der Gesamtsäure - oder Basenzahl (TAN und TBN) nach Farbindikatorverfahren.
- Bestimmung der Carboxylendgruppen in PET
- Weitere Applikationsbeispiele finden Sie auf Seite 85



Titrationkurve am Beispiel: TAN nach ASTM D974

## 4.3 Die Karl Fischer-Titration – die Methode für die Wasserbestimmung

So mancher erfahrene Analytiker spürt noch mit Grausen den Pyridingeruch in der Nase, wenn er den Namen Karl Fischer hört. Doch moderne Reagenzien und einfach zu bedienende Analysengeräte haben mit solchen Vorstellungen gründlich aufgeräumt. Heute lassen sich mit den coulometrischen und volumetrischen Karl Fischer-Titrationsgeräten praktisch alle Anwendungen einfach, schnell und genau durchführen. Wegen ihrer Selektivität und Genauigkeit hat sich die Karl Fischer-Titration als wichtigste Methode zur Wasser- und Feuchtebestimmung durchgesetzt.

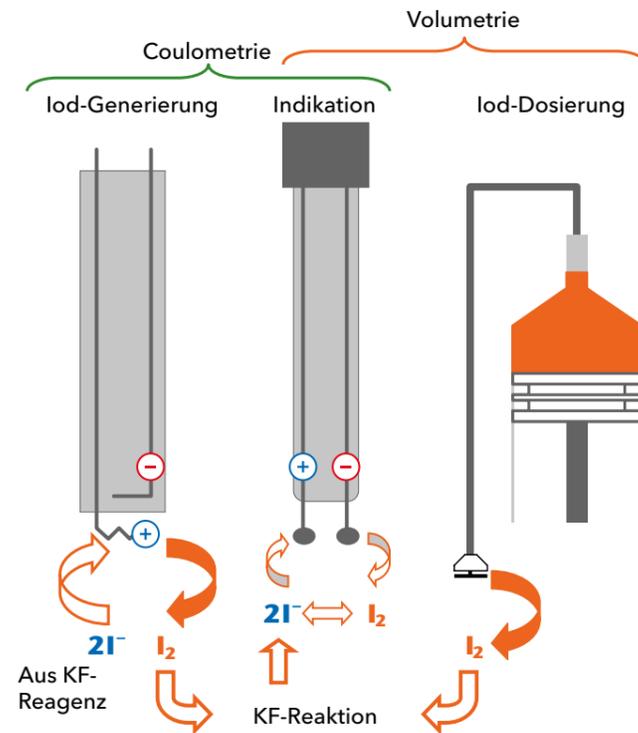
Wie möchten Ihnen hiermit die Entscheidung zwischen einem coulometrischen (TitroLine® 7500 KF trace) und einem volumetrischen (TitroLine® 7500 KF) KF-Titrator etwas erleichtern.

Grundlage für die Wasserbestimmung nach Karl-Fischer (kurz: KF) ist eine Reaktion von Iod mit Wasser in alkoholischer Lösung bei Anwesenheit von schwefeliger Säure und einer Base.

Das Iod kann volumetrisch durch eine Kolbenbürette/Titrator genau zudosiert oder coulometrisch direkt in einem Reaktionsgefäß erzeugt werden.

Der Unterschied zwischen der Volumetrie und der Coulometrie besteht also hauptsächlich nur in der Art und Weise, wie das Iod für die Titration dosiert wird.

Die unterschiedliche Art und Weise der Dosierung:



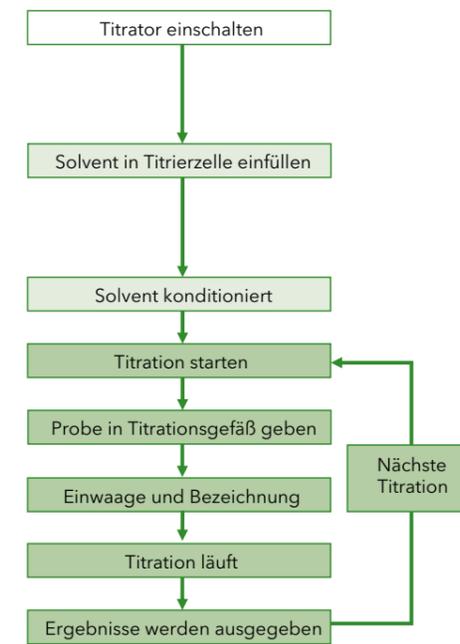
TitroLine® 7500 KF



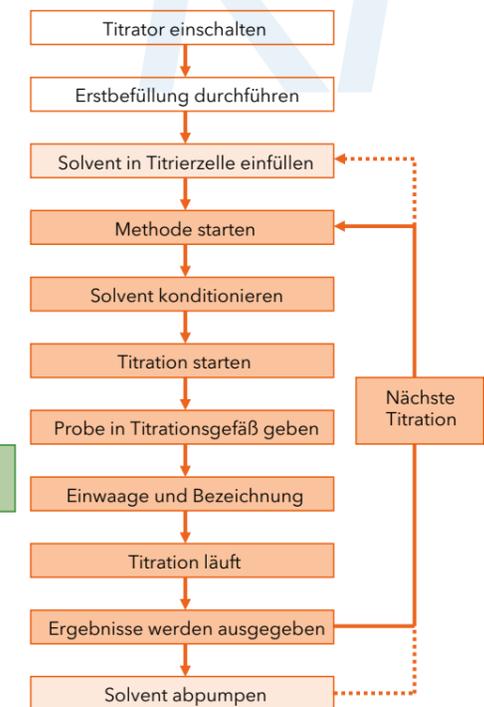
TitroLine® 7500 KF trace

In der Praxis ergeben sich einige Unterschiede zwischen den beiden Methoden, die in der Tabelle dargestellt werden. Dabei liegen die Vorteile der Volumetrie bei den durch unterschiedliche Probenzuführungen und Lösungsmittelvariationen flexibleren Einsatzmöglichkeiten. Die Coulometrie kann dafür mit niedrigeren Nachweisgrenzen und einer noch einfacheren Handhabung punkten. Die Arbeitsabläufe der Coulometrie und der Volumetrie sind im Vergleich in der folgenden Abbildung dargestellt. Deutlich ist der kürzere und einfachere Ablauf der Coulometrie zu erkennen.

Coulometrische KF Titration



Volumetrische KF Titration



### Vergleich: Coulometrische und volumetrische Karl Fischer-Titration

Eigenschaft	Coulometrie	Volumetrie
Wassergehalt und Probenmenge	Kleine Wassergehalte Kleine Probenmengen	Mittlere und große Wassergehalte Angepasste Probenmenge
Probentypen	Flüssig Gasförmig (z.B. Ofen) Feste Proben mit Ofen	Fest Flüssig
Probenzugabe und Vorbereitung	Mit Spritze direkt Gaseinleitung mit Ofen Externe Extraktion Feste Proben mit Ofen ausheizen	Mit Spritze direkt Probenzerkleinerung mit Homogenisierer Arbeiten mit erhöhter Temperatur Feststoffe direkt
Arbeitsweise	Sehr schnell Sehr einfach	Schnell Einfach
Arbeitsbereich	µg Bereich 10 µg bis 5 mg Wasser	mg Bereich 200 µg bis 50 mg Wasser
Richtigkeit	Sehr gut für kleine Wassermengen > 400 µg Wasser (± 0,5%)	Sehr gut für Wassermengen > 5 mg Wasser (± 0,5%, aktuelle Titerstellung erforderlich!)
Reproduzierbarkeit	> 400 µg Wasser, typischer RSD ca 1%	> 5 mg Wasser, typischer RSD ca 1%

## 4.4 TitroLine® 7500 KF und TitroLine® 7500 KF trace -

Mit den neuen TitroLine® KF Titratoren von SI Analytics machen Sie garantiert nichts falsch

Der TitroLine® 7500 KF ist der volumetrische Universalist für einen weiten Einsatzbereich von wenigen ppm - 100% und der TitroLine® 7500 KF trace der Spezialist für niedrige Wassergehalte. Beide neuen Titratoren zeichnen sich neben den bereits beschriebenen Eigenschaften der neuen Gerätegeneration, durch folgende Merkmale aus:

- ▶ Schnell, einfach und genau
- ▶ Mit Standardmethoden für verschiedene Anwendungen (Titer, Blindwert, 1- oder 2-Komponentenreagenz ...)
- ▶ Die Zugabe von Lösungsmittel und das Absaugen der austitrierten Probe erfolgt durch den Titrerstand TM 235 KF (beim TitroLine® 7500 KF trace optional)
- ▶ Neben der Onlinekurve auch Anzeige der Messdrift während der Titration

**Vorteile**  
TitroLine® KF (trace)

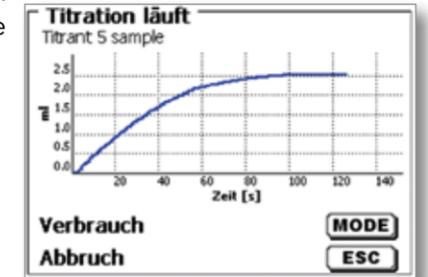


TitroLine® 7500 KF trace

## Karl Fischer-Titration leicht gemacht

### Lebendiger Titrationsverlauf

Die Onlineanzeige der Messkurve, der Messdrift und des Titriermittelverbrauchs (nur TitroLine® 7500 KF) ermöglichen eine genaue Kontrolle des Titrationsverlaufs. Dadurch erkennt man schnell unerwünschte Nebenreaktionen.



TitroLine® 7500 KF

## 4.5 TitroLine® 7750 - Einer für alles

Der TitroLine® 7750 ist ein Generalist für die potentiometrische Titration sowie die volumetrische Karl Fischer-Titration. Er vereint die Eigenschaften des potentiometrischen Titrators TitroLine® 7000 und des volumetrischen Karl Fischer-Titrators TitroLine® 7500 KF.

Der TitroLine® 7750 zeichnet sich unter anderem durch folgende Eigenschaften aus:

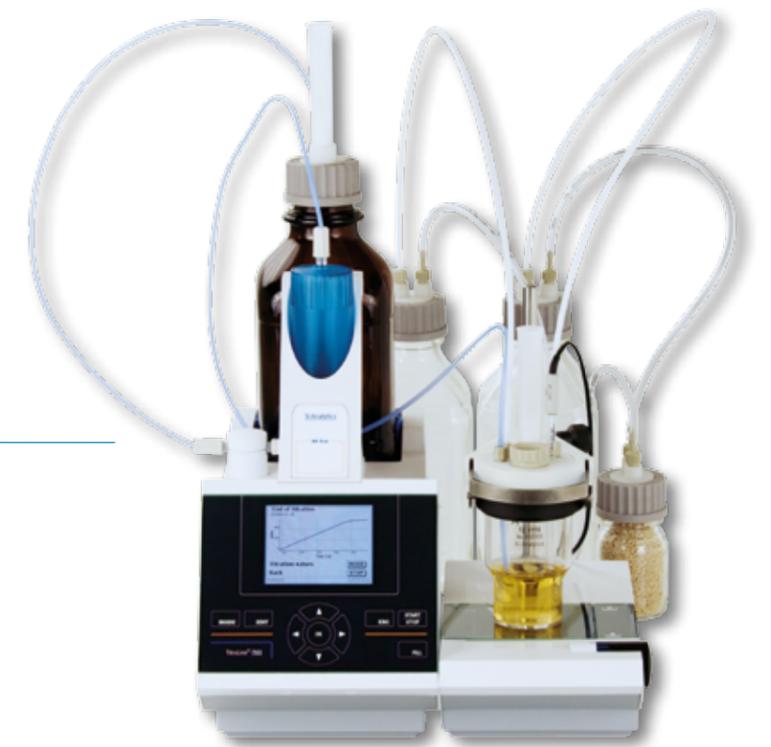
## Der Titrator mit mehr Möglichkeiten

- ▶ Mit brilliantem TFT-Display, das man auch von der Seite ablesen kann
- ▶ Mit wechselbaren Aufsätzen mit Speicherung aller relevanten Aufsatz- und Reagenziendaten
- ▶ Sehr kommunikationsfähig durch zwei USB-A, eine USB-B und zwei RS232-Schnittstellen. Anschließbar sind z.B. USB-Tastatur, USB-Drucker, Barcodereader, USB-Speichermedien, Waage, PC und weitere Geräte von SI Analytics
- ▶ Speichermöglichkeit der Ergebnisse über USB- oder LAN-Anschluss inkl. Methodentransfer.



TitroLine® 7750 mit Zubehör für die potentiometrische Titration

- ▶ Speichermöglichkeit der Ergebnisse über USB-Anschluss (PDF - und CSV-Format), inkl. Methodentransfer
- ▶ Mit Standardmethoden für die Potentiometrie und KF Titration



TitroLine® 7750 mit Zubehör für die KF Titration

→ Weitere Details zum TitroLine® 7750 entnehmen Sie bitte den Kapiteln zu TitroLine® 7000 und TitroLine® 7500 KF auf den Seiten 22 und 28.

## 4.6 TitroLine® 7800 - Der Universaltitrator mit IDS-Technologie

Der TitroLine® 7800 erweitert die universellen Fähigkeiten des TitroLine® 7750 um einen zusätzlichen IDS-Messeingang. Somit kann der TitroLine® 7800 potentiometrische Titrations mit analogen und IDS-Elektroden bis zu volumetrischen Karl Fischer-Titrations durchführen.

Der IDS-Messeingang ist multi-funktional. Es können digitale Sensoren zur Bestimmung des pH- und Redox-Wertes, der Leitfähigkeit bis hin zum gelösten Sauerstoff angeschlossen werden.

IDS steht für „Intelligente, digitale Sensoren“ und bedeutet, dass bereits im Sensor das analoge Messsignal in einen digitalen Messwert umgewandelt wird. Damit ist das Signal geschützt gegenüber Störungen wie Feuchtigkeit oder elektromagnetische Felder bzw. Störimpulsen. Neben der höheren Messsicherheit der digitalen Signalübertragung wird vor allem der Bedienkomfort auf eine neue Ebene angehoben.

- ▶ Mit brilliantem TFT-Display, das man auch von der Seite ablesen kann
- ▶ Mit wechselbaren Aufsätzen mit Speicherung aller relevanten Aufsatz- und Reagenziendaten
- ▶ Sehr kommunikationsfähig durch zwei USB-A, eine USB-B, eine LAN und zwei RS232-Schnittstellen. Anschließbar sind z.B. USB-Tastatur, USB-Drucker, Barcodereader, USB-Speichermedien, Waage, PC und weitere Geräte von SI Analytics
- ▶ Speichermöglichkeit der Ergebnisse über USB- oder LAN-Anschluss inkl. Methodentransfer
- ▶ Mit Standardmethoden für die Potentiometrie und KF-Titration
- ▶ Zweiter, digitaler Messeingang für intelligente digitale Sensoren (IDS)

Vorteile  
TitroLine® 7800

Titratoren/Büretten



TitroLine® 7800 mit Zubehör



# TitroLine® 7800 - Erweiterte Automation und mehr Methoden

Neben den Eigenschaften der Gerätefamilie und dem Funktionsumfang des TitroLine® 7750, bietet der TitroLine® 7800 zusätzliche Funktionen.

## Höchste Sicherheit beim Messen und Kalibrieren

... durch die Elektrodenerkennung für unsere ID- und IDS®-Elektroden. Die neuen Elektroden mit eindeutiger Identifizierung schicken ihre spezifischen Daten an den Titrator. Somit verwendet der TitroLine® 7800 immer die korrekten Kalibrierdaten. Fehlmessungen sind daher ausgeschlossen.



Anschlüsse

## Ideal für Messungen/Titrationsaufgaben mit pH und LF.

Der TitroLine® 7800 ist optimal für den Einsatz in der Wasseranalytik geeignet. Ein typisches Beispiel ist die Messung des pH-Wertes und der Leitfähigkeit. Anschließend wird dann in der Regel die Säurekapazität  $KS_{8,2/4,3}$  bzw. Carbonat-/Hydrogencarbonathärte bestimmt. Nach dem Eintauchen der beiden Messelektroden werden sofort Leitfähigkeit und Temperatur gemessen. Das geht in wenigen Sekunden. Danach wird erst der pH-Wert driftkontrolliert bestimmt. Dies kann bei ionenarmen Wasserproben mehr als eine Minute in Anspruch nehmen. Eine gegenseitige Beeinflussung von pH- und LF-Wert findet aufgrund der Verwendung der digitalen Leitfähigkeitselektrode nicht statt. Anschließend wird mit Salzsäure 0,02 - 0,1 mol/l die Säurekapazität  $KS_{8,2}$  und  $KS_{4,3}$  titriert. Dabei wird bis auf pH 4,3 (4,5) titriert und der Verbrauch bei pH 8,2 und 4,3 (bzw. 4,5) ermittelt.

Titrationsende 1 von 4	
pH + LF + KS - Wasser Mainz	
EP1	0.0000 ml / pH 8.200
p-value	0.00 mmol/l
EP2	2.0150 ml / pH 4.300
m-value	2.02 mmol/l
nächste Seite	<b>MODE</b>
Zurück	<b>ESC</b>

Titrationsende 2 von 4	
pH + LF + KS - Wasser Mainz	
Start pH (A)	pH 7.451
Starttempe...	22.7 °C
Start LF (B)	600.8 µS/cm
Starttempe...	22.7 °C
nächste Seite	<b>MODE</b>
Zurück	<b>ESC</b>

Diese Anwendung lässt sich sehr leicht mit einem Probenwechsler automatisieren. Wenn viele Proben am Tag vermessen werden müssen, kommen der TW 7400-42 oder der TW 7400-48 zum Einsatz. Dabei kann auch die Kalibrierung der pH-Elektrode im Probenwechsler beim Start erfolgen.



# 4.7 Technische Daten - Kolbenburette TITRONIC® 500

# und Titratoren TitroLine® 7000/7500/7750/7800

Eigenschaften	TITRONIC® 500	TitroLine® 7000	TitroLine® 7500 KF	TitroLine® 7500 KF trace	TitroLine® 7750	TitroLine® 7800
Display	Farbige Onlinegrafik					
Messeingang 1 pH/mV mit Referenzelektrodeneingang	—	■	—	—	■	■
Messeingang 2 digital (IDS)	—	—	—	—	—	■
Drahtlose Elektrodenerkennung	—	■	—	—	■	■
Messeingang Dead stop (2 x 4 mm Buchse)	—	■	■	■	■	■
Messeingang Generatorelektrode (2 x 4 mm Buchse)	—	—	—	■	—	—
Messeingang Temperatur (2 x 4 mm Buchse)	—	■	—	—	■	■
Schnittstellen	1 x LAN, 2 x USB-A, 1 x USB-B 2 x RS232	1 x LAN, 2 x USB-A, 1 x USB-B 2 x RS232	1 x LAN, 2 x USB-A, 1 x USB-B 2 x RS232	1 x LAN, 2 x USB-A, 1 x USB-B 2 x RS232	1 x LAN, 2 x USB-A, 1 x USB-B 2 x RS232	1 x LAN, 2 x USB-A, 1 x USB-B 2 x RS232
Wagenanschluss	RS232	RS232	RS232	RS232	RS232	RS232
Drucker (USB-A)	HP PCL, Seiko DPU S445, PDF					
Intelligente Wechseleinheiten (5, 10, 20 und 50 ml)	■	■	■	—	■	■
Bürettenauflösung (Schritte)	20.000	20.000	20.000	—	20.000	20.000
Manuelle Titration	■	■	—	—	■	■
Dosieranwendungen	■	■	■	—	■	■
Lösungen ansetzen (manuell oder automatisch mit angeschlossener Waage)	■	■	■	—	■	■
Automatischer Titration (selbstständig ohne externe Software)	1)	■	■	■	■	■
Titrationen auf mV und pH Endpunkte	—	2 EP	—	—	2 EP	2 EP
Dynamische und lineare Titration auf Wendepunkt (EQ) mV und pH	—	2 EQ	—	—	2 EQ	2 EQ
Besonders geeignet für nichtwässrige Titrationen	—	■	—	—	■	■
Deadstop- Titration	—	■	■	—	■	■
pH-stat-Titration	—	■	—	—	■	■
Wasserbestimmung nach KF Volumetrisch (10 ppm - 100 %, empfohlen)	—	—	■	—	■	■
Genauigkeit bei volumetrischer Messung	—	—	< 0,3% bei ≥ 10mg H <sub>2</sub> O	—	< 0,3% bei ≥ 10mg H <sub>2</sub> O	< 0,3% bei ≥ 10mg H <sub>2</sub> O
Wasserbestimmung nach KF Coulometrisch (1 ppm - 5 %, empfohlen)	—	—	—	■	—	—
Genauigkeit bei coulometrischer Messung	—	—	—	< 0,3% bei ≥ 1mg H <sub>2</sub> O	—	—
Standardmethoden	■	■	■	■	■	■
Anzahl Benutzermethoden	15	50	50	50	50	50
Anschluss und Steuerung eines Probenwechslers	—	■	—	—	■	■
Steuerbar durch TitrSoft 3.3 und höher	■	■	■	■	■	■

1) Kann für Titrationen und Dosierungen in automatischen Titrationssystemen verwendet werden

Titratoren/Büretten

# Technische Daten - Kolbenburette TITRONIC® 500

# und Titratoren TitroLine® 7000/7500/7750/7800

Eigenschaften	TITRONIC® 500	TitroLine® 7000	TitroLine® 7500 KF	TitroLine® 7500 KF trace	TitroLine® 7750	TitroLine® 7800
<b>Analoge Messeingänge</b>						
Messeingang 1 (analog) pH/mV mit Referenzelektrodeneingang	—	pH/mV-Eingang mit 24 Bit Messwertauflösung Elektrodenbuchse nach DIN 19 262, bzw. mit BNC Einsatzbuchse RFID Empfänger für SI Analytics ID Elektroden	—	—	pH/mV-Eingang mit 24 Bit Messwertauflösung Elektrodenbuchse nach DIN 19 262, bzw. mit BNC Einsatzbuchse RFID Empfänger für SI Analytics ID Elektroden	pH/mV-Eingang mit 24 Bit Messwertauflösung Elektrodenbuchse nach DIN 19 262, bzw. mit BNC Einsatzbuchse RFID Empfänger für SI Analytics ID Elektroden
Messbereich pH	—	- 3,0 ... 18,00 / 0,002 ± 1 Digit	—	—	- 3,0 ... 18,00	-3,0 ... 18,000
Anzeigenauflösung pH / Genauigkeit pH (ohne Messfühler)	—	0,001/ 0,002 ± 1 Digit	—	—	0,001/ 0,002 ± 1 Digit	0,001/ 0,002 ± 1 Digit
Messbereich mV	—	- 1900 ... 1900	—	—	- 1900 ... 1900	- 1900 ... 1900
Anzeigenauflösung mV / Genauigkeit mV (ohne Messfühler)	—	0,1 / 0,1 ± 1 Digit	—	—	0,1 / 0,1 ± 1 Digit	0,1 / 0,1 ± 1 Digit
<b>Analoge Messeingänge - Dead Stop</b>						
Messeingang Dead stop (2 x 4 mm Buchse)	—	Anschluss (µA) für Doppelplatinelektroden Polarisationsspannung einstellbar von 40 ... 220 mV	Anschluss (µA) für Doppelplatinelektroden Polarisationsspannung einstellbar von 40 ... 220 mV	Anschluss für Doppelplatinelektroden	Anschluss (µA) für Doppelplatinelektroden Polarisationsspannung einstellbar von 40 ... 220 mV	Anschluss (µA) für Doppelplatinelektroden Polarisationsspannung einstellbar von 40 ... 220 mV
Anzeigenauflösung µA / Genauigkeit µA (ohne Messfühler)	—	0,1 / 0,2 ± 1 Digit	0,1 / 0,2 ± 1 Digit	—	0,1 / 0,2 ± 1 Digit	0,1 / 0,2 ± 1 Digit
Messeingang Temperatur (2 x 4 mm Buchse)	—	Anschluss für Pt 1000 / NTC 30kΩ	—	—	Anschluss für Pt 1000 / NTC 30kΩ	Anschluss für Pt 1000 / NTC 30kΩ
Messbereich Temperatur °C	—	Pt 1000: - 75 ... 195 / NTC 30kΩ -40...125°C	—	—	Pt 1000: - 75 ... 195 / NTC 30kΩ -40...125°C	Pt 1000: - 75 ... 195 / NTC 30kΩ -40...125°C
Anzeigenauflösung °C / Genauigkeit °C (ohne Messfühler)	—	0,1 / Pt 1000: 0,2 K ± 1 Digit   NTC 30kΩ: 1,0 K (-40...0°C)/0,3 K (0...125 °C) ± 1 Digit	0,1 / Pt 1000: 0,2 K ± 1 Digit   NTC 30kΩ: 1,0 K (-40...0°C)/0,3 K (0...125 °C) ± 1 Digit	—	0,1 / Pt 1000: 0,2 K ± 1 Digit   NTC 30kΩ: 1,0 K (-40...0°C)/0,3 K (0...125 °C) ± 1 Digit	0,1 / Pt 1000: 0,2 K ± 1 Digit   NTC 30kΩ: 1,0 K (-40...0°C)/0,3 K (0...125 °C) ± 1 Digit
<b>Digitaler Messeingang</b>						
Messeingang 2 digital (IDS)	—	—	—	—	—	Genauigkeit ± 1 digit in Abhängigkeit von der eingesetzten IDS-Elektrode
Messbereich pH	—	—	—	—	—	0,000 ... 14,000 ± 0,004 pH
Messbereich mV	—	—	—	—	—	± 1200,0 mV ± 0,2 mV
Messbereich Temperatur °C	—	—	—	—	—	-5,0 ... 105,0 °C ± 0,2 mV
Messbereich Leitfähigkeit	—	—	—	—	—	0,00 ... 2000 mS/cm ± 0,5% v. Mw.
Anzeige	grafikfähiges 3,5 Zoll -1/4 VGA TFT Display mit 320x240 Bildpunkten	grafikfähiges 3,5 Zoll -1/4 VGA TFT Display mit 320x240 Bildpunkten	grafikfähiges 3,5 Zoll -1/4 VGA TFT Display mit 320x240 Bildpunkten	grafikfähiges 3,5 Zoll -1/4 VGA TFT Display mit 320x240 Bildpunkten	grafikfähiges 3,5 Zoll -1/4 VGA TFT Display mit 320x240 Bildpunkten	grafikfähiges 3,5 Zoll -1/4 VGA TFT Display mit 320x240 Bildpunkten
Gehäuse-Werkstoff	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen
Fronttastatur	Kunststoffbeschichtet	Kunststoffbeschichtet	Kunststoffbeschichtet	Kunststoffbeschichtet	Kunststoffbeschichtet	Kunststoffbeschichtet
Gehäuse-Abmessungen	15,3 x 45 x 29,6 cm (B x H x T), Höhe mit Wechseleinheit	15,3 x 45 x 29,6 cm (B x H x T), Höhe mit Wechseleinheit	15,3 x 45 x 29,6 cm (B x H x T) Höhe mit Wechseleinheit	15,3 x 18 x 29,6 cm (W x H x D)	15,3 x 45 x 29,6 cm (B x H x T), Höhe mit Wechseleinheit	15,3 x 45 x 29,6 cm (B x H x T), Höhe mit Wechseleinheit
Gewicht	~2,2 kg für Grundgerät ~3,5 kg für komplettes Gerät mit Wechseleinheit (mit leerer Reagenzienflasche, ohne Magnetrührer)	~2,3 kg für Grundgerät ~3,5 kg für komplettes Gerät mit Wechseleinheit (mit leerer Reagenzienflasche, ohne Magnetrührer)	~2,3 kg für Grundgerät ~3,5 kg für komplettes Gerät mit Wechseleinheit ohne TM 235 KF	2,3 kg für Grundgerät ohne Magnetrührer TM 235 oder TM 235 KFTM 235 KF	ca. 2,3 kg für Grundgerät ca. 3,5 kg für komplettes Gerät mit Wechseleinheit (mit leerer Reagenzienflasche, ohne Magnetrührer oder TM 235 KF)	ca. 2,3 kg für Grundgerät ca. 3,5 kg für komplettes Gerät mit Wechseleinheit (mit leerer Reagenzienflasche, ohne Magnetrührer)
Klima	Umgebungstemperatur: 10 ... 40 °C für Betrieb und Lagerung	Umgebungstemperatur: 10 ... 40 °C für Betrieb und Lagerung	Umgebungstemperatur: 10 ... 40 °C für Betrieb und Lagerung	Umgebungstemperatur: 10 ... 40 °C für Betrieb und Lagerung	Umgebungstemperatur: 10 ... 40 °C für Betrieb und Lagerung	Umgebungstemperatur: 10 ... 40 °C für Betrieb und Lagerung
Material: intelligente Wechseleinheiten (5, 10, 20 und 50 ml)	Ventil: PTFE/ETFE Zylinder: Borosilikatglas 3.3 (DURAN®) Schläuche: FEP, blau	Ventil: PTFE/ETFE Zylinder: Borosilikatglas 3.3 (DURAN®) Schläuche: FEP, blau	Ventil: PTFE/ETFE Zylinder: Borosilikatglas 3.3 (DURAN®) Schläuche: FEP, blau	—	Ventil: PTFE/ETFE Zylinder: Borosilikatglas 3.3 (DURAN®) Schläuche: FEP, blau	Ventil: PTFE/ETFE Zylinder: Borosilikatglas 3.3 (DURAN®) Schläuche: FEP, blau
Dosiergenauigkeit nach DIN EN ISO 8655, Teil 3	Richtigkeit : 0,15 % Präzision: 0,05 - 0,07 % (in Abhängigkeit von dem verwendeten Wechselaufsatz)	Richtigkeit : 0,15 % Präzision: 0,05 - 0,07 % (in Abhängigkeit von dem verwendeten Wechselaufsatz)	Richtigkeit : 0,15 % Präzision: 0,05 - 0,07 % (in Abhängigkeit von dem verwendeten Wechselaufsatz)	—	Richtigkeit : 0,15 % Präzision: 0,05 - 0,07 % (in Abhängigkeit von dem verwendeten Wechselaufsatz)	Richtigkeit : 0,15 % Präzision: 0,05 - 0,07 % (in Abhängigkeit von dem verwendeten Wechselaufsatz)

Titratoren/Büretten

## 4.8 Bestellinformationen: TITRONIC® 500, TitroLine® 7000 / 7500 / 7750 / 7800

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
T 500	285220200	Grundgerät ohne Magnetrührer, mit Stativstange und Elektrodenhalter Z 305, Handtaster TZ 3880, Netzteil 100-240 V
T 500-M1	285220210	TITRONIC® 500 Grundgerät mit Magnetrührer TM 235, mit Stativstange TZ 1510, Elektrodenhalter Z 305, Handtaster TZ 3880, Netzteil 100-240 V
T 500-M2/20	285220220	TITRONIC® 500 Grundgerät mit Magnetrührer TM 235 und 20 ml Wechseinheit WA 20, mit Stativstange TZ 1510, Elektrodenhalter Z 305, Handtaster TZ 3880, Netzteil 100-240 V
TL 7000	285220100	Grundgerät ohne Magnetrührer, mit Stativstange und Elektrodenhalter Z 305, Netzteil 100-240 V
TL 7000-M1/10	285220140	TitroLine® 7000 Grundgerät mit Magnetrührer TM 235 und 10 ml Wechseinheit WA 10, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze
TL 7000-M1/20	285220150	TitroLine® 7000 Grundgerät mit Magnetrührer TM 235 und 20 ml Wechseinheit WA 20, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze
TL 7000-M1/50	285220160	TitroLine® 7000 Grundgerät mit Magnetrührer TM 235 und 50 ml Wechseinheit WA 50, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze
TL 7000-M2/20	285220170	TitroLine® 7000 Grundgerät mit Magnetrührer TM 235 und 20 ml Wechseinheit WA 20, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze. Mit pH-Einstabmesskette A 162 2M-DIN-ID und Pufferstet
TL 7000-TitriSoft	285220960	Grundgerät mit Magnetrührer TM 235, mit Stativstange und Elektrodenhalter Z 305, Netzteil 100-240 V, Software TitriSoft 3.3 (TZ 3071)
TL 7500 KF 05	285220810	Volumetrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Wechselaufsatz WA 05, TM 235 KF Titrierstand mit eingebautem Rührer und Pumpe, Titriergefäß TZ 1770, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1100 u. Starterkit, Netzteil 100-240 V
TL 7500 KF 10	285220820	Volumetrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Wechselaufsatz WA 10, TM 235 KF Titrierstand mit eingebautem Rührer und Pumpe, Titriergefäß TZ 1770, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1100 u. Starterkit, Netzteil 100-240 V
TL 7500 KF 20	285220830	Volumetrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Wechselaufsatz WA 20, TM 235 KF Titrierstand mit eingebautem Rührer und Pumpe, Titriergefäß TZ 1770, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1100 u. Starterkit, Netzteil 100-240 V
TL 7500 KF trace M1	285220860	Modul 1, Coulometrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Generatorelektrode TZ 1752 ohne Diaphragma + Anschlusskabel, Magnetrührer TM 235, Stativstange, Titriergefäß TZ 1751, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1150
TL 7500 KF trace M2	285220870	Modul 2, Coulometrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Generatorelektrode TZ 1752 ohne Diaphragma + Anschlusskabel, TM 235 KF Titrierstand mit eingebautem Rührer und Pumpe, Stativstange, Titriergefäß TZ 1754, Mikro-Doppelplatinelektrode KF
TL 7500 KF trace M3	285220880	Modul 3, Coulometrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Generatorelektrode TZ 1753 mit Diaphragma + Anschlusskabel, Magnetrührer TM 235, Stativstange, Titriergefäß TZ 1751, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1150
TL 7500 KF trace M4	285220890	Modul 4, Coulometrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Generatorelektrode TZ 1753 mit Diaphragma + Anschlusskabel, TM 235 KF Titrierstand mit eingebautem Rührer und Pumpe, Stativstange, Titriergefäß TZ 1754, Mikro-Doppelplatinelektrode KF
TL 7500 KF trace M5	285221000	Modul 5, Coulometrischer KF-Titrator, Lieferumfang: Titratoreinheit, Generatorelektrode TZ 1752 ohne Diaphragma + Anschlußkabel, Magnetrührer TM 235, Stativstange, Titriergefäß TZ 1754, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1150
TL 7750	285220240	Grundgerät ohne Magnetrührer, mit Stativstange und Elektrodenhalter Z 305, Netzteil 100-240 V
TL 7750-M1	285220250	Grundgerät mit Magnetrührer TM 235, mit Stativstange und Elektrodenhalter Z 305, Netzteil 100-240 V
TL 7750 KF 05	285220930	TitroLine® 7750 mit KF Zubehör: Lieferumfang: Titratoreinheit, Wechselaufsatz WA 05, TM 235 KF Titrierstand mit eingeb. Rührer und Pumpe, Titriergefäß TZ 1770, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1100 u. Starterkit, Netzteil 100-240 V
TL 7750 KF 10	285220940	TitroLine® 7750 mit KF Zubehör: Lieferumfang: Titratoreinheit, Wechselaufsatz WA 10, TM 235 KF Titrierstand mit eingeb. Rührer und Pumpe, Titriergefäß TZ 1770, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1100 u. Starterkit, Netzteil 100-240 V
TL 7750 KF 20	285220950	TitroLine® 7750 mit KF Zubehör: Lieferumfang: Titratoreinheit, Wechselaufsatz WA 20, TM 235 KF Titrierstand mit eingeb. Rührer und Pumpe, Titriergefäß TZ 1770, Mikro-Doppelplatinelektrode KF 1100 u. Starterkit, Netzteil 100-240 V
TL 7750-TitriSoft	285220970	Grundgerät mit Magnetrührer TM 235, mit Stativstange und Elektrodenhalter Z 305, Netzteil 100-240 V, Software TitriSoft 3.3 (TZ 3071)
TL 7800	285220980	TitroLine® 7800 Grundgerät mit zwei Messeingängen, ein analoger und ein digitaler (IDS)
TL 7800-M1	285220990	TitroLine® 7800 Grundgerät mit zwei Messeingängen, davon ein digitaler (IDS), mit Magnetrührer TM 235
TL 7800-TitriSoft	285221030	Grundgerät zwei Messeingängen, davon ein digitaler Messeingang (IDS), mit Magnetrührer TM 235 und TitriSoft 3.3

## Zubehör für TITRONIC® 500, TitroLine® 7000 / 7500 / 7750 / 7800

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
WA 05	285220300	5 ml Wechselaufsatz mit integrierten Chip für Reagenziendaten, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze
WA 10	285220310	10 ml Wechselaufsatz mit integrierten Chip für Reagenziendaten, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze
WA 20	285220320	20 ml Wechselaufsatz mit integrierten Chip für Reagenziendaten, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze
WA 50	285220350	50 ml Wechselaufsatz mit integrierten Chip für Reagenziendaten, inkl. Braunglasflasche für Titrierreagenz, GL 45 und S 40-Flaschenadapter, Schläuche, Abtropfröhrchen und Titrierspitze
TM 235, 115-230 V	285220400	für Glasgefäße bis maximal 500 ml, Drehzahl stufenlos regelbar von 500 - 2000 U/min. Anschluss an TitroLine® 6000/7000 und TITRONIC® 500
TM 235 KF, 115-230 V	285220900	Titrierstand mit Pumpe; Lieferumfang: Titrierstand mit 1 l DURAN® Vorratsflasche TZ 1791, 1 l DURAN®-Abfallflasche TZ 1792, Trockenflasche, Schläuchen und Verschraubung, Netzteil TZ 1855 (110 ... 240 V)
TZ 1052	285214721	KF-Ausheizofen, 230 V
TZ 1055	285215183	KF-Ausheizofen, 115 V
TZ 1060	285218115	Zubehör für Ausheizofen TZ 1052/TZ1055
TZ 1065	285201973	Durchflussmesser, inkl. Nadeventil und Schautüllen für Gasvolumen (Luft, Stickstoff) von 50 - 500 ml/min.
KF 1100	285102030	Mikro-Doppel-Platin-Elektrode für Karl Fischer Titrations, mit Festkabel, Doppelplatinstift und NS 7,5 für TZ 1770 und TZ 1772
TZ 1748	285216560	Stativstange aus Edelstahl Ø 10 mm für KF Titrationsgefäße
TZ 1770	285216677	Karl Fischer-Titriergefäß. DURAN® Glasgefäß TZ 1775 (ca. 30...150 ml), abnehmbarer Haube aus Polypropylen/ PTFE, je eine Öffnung NS 19, NS 7,5 und 3 Öffnungen mit Verschraubungen, Titrierspitze, Trockenrohr und Wägeschiffchen
TZ 1789	285221120	Starterkit KF bestehend aus Molekularsieb, Spritzen mit Nadeln und Glaswolle
TZ 3863	285220480	USB-Thermodrucker, 112 mm für TitroLine® 6000/7000/7500 KF/7500 KF trace/7750 und TITRONIC® 500
TZ 3864	285220710	Thermopapier für TZ 3863 mit hoher Beständigkeit
TZ 3865	285220440	DIN A4 Standarddrucker, HP PCL-kompatibel, inkl. USB-Verbindungskabel, 230 V

## 5.1 Probenwechsler TW *alpha* plus

„Serienmäßig“ automatisch besser titrieren.

Die Zahl der anfallenden Proben wächst ständig, zugleich erfordert das Arbeiten nach GLP und ISO 900X eine höhere Zuverlässigkeit der Messungen. Die Probenwechsler TW *alpha* plus und TW 7400 helfen Ihnen, diesen gestiegenen Anforderungen gerecht zu werden und qualifizierte Mitarbeiter von Routinearbeiten zu entlasten.

### Steuerung vom Titrator oder vom PC

Den Probenwechsler können Sie von den Titratoren TitroLine® 7000/7750/7800 aus steuern oder, mit der Software TitriSoft über Ihren PC.

### Mehr Flexibilität durch abnehmbare Probenteller

Mit Probentellern bis zu 72 Positionen (TW 7400) und den passenden Titrierköpfen für die unterschiedlichen Bechergößen bzw. Titriergefäße bekommen Sie die Flexibilität, die Sie im Labor brauchen. Ein einfacher Handgriff genügt, um Probenteller und Titrierköpfe auszutauschen. Die jeweilige Tellergröße können Sie bequem in der Methode am TitroLine® 7000/7750/7800 oder im >Titration Center< von TitriSoft einstellen.

### Rühren von „oben“ oder „unten“

Im TW *alpha* plus ist bereits serienmäßig ein Magnetrührer eingebaut, mit dem die Proben von „unten“ gerührt werden können. Optional ist der Einsatz eines Stabrührers zum Rühren von „oben“ möglich. Beim TW 7400 wird von oben gerührt.



TW *alpha* plus mit 16er Probenteller und Pumpe MP 25

TW *alpha* plus mit Probenteller für CSB-Gefäße nach DIN

### Spülen von Elektrode und Titrierspitze

Um die Genauigkeit der Ergebnisse sicherzustellen, werden Elektroden und Titrierspitzen nach jeder Titration gespült. Dies lässt sich z.B. durch Eintauchen der Elektroden und Titrierspitzen in einer Spüllösung durchführen. Wie viele Spülpositionen (max. 3) verwendet und wie lange gespült werden soll, legen Sie in der Methode fest. Ein direktes und schnelles Abspülen der Elektroden und Titrierspitzen kann durch den Anschluss des Spülgerätes MP 25 erfolgen. Dabei wird direkt nach der Titration in die austitrierte Probe gespült. Abschließend kann eine Warteposition angefahren werden, um z.B. pH-Elektroden in eine KCl-Lösung einzutauchen.

### Automatische CSB-Titration

Für die direkte Titration des CSB steht für den TW *alpha* plus ein spezieller Probenteller mit 24 Positionen zur Verfügung

Probenwechsler

## 5.2 Für den großen Probendurchsatz – Der TW 7400

Der neue X/Y-Probenwechsler TW 7400 ist für den besonders hohen Probendurchsatz entwickelt worden. Es stehen drei verschiedene Probenracks von 42, 48 und 72 Positionen und 4 verschiedene Titrationsköpfe zur Verfügung. Die Probenracks und auch die Titrationsköpfe können mit wenigen Handgriffen ausgetauscht werden. Das Probenrack mit den 42 Positionen kann entweder mit 150 oder 250 ml Bechergläsern betrieben werden. Diese Größen kommen insbesondere bei der Wasser- und Umweltanalytik zum Einsatz. Bei diesem Probenrack ist die Verwendung der Spülpumpe MP 25 insbesondere zu empfehlen.

Das Probenrack mit den 72 Positionen kann mit 50 ml Bechergläser und mit speziellen Probengefäßen für ein Probenvolumen bis zu ca. 75 ml verwendet werden. Einsatzgebiete sind die z.B. die Wein- und Getränkeanalytik, pH-Messung in Bodenproben oder auch die Bestimmung der Alkalinität in Meerwasser.

Das Probenrack mit 48 Positionen ist für 100 ml Bechergläser geeignet. Das Einsatzgebiet ist beispielsweise die Weinanalytik.

### Auswahltabelle Probenwechsler

Eigenschaft/Zubehör	TW alpha plus	TW 7400
Rühren von unten mit eingebauten Magnetrührer	■	—
Stabrührer TZ 1847 Geeignet für alle Probensteller / -Racks außer CSB	■	■
Stabrührer TZ 1846 Geeignet nur für CSB Probensteller	■	—
Spülpumpe MP 25. Verwendbar für folgende Probensteller/Racks: TZ 1452, TZ 1459 und TZ 3942	■	■
Probensteller für 12 Positionen TZ 1452 Geeignet für Titriergefäße 250 ml niedrige Form (Standardlieferumfang) und 400 ml hohe Form.	■	—
Probensteller für 12 Positionen TZ 1453 Geeignet für Titriergefäße 600 ml hohe Form TZ 1766	■	—
Probensteller für 16 Positionen TZ 1459 Geeignet für Titriergefäße 150 ml niedrige Form (Standardlieferumfang) und 250 ml hohe Form.	■	—
Probensteller für 16 Positionen TZ 1457 Geeignet für Titriergefäße 100 ml hohe Form (Standardlieferumfang).	■	—
Probensteller für 16 Positionen TZ 1458 geeignet für 100 ml Laborflaschen TZ 1494	■	—
Probensteller für 24 Positionen TZ 1454 Geeignet für Titriergefäße 50 ml hohe Form (Standardlieferumfang) und Titriergefäß für max. 75 ml Probenvolumen (TZ 1786) und Titriergefäß TZ 3973 aus PP	■	—
Probensteller für 24 Positionen TZ 1444 Geeignet für CSB Probengefäße 100 ml nach DIN (nicht im Lieferumfang enthalten!)	■	—
Titrierkopf TZ 1463 mit 7 Öffnungen NS 14 Verwendbar für Probensteller TZ 1459 und TZ 1452	■	—
Titrierkopf TZ 1467 mit 7 Öffnungen NS 14 Verwendbar für Probensteller TZ 1459 und TZ 1452 in Kombination mit Spülpumpe MP 25	■	—
Titrierkopf TZ 1464 mit 4 Öffnungen NS 14 Verwendbar für Probensteller TZ 1457 und TZ 1459	■	—
Mikro-Titrierkopf TZ 1469 mit 4 Öffnungen Verwendbar für Probensteller TZ 1454	■	—
CSB-Titrierkopf TZ 1461 mit 3 Öffnungen Verwendbar für CSB-Probensteller TZ 1444.	■	—
Probenrack für 42 Positionen TZ 3942 Geeignet für Titriergefäße 150 ml niedrige Form (Standardlieferumfang) und 250 ml hohe Form.	—	■
Probenrack für 48 Positionen TZ 3948 Geeignet für Titriergefäße 100 ml hohe Form (Standardlieferumfang)	—	■
Probenrack für 72 Positionen TZ 3972 - Geeignet für Titriergefäße 50 ml hohe Form (Standardlieferumfang) und Titriergefäß für max. 75 ml Probenvolumen (TZ 1786)	—	■
Titrierkopf TZ 3963 mit 7 Öffnungen NS 14 Verwendbar für Probenrack TZ 3942	—	■
Titrierkopf TZ 3967 mit 7 Öffnungen NS 14 Verwendbar für Probenrack TZ 3942 in Kombination mit Spülpumpe MP 25.	—	■
Mikro-Titrierkopf TZ 3969 mit 4 Öffnungen Verwendbar für Probenrack TZ 3948 und TZ 3972	—	■

Wichtig: Die Spülpumpe MP 25 kann nur in Kombination mit den Titrierköpfen TZ 1467, TZ 3967 und den Probenstellern/-Racks TZ 1452, TZ 1459 und TZ 3942 verwendet werden.



TW 7400 mit 42er Probenrack



TW 7400 mit 48er Probenrack



TW 7400 mit 72er Probenrack.

## 5.3 Bestellinformationen: Probenwechsler TW *alpha plus* und TW 7400

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
TW alpha plus, 230 V	1007290	Grundgerät mit integriertem Magnetrührer, inkl. Netzkabel und Verbindungskabel für Stabrührer TZ 1581, 230 V
TW alpha plus, 115 V	1007291	Grundgerät mit integriertem Magnetrührer, inkl. Netzkabel und Verbindungskabel für Stabrührer TZ 1581, 115 V
TW alpha plus 12, 230 V	1007292	Grundgerät TW alpha plus mit Probensteller TZ 1452 für 12 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1463, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 20 Bechergläser 250 ml, niedrige Form, 230 V
TW alpha plus 12, 115 V	1007293	Grundgerät TW alpha plus mit Probensteller TZ 1452 für 12 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1463, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 20 Bechergläser 250 ml, niedrige Form, 115 V
TW alpha plus 16, 230 V	1007294	Grundgerät TW alpha plus mit Probensteller TZ 1459 für 16 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1463, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 20 Bechergläser 150 ml, niedrige Form, 230 V
TW alpha plus 16, 115 V	1007295	Grundgerät TW alpha plus mit Probensteller TZ 1459 für 16 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1463, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 20 Bechergläser 150 ml, niedrige Form, 115 V
TW alpha plus 16-100, 230 V	285225870	Grundgerät TW alpha plus mit Probensteller TZ 1457 für 16 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1464, Netzkabel und 20 Bechergläser 100 ml, hohe Form, 230 V
TW alpha plus 16-100, 115 V	285225880	Grundgerät TW alpha plus mit Probensteller TZ 1457 für 16 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1464, Netzkabel und 20 Bechergläser 100 ml, hohe Form, 115 V
TW alpha plus 24, 230 V	1007296	Grundgerät TW alpha plus mit Probensteller TZ 1454 für 24 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1469, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 30 Bechergläser 50 ml, hohe Form, 230 V
TW alpha plus 24, 115 V	1007297	Grundgerät mit Probensteller TZ 1454 für 24 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1469, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 30 Bechergläser 50 ml, hohe Form, 115 V
TW alpha plus MP, 230 V	1007305	Grundgerät mit Probensteller TZ 1459 für 16 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1467, Spülgerät MP 25, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 20 Bechergläser 150 ml, niedrige Form, 230 V
TW alpha plus MP, 115 V	1007306	Grundgerät mit Probensteller TZ 1459 für 16 Proben, inkl. Titrierkopf TZ 1467, Spülgerät MP 25, Netzkabel, Verbindungskabel TZ 3087 und 20 Bechergläser 150 ml, niedrige Form, 115 V
TW alpha plus CSB, 230 V	1007298	Grundgerät mit Probensteller TZ 1444 für 24 CSB-Proben nach DIN 38 409, inkl. Titrierkopf TZ 1461, Redoxelektrode Pt 5901, Stabrührer TZ 1846, Titrierspitze TZ 1648, Netzkabel und Verbindungskabel TZ 3087, 230 V
TW alpha plus CSB, 115 V	1007299	Grundgerät mit Probensteller TZ 1444 für 24 CSB-Proben nach DIN 38 409, inkl. Titrierkopf TZ 1461, Redoxelektrode Pt 5901, Stabrührer TZ 1846, Titrierspitze TZ 1648, Netzkabel und Verbindungskabel TZ 3087, 115 V
TW 7400	1007400	Basisgerät ohne Titrierkopf und Probenrack. Mit Verbindungskabel TZ 3987 zum Anschluss an Titrator TitroLine® 7XXX, Netzteil 100-240 V
TW 7400-42	285226600	Grundgerät mit Probenrack TZ 3942 für 42 Proben, Titrierkopf TZ 3963, Stabrührer TZ 1847 und FEP-Schlauch (5 m), 100-240 V
TW 7400-48	285226620	Grundgerät mit Probenrack TZ 3948 für 48 Proben, Titrierkopf TZ 3964, Stabrührer TZ 1847 und FEP-Schlauch (5 m), 100-240 V
TW 7400-72	285226630	Grundgerät mit Probenrack TZ 3972 für 72 Proben, Titrierkopf TZ 3969, Stabrührer TZ 1847 und FEP-Schlauch (5 m), 100-240 V
TW 7400-42 MP	285226610	Grundgerät mit Probenrack TZ 3942 für 42 Proben, Titrierkopf TZ 3967, Stabrührer TZ 1847, Spülpumpe MP 25 und FEP-Schlauch (5 m), 100-240 V

## Zubehör für Probenwechsler TW *alpha plus* und TW 7400

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
TZ 1444	285213836	Probensteller für TW alpha plus für 24 CSB-Gefäße nach DIN 38 409
TZ 1452	285214927	Probensteller für TW alpha plus für 12 Probengefäße, inkl. 20 Bechergläser 250 ml, niedrige Form
TZ 1453	285213853	für 12 Probengefäße, inkl. 20 Bechergläser 600 ml, hohe Form
TZ 1454	285213844	Probensteller für TW alpha plus für 24 Probengefäße, inkl. 30 Bechergläser 50 ml, hohe Form
TZ 1457	285213869	für 16 Probengefäße, inkl. 20 Bechergläser 100 ml, hohe Form
TZ 1458	285213918	für 16 Probengefäße, inkl. 20 Laborflaschen 100 ml
TZ 1459	285213166	Probensteller für TW alpha plus für 16 Probengefäße, inkl. 20 Bechergläser 150 ml, niedrige Form
TZ 1463	285213647	Titrierkopf für TW alpha plus für 12er (TZ 1452) und 16er Probensteller (TZ 1459) mit 7 Bohrungen NS 14,5
TZ 1464	285213654	für Probensteller TZ 1457 (16 Positionen) mit 4 Öffnungen unterschiedlicher Größe
TZ 1467	285213671	Titrierkopf für TW alpha plus für 12er (TZ 1452) und 16er Probensteller (TZ 1459) mit 7 Bohrungen NS 14,5, inkl. Spritzschutz und Spritzdüse
TZ 1469	285213884	Titrierkopf für TW alpha plus für 24er Probensteller TZ 1454 mit 4 x Öffnungen (2 x NS 14,5 und 2 x NS 7,5). und 1 Adapter für Mikroelektroden mit 6 mm Durchmesser
TZ 3942	285217790	Probenrack für TW 7400 mit 42 Positionen für 150 ml Bechergläser niedrige Form oder 250 ml Bechergläser hohe Form
TZ 3948	285217800	Probenrack für TW 7400 mit 48 Positionen für 100 ml Bechergläser niedrige Form
TZ 3972	285217810	Probenrack für TW 7400 mit 72 Positionen für 50 ml Bechergläser hohe Form
TZ 1844	285213199	Stabrührer, mittlere Ausführung (120 mm) mit NS 14,5
TZ 1846	285215134	Stabrührer, lange Ausführung mit NS 14,5 für CSB-Reaktionsgefäße nach DIN 38 409, Teil 41 zu Probenwechsler TW alpha plus
TZ 1847	285215175	Stabrührer, kurze Ausführung mit NS 14,5 für Titrierkopf TZ 1463, TZ 1467, TZ 1469, TZ 3942, TZ 3948 und TZ 3972
TZ 1545	285214232	Magnetrührstäbchen 30 mm, 10 Stück für TW alpha plus
MP 25	285216005	Membranpumpe MP 25 mit Zubehör (Vorratsflasche, Schlauchverbindungen, Spüldüse, Verbindungskabel) für TW alpha plus und TW 7400, 100-240 V

## Datenkabel

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
TZ 3840	285220690	USB-Verbindungskabel, Typ A (M) --- USB Typ B (M), 1,8 m
TZ 3081	1007979	TW alpha plus <-> Mettler AB-S, PG - Waagen, 5 m
TZ 3082	1007977	TW alpha plus <-> Sartorius-Waagen, 5 m
TZ 3087	1007976	TitroLine® 7000, TitroLine® 7750, TitroLine® 7800, TITRONIC® 500 oder TITRONIC® 300 <-> TW alpha plus, 1,5 m
TZ 3091	285223504	TITRONIC® 300, TITRONIC® 500 TitroLine® 5000, TitroLine® 6000, 7000, 7750, 7800 7500 KF, 7500 KF trace <-> PC, 5 m
TZ 3092	285223529	TitroLine® 6000,7000, 7750, 7800, 7500 KF, 7500 KF trace <-> Sartorius
TZ 3094	285223545	TITRONIC® 300 <-> TITRONIC® 300, TITRONIC® 500 <-> TITRONIC® 500, TitroLine® 7000 <-> TitroLine® 7000
TZ 3097	285223578	TITRONIC® 300, TITRONIC® 500 TitroLine® 5000, TitroLine® 6000, 7000, 7750, 7800 7500 KF, 7500 KF trace <-> PC, 1,5 m
TZ 3099	285223594	TitroLine® 6000,7000, 7750, 7800, 7500 KF, 7500 KF trace <-> Mettler AB-S, PG - Waagen, 1,5 m
TZ 3193	285223600	TITRONIC® 300, TITRONIC® 500 TitroLine® 5000, TitroLine® 6000, 7000, 7750, 7800 7500 KF, 7500 KF trace <-> PC, 15 m
TZ 3891	285223465	TITRONIC® 300, TITRONIC® 500 TitroLine® 5000, TitroLine® 6000, 7000, 7750, 7800 7500 KF, 7500 KF trace <-> PC, 10 m
TZ 3987	285217860	TitroLine® 7000, TitroLine® 7750, , TitroLine® 7800, TITRONIC® 500 oder TITRONIC® 300 <-> TW 7400, 1,5 m

# 6.1 TitriSoft 3.3 – Bestechend einfach und stark in der Leistung

Die Titrationssoftware TitriSoft 3.3 ist die optimale Lösung für Ihre Titrationsaufgaben. Die Software arbeitet unter Windows Version 7, 8.1 und 10 und unterstützt Ihren täglichen Arbeitsablauf bei der Probenvorbereitung, Titration und Auswertung der Ergebnisse. Übersichtlichkeit und Logik standen beim Aufbau der Software im Vordergrund.

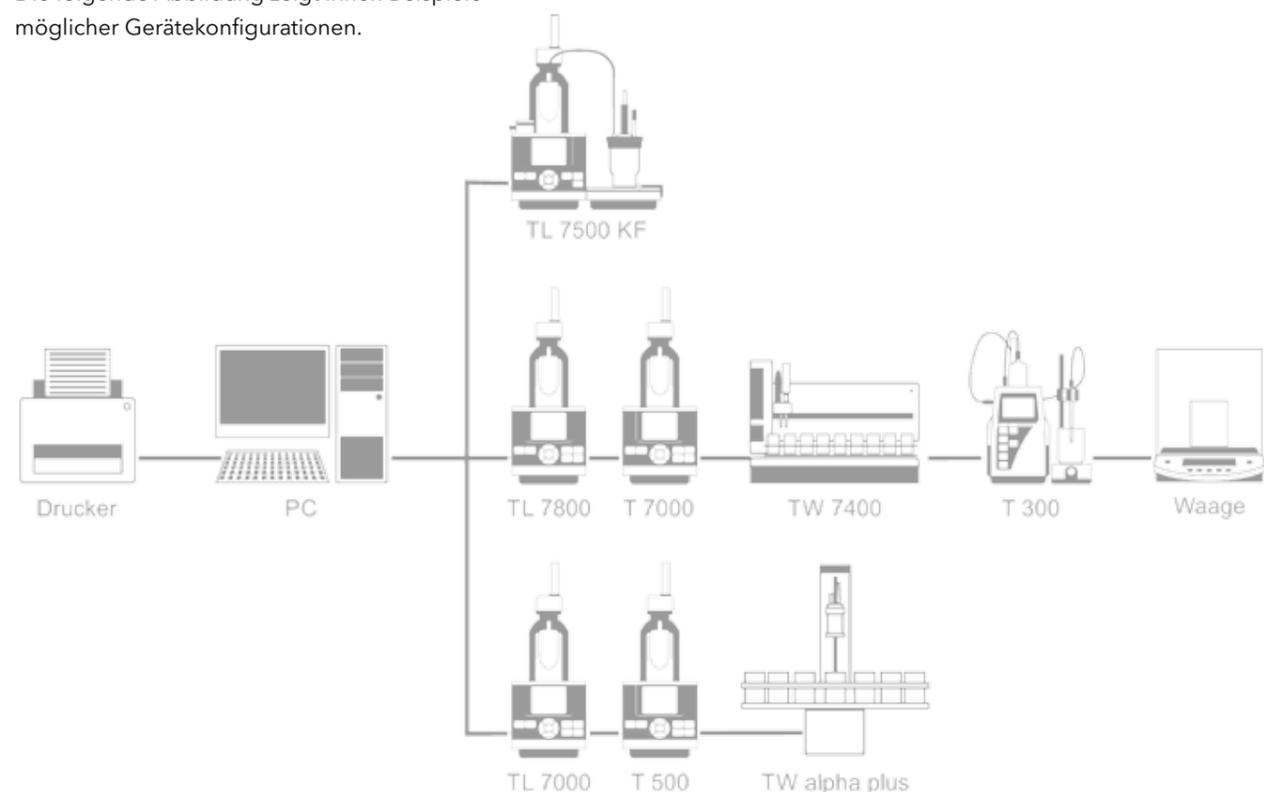
### Anschlussmöglichkeiten

TitriSoft 3.3 ermöglicht Ihnen, folgende Geräte mit Ihrem PC anzusteuern:

- Titratoren (TitroLine® 7000, 7750, 7500 KF, 7500 KF trace und alpha plus)
- Probenwechsler (TW alpha plus, TW 7400, TW alpha und TW 280)
- Kolbenbüretten TITRONIC® (300, 500, universal, 110/200 und 110 plus)
- Waagen

Die Titrationshardware können Sie an beliebige, freie USB oder serielle Schnittstellen Ihres PCs anschließen. Jede dieser Schnittstellen gestattet unterschiedliche Geräte-Zusammenstellungen (Konfigurationen). Zur Automatisierung von Titrations wird z. B. der TitroLine® 7800 mit unserem Probenwechsler TW alpha plus von der Software gesteuert. Für komplexere Titrationsaufgaben mit Probenvorbereitung können Sie zunächst mit Kolbenbüretten dosieren. Die Titration führen Sie anschließend mit einem TitroLine® 7000, 7750 oder 7800 durch. Natürlich können Sie die Software auch ausschließlich für Dosieraufgaben mit Kolbenbüretten einsetzen.

Die folgende Abbildung zeigt Ihnen Beispiele möglicher Gerätekonfigurationen.



### Systemvoraussetzungen

Für das optimale und schnelle Arbeiten mit TitriSoft 3.3 sollte Ihr System mindestens über folgende Spezifikationen verfügen:

**Schnittstelle:** eine freie USB- oder RS232-Schnittstelle pro Konfiguration

**Computer:** mindestens Pentium Dual-Core ab 2 GHz. Empfohlen Pentium ab I3

**Betriebssystem:** Windows 7, 8.1 oder 10 (32 oder 64 bit)

**RAM:** mindestens 2 GB, empfohlen 4 GB oder mehr

**Festplatte:** mindestens 200 MB freier Speicherplatz

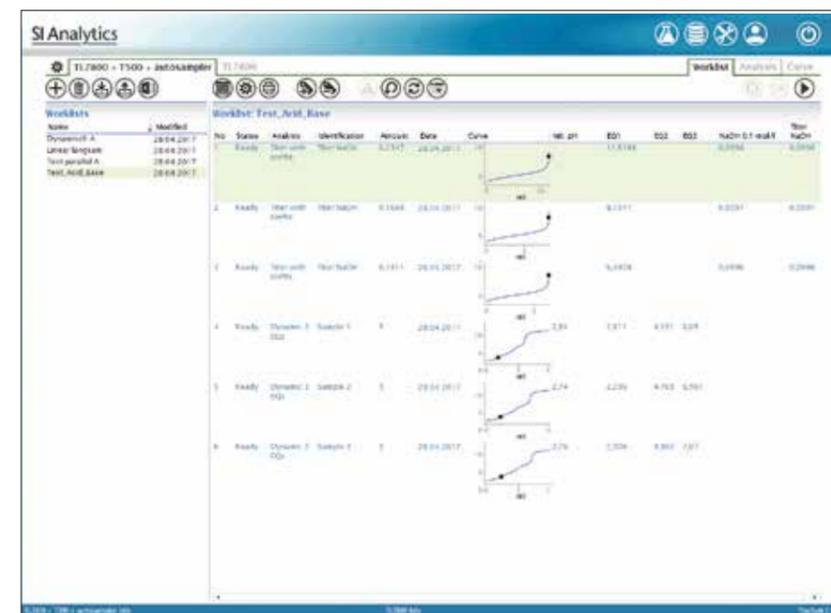
**Grafikkarte:** Auflösung mindestens 1280 x 1024, empfohlen 1920 X 1200

### ›Titrations Center‹, das Hauptmenü

Die unterschiedlichen Aufgaben der Software sind in fünf verschiedene Bereiche unterteilt:

- der Systemkonfiguration („Settings“),
- der Datenbank („Database Center“),
- die Methodenerstellung („Analysis“),
- den Arbeitslisten („Worklists“)
- und der Messkurve („Curve“)

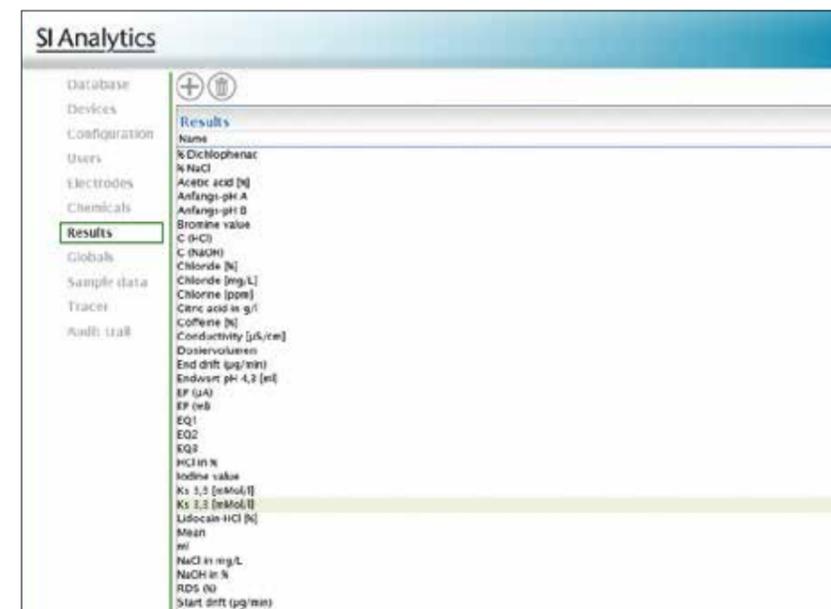
Die einzelnen Bereiche können jederzeit direkt oben an der Leiste ausgewählt werden.



Titration Center

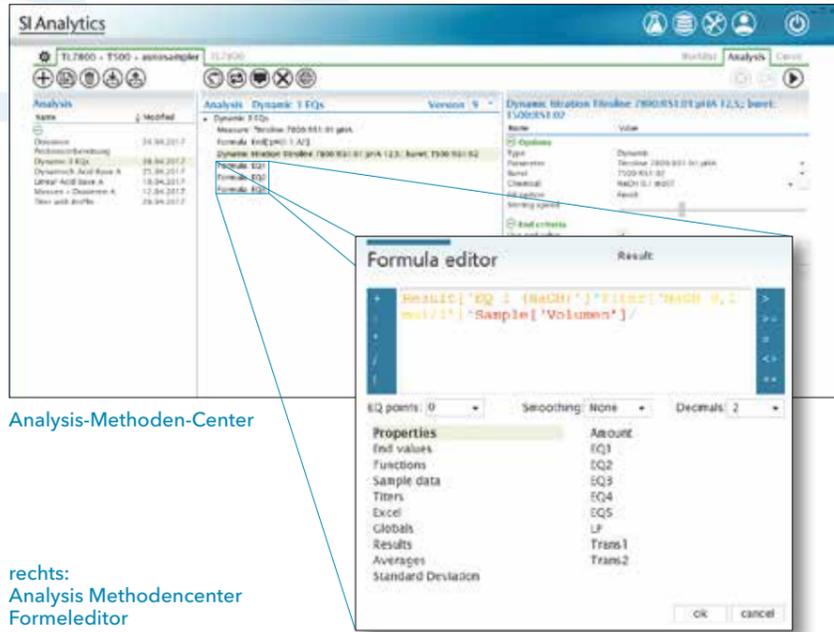
### ›Settings‹, die System-Konfiguration

In der Systemkonfiguration werden die verschiedenen Benutzer (User) vom Administrator angelegt. Details zur Benutzer/Anwenderverwaltung finden Sie auf Seite 53. In der Systemkonfiguration werden zusätzlich noch Daten zu Elektroden, Chemikalien, Ergebnissen, Globalen Speichern und Ergebnissen abgelegt bzw. können auch angelegt werden.



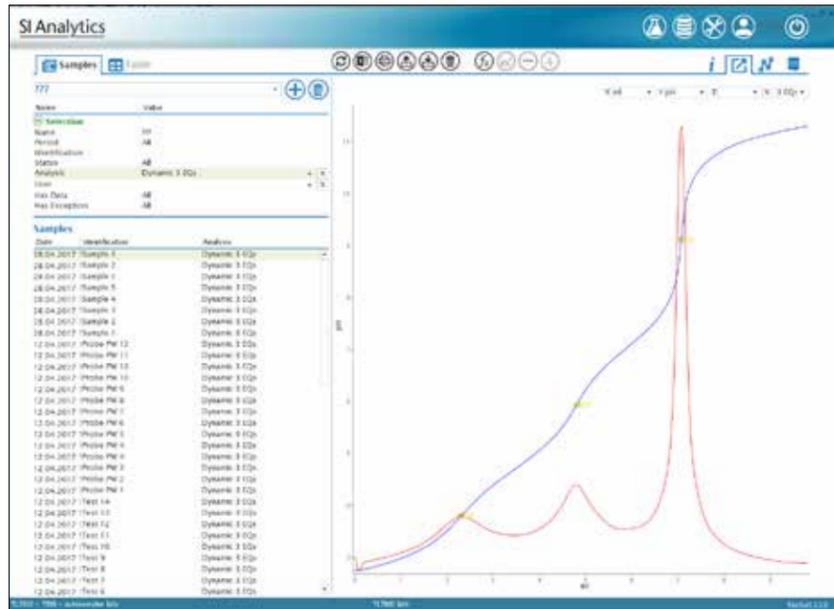
System Konfiguration

# TitriSoft 3.3



Analysis-Methoden-Center

rechts:  
Analysis Methodencenter  
Formeleditor



Datenbank Center - Samplesansicht

## ›Analysis‹, Ihr Methoden-Center

Hier richten Sie Ihre Titrationsmethoden ein und speichern sie. Dabei können Sie selbst komplexe Methoden mit wenigen Mausklicks erstellen. Die Einstellung der Titrationsparameter wird durch Standardeinstellungen für die Drift und Dynamik vereinfacht. Dem Methodenablauf ist durch Funktionen wie Wartezeit, IF-Schleifen, Wiederholungen, Dosierungen und Messungen neben den eigentlichen Titrationsparametern und Berechnungsformeln kaum eine Grenze gesetzt. Die Anzahl und der Inhalt der Berechnungsformeln sind praktisch unbegrenzt.

## ›Database‹, Ihre Datenbank

Titrationen, Ergebnisse und Messwerte sowie die Messmethode aller durchgeführten Titrationen werden automatisch in der Datenbank gespeichert. Diese Daten können Sie anhand von Probenbezeichnung, Datum, Anwender und Methode sekundenschnell selektieren und abrufen.

Die Informationen der durchgeführten Titrationen können Sie sich als Grafik, Ergebnis- oder Messwertauflistung darstellen lassen. Jede gespeicherte Titration können Sie Ihren Bedürfnissen entsprechend nachträglich optimieren, z.B. können Sie nachträgliche Berechnungen hinzufügen, speichern und zusammen mit der Kurve ausdrucken. Ein nachträglicher Datenexport in ASCII- oder Excelformat ist jederzeit einfach möglich. In der TitriSoft 3.3 sind neue Filterfunktionen hinzugekommen. Es lassen sich individuelle Filter nach Datum, Anwender, Methode einstellen und die ausgewählten Datensätze werden dann anschließend als Tabellenform aufgelistet. Diese Ergeb-

nislisten können ebenfalls im Excel-Format exportiert, ausgedruckt oder als PDF gespeichert werden.

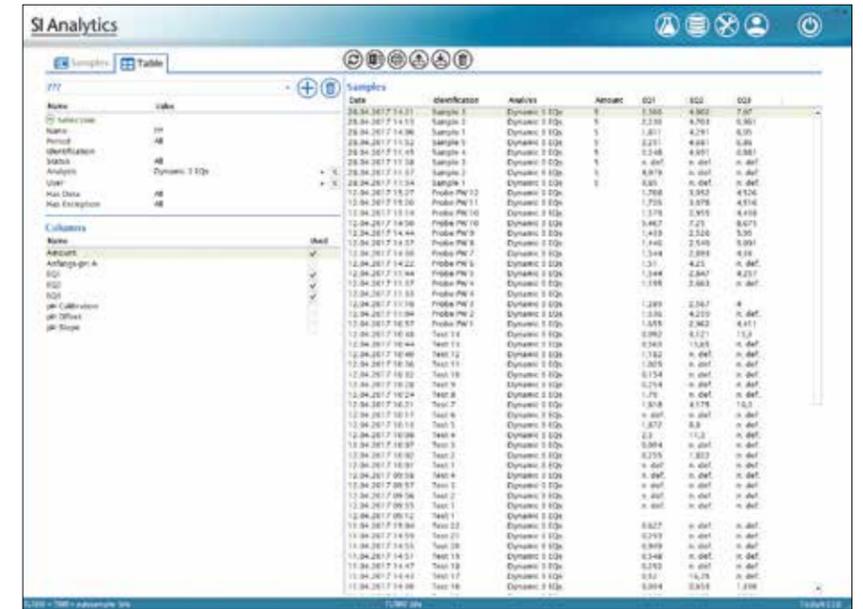
## ›Worklists‹, Ihr übersichtlicher Arbeitsplatz

In ›Worklists‹ führen Sie Ihre täglichen Arbeiten durch, d.h. Sie wählen die Methoden aus, geben die Probenbezeichnungen und Einwaagen ein, starten die Arbeitsliste und bekommen die Ergebnisse nach der Titration angezeigt und auf Wunsch ausgedruckt. Die einzelne Arbeitsliste zeigt Ihnen die einzelnen Proben mit den dazugehörigen Methoden und deren Eigenschaften wie Probenbezeichnung, Nummer, Status, Datum, Uhrzeit, Ergebnisse und andere frei konfigurierbare Probenparameter wie z. B. die Dichte.

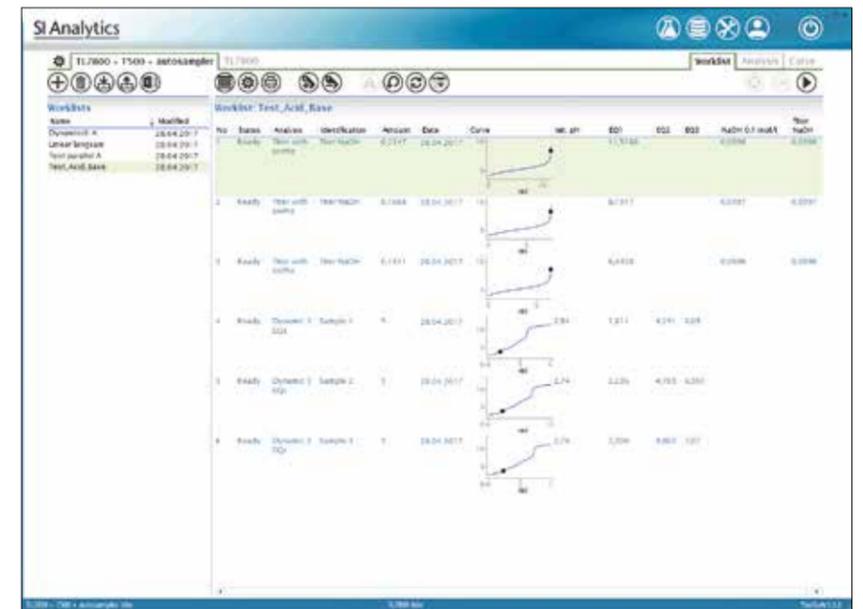
Während der Titration können Sie in der Worklist direkt und auch unter „Curve“ den Titrationsvorgang beobachten. Es ist aber auch problemlos möglich, die Proben im Hintergrund abzuarbeiten und den PC in dieser Zeit für andere Aufgaben zu nutzen oder parallel eine weitere Titration einer anderen Konfiguration zu starten.

Beim Arbeiten mit den Probenwechslern TW *alpha* plus und TW 7400 können verschiedene Einstellungen, wie Überspringen leerer Positionen, Spül- und Warteoptionen eingestellt werden.

Für die Art und Form der Dokumentation, die den Richtlinien von GLP und ISO 9000 entspricht, besteht neben dem Ausdruck als Tabelle, der Liste mit Kurven oder dem Einzelausdruck mit Kurve, die Möglichkeit, die Ergebnisse in ASCII oder Excel-/CSV-Format zu speichern. Damit kann man die Ergebnisse z.B. direkt in ein LIMS transferieren.



Datenbank Center - Tabellenansicht, gefiltert



Titrations Center - Worklists

## 6.2 TitriSoft 3.3 P – einfach sicher ...

Das „P“ steht hier nicht nur für professionell, sondern speziell für den Begriff „Pharma“. Die Standard-Version TitriSoft 3.3 ist selbstverständlich genauso professionell in Umfang und Leistung wie die Version 3.3 P. TitriSoft 3.3 P erfüllt im Unterschied zu der Standard-Version alle Anforderungen der FDA-Vorschrift 21 CFR Part 11 in Bezug auf „Electronic Records“, „Electronic Signature“ und „Audit Trail“.

FDA ist die Food and Drug Administration der USA und beschreibt mit 21 CFR Part 11 den Umgang mit elektronisch abgespeicherten Daten („Electronic Records“) und der Erstellung von elektronischen Unterschriften („Electronic Signature“). Diese Verordnung ist verbindlich für alle Firmen, die in den USA Produkte oder Dienstleistungen im Bereich Medizin, Pharma oder Lebensmittel anbieten.

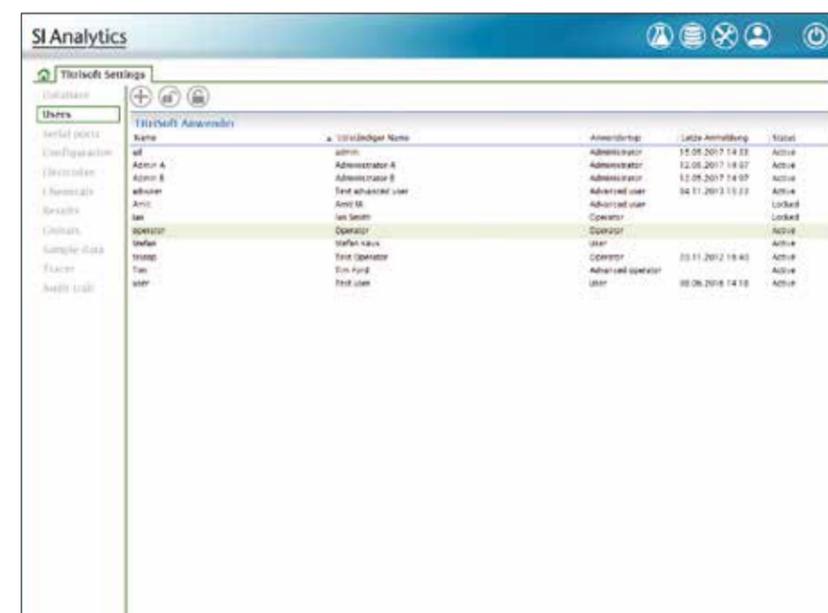
### Systemvoraussetzungen

Die Computersystemvoraussetzungen für TitriSoft 3.3 P sind identisch mit denen der Standardversion.

### Anwenderverwaltung (Controlled Access)

Durch die Anwenderverwaltung ist gewährleistet, dass die richtigen Personen Zugriff zu den einzelnen Funktionen bekommen. So wie es Ihre Sicherheitspolitik in der Firma und die FDA-Anforderungen vorschreiben.

Es gibt fünf Zugriffsebenen vom „Operator“, der die Routinetitrationsen abarbeitet ohne Zugriff auf die Methoden der Datenbank, bis zum „Advanced user/ Laborleiter“, der Methoden freigeben kann. Der Administrator in der höchsten Ebene legt die Benutzer an und weist Ihnen Ihre Zugriffsrechte zu. Er darf sogar löschen, aber natürlich nur dann, wenn vorher von der Datenbank eine Sicherheitskopie erzeugt wurde. Dies geschieht automatisch.



Anwenderverwaltung

## Unterschiede TitriSoft 3.3 und 3.3 P

Funktionen	TitriSoft 3.3	TitriSoft 3.3 P
Elektronische Aufzeichnungen (Electronic records)	■	■
Elektronische Unterschriften (Electronic Signatures)	—	■
Rückführbarkeit (Audit Trail)	—	■
Anwenderverwaltung (Controlled Access)	■	■
Datensicherung (Copies of Records)	■	■
Einfachste Arbeitsweise	■	■
Alle Titrationsarten	■	■
Komfortable Arbeitslisten	■	■
Online Titrationskurven	■	■
Übersichtliche Dokumentation	■	■
Perfekte Titrationskontrolle per PC	■	■
Parallele Titration (mit mehreren Konfigurationen, aber auch mit TL 7800 und einer Kolbenbürette (siehe Seite 55))	■	■

Anwenderstufen	Operator	Advanced Operator	User	Advanced User	Administrator
Arbeitslisten/Worklists starten	■	■	■	■	■
Arbeitslisten/Worklists -Einstellungen verändern	—	—	■	■	■
Arbeitslisten/Worklists löschen	—	—	—	■	■
Datenbank, Ergebnisse erneut ausgeben / Nachberechnungen durchführen	—	■	■	■	■
Methoden erstellen	—	—	■	■	■
Methoden löschen	—	—	■ 1), 2)	■ 1), 2)	■ 1), 2)
Systemkonfiguration allgemein	—	—	—	■	■
Systemkonfiguration Benutzer anlegen / deaktivieren	—	—	—	—	■

1) Eine Methode darf nur gelöscht werden, wenn noch keine Titration/Messung durchgeführt wurde.  
2) Nur für Pharmaversion: Wenn eine Methode oder Ergebnis freigegeben wurde, darf Sie nicht mehr gelöscht werden. Der Administrator darf Ergebnisse löschen. Aber es wird automatisch eine Kopie der Datenbank vor dem Löschvorgang erzeugt.

## 6.3 Bestellinformationen TitriSoft 3.3 / 3.3 P

Typ-Nr.	Bestell-Nr.	Beschreibung
TZ 3071	285220717	Titrationsoftware TitriSoft 3.3 für alle TitroLine® 7XXX Titratoren, sowie Kolbenbüretten TITRONIC® 300/500
TZ 3072	285220727	Titrationsoftware TitriSoft 3.3 P wie Version 3.3, jedoch 21 CFR, Teil 11 konform

Name	Datum	Tabelle	Aktion	Beschreibung	Kommentar
48	13.03.2017 18:28	AppUser	UserLogin	all	
49	13.03.2017 18:41	Analyst	NewRow	HC	method "ph strong acid" was copied to HC method
51	13.03.2017 18:57	AppUser	UpdateRow	Admin A	
52	13.03.2017 18:57	AppUser	UserLogout	Admin A	
53	13.03.2017 18:57	Analyst	UpdateRow	HC	Annotation A has linked to method HC
54	13.03.2017 18:57	Analyst	Review	HC	
55	13.03.2017 18:57	AppUser	UpdateRow	Admin B	
56	13.03.2017 18:57	AppUser	UserLogout	Admin B	
57	13.03.2017 18:58	Analyst	UpdateRow	HC	Admin B has approved the method HC
58	13.03.2017 18:58	Analyst	UpdateRow	HC	
59	13.03.2017 18:58	Analyst	UpdateRow	HC	
60	13.03.2017 18:58	Analyst	UpdateRow	HC	
61	13.03.2017 18:58	Analyst	UpdateRow	HC	
62	13.03.2017 18:58	Analyst	UpdateRow	HC	
63	13.03.2017 18:58	Analyst	UpdateRow	HC	
64	13.03.2017 18:58	AppUser	UpdateRow	Admin A	
65	13.03.2017 18:58	AppUser	UserLogout	Admin A	
66	13.03.2017 18:59	Sample	UpdateRow	Test 2 StatusReady	
67	13.03.2017 18:59	Sample	Review	Test 2 StatusReady	Admin A has seen the result
68	13.03.2017 19:00	AppUser	UpdateRow	Admin B	
69	13.03.2017 19:00	AppUser	UserLogout	Admin B	
70	13.03.2017 19:00	Sample	UpdateRow	Test 2 StatusReady	
71	13.03.2017 19:00	Sample	Review	Test 2 StatusReady	Admin B has approved the result
72	13.03.2017 19:00	Analyst	UpdateRow	HC	
73	13.03.2017 19:00	Analyst	UpdateRow	HC	
74	13.03.2017 19:00	AppUser	NewRow	Stefan	
75	13.03.2017 19:00	AppUser	UpdateRow	Stefan	
76	13.03.2017 19:00	AppUser	UpdateRow	Stefan	
77	13.03.2017 19:00	AppUser	UserLogout	Stefan	
78	13.03.2017 19:00	AppUser	UpdateRow	Stefan	
79	13.03.2017 19:00	AppUser	UpdateRow	Stefan	
80	13.03.2017 19:00	Analyst	UpdateRow	Cs and Ws	
81	13.03.2017 19:00	AppUser	UpdateRow	all	
82	13.03.2017 19:07	AppUser	UserLogout	all	
83	13.03.2017 19:07	AppUser	NewRow	Tim	

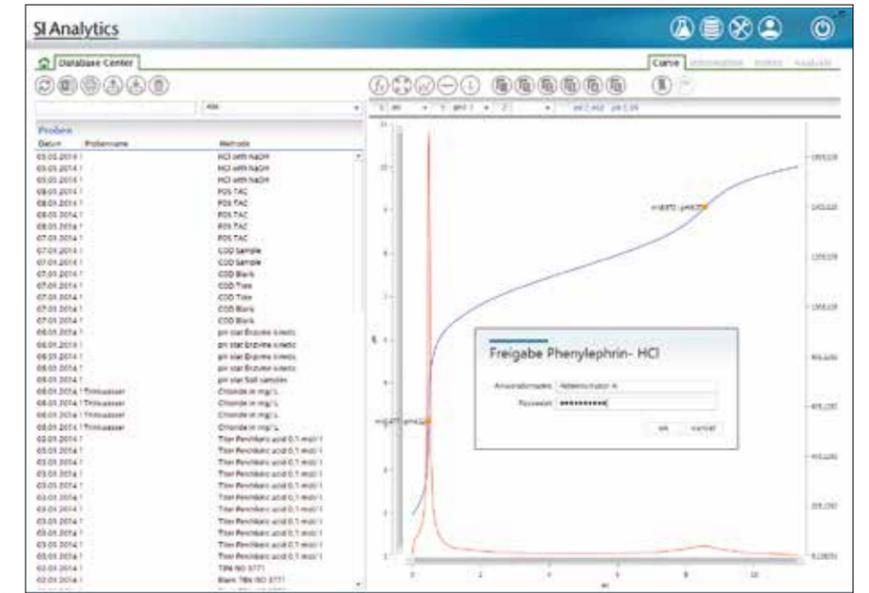
Audit trail

## Rückverfolgbarkeit (Audit Trail)

21 CFR Part 11 schreibt vor, dass jede Erstellung, Abspeicherung oder Änderung von „Records“, also z.B. das Erstellen von Methoden, das Ändern von Passwörtern oder das Abspeichern von Titrationsergebnissen, einen Eintrag im „Audit Trail“ erzeugen. Bei TitriSoft 3.3 P wird automatisch von jedem Schreibzugriff auf die Datenbank ein Eintrag in dieser Tabelle, dem Audit Trail, erzeugt. Dazu werden automatisch die lokale und die Standardzeit mitgespeichert. Bei jedem Eintrag wird zusätzlich ein Kommentar abgefragt und in der Tabelle der Datenbank eingetragen. Der Audit Trail kann jederzeit ausgedruckt bzw. es kann eine menschenlesbare digitale Kopie, eine PDF-Datei, erzeugt werden.

## Elektronische Unterschriften (Electronic Signature)

Auch digitale Analysenergebnisse müssen so vertrauenswürdig sein, wie nach einer sorgfältigen manuellen Prüfung und klassischen Unterschrift. Alle elektronischen Aufzeichnungen können automatisch zur Freigabe mit einer digitalen Unterschrift versehen werden. Aus Sicherheitsgründen gibt der Prüfer seinen Namen und ein zusätzliches Kennwort ein. Die elektronische Unterschrift wird zusammen mit der Funktion des Unterzeichners, Grund der Unterschrift, Datum und Uhrzeit abgespeichert.



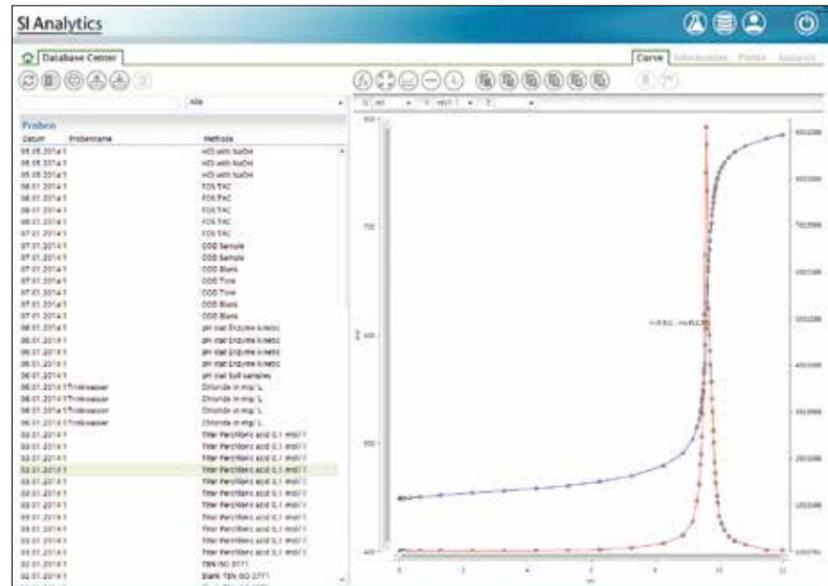
Elektronische Unterschriften

# 6.4 "Parallele" Titration mit TitroLine® 7800 und TitriSoft 3.3/3.3 P

In Kombination mit der neuen TitriSoft 3.3/3.3 P kann man mit einem TitroLine® 7800 und einer Kolbenburette TITRONIC®300/500 eine sogenannte „parallele“ Titration durchführen. Das heißt Sie benötigen nur einen Titrator und eine Kolbenburette um zwei Titration gleichzeitig, parallel durchführen zu können.

Typisches Beispiel:

Mit einem TitroLine® 7800 und einem Probenwechsler werden in einer Konfiguration Säure-Base Titrationen durchgeführt. Die pH-Elektrode ist am Messeingang A angeschlossen. Gleichzeitig wird mit einer zweiten Konfiguration eine Titration von Chlorid durchgeführt. Die Silberelektrode ist am Messeingang B angeschlossen. Die Titration wird mit einer Kolbenburette TITRONIC®500 durchgeführt.



Elektronische Aufzeichnungen

## Elektronische Aufzeichnungen (Electronic Records)

Die 21 CFR Part 11 schreibt die Sicherstellung und Aufbewahrung der erzeugten Ergebnisse über mehrere Jahre vor. Neben der regelmäßigen Erstellung von Sicherheitskopien der kompletten Datenbank können auch automatisch oder manuell menschenlesbare digitale Kopien der Ergebnisse, Methoden, Arbeitslisten, Audit Trails, der Anwenderverwaltung und der Konfiguration(en) erzeugt werden. Dazu ist ein PDF-Writer in der Software bereits mit eingebunden. Die zusätzliche Anschaffung einer externen und teuren Software zur Erzeugung von PDF-Dateien ist daher nicht notwendig.

Selbstverständlich ist die Datenbank vor externen Zugriffen durch ein Passwort geschützt.

Configuration	Status
TL7800 + autosampler	Idle
TL7800 + T500	Idle

Paralleltitration

## 7. Elektroden für die Titration

Die ideale Kombination für zuverlässige Messergebnisse:

**SI Analytics Sensoren und Titratoren**



## Inhaltsverzeichnis Titrations Elektroden

7.	SI Analytics Titrations Elektroden	Seite 56
7.1	Unsere Laborelektroden	Seite 59
7.2	IDS- Elektroden	Seite 60
7.3	ScienceLine	Seite 64
7.3.1	pH-Einstabmessketten	Seite 66
7.3.2	pH-Einstabmessketten mit Temperaturfühler	Seite 68
7.3.3	Mikro pH-Einstabmessketten	Seite 70
7.3.4	Metall-Einstabmessketten	Seite 72
7.3.5	Einzel-Elektroden: pH-Glas- und Metallelektroden	Seite 74
7.3.6	Einzel-Elektroden: Bezugslektroden	Seite 76
7.3.7	Leitfähigkeitsmesszellen mit Festkabel	Seite 78
7.3.8	Sensoren für Ammoniak, Natrium, Sauerstoff und Ionenselektive Indikatorelektroden	Seite 80
7.4	Widerstandsthermometer	Seite 82
7.5	OptiLine 6	Seite 84
7.6	Lösungen	Seite 86
7.7	Elektrodenzubehör	Seite 91
7.8	Anschlusskabel	Seite 91

Die richtige Elektrode für die Titrationsanwendung ist von entscheidender Bedeutung für die Richtigkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Um Ihnen bei der Auswahl der richtigen Elektrode behilflich zu sein, haben wir für die wichtigsten Anwendungen die passenden Elektroden zusammengestellt.

Anwendung	Elektrode ohne Temp.-Fühler	Elektrode mit integriertem Temp.-Fühler
<b>Säure Base-Titrationsen</b>		
wässrig, allgemein starke Säure und Basen	A 7780	A 7780 1M-DIN-ID
wässrig, schwierige Anwendungen	N 62, N 61	A 162-2M-DIN-ID
Kjeldahl	A 7780	A 7780 1M-DIN-ID
Säure- und Basenkapazität	N 62, N 61	A 162-2M-DIN-ID
Ionenarme Medien	N 64	A 162-2M-DIN-ID
Kleine Probenmengen	N 5900 A	A 157
Titration im Probenwechsler (100 – 250 ml Gefäße)	N 65	A 162-2M-DIN-ID
Titration im Probenwechsler (50 ml Gefäße, Mikro)	N 5900 A	—
<b>Nichtwässrige Säure-Base-Titrationsen</b>		
Säurezahl in Ölen (TAN)	N 6480 eth, OptiLine 6	—
OH-Zahl, NCO-Zahl, FFA Verseifungszahl ...	N 6480 eth	—
Basenzahl in Ölen (ISO 3771/ASTM 2896)	N 6480 eis, N 6480 eth, OptiLine 6	—
Epoxidzahl	N 6480 eis, N 6480 eth	—
Titrationen mit Perchlorsäure/Eisessig	N 6480 eis, N 6480 eth, OptiLine 6	—
<b>Fällungstiteration</b>		
Halogenide (Chlorid ..., „Salz“)	AgCl 62, AgCl 62 RG	—
Halogenide Probenwechsler	AgCl 65, AgCl 62 RG	—
Pseudohalogenide (Cyanid ...)	Ag 6280, Ag 62 RG	—
Tenside	TEN 1100*	—
<b>Redox-titrationsen</b>		
Allgemein, Iodometrie, Permanganometrie, Cerimetrie	Pt 62, Pt 6280, Pt 62 RG	—
Iodzähl, Peroxidzahl	Pt 61, Pt 62, Pt 62 RG	—
CSB	Pt 61	—
Probenwechsler allgemein	Pt 6580	—
Probenwechsler CSB	Pt 5901	—
Deadstop (SO <sub>2</sub> , Bromzahl ...) allgemein	Pt 1200	—
Deadstop (SO <sub>2</sub> , Bromzahl) Probenwechsler allgemein und Titrationsgefäße	Pt 1400	—
Deadstop (SO <sub>2</sub> , Bromzahl ...) Probenwechsler Mikro	KF 1100	—
KF-Titrationsen	KF 1100	—
<b>Komplexometrische Titrationsen</b>		
Wasserhärte (Ca und Mg getrennt)	Ca 1100 PLH, OptiLine 6	—
Wasserhärte gesamt	Cu 1100 PLH, OptiLine 6	—
Kupfer, Zink, Nickel, Aluminium ...	Cu 1100 PLH, OptiLine 6	—

\* Hier ist eine passende Referenzelektrode notwendig. B 2920+ bzw. B 3520+

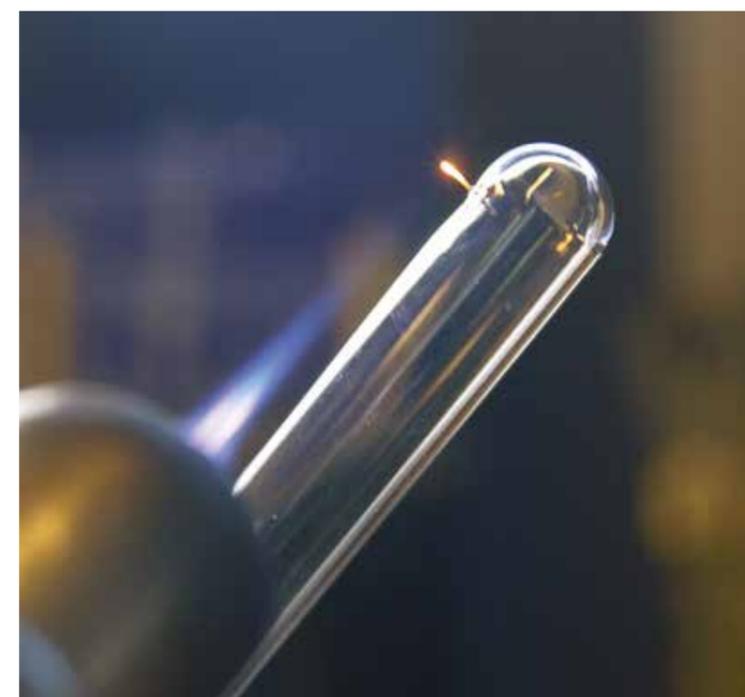
## 7.1 Unsere Laborelektroden - applikationsorientiert und perfekt abgestimmt

Der Anspruch an Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Geschwindigkeit, Komfort und vor allem an die Sicherheit der pH-Messung ist äußerst hoch. Dabei gleicht keine Messung der anderen. Unterschiedlichste Zusammensetzungen, Temperaturen, Leitfähigkeiten und Viskositäten der Proben sowie Messbedingungen ergeben eine unendliche Zahl von unterschiedlichen Anwendungen. Diese Ansprüche an die pH-Messung können nur applikationsorientierte und perfekt aufeinander abgestimmte Systeme aus Elektroden, Messgeräten und Pufferlösungen

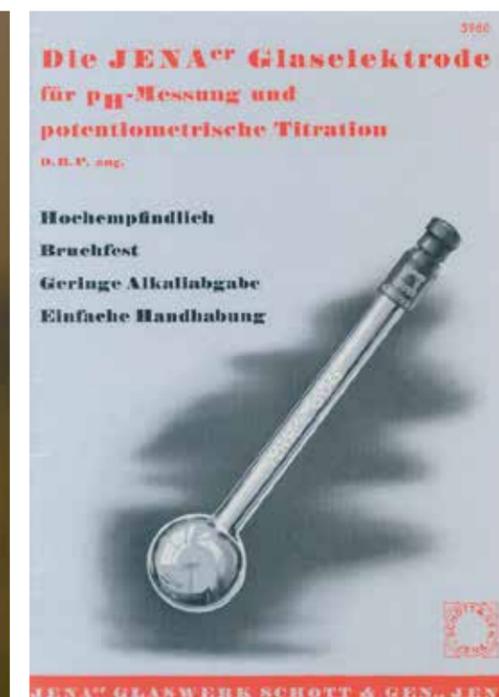
erfüllen, wie wir von SI Analytics sie liefern.

Ein sehr wichtiger Baustein in dem System ist dabei die pH-Elektrode, die in direktem Kontakt mit der Probe steht und das Messsignal liefert. Hierauf haben wir schon immer unser Augenmerk gerichtet und uns seit mehr als 80 Jahren mit der Entwicklung und Fertigung von Glaselektroden beschäftigt. Unsere Elektroden werden seit langem für anspruchvollste Aufgaben eingesetzt und sind weltweit und in allen Laboren überall da zu Hause, wo es wirklich darauf ankommt.

Ein Know-how von dem letztlich alle Kunden profitieren. Was damals mit dem Patent für pH-Elektroden begann, umfasst heute ein Programm von mehreren hundert verschiedenen Sensoren: Ob Reinstwasser, Marmelade, Wein, Cremes oder Trinkwasser – für jede nur denkbare Anwendung bietet SI Analytics die richtige Elektrode an. So vielfältig wie die Anwendungen ist deswegen unser Elektrodenprogramm, das aus den vier Produktfamilien BlueLine, ScienceLine, TopLine und OptiLine besteht.

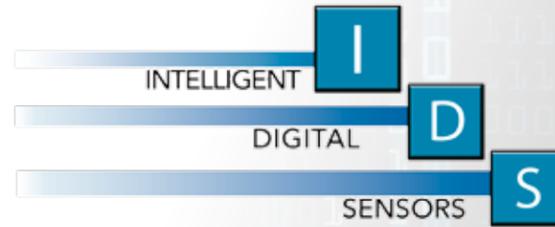


Glasbläserisches Geschick ist auch heute noch unverzichtbar.



1938 erscheint unsere erste Anleitung zur elektrochemischen pH-Messung und zur potentiometrischen Titration.

## 7.2 IDS-Sensoren



### Neu definiert

Das IDS-Konzept: Intelligente, digitale Sensoren für die Standardparameter pH, Leitfähigkeit und gelöster Sauerstoff. Das IDS-System besteht aus zwei Komponenten: Digitale Sensoren und dazu passende Titratoren und Messgeräte. Das Neue daran ist: Die Verarbeitung der Messwerte findet nicht mehr im Gerät statt, sondern ausschließlich im Sensor.

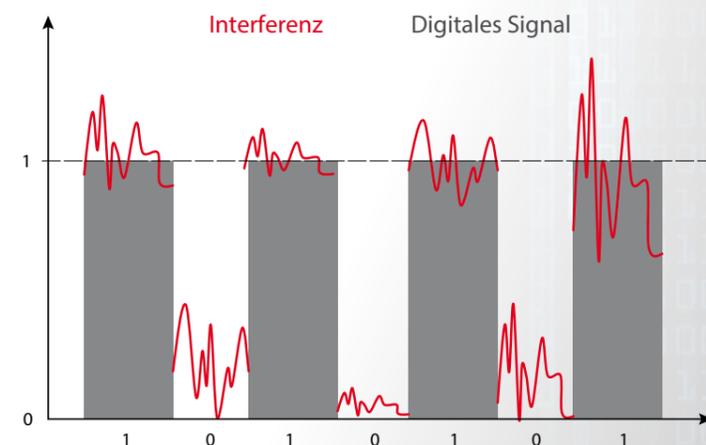
Bewährte Sensortechnik, aufgebaut auf den zigtausendfach bewährten Basissensoren der BlueLine und ScienceLine Serien, liefern die IDS-Sensoren ein Plus an Präzision und Zuverlässigkeit und decken nahezu jede Applikation ab.

#### I wie intelligent:

IDS-Sensoren sind intelligent. Sie melden sich automatisch am Gerät an, übermitteln ihren Namen, Seriennummer, Kalibrierstatus und -historie sowie alle Parametrierungen.

#### D wie digital:

IDS-Sensoren wandeln die empfindlichen Messsignale im Sensorkopf in digitale Signale um und schicken diese störicher und fehlerfrei ans Ausgabegerät.



#### S wie Sensor:

IDS-Sensoren basieren auf bewährten und stetig weiterentwickelten Sensoren der SI Analytics-Familie. Sie decken nahezu jede Laborapplikation ab, ob pH-, Leitfähigkeits- oder Gelöstsauerstoffmessung.



Elektroden

# IDS-Sensoren

## Einmalig und unverwechselbar

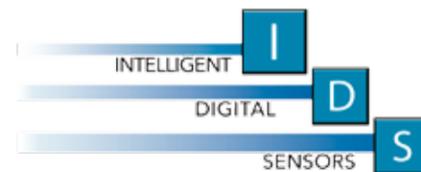
Die IDS-Sensoren >intelligent und digital< kombinieren bewährte Messtechnik mit neuen Vorteilen. Basierend auf den bewährten elektrochemischen SI Analytics-Sensoren, jedoch ausgestattet mit modernster Messelektronik, können die neuen IDS-Sensoren ihre Seriennummer und Kalibrierdaten im Sensor speichern, unverwechselbar. Sie verarbeiten die Messsignale direkt und verbessern damit die Datenqualität. Dies ermöglicht zum Beispiel eine aktuelle Bewertung der Sensorqualität mittels der QSC (Quality Sensor Control)-Funktion.

### Die IDS-Sensoren kombinieren bewährte Technik mit neuen Vorteilen.

- Hochwertige, weiterentwickelte Sensortechnologie kombiniert mit modernster Messelektronik.
- IDS-Sensoren haben Seriennummer und Kalibrierhistorie gespeichert - unverwechselbar und sofort einsatzbereit.
- Aktuelle Bewertung der Sensorqualität bei IDS-pH-Elektroden durch QSC (Quality Sensor Control).
- IDS-Leitfähigkeitsmessung: Zwei Sensoren zur Abdeckung aller Anwendungen.

- ▶ Die Messsignale werden störungsfrei übertragen
- ▶ Resistent gegen Umwelteinflüsse
- ▶ Erlaubt vorausschauende Wartung der Sensoren durch die intelligente Sensorbewertung QSC
- ▶ Mühelose Zuordnung und Dokumentation des Sensors zu elektronisch erfassten und gespeicherten Messergebnissen
- ▶ Höchstmöglicher Bedienkomfort und Messsicherheit

Vorteile  
IDS-Elektroden



### IDS-Sensoren



## 7.3 ScienceLine-Elektroden

### Die millionenfach bewährten Hochleistungs-Labor-Elektroden

In Forschung, Entwicklung, Fertigung und Qualitätskontrolle werden ScienceLine Elektroden seit langem für die anspruchsvollsten Aufgaben eingesetzt. Jede dieser Elektroden hat eine eigene ID-Nummer. Die pH- sowie Metall-Einstabmessketten werden mit einem Zertifikat geliefert. Dies macht Dokumentationen zuverlässiger und bei Bedarf besser überprüfbar.

Durch die permanente Verbesserung von Form und Art der Glasmembran sind die pH-Elektroden noch robuster, langlebiger und leichter zu reinigen. Außerdem liefern sie noch schneller stabile Messwerte.

Unsere ScienceLine Elektroden bieten Ihnen nicht nur hohe Messgenauigkeit und Messkonstanz – bei optimalen Standzeiten der Sensoren – sondern auch ein Maximum an Anpassungsfähigkeit für jede Ihrer Aufgabenstellungen. Heute können wir Ihnen somit ein Elektrodenprogramm bieten, wie Sie es in der Vielfalt und Qualität sonst nirgendwo finden.

Ein perfekter Allrounder für im Grunde jede Anwendung ist das Platin-Diaphragma. Hierbei sind mehrere Platindrähte miteinander verdreht und eingeschmolzen. Die Ausflusskanäle zwischen den Drähten haben konstante Abmessungen. Das sorgt z.B. gegenüber dem Keramikdiaphragma für einen pulsationsfreien Ausfluss und damit sichere Messwerte sowie eine noch bessere Selbstreinigung.



Platindiaphragma



- ▶ Millionenfach bewährte Hochleistungselektroden für die anspruchsvollen Aufgaben.
- ▶ Das Doppeldiaphragma- Silamid®-Bezugssystem ermöglicht schnellere und stabilere Messwerte und längere Lebensdauer.
- ▶ Maximum an Anpassungsfähigkeit der pH-Elektroden durch größte Auswahl an z. B. Diaphragmen, Membrangläsern, Membranglasformen, Schaftlängen, Durchmessern, Einbauschliff, Anschlüssen, integriertem Temperaturfühler.
- ▶ Jede pH-Elektrode und Metall-Einstabmesskette ist mit individueller Seriennummer gekennzeichnet und wird mit Zertifikat geliefert.
- ▶ Große Auswahl auch an getrennten Glas- sowie Bezugselektroden, Metallelektroden, Leitfähigkeitsmesszellen, ionenselektiven Indikator-elektroden, Sensoren für Ammoniak, Natrium und Sauerstoff.

**Vorteile  
ScienceLine**



### Einige Beispiele:

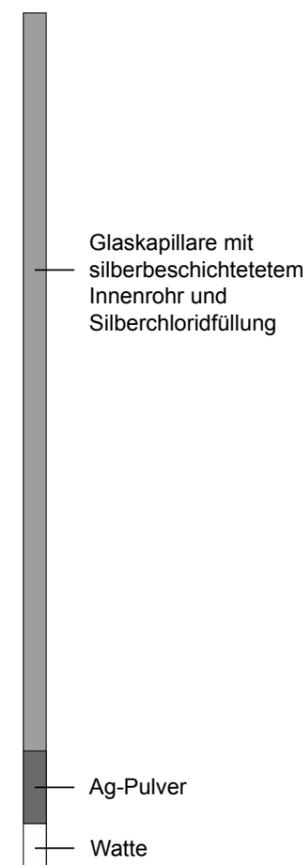
- Für die Messung in sehr tiefen Gefäßen können wir Ihnen pH-Elektroden mit einer Länge bis zu 600 mm bieten.
- Für anspruchsvollere Medien können Sie zwischen verschiedenen Diaphragmen und Membrangläsern wählen. Für die Messung in ionenarmen Proben können Sie z.B. die Elektroden N 64 oder die Typen A 164 einsetzen. Diese sind mit einem Schliffdiaphragma und die A 164 sogar mit einem Temperaturfühler ausgestattet.
- Eine große Auswahl an getrennten Bezugs- und Glaselektroden rundet das Programm ab.

Die stabilere Messwertanzeige und die längere Lebensdauer der ScienceLine Elektroden basieren auf deren Bezugssystem Silamid. Im Unterschied zu einem chlorierten Silberdraht beim Silber/Silberchlorid-Ableitssystem, wie es bei den BlueLine Elektroden verwendet wird, ist beim Silamid eine Ableitpatrone im Einsatz. Zum einen verfügen die Elektroden damit über ein Doppeldiaphragma und zum anderen wird durch die Silberbeschichtung des Innenrohres eine um den Faktor 5 größere Silberoberfläche als bei dem Silberdraht erreicht. Die Potentialstabilität ist daher wesentlich verbessert.

Silamid-Ableitung

- ▶ Die Silamidreferenz ist ein geschlossenes Ableitelement bei dem ein Glasrohr mit Silber beschichtet und Silberchlorid gefüllt ist.
- ▶ Gegenüber einem silberchloriertem Silberdraht ist die Potentialeinstellfläche deutlich vergrößert.
- ▶ Der Wattestopfen ist ein inneres d.h. zweites Diaphragma.
- ▶ Elektroden mit Silamidreferenz haben somit im Vergleich zu Elektroden mit Ag/AgCl-Draht eine noch höhere Lebensdauer sowie ein noch stabileres und sicheres Messverhalten

**Vorteile  
Silamid**



Elektroden

## 7.3.1 ScienceLine pH-Einstabmessketten

### pH-Einstabmessketten mit Steckkopf und Festkabel

Referenzsystem: Silamid®  
 Schaftmaterial: Glas  
 Nullpunkt: pH = 7,0 ± 0,3  
 Elektrolyt: KCl 3 mol/l  
 (außer N 6250: KCl 4,2 mol/l, A 7780 und L 7780: Gel-Elektrolyt, L 8280: Referid®-Elektrolyt)  
 Membranform: Kugel  
 pH-Bereich: 0 ... 14  
 Anschlusskabel für Steckkopf: z.B. L 1 A (siehe auch Seite Anschlusskabel)  
 Festkabel: 1 m lang, mit Stecker A nach DIN 19262 oder mit BNC-Stecker



N 61  
 N 52 A  
 N 52 BNC  
 N 61 eis  
 N 62  
 N 6180  
 N 6280

N 64  
 N 6480 eis  
 N 6480 eth  
 N 6480 eth 2 M  
 DIN ID

N 65  
 H 65  
 N 6580

N 6980

A 7780

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Ø [mm]	Dia-phragma	pH-Glas	Temp. [°C]	Anschluss	Besonderheiten
285101260	A 7780	120	12	3 x Keramik	A	-5 ... +80	Steckkopf	Gel-Elektrolyt
285100494	N 52 A	120	12	Platin	A	-5 ... +100	DIN-Stecker <sup>2)</sup>	
285105451	N 52 BNC	120	12	Platin	A	-5 ... +100	BNC-Stecker <sup>2)</sup>	
285100001	N 61	170	12	Platin	A	-5 ... +100	Steckkopf	
285100018	N 6180	170	12	Keramik	A	-5 ... +100	Steckkopf	
285092661	N 61eis	170	12	3 x Platin	A	+10 ... +40	Steckkopf	Elektrolyt L 5014, Ag/AgCl-Ref.
285100034	N 62	120	12	Platin	A	-5 ... +100	Steckkopf	
285100042	N 6280	120	12	Keramik	A	-5 ... +100	Steckkopf	
285100059	N 64	170	12	Schliff	A	-5 ... +100	Steckkopf	
285092337	N 6480 eis	170	12	Schliff	A	+10 ... +40	Steckkopf	Elektrolyt L 5014, Ag/AgCl-Ref.
285092329	N 6480 eth	170	12	Schliff	A	0 ... +40	Steckkopf	Elektrolyt L 5034, Ag/AgCl-Ref.
285092340	N 6480 eth 2 M-DIN ID	170	12	Schliff	A	0 ... +40	DIN-Stecker	ID-Funktion.
285100067	N 65	103 <sup>1)</sup>	10	Platin	A	-5 ... +100	Steckkopf	Einbauschliff NS 14,5
285102516	N 6580	103 <sup>1)</sup>	10	Keramik	A	-5 ... +100	Steckkopf	Einbauschliff NS 14,5
285101709	N 6980	103 <sup>1)</sup>	10	Schliff	A	-5 ... +100	Steckkopf	Einbauschliff NS 14,5

# ScienceLine

<sup>1)</sup> Länge ab Schliffoberkante  
<sup>2)</sup> mit 1 m Festkabel

## 7.3.2 ScienceLine pH-Einstabmessketten mit Temperaturfühler

### pH-Einstabmessketten mit Temperaturfühler

Referenzsystem: Silamid®  
 Schaftmaterial: Glas  
 Durchmesser: 12 mm  
 Nullpunkt: pH=7,0 ±0,3  
 Elektrolyt: KCl 3 mol/l  
 Temperatursensor: Pt 1000  
 Membranform: Kugel  
 pH-Bereich: 0 ... 14  
 Anschlusskabel für SMEK-Steckkopf: z. B. LS 1 ANN (siehe auch Seite Anschlusskabel)  
 Festkabel: 1 m lang, mit Stecker A nach DIN 19262 oder mit BNC-Stecker, sowie Stecker für Temperaturfühler



N 1051 A  
 N 1051 BNC  
 N 1052 A  
 N 1052 BNC

A 161 1M DIN ID  
 A 161 1M BNC ID  
 A 161 IDS  
 A 162 2M DIN ID  
 A 162 IDS

A 164 1M DIN ID  
 A 164 1M BNC ID

A7780 NTC30  
 A 7780 1M DIN ID  
 A 7780 1M BNC ID  
 A 7780 IDS

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Dia-phragma	pH-Glas	Temp. [°C]	Anschluss	Besonderheiten
285130250	A 161 1M-BNC-ID	170	Platin	A	-5 ... +100	BNC-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
285130240	A 161 1M-DIN-ID	170	Platin	A	-5 ... +100	DIN-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
85100090	A 161 IDS	170	Platin	A	-5 ... +100	IDS-Stecker	IDS-Funktion
285130275	A 162 2M-DIN-ID	120	Platin	A	-5 ... +100	DIN-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
285100120	A 162 IDS	120	Platin	A	-5 ... +100	IDS-Stecker	IDS-Funktion
285130290	A 164 1M-BNC-ID	170	Schliff	A	-5 ... +100	BNC-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
285130280	A 164 1M-DIN-ID	170	Schliff	A	-5 ... +100	DIN-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
285130210	A 7780 1M-BNC-ID	120	3 x Keramik	A	-5 ... +80	BNC-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
285130200	A 7780 1M-DIN-ID	120	3 x Keramik	A	-5 ... +80	DIN-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
285101080	A 7780 IDS	120	3 x Keramik	A	-5 ... +80	IDS-Stecker	IDS-Funktion
285130290	A 7780 NTC30 DIN-N	120	3 x Keramik	A	-5 ... +80	DIN-Stecker <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	ID-Funktion
285100510	N 1051 A	170	Platin	A	-5 ... +100	DIN- <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	
285100500	N 1051 BNC	170	Platin	A	-5 ... +100	BNC- <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	
1054512	N 1052 A	120	Platin	A	-5 ... +100	DIN- <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	
285100380	N 1052 BNC	120	Platin	A	-5 ... +100	BNC- <sup>1)</sup> + 4-mm-Stecker	

# ScienceLine

<sup>1)</sup> mit 1 m Festkabel

## 7.3.3 ScienceLine Mikro-Einstabmessketten

### Mikro-, Einstich- und Oberflächen-pH-Einstabmessketten

- Referenzsystem: Silamid®  
 Schaftmaterial: Glas  
 (außer L 39: Kunststoffschaft)  
 Nullpunkt: pH = 7,0 ± 0,3  
 Elektrolyt: KCl 3 mol/l  
 (außer L8880: Referid®)  
 Membranglas Typ: A  
 Anschlusskabel für SMEK-Steckkopf: z.B. LS 1 ANN  
 (siehe auch Seite Anschlusskabel)  
 Steckkopf-Varianten: z.B. L 1 A  
 (siehe auch Seite Anschlusskabel)  
 Festkabel: 1 m lang, mit Stecker A nach DIN 19262 oder mit BNC-Stecker, sowie Stecker für Temperaturfühler



A 157 1M BNC ID  
 A 157 1M DIN ID  
 A 157 IDS

N 5900 A  
 N 5901  
 N 5904

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Ø [mm]	Dia-phragma	pH-Glas	Membranform	Einsatzbereich [°C]	[pH]	Anschluss	Besonderheiten
<b>Mikro</b>										
285100080	A 157 IDS	70/130	12/5	Platin	A	Zylinder	-5 ... +100	0 ... 14	IDS-Stecker	IDS-Funktion
285130160	A 157 1M-DIN-ID <sup>1)</sup>	70/130	12/5	Platin	A	Zylinder	-5 ... +100	0 ... 14	DIN und 4mm Stecker <sup>3)</sup>	ID-Funktion
285130170	A 157 1M-BNC-ID <sup>1)</sup>	70/130	12/5	Platin	A	Zylinder	-5 ... +100	0 ... 14	BNC und 4mm Stecker <sup>3)</sup>	ID-Funktion
285105135	N 5900 A	96 <sup>2)</sup>	5	Platin	A	Kugel	-5 ... +100	0 ... 14	DIN-Stecker <sup>3)</sup>	Ag/AgCl ref.
285105846	N 5901	160 <sup>2)</sup>	6	Platin	A	Kugel	-5 ... +100	0 ... 14	Steckkopf	Ag/AgCl ref.
285105879	N 5904	200 <sup>2)</sup>	6	Platin	A	Kugel	-5 ... +100	0 ... 14	Steckkopf	Ag/AgCl ref.

# ScienceLine

<sup>1)</sup> mit integriertem Temperatursensor Typ Pt 1000  
<sup>2)</sup> Länge ab Schliffoberkante (Einbauschliff NS 7,5)  
<sup>3)</sup> mit 1 m Festkabel

# 7.3.4 ScienceLine Metall-Einstabmessketten

## Metall-Einstabmessketten mit Silber/Silberchloridbezugssystem, Steckkopf und Anschlusskabel

Temperaturbereich: -5 ... +100 °C  
 (außer Pt 6140: +10 ... +40 °C)  
 Referenzsystem: Silamid®  
 Schaftmaterial: Glas  
 Elektrolyt: KCl 3 mol/l  
 (siehe auch Besonderheiten)  
 Anschlusskabel für Steckkopf: z.B. L 1 A  
 (siehe auch Seite Anschlusskabel)  
 Festkabel: 1 m lang, mit Stecker A nach DIN 19262 oder mit BNC-Stecker



## Metall-Einstabmessketten mit pH-Glasmembran-Referenzsystem und Steckkopf für Titrations

Temperaturbereich: -5 ... +100 °C  
 Referenzsystem: pH-Glasmembran Typ A  
 Schaftmaterial: Glas  
 Länge: 120 mm  
 Durchmesser: 12 mm  
 Anschlusskabel für Steckkopf: z.B. L 1 A  
 (siehe auch Seite Anschlusskabel)

- AgCl 62
- Pt 61
- Pt 6880
- Pt 62 RG
- Pt 8280
- Pt 5900 A
- AgCl 6280
- Pt 6180
- Pt 6980
- Ag 62 RG
- Pt 5900 BNC
- AgCl 65
- Pt 62
- Ag 42 A
- Pt 6280
- Pt 62 RG
- Ag 6180
- Pt 6580
- Ag 62 IDS
- AgS 62 RG
- Pt 62 RG IDS
- Ag 6280
- Au 6280

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Dia-phragma	Ø [mm]	Sensor Metall, Form	Anschluss	Besonderheiten
285102208	Ag 6180	170	Keramik	12	Ag, Kappe, 5 mm Ø	Steckkopf	Elektrolyt L 2114, Ag/AgCl-Ref.
285102090	Ag 62 RG	120	-	12	Pt-Träger-versilbert, Ring, 6 mm Ø	Steckkopf	Referenz: Glasmembran
285102343	Ag 6280	120	Keramik	12	Ag, Kappe, 5 mm Ø	Steckkopf	Elektrolyt L 2114, Ag/AgCl-Ref.
285102216	Ag 6580	103 <sup>1)</sup>	Keramik	10	Ag, Kappe, 5 mm Ø	Steckkopf	Elektrolyt L 2114, Ag/AgCl-Ref.
285102150	Ag 62 IDS	120	Platin	12	Ag, Kappe 5 mm Ø	Steckkopf	IDS
285102100	AgCl 62 RG	120	-	12	Pt-Träger-versilbert-chloriert, Ring, 6 mm Ø	Steckkopf	Referenz: Glasmembran
285102413	AgCl 62 <sup>3)</sup>	120	Platin	12	Ag, Kappe, 5 mm Ø	Steckkopf	Elektrolyt L 2114, Ag/AgCl-Ref.
285102351	AgCl 6280 <sup>3)</sup>	120	Keramik	12	Ag, Kappe, 5 mm Ø	Steckkopf	Elektrolyt L 2114, Ag/AgCl-Ref.
1061051	AgCl 65 <sup>3)</sup>	103 <sup>1)</sup>	Platin	12	Ag, Kappe, 5 mm Ø	Steckkopf	Elektrolyt L 2114, Ag/AgCl-Ref.
285102110	AgS 62 RG	120	-	12	Pt-Träger-versilbert-sulfidiert, Ring, 6 mm Ø	Steckkopf	Referenz: Glasmembran
285102121	Au 6280	120	Keramik	12	Au, Stift, 2 mm Ø	Steckkopf	
285105192	Pt 5900 A	96 <sup>2)</sup>	Platin	5	Pt, Stift, 1 mm Ø	DIN-Stecker <sup>4)</sup>	Ag/AgCl-Ref.
285105702	Pt 5900 BNC	96 <sup>2)</sup>	Platin	5	Pt, Stift, 1 mm Ø	BNC-Stecker <sup>4)</sup>	Ag/AgCl-Ref.
285105065	Pt 5901	160 <sup>2)</sup>	Platin	5	Pt, Stift, 1 mm Ø	Steckkopf	
285102002	Pt 61	170	Platin	12	Pt, Stift, 1 mm Ø	Steckkopf	
285102232	Pt 6180	170	Keramik	12	Pt, Stift, 1 mm Ø	Steckkopf	
285102019	Pt 62	120	Platin	12	Pt, Stift, 1 mm Ø	Steckkopf	
285102070	Pt 62 RG	120	-	12	Pt, Ring, 6 mm Ø	Steckkopf	Referenz: Glasmembran
285102140	Pt 62 RG IDS	120	-	12	Pt, Ring, 6 mm Ø	Steckkopf	IDS
285102249	Pt 6280	120	Keramik	12	Pt, Stift, 1 mm Ø	Steckkopf	
285102257	Pt 6580	103 <sup>1)</sup>	Keramik	10	Pt, Stift, 1 mm Ø	Steckkopf	
285100075	Pt 6880	120	Keramik	12	Pt, Ring, 6 mm Ø	Steckkopf	
285102265	Pt 6980	170	Keramik	12	Pt, Ring, 6 mm Ø	Steckkopf	
285102281	Pt 8280	120	KPG	12	Pt, Ronde, 6 mm Ø	Steckkopf	Elektrolyt Referid®

# ScienceLine

<sup>1)</sup> Länge ab Schliffoberkante (Einbauschliff NS 14,5)  
<sup>2)</sup> Länge ab Schliffoberkante (Einbauschliff NS 7,5)  
<sup>3)</sup> Sensor mit AgCl überzogen  
<sup>4)</sup> mit 1 m Festkabel

## 7.3.5 ScienceLine Einzel-Elektroden: pH-Glas- und Metallelektroden

### ScienceLine Einzelelektroden

#### pH-Glaselektroden

Ableitsystem: Silamid®  
Schaftmaterial: Glas, 12 mm Ø  
Nullpunkt: pH = 7,0 ± 0,3  
Membranform: Kugel  
Anschlusskabel: z. B. L 1 A

#### Metall-Elektroden

Schaftmaterial: Glas, 12 mm Ø  
(siehe Besonderheiten)



Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	pH- Glas	Einsatzbereich		Anschluss
				[pH]	[°C]	
1057997	A 1180	120	H	0 ... 14	0 ... +80	Steckkopf
285103212	H 1180	120	H	0 ... 14	10 ... +100	Steckkopf

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Sensor Metall	Sensor Form	Temp. [°C]	Besonderheiten
285102030	KF 1100	96 <sup>1)</sup>	Pt <sup>2)</sup>	2 Stifte, 1 mm Ø	-30 ... +135	Schaft 5 mm Ø, Einbauschliff NS 7,5, Festkabel, 2 x 4-mm-Stecker
285103512	Pt 1200	120	Pt <sup>2)</sup>	2 Stifte, 1 mm Ø	-30 ... +135	Steckkopf, Kabel z. B. L 1 NN
285103537	Pt 1400	103 <sup>1)</sup>	Pt <sup>2)</sup>	2 Stifte, 1 mm Ø	-30 ... +135	Schaft 10 mm Ø, Einbauschliff NS 14,5, Kabel z. B. L 1 NN
285103553	Pt 1800	120	Pt	Ring, 6 mm Ø	-30 ... +135	Steckkopf, Kabel z. B. L 1 A

# ScienceLine

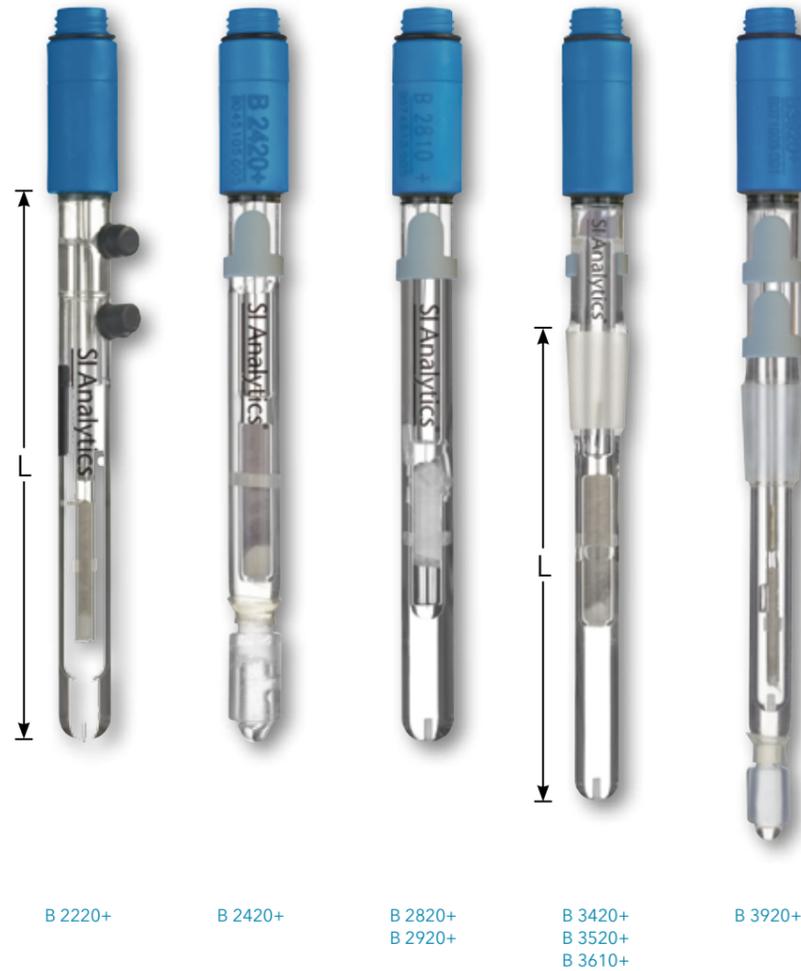
Elektroden

<sup>1)</sup> Länge ab Schliffoberkante  
<sup>2)</sup> Doppelplatinelektrode

## 7.3.6 ScienceLine Einzel-Elektroden: Bezugselektroden

### Bezugselektroden

Schaftmaterial: Glas  
 Elektrolyt je nach Ableitsystem:  
 Ag/AgCl: KCl 3 mol/l,  
 z. B. L 300  
 Kalomel: KCl 4,2 mol/l,  
 z. B. L 420  
 Hg/Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,6 mol/l,  
 z. B. L 1254  
 pH-Bereich: 0 ... 14  
 Anschlusskabel: z. B. L 1 N



Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Ø [mm]	Temp. [°C]	Dia- phragma	Ableit- system	Besonderheiten
1069994	B 2220+	120	12	-5 ... +100	Platin	Ag/AgCl	Doppelelektrolytssystem
1070028	B 2420+	120	12	-5 ... +100	Schliff	Ag/AgCl	
1070044	B 2820+	120	12	-5 ... +100	Keramik	Ag/AgCl	
1070046	B 2920+	120	12	-5 ... +100	Platin	Ag/AgCl	
1070070	B 3420+	103 <sup>1)</sup>	10	-5 ... +100	Keramik	Ag/AgCl	Einbauschliff NS 14,5
1070073	B 3520+	103 <sup>1)</sup>	10	-5 ... +100	Platin	Ag/AgCl	Einbauschliff NS 14,5
1070074	B 3610+	103 <sup>1)</sup>	10	+15 ... +40	Keramik	Hg/Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Einbauschliff NS 14,5
1070075	B 3920+	103 <sup>1)</sup>	10	-5 ... +100	Schliff	Ag/AgCl	Doppelelektrolytssystem, Einbauschliff NS 14,5

# ScienceLine

<sup>1)</sup> Länge ab Schliffoberkante

## 7.3.7 ScienceLine Leitfähigkeits-Messzellen mit Festkabel

Leitfähigkeits-Messzellen mit Festkabel und 8-poligem Stecker

Temperatursensor: NTC 30 k $\Omega$



LF 313 T IDS

LF 413 T IDS  
LF 413 T 3M IDS

LF 413 T 3M Fork IDS

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Ø [mm]	Sensor	Zellkonst. ~ [cm <sup>-1</sup> ]	Temp. [°C]	Messbereich <sup>1)</sup> [μS/cm ... [mS/cm]	Besonderheiten
285202430	LF 313 T IDS	120	12	Stahl V4A	0,1	-5 to +100	0 ... 0,2	Mit Durchflussmessgefäß, 1,5 m Kabel und IDS-Funktion
285202410	LF 413 T IDS	120	15,3	4 x Graphit	0,475	-5 ... +80	1 ... 2.000	Kunststoffschaft, 1,5 m Kabel, IDS-Funktion
285202420	LF 413 T-3M IDS	120	15,3	4 x Graphit	0,475	-5 ... +80	1 ... 2.000	Kunststoffschaft, 3 m Kabel, IDS-Funktion
285106290	LF 413 T 3M FORK IDS	120	15,3	4 x Graphit	0,47	-5 ... +80	1 ... 2.000	Kunststoffschaft, 3 m Kabel

# ScienceLine

<sup>1)</sup> Außerhalb des empfohlenen Bereichs können bei diesen LF-Messzellen Messfehler > 10% auftreten.

## 7.3.8 ScienceLine Sensoren für

### Ammoniak-Einstabmesskette mit Steckkopf

Schaftmaterial: Kunststoff, 12 mm Ø  
Anschlusskabel: z.B. L 1 A

### Natrium-Einstabmesskette mit Steckkopf

Referenzsystem: Silamid®  
Schaftmaterial: Glas, 12 mm Ø  
Nullpunkt: pNa = 2,0  
Membranform: Kugel  
Anschlusskabel: z.B. L 1 A

### ISE Einstabmessketten mit Steckkopf

Schaftmaterial: Kunststoff  
Länge: 120 mm

### ISE-Messzellen

Schaftmaterial: Kunststoff  
Länge: 120 mm  
Festkabel: 1 m mit DIN-Stecker



NH 1100

Na 61

TEN 1100 PLH

Cu 1100 PLH  
Ca 1100 PLH  
F 1100 PLH  
PB 1100 PLH

F 60  
Cl 60  
NO 60  
K 60  
CA 60  
CN 60  
AG-S 60  
I 60  
BR 60  
CU 60  
PB 60

## Ammoniak, Natrium, Sauerstoff und Ionenselektive Indikatorelektroden

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Temp. [°C]	Messbereich [mg/l]	Besonderheiten
285102808	NH 1100	120	0 ... +50	0,1 ... 1.000	Membranmodul austauschbar

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Diaphragma	Membran-Glas	Temp. [°C]	Messbereich [pNa]	Besonderheiten
285100026	Na 61	170	Platin	Na	-10 ... +80	0 ... 6	Elektrolyt KCl 3 mol/l, Wässerungslösung NaCl 0,1 mol/l

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Parameter	Temp. [°C]	pH-Bereich	Messbereich [mg/l]
285216268	Ca 1100 PLH	Calcium	0 ... +40	2,5 ... 11	0,02 ... 40.000
285216273	Cu 1100 PLH	Kupfer	0 ... +80	2 ... 6	0,0006 ... 6.400
285216295	F 1100 PLH	Fluorid	0 ... +80	5 ... 7	0,02 ... gesätt.
285216287	Pb 1100 PLH	Blei	0 ... +80	4 ... 7	0,1 ... 20.000
285096980	TEN 1100 PLH	Blei	0 ... +80	2 ... 11	

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Parameter	Temp. [°C]	pH-Bereich	Messbereich [mg/l]
285130400	AG-S 60	Sulfid/Silber	0 ... +80	2 ... 12	0,003 ... 32.000/ 0,01 ... 108.000
285130420	BR 60	Bromid	0 ... +80	1 ... 12	0,4 ... 79.000
285130380	CA 60	Calcium	0 ... +40	2,5 ... 11	0,02 ... 40.000
285130350	Cl 60	Chlorid	0 ... +80	2 ... 12	2 ... 35.000
285130390	CN 60	Cyanid	0 ... +80	0 ... 14	0,2 ... 260
285130430	CU 60	Kupfer	0 ... +80	2 ... 6	0,0006 ... 6.400
285130340	F 60	Fluorid	0 ... +80	5 ... 7	0,02 ... gesätt.
285130410	I 60	Iodid	0 ... +80	0 ... 14	0,006 ... 127.000
285130370	K 60	Kalium	0 ... +40	2 ... 12	0,04 ... 39.000
285130360	NO 60	Nitrat	0 ... +40	2,5 ... 11	0,4 ... 62.000
285130440	PB 60	Blei	0 ... +80	4 ... 7	0,2 ... 20.000

<sup>1)</sup> weitere Kabellängen auf Anfrage

# 7.4 Widerstandsthermometer

Widerstandsthermometer mit 1 m Festkabel

Widerstandsthermometer mit KOAX-Steckkopf



W 5780 NN

W 5790 NN  
W 5790 PP  
W 5791 NN

W 5980 NN

W 2180-KOAX

Widerstandsthermometer mit 1 m Anschlusskabel

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Ø [mm]	Sensor	Temp.-bereich [°C]	Schaftmaterial	Anschlussstecker
285105221	W 5780 NN	120	6	Pt 1.000	-30 ... + 135	Glas	2 x 4 mm Ø
285105254	W 5790 NN	120	4	Pt 1.000	-30 ... + 135	Edelstahl	2 x 4 mm Ø
285105776	W 5790 PP	120	4	Pt 1.000	-30 ... + 135	Edelstahl	2 x 2 mm Ø
285105262	W 5791 NN	170	4	Pt 1.000	-30 ... + 135	Edelstahl	2 x 4 mm Ø
285105287	W 5980 NN	96 <sup>1)</sup>	5 NS 7,5	Pt 1.000	-30 ... + 135	Glas	2 x 4 mm Ø

Widerstandsthermometer mit KOAX-Steckkopf

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Ø [mm]	Sensor	Temp.-bereich [°C]	Schaftmaterial
285119030	W 2180-KOAX	120	12	Pt 1.000	-30 ... + 135	Glas

# ScienceLine

<sup>1)</sup> Länge ab Schliffoberkante

# 7.5 OptiLine 6 für photometrische Titrations

Viele Titrationsanwendungen und Methoden wie z.B. nach der Ph.Eur. oder USP schreiben die Verwendung eines Indikators zur Erkennung des Titrationsendpunktes vor. Es gibt auch Methoden, die explizit die Verwendung eines photometrischen Sensors vorschreiben. Die OptiLine 6 ist ein neuer photometrischer Sensor, der wie jede andere Elektrode verwendet werden kann. Durch den zusätzlichen analogen BNC/DIN-Anschluss kann er an jedem Titrator oder auch pH-Meter mit entsprechendem Messeingang angeschlossen werden. Die Stromversorgung erfolgt in diesem Fall mit dem im Lieferumfang befindlichen USB-Hub, der über ein Netzteil verfügt.

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Länge L [mm]	Messbereich [mV]	Besonderheiten
285221300	OptiLine 6	132	0 ... 2.000	Einstellbare Wellenlängen

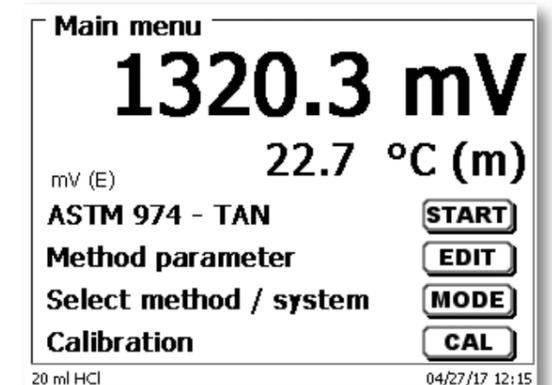
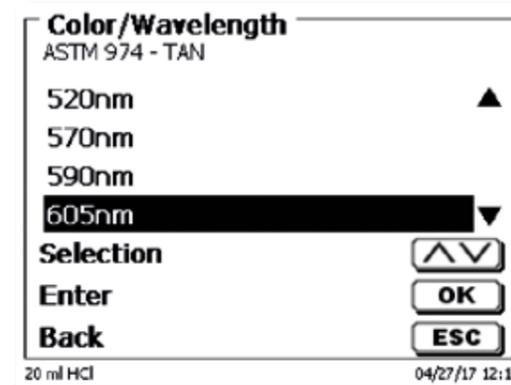


- 6 Wellenlängen über einen weiten Bereich: 470, 520, 570, 590, 605, 625 nm
- Wellenlängen über Titratoren TitroLine® 7XXX einstellbar<sup>1)</sup>
- 100% lösungsmittelresistent durch Titanschaft. Dadurch sehr weiter Einsatzbereich
- Sehr kompakt. Kann in jeden Standardtitrationshalter/-Kopf eingesetzt werden.
- Leicht zu reinigen. Einfach mit Lösungsmittel und/oder Wasser abspülen

**Vorteile OptiLine**

<sup>1)</sup> Bei der Verwendung des analogen BNC/DIN-Anschlusses werden die Wellenlängen mittels eines Softwaretools am PC eingestellt.

An den Titratoren TitroLine® 7000, 7750 und 7800 wird die OptiLine 6 über den USB-Stecker angeschlossen. Dabei wird der Sensor mit Strom versorgt und als digitaler Sensor erkannt. Das ermöglicht die Einstellung der Wellenlängen und anderer Parameter wie der Intensität über den Titrator oder der Steuersoftware TitriSoft innerhalb der Titrationsmethode.



### Typische Anwendungsbeispiele für die OptiLine 6:

- Titrationen nach Ph.Eur. und USP, die die Verwendung eines Indikators vorschreiben
- Titration von Chondroitinsulfat-Natrium nach Ph.Eur. und USP
- Bestimmung der Carboxylendgruppen in PET (nichtwässrige Titration)
- TAN/TBN nach ASTM D974 (nichtwässrige Titration)
- Titration von Sulfat (Indikator Thorin)
- Bestimmung der Ca/Mg und Gesamthärte. Aber auch alle anderen komplexometrischen Titrations sind durchführbar

### Technische Daten OptiLine 6

Schaftdurchmesser:	12 mm
Schaftlänge:	132 mm
Mindesteintauchtiefe:	25 mm
Schaftmaterial:	Titan
Kabel:	Festkabel 2 m
Anschlüsse:	USB-Stecker A, BNC-Stecker mit BNC-DIN-Adapter
Stromversorgung:	Über USB
Messbereich:	0 - 2000 mV
Temperaturbereich:	0 - 50 °C
pH-Bereich:	0 - 14
Einstellbare Wellenlängen (nm):	470, 520, 570, 590, 605 und 625

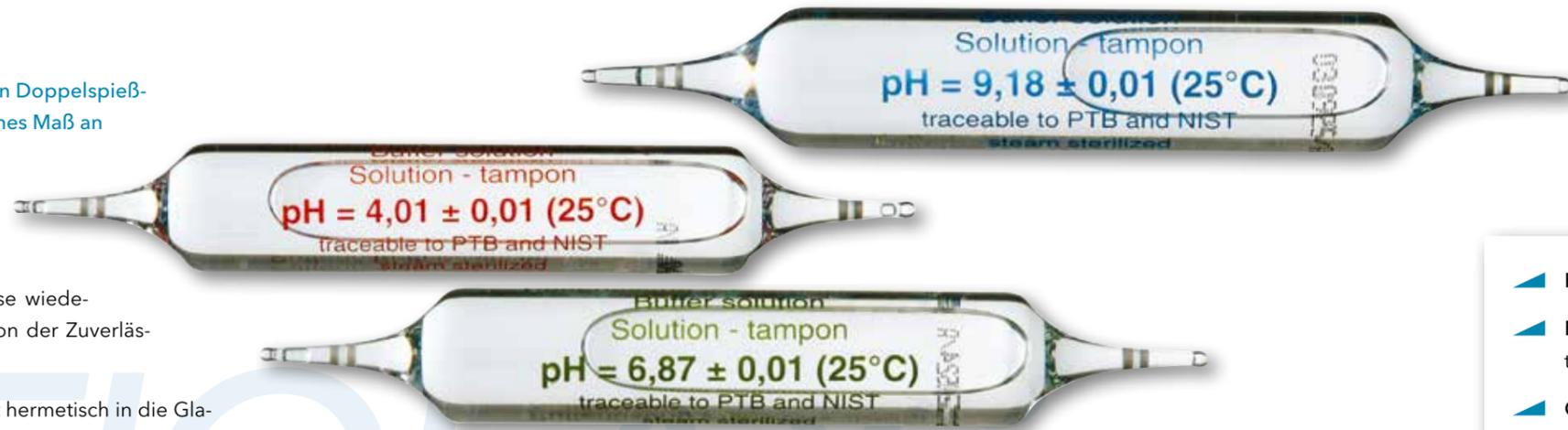
# 7.6 Lösungen

Pufferlösungen in den einzigartigen Doppelspießampullen bieten ein besonders hohes Maß an Zuverlässigkeit und Messsicherheit.

Die Genauigkeit der pH-Messung steht und fällt mit der Genauigkeit der Kalibrierung. Diese wiederum hängt in sehr hohem Maße von der Zuverlässigkeit der Puffer ab.

Wie ein pharmazeutisches Präparat hermetisch in die Glasampulle eingeschmolzen und heißdampfsterilisiert, sind die Pufferlösungen ohne Konservierungsmittel extrem lange lagerfähig und garantieren stets unverfälschte Eigenschaften.

Die Ampullen lassen sich problemlos ohne Werkzeug an der Sollbruchstelle öffnen. Da ein Rückfüllen nicht möglich ist, gewährleisten sie so immer ein Maximum an Kalibrierungssicherheit.



- ▶ Höchste Zuverlässigkeit und Messsicherheit
- ▶ Extrem lange Lagerfähigkeit dank Heißdampfsterilisation
- ▶ Ohne Konservierungsmittel
- ▶ Maximum an Kalibrierungssicherheit

**Vorteile**  
Doppelspießampullen

Standard-Pufferlösungen nach DIN 19 266  
heißdampfsterilisiert für längere Haltbarkeit, ohne Konservierungsmittel

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	pH-Wert bei 25 °C	Inhalt
285137977	L 4791	1,68	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138246	L 4794	4,01	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138254	L 4796	6,87	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138262	L 4799	9,18	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138402	L 4790	4,01/6,87	2 x 30 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285137985	L 4797	1,68/6,87/9,18	3 x 20 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138238	L 4798	4,01/6,87/9,18	3 x 20 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138279	L 4893/Set	4,01/6,87	2 x 9 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat, mit Elektrolytlösung L 3008

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	pH-Wert bei 25 °C	Inhalt
285137841	L 168	1,68	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285137677	L 1684	1,68	250 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138098	L 401	4,01	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138008	L 4014	4,01	250 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138102	L 687	6,87	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138016	L 6874	6,87	250 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138119	L 918	9,18	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138024	L 9184	9,18	250 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat

\* 20 ml Volumen = ~17 ml Inhalt

Technische Pufferlösungen  
heißdampfsterilisiert für längere Haltbarkeit, ohne Konservierungsmittel

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	pH-Wert bei 25 °C	Inhalt
285138213	L 4694	4,00	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138221	L 4697	7,00	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138205	L 4691	10,01	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138398	L 4690	4,00/7,00	2 x 30 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138192	L 4698	4,00/7,00/10,01	2 x 30 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285138632	L 4895/Set	4,00/7,00	2 x 9 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat, mit Elektrolytlösung L 3008

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	pH-Wert bei 25 °C	Inhalt
285138727	L 400	4,00	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138032	L 4004	4,00	250 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138735	L 700	7,00	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138049	L 7004	7,00	250 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138719	L 100	10,01	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat
285138057	L 1004	10,01	250 ml in DURAN® Glasflasche, mit Herstellerzertifikat

\* 20 ml Volumen = ~17 ml Inhalt

# Lösungen

## Farbkodierte Technische Pufferlösungen in Kunststoffflaschen

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	pH-Wert bei 25 °C	Inhalt
285139156	LC 4004 K	4,01	250 ml in PE-Flasche
285139189	LC 7004 K	7,00	250 ml in PE-Flasche
285139218	LC 1004 K	10,01	250 ml in PE-Flasche

## Elektrolytlösungen, wässrig für Bezugs Elektroden und als Brückenelektrolyt sowie zur Aufbewahrung

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
285136956	L 101	Kaliumchloridlösung 1 mol/l	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, sterilisiert
285138649	L 1254	Kaliumsulfatlösung 0,6 mol/l	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138151	L 200	Tieftemperaturelektrolyt (-30 °C)	1.000 ml in DURAN® Glasflasche
285138365	L 2004	Tieftemperaturelektrolyt (-30 °C)	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138349	L 2114	2 mol/l KNO <sub>3</sub> + 0,001 mol/l KCl für Ag-Einstabketten	250 ml in DURAN® Glasflasche
285136923	L 2214	2 mol/l KNO <sub>3</sub> + 0,001 mol/l KCl für Ag-Einstabketten, eingedickt	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138332	L 2224	Kaliumchloridlösung 2 mol/l	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138554	L 300	Kaliumchloridlösung 3 mol/l	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, sterilisiert
285138427	L 3004	Kaliumchloridlösung 3 mol/l	250 ml in DURAN® Glasflasche, sterilisiert
285138505	L 3008	Kaliumchloridlösung 3 mol/l	50 ml in PE-Spritzflasche
285138419	L 3014	Kaliumchloridlösung 3 mol/l, Ag/AgCl gesättigt	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138468	L 310	Kaliumchloridlösung 2 mol/l, Gel für sterilisierbare Elektroden	1.000 ml in DURAN® Glasflasche
285138484	L 3104	Kaliumchloridlösung 2 mol/l, Gel für sterilisierbare Elektroden	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138702	L 320 K	Kaliumchloridlösung 2 mol/l, Gel für Ag <sub>2</sub> S-Elektroden	1.000 ml in DURAN® Glasflasche
285138143	L 350	Kaliumchloridlösung 3,5 mol/l	1.000 ml in DURAN® Glasflasche, sterilisiert
285138127	L 3504	Kaliumchloridlösung 3,5 mol/l	250 ml in DURAN® Glasflasche, sterilisiert
285138587	L 420	Kaliumchloridlösung 4,2 mol/l	1.000 ml in DURAN® Glasflasche
285138608	L 4204	Kaliumchloridlösung 4,2 mol/l	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138590	L 911	Aufbewahrungselektrolytlösung, sterilisiert	1.000 ml in DURAN® Glasflasche
285138560	L 9114	Aufbewahrungselektrolytlösung, sterilisiert	250 ml in DURAN® Glasflasche



## Elektrolytlösungen, organisch bei Messungen in organischen Lösungen für Bezugs Elektroden und als Brückenelektrolyt

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
285138324	L 5014	LiCl gesättigt in Eisessig	250 ml in DURAN® Glasflasche
285138308	L 5034	LiCl 1,5 mol/l in Ethanol	250 ml in DURAN® Glasflasche

## Lösungen für die Sauerstoffmessung

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
285138513	L 6708	Elektrolyt für Sauerstoffelektroden OX 1100/OX 1100+/OX 1101	50 ml in PE-Flasche
285126606	OX 920	Elektrolyt für Sauerstoffelektroden 9009/61	50 ml in PE-Flasche
285126614	OX 921	Reinigungslösung für Sauerstoffelektroden 9009/61	30 ml in PE-Flasche
285138287	OX 060	Nullpunkt-Lösung für Sauerstoffelektroden OX 1100/OX 1100+	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml Volumen = ~17 ml Inhalt

## Lösung für die Ammoniakmessung

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
285137344	L 6408	Elektrolyt für Ammoniak-Messketten	50 ml in PE-Flasche

# Lösungen



Elektroden

# Lösungen

## Lösungen und Zubehör für die Leitfähigkeitsmessung

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
285126503	LF 990	Prüflösung KCl 0,001 mol/l (147 µS/cm)	3 x 6 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285126511	LF 991	Prüflösung KCl 0,01 mol/l (1,41 mS/cm)	3 x 6 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285126528	LF 992	Prüflösung KCl 0,1 mol/l (12,9 mS/cm)	3 x 6 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285126293	LF 995	Prüflösungen KCl 0,01 / 0,1 / 1 mol/l (1,41 / 12,9 / 112 mS/cm)	3 x 6 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285126166	LF 1000/Set	wie LF 999/Set, zusätzlich Platinierungsgefäß und Kabel B 1 N	3 x 6 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, mit Herstellerzertifikat
285136907	LF 1024	Prüflösung KCl 0,01 mol/l (1,41 mS/cm)	250 ml in PE-Flasche
285126530	LF CSKC13	Prüflösung KCl 1,3 µS/cm (maximale Haltbarkeit: ungeöffnet 3 Monate, geöffnet 6 Stunden)	250 ml in PE-Flasche
285126540	LF CSKC5	Prüflösung KCl 5,0 µS/cm (maximale Haltbarkeit: 6 Monate)	500 ml in PE-Flasche

## Redox-Prüflösungen

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Redoxspannung Pt/Kalomel (KCl ges.)	Pt/Ag/AgCl (KCl 3 mol/l)	Inhalt
285138373	L 4619	180 mV	220 mV	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*, nach DIN 38 404-C6
285138357	L 4643	430 mV	470 mV	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*
285138381	L 4660	600 mV	640 mV	60 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*
285138784	L 4648	180, 430, 600 mV	220, 470, 640 mV	3 x 20 FIOLAX® Ampullen à 20 ml*
285138184	L 430	430 mV	470 mV	1.000 ml in DURAN® Glasflasche
285138168	L 4304	430 mV	470 mV	250 ml in DURAN® Glasflasche

## Reinigungslösungen für Einstabmessketten und Bezugselektroden

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
285138538	L 510	Pepsin/Salzsäure-Lösung	1.000 ml in DURAN® Glasflasche
285138295	L 5104	Pepsin/Salzsäure-Lösung	250 ml in DURAN® Glasflasche

\* 20 ml Volumen = ~17 ml Inhalt

# 7.7 Elektrodenzubehör

## Zubehör für Elektroden

Bestell-Nr.	Typ-Nr.	Beschreibung
285126482	NH 928	Elektrolyt für Ammoniak-Messketten in 50 ml Kunststoffflasche, 3 Membranmodule
285126499	NH 995	Membranmodul-Set: 3 Membranmodule, 3 Kappen
285215229	TZ 1520	Schliffadapter NS 14,5 aus PTFE für Elektroden mit Schaft Ø 12 mm
285123136	Z 451	Mess- und Aufbewahrungsgefäß mit Schliffhülse NS 7,5/16
285123170	Z 453	Elektrodengefäß zur Aufbewahrung von Elektroden mit 12 mm Durchmesser
285123152	Z 461	Mess- und Aufbewahrungsgefäß mit Schliffhülse NS 14,5/23
285123185	Z 472	Wässerungskäppchen für Elektroden mit Schaft 12 mm Ø



Z 453

# 7.8 Anschlusskabel

## 1 Elektrodenbuchse

Koax-Buchse für pH-, Redox-, Ammoniak und Natrium-Einstabmessketten, pH- und Redox-Einzelelektroden sowie Bezugs-Elektroden der Plus-Serie.

### Buchse L



## 2 Geräteanschluss/Stecker

### A (DIN 19 262)



### BNC



### N - Banane



Bestell-Nr.	Typ-Nr.	1 Elektrodenbuchse/Stecker	2 Geräteanschluss/Stecker	Kabellänge und -typ
285121916	B 1 N	Bezugselektrodenbuchse (B)	4 mm Bananenstecker (N)	1 m einadriges Kabel
285122456	L 1 A	Elektrodenbuchse (L)	DIN-Gerätestecker (A)	1 m Koax.-Kabel
285122497	L 1 BNC	Elektrodenbuchse (L)	BNC-Gerätestecker	1 m Koax.-Kabel
285122457	L 1 N	Elektrodenbuchse (L)	4 mm Bananenstecker (N)	1 m Koax.-Kabel
285122550	L 2 N	Elektrodenbuchse (L)	Bananenstecker (N)	2 m Koax.-Kabel
285122489	L 1 NN	Elektrodenbuchse (L)	2 x 4 mm Bananenstecker (N)	1 m Koax.-Kabel
285122464	L 2 A	Elektrodenbuchse (L)	DIN-Gerätestecker (A)	2 m Koax.-Kabel
285122448	L 2 NN	Elektrodenbuchse (L)	2 x 4 mm Bananenstecker (N)	2 m Koax.-Kabel

Weitere Stecker-Kabelkombinationen auf Anfrage

# 7.9 Tipps und Hinweise für die erfolgreiche Messung mit pH- und Redox-Elektroden

## Kapitel 1: Aufbau von pH-Einstabmessketten

### Inhalt

Kapitel 1: Aufbau von pH-Einstabmessketten	Seite 92
Kapitel 2: Referenzsysteme der pH-Elektroden	Seite 93
Kapitel 3: pH-Gläser und ihre Eigenschaften	Seite 94
Kapitel 4: Kalibrierung als Basis der pH-Messung	Seite 95
Kapitel 5: Genauigkeit der pH-Messung	Seite 96
Kapitel 6: Temperatureinfluss - Unsicherheit bei der pH-Messung	Seite 97
Kapitel 7: Säure- und Alkalifehler bei der pH-Messung	Seite 99
Kapitel 8: Diffusionspotentiale als Fehlerquelle	Seite 100
Kapitel 9: Pflege der pH-Elektrode	Seite 101
Kapitel 10: Qualifizierung der pH-Messung	Seite 103
Kapitel 11: pH-Messung in organischen Medien	Seite 104

#### Problemstellung

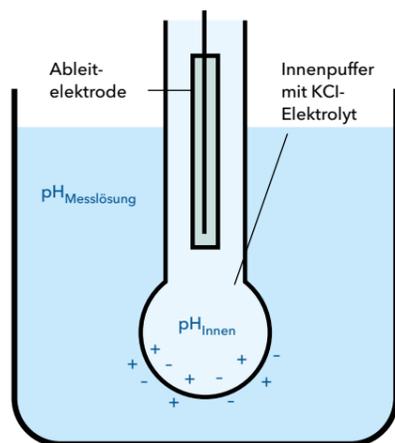
Zur pH-Messung können die Anwender aus einer Vielfalt an unterschiedlichen pH-Elektroden auswählen. Beim ersten Ausschauen ist die Wahl oft die Qual. Es gilt somit die Komponenten der pH-Elektroden inkl. ihrer Eigenschaften zu beschreiben, damit die zur Anwendung am besten passende Elektrode gefunden werden kann.

#### Frage

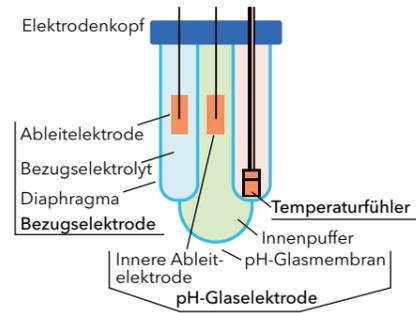
Aus welchen Komponenten besteht eine pH-Einstabmesskette und welche Funktionen haben diese?

#### Antwort

Der prinzipielle Aufbau von pH-Elektroden ist sehr einfach: Als potentiometrische Messketten bestehen sie aus einer Messelektrode und einer Bezugslektrode. Seit vielen Jahren ist es Stand der Technik, beide in einem Schaft als Einstabmesskette



2 Die Vorgänge an der Membran der Einstabmesskette.



1 Aufbau einer Einstabmesskette.

zu integrieren. Darüber hinaus hat ein großer Anteil der heute auf dem Markt erhältlichen pH-Elektroden bereits einen Temperaturfühler eingebaut, um die Temperaturabhängigkeit der Elektrodensteilheit im pH-Meter automatisch zu kompensieren. Der Aufbau solcher pH-Elektroden ist in der DIN 19261 anschaulich beschrieben und in Abbildung 1 schematisch dargestellt 1.

#### Warum braucht der Anwender eine Bezugslektrode für die pH-Messung?

Die pH-Glaselektrode ist die Messelektrode. An ihr entsteht das pH-Signal in mV, das direkt proportional zum pH-Wert der Messlösung ist. Das Messsignal kann aber nur gegen eine Bezugslektrode gemessen werden, da immer nur Potentialdifferenzen also Spannungen gemessen werden können. Die Bezugslektrode hat im Idealfall ein stabiles, konstantes und ein vom pH-Wert sowie der Zusammensetzung des Mediums unabhängiges Potential bei allen Temperaturen.

#### Was passiert an der Glasmembran?

Die Glasmembran verändert sich aufgrund des pH-Wertes. 2 Unter

der Einwirkung von Wasser lösen sich aus der Glasoberfläche Alkaliionen heraus, und die Oxidbrücken des Silikatgerüsts werden durch die Aufnahme von Wasser z.T. zu OH-Gruppen 2. So entsteht eine „Quellschicht“. Auf Wasserstoffionen wirkt diese Quellschicht wie ein Ionenaustauscher.

#### Wie läuft der Austauschprozess?

Bei den Spezial-pH-Membrangläsern bildet sich zwischen der Lösung und der Glasoberfläche ein reproduzierbares Gleichgewicht aus, das nur noch von der Wasserstoffionenkonzentration in der Lösung und in der Quellschicht abhängt.

Abschließend ist noch die Frage zu klären, wie der Anwender die richtige Wahl der Messkette erkennt: Die richtige Messkette liefert in der jeweiligen Anwendung die höchste Messsicherheit und längste Lebensdauer.

#### Fazit

Nur eine zur Anwendung passende Elektrode erzielt die bestmögliche Messsicherheit und maximale Lebensdauer. Besonders wichtig ist es, bei der Auswahl der Elektrode auf die Art des Diaphragmas zu achten. Dieses stellt die Verbindung zwischen Elektrode und Messmedium her. Sehr universell verwendbar ist z. B. das Platin-Diaphragma, das mit seinem definierten Elektrolytausfluss für eine schnelle und stabile Messwerteneinstellung sorgt und sich gleichzeitig selbst vor dem Eindringen von Messmedium schützt.

## Kapitel 2: Referenzsysteme der pH-Elektroden

#### Problemstellung

Neben Glasmembran und Diaphragma können sich pH-Elektroden noch durch ihre Referenzsysteme unterscheiden. Es gilt, den Aufbau und die Einsatzgebiete der gängigen Systeme herauszustellen, um die Auswahl zu erleichtern.

#### Frage

Was ist das Referenzsystem und wofür wird es benötigt? Welche Arten von Referenzsystemen gibt es und welche Eigenschaften haben diese 3?

#### Antwort

Einzelpotenziale können nicht gemessen werden, sondern nur Potentialdifferenzen, d. h. Spannungen. Wenn eine pH-Messelektrode ein Potential abgibt, das von einer Ionenkonzentration abhängt, wird die Referenzelektrode benötigt, weil deren Potential im Idealfall konstant und über möglichst lange Zeit unabhängig von der Zusammensetzung der Lösung und der Temperatur ist. Als internationale Referenz ist die Normalwasserstoffelektrode (SHE) im Einsatz. Sie kann jedoch aufgrund ihrer schwierigen Handhabung i.d.R. nicht für Stan-

dardapplikationen angewendet werden. Eine bewährte Referenz ist die gesättigte Kalomelektrode (SCE). Am häufigsten verwendet wird ein Silber/Silberchloridsystem. Die beste Referenz für raue Einsatzbedingungen ist Thalamid, die jüngste Referenz das Iod/Iodid-System. Vor- und Nachteile verschiedener Referenzsysteme sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Weitere Eigenschaften der Referenzelektrode werden durch das Diaphragma bestimmt.

#### Fazit

Das wichtigste Referenzsystem ist das Ag/AgCl-System, da es sehr gut beschrieben, reproduzierbar und ungiftig ist. In den wenigen Fällen, in denen es Probleme bereitet, kann ein Iod/Iodid-Referenzsystem Abhilfe schaffen. Es bietet vor allem bei wechselnden Temperaturen und durch das Fehlen von Silberionen und anderen eventuell störenden Metallionen eine Alternative. Auch bei sich schnell verändernden pH-Werten wie z.B. bei Titrationen kann es Vorteile aufweisen.

Referenzsystem	Vorteil	Nachteil
Ag/AgCl	sehr gut beschrieben, vielseitig, gut reproduzierbar, weiter Temperaturbereich, nicht giftig → hohe Umweltverträglichkeit	Referenzpotential ist temperaturabhängig und kann, wenn bei einer anderen Temperatur gemessen wird, als kalibriert wurde, ein abweichendes Potential liefern und damit die Messung beeinflussen.
Hg/Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (Kalomel)	stabiles Referenzpotential	giftig, niedriger Temperatureinsatzbereich von 15 bis 40 °C
Tl,Hg/TlCl (Thalamid)	sehr geringe Hysterese, weiter Temperaturbereich, geringer Temperaturkoeffizient	giftig, wird nicht mehr produziert
Iod/Iodid	geringe Polarisierung, geringe Temperaturabhängigkeit, frei von unerwünschten Schwermetallionen	Langlebigkeit war früher nur eingeschränkt gegeben.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Referenzsysteme

# Kapitel 3: pH-Gläser und ihre Eigenschaften

## Problemstellung

Es gibt heute eine große Zahl an unterschiedlichen pH-Gläsern, die aufgrund ihrer Eigenschaften passend zur Anwendung ausgewählt werden sollten.

## Frage

Welche pH-Gläser gibt es, welche sind ihre Haupteigenschaften und welches Membranglas ist für welche Anwendung besonders zu empfehlen?

## Antwort

Aufgrund des pH-Wertes verändert sich auch die Glasmembran einer pH-Elektrode. Unter der Einwirkung von Wasser lösen sich aus der Glasoberfläche Alkaliionen heraus, und die Oxidbrücken des Silikatgerüsts werden durch die Aufnahme von Wasser z. T. zu OH-Gruppen. So entsteht eine „Quellschicht“. Auf Wasserstoffionen wirkt diese Quellschicht wie ein Ionenaustauscher. Bei den Spezial pH-Membrangläsern bildet sich in diesem Austauschprozess zwischen der Lösung und der Glasoberfläche ein reproduzierbares Gleichgewicht aus, das nur noch von der Wasserstoffionenkonzentration in der Lösung und in der Quellschicht abhängt <sup>4</sup>.

Aufgrund der Vielzahl von verschiedensten Einsatzzwecken von pH-Elektroden werden mehrere Sorten von Membrangläsern benötigt, um unter allen Bedingungen ein Optimum an Messsicherheit und Lebensdauer zu erreichen. SI Analytics bietet dazu fünf verschiedenen pH-Gläser an, die unter den Bezeichnungen L-, H-, S-, A- und N-Glas geführt werden. Die Haupteigenschaften dieser Gläser werden wie folgt beschrieben:

- ▶ **L:** Breiter Einsatzbereich; sehr niederohmig, dadurch sichere und schnelle Messwerteinstellung auch bei niedrigen Leitfähigkeiten und niedrigen Temperaturen <sup>3</sup>.
- ▶ **H:** Optimiert für höhere Temperaturen bis 135 °C und extreme pH-Werte, d. h. sehr kleiner Alkalifehler im basischen Bereich und auch sehr präzise im sauren Bereich.
- ▶ **S:** Verträgt große Temperatursprünge; ergibt in heißen alkalischen Lösungen sehr konstante Messwerte bei sehr schnellen Einstellzeiten, guter Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit.
- ▶ **A:** Universalist mit kurzer Ansprechzeit für allgemeine Anwendungen in Trink-, Brauch- und Abwasser.
- ▶ **N:** Bei normalen Temperaturen über praktisch den gesamten pH-Bereich und für fast jedes Messgut einsetzbar.

Folgende Beispiele illustrieren den Einsatz der verschiedenen Gläser: Bei stark alkalischen Medien tritt der so genannte Alkalifehler auf. Unter dem Alkalifehler wird ab etwa pH-Wert 12 in Gegenwart von Natriumionen die Messung eines kleineren pH-Wertes verstanden, als er tatsächlich vorliegt.

<sup>3</sup> Blaue pH-Glaskugel an der Spitze einer pH-Elektrode.



Dieser Fehler kommt durch die Erfassung von Natriumionen als Wasserstoffionen (Querempfindlichkeit) zustande. Er kann unter extremen Bedingungen und bei Einsatz eines weniger geeigneten Membranglases bis zu einer pH-Einheit ausmachen. Hier sollte der Anwender auf ein H-Glas zurückgreifen.

Der Einsatz bei heißer alkalischer Behandlung und Heißdampfsterilisationen stellt hohe Anforderungen an die Beständigkeit des Membranglases, da es unter diesen Bedingungen normalerweise chemisch angegriffen wird und schneller altert. Hier ist das S-Glas die richtige Wahl.

Bei allgemeinen Anwendungen und in stark verdünnten Lösungen sowie speziell in Trinkwasser liegt die Herausforderung in der Vielseitigkeit und der oftmals niedrigen Leitfähigkeit der Proben. Dies kann zu langen Einstellzeiten und instabilen und somit unsicheren Messwerten führen. Das A-Glas wurde unter diesen Gesichtspunkten entwickelt und zeichnet sich durch eine kurze Einstellzeit über einen langen Einsatzzeitraum aus.

## Fazit

Die Art des Membranglases hat sehr großen Einfluß auf das Endergebnis und die Eigenschaften der pH-Elektrode. Nur die Auswahl des zur Anwendung passenden pH-Glases liefert die höchstmögliche Genauigkeit.

# Kapitel 4: Kalibrierung als Basis der pH-Messung

## Problemstellung

Zur Kalibrierung von pH-Messeinrichtungen werden Lösungen mit bekanntem pH-Wert eingesetzt, die auch als Referenz- oder Pufferlösungen bezeichnet werden. Da die Genauigkeit der pH-Messung letztendlich von der Kalibrierung abhängt, sollte auf deren Durchführung ein besonderer Augenmerk liegen. Aufgrund der Vielzahl an Pufferlösungen herrscht z. B. Unsicherheit darüber, welche und wie viele Pufferlösungen verwendet werden sollen.

## Frage

Was ist eine Pufferlösung? Wie viele Kalibrierpunkte sind sinnvoll?

## Antwort

Eine Pufferlösung besteht aus einer Mischung einer schwachen Säure und der konjugierten Base oder aus einer schwachen Base mit der konjugierten Säure. Sie hat die Eigenschaft, dass der pH-Wert der Lösung sich bei Zugabe einer geringen Menge Säure oder Base nur wenig ändert <sup>1</sup>. In Abhängigkeit der verwendeten Komponenten und deren Konzentration kann der pH-Wert der Pufferlösungen über fast den gesamten pH-Bereich eingestellt werden, z. B. bei HCl, Natriumcitrat (pH 1-5), Zitronensäure, Natriumcitrat (2,5-5,6), Essigsäure, Natriumacetat (3,7-5,6), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (6-9) oder Borax, Natriumhydroxid (9,2-11). Der pH-Wert der Pufferlösungen ändert sich aber nicht nur mit deren Zusammensetzung sondern auch bei Temperaturveränderungen.

Tabelle <sup>2</sup>: Temperaturverhalten von Referenzpuffern

Temperatur in °C	pH	
10	3,997	6,923
20	4,001	6,881
25	4,005	6,865
40	4,027	6,838
50	4,050	6,833
		9,332
		9,225
		9,180
		9,068
		9,011

In der DIN 19266 sind Referenzpufferlösungen, die auch als DIN-19266-Pufferlösungen bezeichnet werden, genau spezifiziert. Das Temperaturverhalten dieser Referenzpufferlösungen wurde von metrologischen Instituten ermittelt <sup>5</sup> <sup>2</sup>.

Im Unterschied zu Referenzpufferlösungen ist die Zusammensetzung von technischen Pufferlösungen nicht in Normen festgelegt. Es ist somit zu beachten, dass der Temperaturgang dieser Pufferlösungen herstellereinspezifisch sein kann, selbst wenn für sie bei 25 °C derselbe nominelle pH-Wert spezifiziert ist. Gerade bei einer von 25 °C abweichenden Kalibriertemperatur können durch Nichtbeachtung dieser Unterschiede beachtliche Fehler in den Messergebnissen auftreten. Neben den unterschiedlichen Arten von Pufferlösungen spielt auch das Kalibrierverfahren eine große Rolle für die Genauigkeit der Messung. Diese Verfahren sind in der DIN 19268 <sup>3</sup> exakt beschrieben. Sie besitzen Vor- und Nachteile:

- ▶ **Einpunkt-Kalibrierung:** Die Kalibrierung wird mit einer Pufferlösung durchgeführt. Hierbei wird nur der Nullpunkt der pH-Elektrode überprüft und angenommen, dass die Steigung der verwendeten Elektrode in etwa der Nernststeigung entspricht. Der Zeitaufwand ist für diese Form der Kalibrierung am geringsten. Dieses Kalibrierverfahren ist nur für die Überprüfung von Puffer-

lösungen gleicher Zusammensetzung zu empfehlen und nicht für die Durchführung exakter pH-Messungen unbekannter Lösungen geeignet.

- ▶ **Zweipunkt-Kalibrierung:** Es wird mit zwei Pufferlösungen kalibriert, welche sich vorzugsweise mindestens um zwei pH-Einheiten unterscheiden. Hierbei werden Steigung und Nullpunkt der pH-Elektrode durch Legen einer Geraden durch die beiden Messpunkte (in der Auftragung des gemessenen mV-Wertes gegen den nominellen pH-Wert der Pufferlösung) ermittelt.
- ▶ **Mehrpunkt-Kalibrierung:** Hierzu werden mindestens drei Referenzpufferlösungen eingesetzt. Der Abstand sollte möglichst  $\Delta\text{pH} > 0,5$  pH-Einheiten sein. Die Kalibriergerade wird hierbei entweder mittels linearer Regression durch alle Messpunkte bestimmt oder es werden zwischen benachbarten Puffern Segmente gebildet, innerhalb derer Nullpunkt und Steilheit errechnet werden. Zur Beurteilung der Sicherheit des Verfahrens kann das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) herangezogen werden. Es gibt an, wie gut die Übereinstimmung der Messwerte mit der Theorie ist und sollte einen Wert nahe 1 haben. Um eine Mehrpunkt

# Kapitel 5: Genauigkeit der pH-Messung

kalibrierung durchzuführen, kommen sehr häufig alkalische Pufferlösungen zum Einsatz. Diese sind bezüglich ihrer Frische zu prüfen und ihre prozentuale Fehlerauswirkung muss abgeschätzt werden.

In der Regel ist eine Zweipunktkalibrierung mit den DIN-Puffern 4,01 und 6,87 ausreichend, da diese sehr stabil sind und pH-Elektroden aufgrund ihrer hohen Linearität auch über die Kalibrierpunkte hinaus für die allermeisten Messungen eine ausreichend hohe Messsicherheit bieten. Zur weiteren Absicherung kann die Zweipunktkalibrierung auch noch durch eine anschließende Messung in einer Pufferlösung im Bereich des erwarteten pH-Wertes überprüft werden.

### Fazit

Je höher die Genauigkeitsanforderungen an die pH-Messung sind, desto eher empfiehlt sich der Einsatz von DIN-19266-Pufferlösungen, die eine Genauigkeit von unter 0,01 pH besitzen. Mehrpunktkalibrierungen können die Genauigkeit weiter steigern. Für die meisten Anwendungen ist eine Zweipunktkalibrierung ausreichend.

### Problemstellung

Die Frage nach der Genauigkeit der pH-Messung ist nicht einfach zu beantworten, da es viele Einflussgrößen gibt, die oft selbst dem Fachmann nicht oder nicht genau bekannt sind. Eins ist jedoch sicher: Der am pH-Meter angezeigte pH-Wert sagt nichts über seine Genauigkeit aus. Die Anzahl der Nachkommastellen täuscht immer eine zu hohe Genauigkeit vor.

### Frage

Welches sind die wesentlichen Einflussgrößen und wie lässt sich die Genauigkeit ermitteln?

### Antwort

In der Metrologie wird gern die Unsicherheit als Maß für die Messgenauigkeit gewählt. Je kleiner die Unsicherheit, desto höher ist die Messgenauigkeit. Diese Unsicherheit ist Bestandteil eines jeden Messwertes. Sie setzt sich zusammen aus den Unsicherheiten der einzelnen Beiträge zum Messwert. Für die pH-Messung wird dieses schwierige Thema in der Norm DIN 19268 für den Anwender leicht verständlich dargestellt <sup>6</sup>. In der Norm bleibt der wichtige Temperatureinfluss der Einfachheit halber unberücksichtigt, und es wird die Einhaltung von Temperaturkonstanz vorausgesetzt. Dann bleiben noch zu

berücksichtigen:

- ▶ pH-Wert der Pufferlösungen mit Unsicherheit,
- ▶ Unsicherheit der Messwerte in den Pufferlösungen sowie
- ▶ Unsicherheit des Messwertes in der Probenlösung.

Um eine hohe Messgenauigkeit zu gewährleisten, sind für die Kalibrierung Pufferlösungen nach DIN 19266 zu empfehlen, bei denen die verschiedenen Hersteller die Messunsicherheit bereits angegeben (spezifiziert) haben.

Nun stellt sich die Frage nach der Unsicherheit der Messwerte in diesen Pufferlösungen beim Kalibrieren oder Justieren. Für das pH-Meter wird eine Auflösung von ±1 Digit angenommen. Dies entspricht 0,2 mV oder 2 mV (abhängig von der Auflösung des pH-Meters und seiner Stellenanzeige). Dann bleibt die Frage nach der Unsicherheit der pH-Messkettenspannung. Nimmt man an, dass die pH-Glaselektrode linear bis pH < 12 vor dem Einsetzen des „Alkalifehlers“ arbeitet, bleibt als kritischer Punkt die Referenzelektrode mit dem Diaphragma und den Störpotenzialen, den Liquid Junction Potentials (LJPs). Die LJPs in Pufferlösungen nach DIN 19266 betragen bei Referenz-/Brückenelektrolyten mit

Tabelle 3: Beispiele für Messunsicherheiten

Berechnung nach DIN 19268		Erw. Unsicherheit ±U (k=2)		
Messgröße	Wert	Fall 1	Fall 2	Fall 3
Puffer1	4,008	0,01	0,02	0,02
Puffer2	6,865	0,01	0,02	0,02
Messspannung 1 [mV]	174,6	0,2	0,2	2
Messspannung 2 [mV]	6,6	0,2	0,2	2
Messspannung x [mV]	-1,4	0,2	0,4	3
Messspannung x [pH]	7,001	0,023	0,045	0,131

3-4 mol/L KCl etwa -2,5 mV. Hat die Messlösung ungefähr die gleiche Zusammensetzung (würde eine Pufferlösung die Probe sein), so liegt auch das LJP in der gleichen Größenordnung. Ist die Zusammensetzung der Messlösung nicht gleich, aber ähnlich, wird (willkürlich) 0,2 mV zur Unsicherheit der Messwerte beim Kalibrieren addiert. Ist die Art und Konzentration an Salzen, Säuren oder Laugen in der Messlösung deutlich unterschiedlich, steigen die LJPs und können nur nach aufwändigen Gleichungen (z.B. Henderson) berechnet bzw. abgeschätzt werden. Die Berechnung von Messunsicherheiten nach DIN 19268 sind in Tabelle 3 für drei unterschiedliche Fälle aufgeführt. Nun muss der Anwender entscheiden, welcher Fall für seine Messung zutreffend ist.

### Fazit

Bei erhöhten Anforderungen an die Genauigkeit der pH-Messung sind zur Abschätzung der Gesamtmessunsicherheit Kenntnis über Art und Größe der einzelnen Beiträge zur Messunsicherheit erforderlich. Deren Einschätzung wird durch das Studium der DIN 19268 erleichtert. Die Auswahl der optimalen pH-Elektrode und Pufferlösungen tragen zur Reduzierung der Unsicherheit bei.

### Problemstellung

Unterschiedliche Temperaturen haben einen Einfluss auf die Messung des pH-Wertes. Daher müssen diese in die Unsicherheit der Messung mit einbezogen werden.

### Frage

Welchen Einfluss hat die Temperatur

# Kapitel 6: Temperatureinfluss - Unsicherheit bei der pH-Messung

bei der pH-Messung? Was sind Isothermen? Wie funktioniert die Temperaturkompensation? Wie verändert sich der pH-Wert von Pufferlösung und Probe mit der Temperatur?

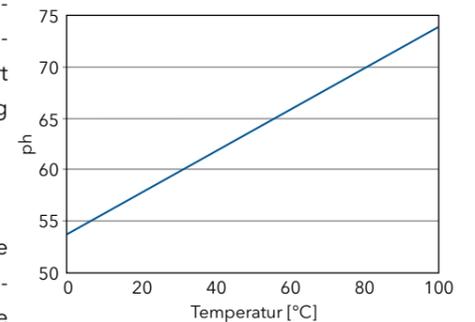
### Antwort

Die Spannung der pH-Messkette ändert sich mit der Temperatur. Dieses Verhalten lässt sich durch die Nernst'sche Gleichung beschreiben:  $U = U_0 + (R \times T / n \times F) \times \ln a_{H^+}$  mit

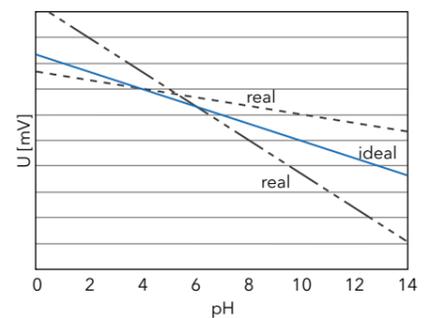
- ▶  $a_{H^+}$ : Aktivität des Wasserstoffions
- ▶  $U_0$ : Standardpotenzial
- ▶ R: Gaskonstante 8,3144 J/K\* mol
- ▶ T: Temperatur
- ▶ F: Faradaykonstante  $9,6485 \times 10^4$  C/mol
- ▶ n: Anzahl der übertragenen Elektronen

Der Nernst-Faktor  $(R \times T / n \times F)$  gibt die theoretische Steilheit der Messkette an. Dieser Faktor ist temperaturabhängig, er variiert zwischen 54,20 mV/pH bei 0 °C und 74,04 mV/pH bei 100 °C <sup>4</sup>.

Bei realen Messketten entspricht die Steilheit nie exakt dem Nernst-Faktor. Hinzu kommt, dass auch der Nullpunkt der Messketten, besonders bei stark gealterten Messketten, temperaturabhängig ist. Erfasst man bei zwei unterschiedlichen Temperaturen die Spannung einer realen Messkette bei unterschiedlichen pH-Werten, so erhält man für jede Temperatur eine Kennlinie. Diese Kennlinien, Isothermen genannt, schneiden sich im Isothermenschnittpunkt. Dieser Schnitt-



4 Temperaturabhängigkeit des Nernst-Faktors <sup>3</sup>



5 Kennlinien einer realen und einer idealen Elektrode

punkt kann vom Nullpunkt der idealen Kennlinie merklich abweichen <sup>5</sup>. Führt man die Messungen bei vielen unterschiedlichen Temperaturen durch, erhält man sogar ein Feld von Isothermenschnittpunkten <sup>2</sup>.

Die Temperaturkompensation von pH-Metern berücksichtigt lediglich die Änderung der theoretischen Steilheit bei Temperaturänderungen. Kalibriert man das Messgerät bei einer bestimmten Temperatur und misst bei einer anderen Temperatur als der

# Kapitel 7: Säure- und Alkalifehler bei der pH-Messung

Kalibriertemperatur, so passt die Temperaturkompensation die Steilheit entsprechend der theoretischen Änderung des Nernst-Faktors an. Nicht ideales Verhalten der Steilheit und des Nullpunktes wird dabei nicht erfasst. Bei unkritischeren Anwendungen spielt das keine große Rolle. Ist jedoch bei Messungen mit stark voneinander abweichenden Temperaturen höchste Genauigkeit gefordert, muss die Messkette für jede Messtemperatur mit Puffern gleicher Temperatur kalibriert werden.

Für Pufferlösungen wurden die Temperaturgänge von metrologischen Instituten genau untersucht. DIN-Pufferlösungen sind genau spezifiziert nach DIN 19266. Diese Puffer zeigen ein Temperaturverhalten wie beispielsweise in der Tabelle 4 gezeigt 5.

Technische Puffer zeigen ein anderes Temperaturverhalten als DIN-Pufferlösungen, außerdem sind deren Zusammensetzungen nicht festgelegt, d.h. jeder Hersteller kann seine eigene Mischung anfertigen. Bei Unkenntnis der Temperaturgänge der Pufferlösungen kann es zu Fehlmessungen kommen.

Die spezifische Temperaturabhängigkeit der Wasserstoffionenaktivität der Probe ist so gut wie nie bekannt und kann

daher nicht kompensiert oder wie bei der Leitfähigkeitsmessung auf eine Referenztemperatur umgerechnet werden. Es ist daher zwingend notwendig anzugeben, bei welcher Temperatur der jeweilige pH-Wert ermittelt wurde. Ein Vergleich von pH-Werten derselben Probe bei unterschiedlichen Temperaturen ist nur sehr selten möglich. So ergeben sich oft große Differenzen zwischen betrieblicher pH-Messung bei erhöhter Temperatur und der Messung der Probe im Labor bei Raumtemperatur.

### Fazit

Messkettennullpunkt und Steilheit können in der Praxis Abweichungen vom idealen Verhalten zeigen, das von der Nernst'schen Gleichung beschrieben wird. Je größer der Unterschied in der Temperatur zwischen Kalibrierung und Messung ist, umso größer können die Messabweichungen werden. Möglich sind Abweichungen von 0,05 bis 0,25 pH je nach Unterschied zwischen Kalibriertemperatur und Messtemperatur 4 5.

Für eine möglichst genaue Messung sollten die Kalibrierung und die Messung bei derselben Temperatur erfolgen. Aufgrund der genaueren Spezifikation sollte bei der Kalibrie-

rung auf Pufferlösungen nach DIN 19266 zurückgegriffen werden. Zur Beurteilung der Messergebnisse und für eine vollständige Dokumentation muss mit dem Ergebnis der pH-Messung immer auch die Messtemperatur, die verwendete Messkette und die Kalibrierbedingungen angegeben werden. Eine Umrechnung des pH-Wertes einer Probe von der Messtemperatur auf eine andere Temperatur ist nicht möglich.

### Problemstellung

Welche Effekte können bei Messungen in Lösungen mit extremen pH-Werten auftreten?

### Frage

Was sind Säure- und Alkalifehler? Unter welchen Bedingungen treten sie auf? Welche Auswirkungen haben sie?

### Antwort

Selbst Messketten, die sich über einen weiten pH-Bereich ideal, d.h. linear, verhalten, können im stark sauren (< pH 2) oder basischen Bereich (> pH 12) Abweichungen zeigen 6 2.

Effekt dieser Abweichungen ist, dass im Sauren zu hohe und im Alkalischen zu niedrige pH-Werte angezeigt werden. Im ersten Fall wird vom Säurefehler und im zweiten vom Alkalifehler gesprochen.

Der Säurefehler ist in der Regel niedriger als der Alkalifehler. Eine Ursache des Säurefehlers ist der Einbau von Säuremolekülen in die Quellschicht bzw. die Änderung der Wasseraktivität, was eine Verringerung der H<sup>+</sup>-Ionen Aktivität bewirkt. 2 Er wird in der Praxis nur unter besonders extremen Bedingungen beobachtet. Daneben entwässern hochkonzentrierte Säuren durch osmotischen Druck die Quellschicht und konzentrieren die

Hydroxylgruppen auf. Beides führt zu scheinbar höheren pH-Werten 7.

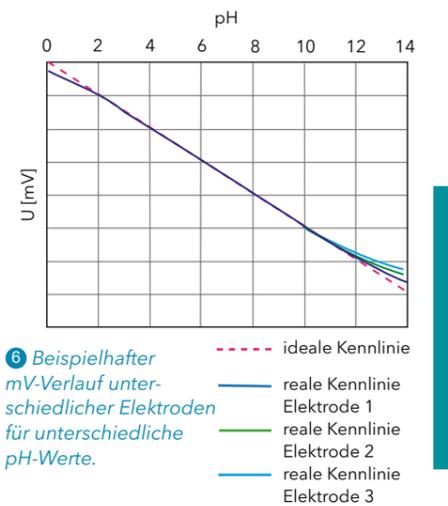
Eine deutlich größere Relevanz für die Sicherheit der Messung hat der Alkalifehler. Er tritt dann auf, wenn die Messlösung Alkaliionen (z.B. Lithium oder Natrium) enthält und einen pH-Wert von über 12 hat. Unter diesen Bedingungen kommt es zum Austausch von Alkaliionen in der Quellschicht des Membranglases und in der Messlösung. Diese Querempfindlichkeit wird auch als Natriumfehler bezeichnet, da zur Einstellung von hohen pH-Werten sehr oft Natronlauge verwendet wird 3. Bildlich gesprochen werden die Alkaliionen zusätzlich zu den H<sup>+</sup>-Ionen erfasst, wodurch ein niedrigerer pH-Wert vorgetäuscht wird. In Abhängigkeit von der Art des pH-Membranglases, dem pH-Wert der Messlösung, der Temperatur und der Alkaliionenkonzentration kann der Alkalifehler bis zu einer pH-Einheit betragen.

Bei modernen pH-Gläsern ist der Alkalifehler gering. Als praktisches Beispiel werden in Tabelle 5 hierzu die Ergebnisse der Messung von pH-Elektroden mit unterschiedlichen pH-Membrangläsern gegenübergestellt. Die Messungen erfolgten jeweils in Lösungen gleichen pH-Wertes (einmal mit Natriumionen und einmal ohne). Die Konzentration an Natriumionen betrug 1 mol/l. Um die

größtmögliche Sicherheit zu erhalten, ist bei diesem hohen pH-Wert und hoher Konzentration an Natriumionen auf ein pH-Glas zu achten, welches einen möglichst geringen Alkalifehler hat.

### Fazit

Um eine möglichst hohe Sicherheit von pH-Messungen auch unter extremen Bedingungen zu erreichen, sollte die Elektrode passend zur Anwendung gewählt werden. Bei hohen Alkalikonzentrationen und hohen pH-Werten ist eine pH-Elektrode mit kleinstmöglichem Alkalifehler zu wählen.



6 Beispielhafter mV-Verlauf unterschiedlicher Elektroden für unterschiedliche pH-Werte.

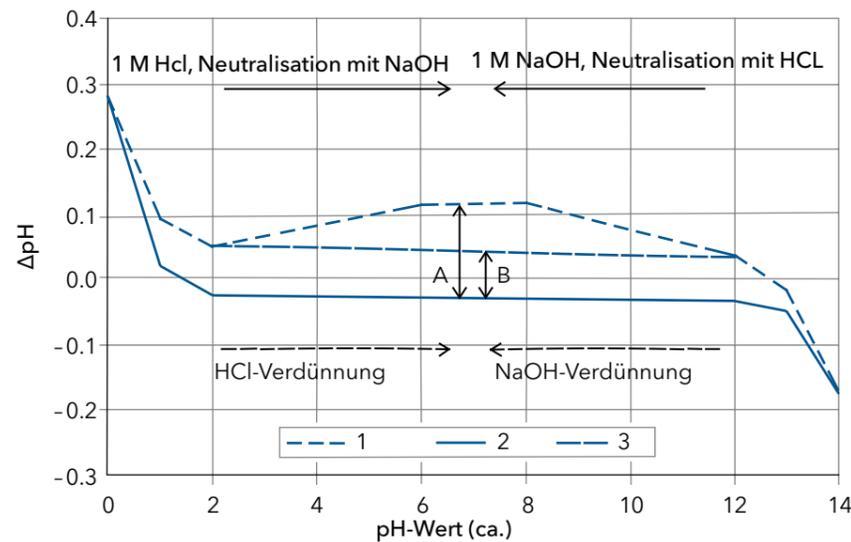
Temperatur in °C	pH		
10	3,997	6,923	9,332
20	4,001	6,881	9,225
25	4,005	6,865	9,180
40	4,027	6,838	9,068
50	4,050	6,833	9,011

Tabelle 4: Temperaturverhalten unterschiedlicher DIN 19266 Pufferlösungen

	pH-Wert ohne Natrium-Ionen	pH-Wert mit Natrium-Ionen	Alkalifehler
Elektrode 1	13,72	13,15	0,57
Elektrode 2	13,77	13,45	0,32
Elektrode 3	13,98	13,63	0,35
Elektrode 4	13,78	13,21	0,57
Elektrode 5	13,80	13,25	0,55

Tabelle 5: Messungen mit unterschiedlichen Membrangläsern in einer Lösung mit pH 14 ohne und mit Zugabe von Natriumionen (Konzentration 1 mol/l).

## Kapitel 8: Diffusionspotenziale als Fehlerquelle



7 Verlauf des Messfehlers einer pH-Elektrode

### Problemstellung

Diffusionspotenziale werden häufig als Störgröße bei der pH-Messung genannt. Deren Größe und Einfluss auf die Messgenauigkeit sind aber nur selten bekannt. Für einige Beispiele wurden Diffusionspotenziale berechnet und mit praktischen Messungen verglichen. An einfachen Systemen konnten die Berechnungen bestätigt werden [8, 9].

### Frage

Wie groß können Diffusionspotenziale sein und wie wirken sie sich auf die Messgenauigkeit aus?

### Antwort

Zur Berechnung von Diffusionspotenzialen wird meist die Hendersongleichung herangezogen. Dazu ist es erforderlich, die Konzentration, die Beweglichkeit und die Ladung aller beteiligten Ionen einer Probe zu kennen. Dies bedeutet,

dass sich die Berechnung nicht durchführen lässt, wenn nur ein Parameter unbekannt ist. In den meisten Lösungen ist aber schon die Zusammensetzung nicht genau bekannt. Daher müssen bei der Berechnung der Diffusionspotenziale einige Annahmen herangezogen werden, die dann zu einer groben Abschätzung der zu erwartenden Messfehler führt. Dazu müssen folgende Überlegungen angestellt werden:

Als Referenz- oder Brückenelektrolyt wird meist drei molare KCl-Lösung verwendet. Sie soll auch die Basis für die Berechnung der Diffusionspotenziale nach Henderson sein.

Die Größe von Diffusionspotenzialen wird wesentlich durch die Unterschiede in der Beweglichkeit aller beteiligten Ionensorten bestimmt. Daher wird hier als ungünstiger Fall

der Kontakt mit Salzsäure und Natronlauge betrachtet.

Da hier Fehler bei der pH-Messung betrachtet werden sollen, werden die berechneten Diffusionsspannungen in  $\Delta\text{pH}$  bei 25 °C umgerechnet und gegen den pH-Wert der Lösung aufgetragen (7). Die Veränderung der pH-Werte soll einmal durch Verdünnung (7 1) mit Wasser und einmal durch Neutralisation (7 2) erreicht werden. In der Abbildung sind die berechneten Messabweichungen  $\Delta\text{pH}$  gegen den pH-Wert der Lösung für die genannten Fälle aufgetragen. Folgende Bereiche sind zu beachten:

- ▶ Bei extremen pH-Werten können die Fehler stark zunehmen.
- ▶ Im sauren Bereich werden zu hohe und im alkalischen Bereich zu niedrige Werte gemessen.
- ▶ Bei starker Verdünnung (Reinstwasser A) nimmt der Fehler zu. Ist die Ionenstärke höher, z.B. bei Leitfähigkeit größer 1 mS/cm, sind die Messfehler durch Diffusionspotenziale geringer (3, B).

### Fazit

In Lösungen mit Leitfähigkeiten größer 1 mS/cm und im Bereich  $2 < \text{pH} < 12$  ist der Einfluss der Diffusionspotenziale auf die Unsicherheit der pH-Messung etwa  $\Delta\text{pH} < 0,05$ . Bei der Abschätzung der Messunsicherheit müssen allerdings auch alle weiteren Fehlerquellen berücksichtigt werden.

## Kapitel 9: Pflege der pH-Elektrode

- ▶ Wie ist die Konsistenz der Messlösung? Es ist ein Unterschied, ob beispielsweise eine Einstichmessung oder eine Messung in Lösung erfolgen soll.

- ▶ Sind Sulfid, Bromid, Iodid oder andere Elektrodengifte in der Messlösung vorhanden? Durch die Wahl des Referenzsystems und des Diaphragmas kann man unerwünschte Reaktionen des Mediums mit der Elektrode umgehen.

- ▶ Wird in aggressiven Verbindungen (wie z.B. HF oder heißer Natronlauge) gemessen? Diese Angabe hilft bei der Auswahl des Schaftmaterials und des Membranglases.

Nachdem diese Fragen geklärt sind, müssen noch die konstruktiven Anforderungen an die Elektrode ermittelt werden:

- ▶ Welche Einbaulänge und welcher Durchmesser wird benötigt? Diese Information ist erforderlich, wenn z.B. in speziellen Gefäßen gemessen wird.

- ▶ Welche Genauigkeit der Elektrode ist notwendig, welche Robustheit gewünscht? Diese Angaben sind wichtig, um zu entscheiden, ob z.B. eine Gelelektrode mit Kunststoffschicht oder eine Flüssigelektrode mit Glasschaft einsetzbar ist.

- ▶ Soll ein Temperatursensor in der Elektrode integriert sein oder nicht? Welche Anschlüsse

hat das Messgerät für die Elektrode? Das ist wichtig, um den passenden Anschluss der Elektrode an das Messgerät zu ermöglichen.

- ▶ Ist der Einsatzbereich die pH-Messung im Labor oder Prozess? Wenn die Elektrode im Prozess eingesetzt wird, gilt es zu klären, welcher Druck bei der Messung anliegt und wie die Elektrode eingebaut wird. Beim Einsatz im Prozess verfügen die Elektroden über ein spezielles Pg 13,5-Einbaugewinde, um mittels einer Armatur fest am Messplatz eingebaut zu werden. Werden unter solchen Bedingungen Flüssigelektrolytelektroden verwendet, ist auch eine Druckbeaufschlagung der Elektrolytbevorratung vorzusehen.

### Fazit

Wichtig ist bei der Auswahl der Elektrode, diese auf die jeweilige Anwendung abzustimmen. Nur dann kann der Anwender von einer optimalen Lebensdauer und Sicherheit bei der Messung ausgehen.

### Problemstellung

Wie sind pH-Elektroden zu warten/pflegen und aufzubewahren?

### Frage

Welchen Einfluss haben die Wartung und Pflege auf die Lebensdauer der Elektrode und die Sicherheit der Messung? Wie ist die Elektrode aufzubewahren? Welche Reinigungen gibt es?

### Antwort

Die pflegliche Behandlung und Aufbewahrung der Elektroden sorgt für verlässliche Messergebnisse und die Erhöhung der Lebensdauer. Die folgenden Tipps zeigen eine Übersicht [10, 2, 3]:

- ▶ **Aufbewahrung:** Eine Elektrode sollte niemals trocken sondern immer in Wässerungslösung gelagert werden. Das Wässerungskäppchen sollte je nach Art der Elektrode mit folgenden Lösungen gefüllt sein:

- Einstabmessketten und Bezugselektroden: Im Falle von Flüssigelektrolytelektroden sollte auch die in der Bezugselektrode verwendete Elektrolytlösung für die Wässerung eingesetzt werden. Bei Gelelektroden ist 3 mol/l KCl-Lösung zu benutzen.

- Glaselektroden: Im Fall von reinen Messelektroden kann das Wässerungskäppchen mit entionisiertem Wasser gefüllt werden. Bei Einstabmessketten und Referenzelektroden führt dies zu einer Verkürzung der Lebensdauer.

# 10

## Kapitel 10: Qualifizierungen der pH-Messung

Sollte die Elektrode irrtümlich trocken gelagert worden sein, muss sie vor der ersten Benutzung mindestens 24 h in den oben genannten Lösungen gewässert werden. Vor der Messung ist durch eine Kalibrierung die Funktionsfähigkeit zu prüfen.

### Reinigung:

Bei Schmutzanhaftungen aller Art auf der Membranoberfläche oder dem Diaphragma können zu einer Lebenszeit-Verkürzung der Elektrode und unsicheren Messungen führen. Die Reinigung der Elektrode sollte vorzugsweise chemisch erfolgen und nicht mechanisch. Im Falle von Schmutzanhaftungen außerhalb der Elektrode und am Diaphragma können folgende Reinigungen durchgeführt werden:

- Anorganische Anhaftungen: Elektrode für einige Minuten in 0,1 mol/l HCl oder 0,1 mol/l NaOH stellen. Werden die Anhaftungen dadurch nicht gelöst, sollte eine vorsichtige Erwärmung der Lösung bis auf 50 °C erfolgen bevor eine Erhöhung der Säuren- oder Laugenkonzentration erfolgt.
- Organische Anhaftungen: Elektrode mit organischen Lösungsmitteln abspülen. Die Membran kann auch mit einem angefeuchteten, fusselfreien, weichen Tuch vorsichtig und kurz abgerieben werden. Die Widerstandsfähigkeit des Kunststoffschafes der Elektrode gegenüber organischen Lösungsmitteln sollte bei dieser Behandlung mit in Betracht gezogen werden.

- Proteine: Einstellen der Elektrode in Pepsin/HCl-Lösung für maximal 1 h.
- Sulfide am Keramikdiaphragma: Lagern der Elektrode in Thioharnstoff/HCl-Lösung (7,5% in 0,1 mol/l HCl) bis die Verfärbung am Diaphragma verschwunden ist. Nach der Reinigung ist die Elektrode mit entionisiertem Wasser abzuspülen und für mindestens 1 h in Elektrolytlösung zu stellen. Außerdem ist vor der nächsten Messung die Elektrode erneut zu kalibrieren.

### Reinigung der Bezugs elektrode mit Flüssigelektrolyt:

- Bei Schmutz/Partikel in der Bezugselektrode: Entfernen des alten und Befüllen mit neuem Elektrolyten. Im Bedarfsfall so oft wiederholen bis der Schmutz entfernt ist. Es kann auch etwas erwärmter Elektrolyt (ca. 45 °C) verwendet werden. Eine chemische Innenreinigung ist nicht anzuraten, da dabei das Referenzsystem irreversibel beschädigt werden kann.
  - KCl-Kristalle im Innenraum: Durch Erwärmen der Elektrode im Wasserbad auf ca. 45 °C können die Kristalle aufgelöst werden. Danach ist der komplette Elektrolyt auszutauschen.
- Allgemeine Behandlungsempfehlungen:
- Nach der Messung die Elektrode sofort mit entionisiertem/destilliertem Wasser abspülen und in der empfohlenen Weise aufbewahren.
  - Die Elektrode ist regelmäßig auf Schmutzanhaftungen an der Membranoberfläche, am Diaphragma und im Innenraum zu überprüfen.

- Messungen in aggressiven und/oder heißen Medien führen zu einer Verkürzung der Lebenszeit.
- Bei der Verwendung von Elektroden mit Flüssigelektrolyt ist bei der Messung/Kalibrierung unbedingt das Nachfüllloch zu öffnen, um durch den Elektrolytausfluss eine Rückdiffusion der Probe zu vermeiden. Während der Aufbewahrung und zwischen den Messungen ist das Nachfüllloch zu schließen.
- Die Verwendung von entionisiertem Wasser als Aufbewahrungslösung bei Bezugselektroden oder Einstabmessketten verkürzt deren Lebenszeit.
- Niemals die Elektroden trocken aufbewahren, als Rührer einsetzen oder mechanisch reinigen.

### Fazit

Die allgemeinen Behandlungsempfehlungen tragen stark zur Lebenszeitverlängerung der Elektrode und damit auch zur Sicherheit der Messung bei.

### Problemstellung

pH-Messungen werden in GMP/GLP-relevanten Betrieben zur Qualitätskontrolle sowohl von Rohstoffen als auch Endprodukten durchgeführt. Die ermittelten pH-Werte haben daher eine hohe Relevanz auf die Entscheidung, ob die Probe den Vorgaben entspricht oder nicht. Dementsprechend sind Maßnahmen zu ergreifen, um die Korrektheit der Messung zu gewährleisten.

### Frage

Welche Maßnahmen zur Sicherung der pH-Messung gibt es und wie werden diese durchgeführt?

### Antwort

Das Qualifizierungsverfahren besteht aus bis zu vier aufeinander aufbauenden Prüfungsstufen <sup>9</sup>. Sie beinhalten die folgenden Schritte, die entsprechend dokumentiert werden müssen:

- **DQ (Design Qualification):** In der DQ formuliert der Anwender vor der Anschaffung die Anforderungen an die Komponenten und die Einsatzbedingungen. Beschrieben werden z.B. der Zweck des Einsatzes, die Umgebungsbedingungen, die technische Daten, eine Beschreibung der Proben, sowie allgemeine und spezielle Voraussetzungen aufgrund der Anwendung <sup>11</sup>. Die DQ ist somit der dokumentierte Nachweis, dass das Instrument entsprechend den Anforderungen entwickelt und gefertigt wird und der Anwender genau das erhält, was er braucht.
- **IQ (Installation Qualification):** Die IQ wird am Ort der Installation durchgeführt. Hierbei wird nach der Auslieferung die Vollständigkeit des Systems sowie die Umge-

bungs- und Anwendungsbedingungen geprüft. Die IQ liefert den Nachweis, dass das gelieferte Instrument den Spezifikationen der Bestellung (DQ) entspricht, an dem vorgesehenen Arbeitsplatz richtig aufgebaut und für die dort vorliegenden Umweltbedingungen richtig ausgelegt ist. In der IQ kann bereits ein erster Test enthalten sein. Nach dieser Qualifizierung ist das System verwendungsbereit.

### OO (Operational Qualification):

Bei der OO wird geprüft, ob das installierte System unter generellen Bedingungen die technischen und funktionellen Spezifikationen erfüllt. Die Überprüfung enthält einen Test des Gerätes am Ort der Benutzung. Dazu kann ein Vergleich mit den technischen Daten der Komponenten oder ein Test mit einem Standard durchgeführt werden, welcher auf einen nationalen Standard zurückgeführt werden kann. Dies bedeutet bei einem pH-Messsystem z.B. die Bestimmung des pH-Wertes von DIN-Pufferlösungen nach der Kalibrierung der Einrichtung.

### PQ (Performance Qualification):

Die PQ dient dem Nachweis, dass das Messsystem unter den realen Betriebsbedingungen gleichbleibend eine Leistung gemäß der Spezifikationen erbringt. Während bei der IQ und OO, die einmalig durchzuführen sind, die Lie-

feranten häufig in Form von vorgefertigten Dokumenten bis hin zur Durchführung der Qualifizierungen Unterstützung anbieten, wird die PQ in regelmäßigen Abständen meist vom Benutzer selbst durchgeführt. Das Prüfungsintervall wird entsprechend der Anwendung des Messsystems festgelegt <sup>12</sup>.

### Fazit

Die Einzelprüfungen von pH-Meter und Elektrode ergeben nur eine Aussage über die momentane Funktionsfähigkeit des pH-Meters und der Elektrode als einzelne Komponenten, jedoch noch keine Aussage über die dauernde Richtigkeit der pH-Messung des gesamten Systems. Die Qualifizierung beginnend von der Design Qualifikation vor der Anschaffung, über die einmalige Installation (IQ) und Operational Qualification (OO) am entsprechenden Arbeitsplatz bis hin zur regelmäßigen Performance Qualifikation (PQ) liefern zusammen den Nachweis, dass die gesamte Messeinrichtung (bestehend aus pH-Meter, pH-Elektrode, Pufferlösungen) unter den spezifischen Einsatzbedingungen gleichbleibend eine Leistung gemäß der Spezifikation erbringt.



Abb. 9

# 11

## Kapitel 11: pH-Messung in organischen Medien

### Problemstellung

Die Anforderungen an die Durchführbarkeit und Genauigkeit von pH-Messungen und Titrationsen in nichtwässrigen Medien zur Prozess- und Qualitätskontrolle nehmen z.B. in der Pharmaindustrie stetig zu.

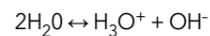
Daher ist es wichtig, zu prüfen, inwieweit bei solchen Analysen überhaupt von einer klassischen pH-Messung gesprochen werden kann und wie sich die Elektroden in einem solchen Medium verhalten.

### Frage

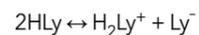
Unter welchen Bedingungen sind pH-Messungen und Titrationsen in nichtwässrigen Medien möglich?

### Antwort

Der pH-Wert ist laut DIN 19260 <sup>13</sup> nur in wässrigen Medien definiert. Man kann allerdings analog zur Dissoziation des Wassers:



ähnliche Betrachtungen für wasserähnliche Lösungsmittel anstellen und folgende Gleichung aufstellen:



$\text{H}_2\text{Ly}^+$  ist das protonierte Lösungsmittelmolekül und wird Lyonium-Ion genannt.  $\text{Ly}^-$  ist das deprotonierte Lösungsmittelmolekül und heißt Lyat-Ion. Aprotische Lösungsmittel wie z.B. DMSO oder Benzol dissoziieren nicht nach dieser Gleichung. Nur wasserähnliche Lösungsmittel mit einer Eigendissoziation wie z.B. Ethanol ermöglichen die Einführung einer pH-Skala. Diese ergibt sich aus dem pK<sub>Ly</sub>-Wert des Lösungsmittels. Somit umfasst die Skala für Wasser 14, für Methanol 16,7 und für Ethanol 19,1 Einheiten.

Mit der Erstellung individueller, das heißt lösungsmittelabhängiger, pH-Skalen ist aber nur der erste Schritt getan. Es bedarf

dann auch noch individueller Bezugspufferlösungen, um die Elektrode unter diesen Bedingungen zu kalibrieren. Kalibriert man die pH-Elektrode mit wässrigen Pufferlösungen und führt anschließend eine pH-Messung in einem nichtwässrigen Medium durch, entspricht dies dem sprichwörtlichen Vergleich von Äpfeln mit Birnen. Durch das Fehlen von Bezugspufferlösungen auf Basis der jeweiligen Lösungsmittel darf somit keine Umrechnung der eigentlichen Messgröße mV, wie sie von pH-Elektroden geliefert wird, in einen pH-Wert erfolgen.

Im Unterschied zur pH-Messung ist bei Titrationsen meist nicht der absolute pH-Wert sondern die Veränderung des pH-Wertes die relevante Größe. Der Verbrauch an Titriermittel bis zu diesem pH-Sprung wird zur Gehaltsberechnung herangezogen. Unter solchen Bedingungen ist die Umrechnung des originalen mV-Messwertes der Elektrode in einen pH-Wert möglich, aber als absoluter Messwert ist dieser Umrechnungswert genauso wenig verlässlich.

Neben den fehlenden individuellen Bezugspufferlösungen und der damit verbundenen Unkenntnis der Wasserstoffionenaktivität in nichtwässrigen Lösungsmitteln liegt die Herausforderung für die pH-Messung in solchen Proben unter anderem an den beiden folgenden Phänomenen:

- Die erhöhte Phasengrenzspannung am Diaphragma beim Kontakt des nichtwässrigen Lösungsmittels mit dem Bezugselektrolyten der Elektrode erschwert die pH-Messung <sup>14</sup>.
- Ebenfalls zu Problemen führen die geringen Leitfähigkeiten dieser Lösungsmittel. Schon bei pH-Messungen in destilliertem Wasser zeigt sich der Einfluss der geringen Leitfähigkeit in sehr unruhigen Messwerten. Bei organischen Lösungsmitteln ist dies noch sehr viel stärker zu beobachten.

ten.

Selbst zur Erfassung des mV-Wertes sollten die Elektroden bzw. ihre Membran vor der Messung auf das entsprechende Lösungsmittel konditioniert beziehungsweise formiert werden. Beim Einstellen der Elektrode in das Lösungsmittel wird der Widerstand der Glasmembran herabgesetzt und eine schnellere Einstellzeit der Elektrode gewährleistet. <sup>3</sup>

### Fazit

Es dürfen keine Messungen zur Ermittlung des absoluten pH-Wertes in nichtwässrigen Lösungsmitteln (d.h. mit einem Wassergehalt kleiner als 30%) durchgeführt werden, sondern nur direkte mV-Messungen.

Mit einer erhöhten Einstellzeit in diesen Medien ist auch bei einer Vorbehandlung, sprich Formierung der Elektrode zu rechnen. <sup>15</sup>

### Literatur

- <sup>1</sup> DIN 19261, Beuth <sup>2</sup> M. Huber, Wissenswertes über die pH-Messung, SCHOTT Geräte, 1989 <sup>3</sup> H. Galster, pH-Messung, VCH, 1990 <sup>4</sup> J. Falbe und M. Regitz (Hrsg.), Römp-chemie-Lexikon, 9. Auflage, Thieme, 1990 <sup>5</sup> DIN 19266, Referenzpufferlösungen zur Kalibrierung von pH-Messeinrichtungen, Beuth, 2000 <sup>6</sup> DIN 19268, pH-Messung - pH-Messung von wässrigen Lösungen mit pH-Messketten mit pH-Glaselektroden und Abschätzung der Messunsicherheit, Beuth, 2007 <sup>7</sup> pH Fibel, WTW, 2000 <sup>8</sup> G. Milazzo, Elektrochemie, Springer-Verlag, 1952 <sup>9</sup> G. Tauber, Industrielle pH-Messung - Beiträge der Diffusionspotenziale zur Messunsicherheit, in: tm-Technisches Messen, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 6/2009, 306ff <sup>10</sup> <http://www.si-analytics.com/downloads/produkt-und-anwendungsinformationen/laborelektroden> <sup>11</sup> <http://www.validation-online.net/user-requirements-specification.html> <sup>12</sup> <http://www.fda.com/csv/index.html> <sup>13</sup> DIN 19260 - pH Messungen Allgemeine Begriffe, Beuth <sup>14</sup> T. Mussini, A. K. Covington, P. Longhi und S. Rondinini, Criteria for Standardization of pH Measurements in Organic Solvents and Water + Organic Solvent Mixtures of Moderate to High Permittivities, in: Pure & Applied Chemistry 57, No. 6, 1985, 865ff <sup>15</sup> H. Becker, I. Sound (SI Analytics GmbH): Grenzen der pH-Messung in nichtwässrigen Lösungsmitteln, in: LABORPRAXIS 11/2007, 44ff



# Weitere SI Analytics Produkte

## pH-Messung

### Perfekt aufeinander abgestimmte Messsysteme

#### Benchtop-Geräte und Handmessgeräte

Für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche bieten wir mehrere Produktreihen an. Von der Einsteigerklasse bis zum digitalen Multi-Channel Gerät erhalten Sie alles aus einer Hand.

Zum Beispiel:



HandyLab 845  
Ideal für den Einstieg in die pH-Messung



Multifunktionsgeräte ProLab 2500 und 5000



HandyLab MKII

## Elektroden

### Laborelektroden

Passend zu unseren vielseitigen Geräten bieten wir zahllose Elektrodentypen für nahezu jede Anwendung an. Diese Elektroden werden nach wie vor von Hand an unserem Standort in Mainz produziert, um somit die bestmögliche Qualität und eine lange Haltbarkeit und präzises Messen zu ermöglichen.

#### Beispielelektroden



## Spektrometrie

### UviLine SI Spektrometer

Unsere Spektralphotometer **UviLine SI 5000, 6000 und 7000** sind moderne Einstrahl-Photometer für den VIS- bzw. UV-VIS-Bereich mit hervorragendem Preis-Leistungsverhältnis, die mit verschiedenen Zubehörteilen (Küvettenhalter und -wechsler, Sipper) für anspruchsvolle Applikationen erweitert werden können. Diese Geräte sind durch die on-board-Windows® CE-Software als Stand-alone-Lösung einsetzbar.

Neu in unserem Programm sind die **UviLine SI 6100 und 7100**, die zu den technischen Daten der UviLine 6000 und 7000 zusätzlich einen Referenzstrahl und ein noch größeres Farbdisplay bieten.

UviLine SI 7100



## AVS® | ViscoSystem® | Viskosimeter

### Präzise Kapillarviskosimetrie - Kompetenz von Anfang an

Das **ViscoSystem® AVS® 370** (als PC-Ausführung) und das **ViscoSystem® AVS® 470** (als Stand-Alone-Ausführung) bieten die außergewöhnliche Kombination aus „drückendem“ und „saugendem“ Betrieb. Dies erlaubt die perfekte Anpassung des Messverfahrens an jede Probe. Es ermöglicht die Verwendung eines ViscoPump III-Moduls mit optischer Detektion für transparente oder in der TC-Version für undurchsichtige Flüssigkeiten.



ViscoClock plus

### Messung in Perfektion leicht gemacht

Die *ViscoClock plus* ist ein elektronisches Zeitmessgerät für Glas-Kapillarviskosimeter zur Bestimmung der kinematischen und relativen Viskosität. Als Nachfolger der bewährten *ViscoClock* bietet sie jetzt auch die Möglichkeit zur Datenspeicherung und eine noch leichtere Handhabung.

### Viskosität automatisch besser messen

Der Probenautomat **AVS® Pro III** ist ein vollautomatisch arbeitender Viskositätsmessplatz. Trotz seines hohen Probendurchsatzes zeichnet er sich durch höchste Genauigkeit und Reproduzierbarkeit aus - selbst im unbeaufsichtigten Tag- und Nachtbetrieb.



AVS® Pro III

## Prozessmesstechnik

### Prozesselektroden, Armaturen und Zubehör

Die sichere Messung von pH-, Redox- und Leitfähigkeitswerten sowie der Temperatur im industriellen Prozess erfordert individuelle Lösungen. Unser umfangreiches Programm an Prozesselektroden deckt alle Anwendungen für Messungen in wässrigen Lösungen im Temperaturbereich von -30 °C bis 140 °C und bei Drucken bis zu 12 bar ab. Viele unserer Elektroden sind darüberhinaus gemäß ATEX Richtlinie 94/9/EG-zugelassen. Die Wechselarmaturen und deren Steuerungen ermöglichen die bedarfsgerechte Messung und optimale Positionierung der Elektroden im Medium.



SteamLine Elektrode



CHEMtrac 810

## Laborkocher und Rührer

Die Laborkocher von SI Analytics sind mit einer millionenfach bewährten Glaskeramikkochfläche ausgestattet. Ihre chemische Resistenz, hohe Oberflächengüte und eine Temperaturschockbeständigkeit von über 700 °C bietet dem Anwender große Vorteile gegenüber herkömmlichen Kochflächenmaterialien. Durch die stets plane und porenfreie Oberfläche lassen sich selbst hartnäckige Verschmutzungen einfach und schonend entfernen.



Laborrührer SLR

# Nur ein kleiner Ausschnitt aus unserer Firmengeschichte

Seit 1936 - immer wieder neue Impulse aus Forschung und Entwicklung

- 1936 Beginn der pH-Glaselektrodenentwicklung und Fertigung im Jenaer Glaswerk SCHOTT® & Gen. Jena.
- 1940 Beginn der Viskosimeter-Fertigung unter der Verwendung von Kapillaren, die nach dem bei SCHOTT® entwickelten KPG-Verfahren (Kalibriertes Präzisions-Glas) hergestellt wurden.
- 1952 Entwicklung und Fertigung erster Gel-gefüllter, wartungsarmer Bezugselektroden.
- 1962 Das einzigartige Platindiaphragma ermöglicht u. a. deutlich schnellere Einstellzeiten.
- 1964 Doppel-elektrolyt System bei Bezugselektroden.
- 1970 Vorstellung Halbleiter-Vorverstärker für die pH-Messtechnik.
- 1972 Heißdampfsterilisierte Pufferlösungen in Doppelspießampullen garantieren die zuverlässige Kalibrierung - auch noch nach mehreren Jahren Lagerung.
- Steckkopfsystem von SCHOTT®, vielfach kopiert.
- 1973 Gründung von SCHOTT® Geräte GmbH, Hofheim, als eigenständiges Unternehmen.
- Beginn der Viskosimeter-Kalibrierung unter Verwendung von PTB-geprüften Referenz-Normalen.
- 1974 Entwicklung und Fertigung von elektronischen Labor-pH-Metern.
- 1975 Markteinführung des ersten Viskositäts-Messautomaten für aggressive und korrosive Lösemittel (AVS®/G und AVS®/PA).
- 1977 Entwicklung und Fertigung elektronischer Taschen-pH-Meter.
- 1978 Fertigungsstart der ersten Titrationsregler TR 155 und der Kolbenbürette T 100 mit Wechseinheit.
- 1982 Das erste Mikro-Prozessor gesteuerte Viskositäts-Messgerät (AVS® 300).
- 1983 Entwicklung des neuen pH-Glases Typ S für heiße Laugen, mit einzigartig hoher Zuverlässigkeit und Standzeit sowie des pH-Glases Typ H, das sich durch seine Robustheit und den kleinen Alkalifehler auszeichnet.

- 1984 pH-Einstabmesskette serienmäßig mit integriertem Pt 1000.
- SCHOTT® Geräte stellt das erste thermische Abtastverfahren für Viskositätsmessungen vor.
- Die ersten Stand-Alone Viskositäts-Messgeräte mit integrierter Rechenautomatik (AVS® 400 und AVS® 440) werden auf den Markt gebracht.
- Kompakte Kolbenbüretten T 80/T 90 und Einfachregler TR 85.
- 1988 Vorstellung der ersten PC-gesteuerten Titrationsanlage TPC 2000 auf der Achema 1988
- 1989 Mit dem AVS® 500 wurde die Tradition der erfolgreichen Probenautomaten für die Bestimmung der Viskosität von aggressiven Polymerlösungen weiter geführt.
- 1990 REFERID®-Elektroden mit Polymerelektrolyt, wartungsarm.
- 1991 Niederohmiges pH-Glas Typ L für tiefe Temperaturen und Reinstwasser.
- Autosampler TW 280.
- 1992 TT-Elektroden, beständig bis -60 °C.
- Kolbenbüretten T 200 und T 110 und universeller Titrationsregler TC 1200.
- 1993 pH-Einstabmessketten mit Temperaturfühler und Kunststoffschicht.
- 1994 Kompakt-Titrator TitroLine® alpha.
- 1995 SILAMID®, potentialstabiles Ableitsystem.
- Erste Windows® Titrationssoftware TitriSoft 1.0 (WIN 3.1).
- 1996 Neues 6-Pol-Stecksystem SMEK, geschirmt.

- 1997 Neues Laborelektrodenprogramm BlueLine und VP-Stecksystem.
- Elektroden mit zertifiziertem Druck- und Temperaturbereich.
- Markteinführung der ViscoClock für die Kapillar-Viskositätsmessung.
- 1998 Entwicklung der Software TitriSoft 2.0 (ab WIN 95).
- 1999 Industrielektroden-Kurzprogramm bis 10 bar und 135 °C, SMEK-Steckkopf in IP 68 Ausführung.
- Neues pH-Glas Typ A, schnelles Ansprechen in Trinkwasser.
- Markteinführung des vollautomatischen Viskositäts-Messsystems AVS®Pro für hohen Probandendurchsatz.
- 2000 Einführung einer kompletten neuen Serie kompakter, einfacher Kolbenbüretten und Titratoren: TITRONIC® basic, TITRONIC® universal und TitroLine® easy.
- Einführung des Karl Fischer-Titriersystems TitroLine® KF.
- 2001 Entwicklung und Fertigung der CIP- und SIP-fähigen SteamLine-Prozesselektroden, für Pharma, Food und Chemie.
- 2002 Verkaufsstart der neu entwickelten „plus“-Serie: TitroLine® alpha plus, T 110 plus.
- Einführung des Probenwechslers TW alpha plus.
- Markteinführung der Software TitriSoft 2.5.
- 2003 Das kompakte und hochflexible Viskositäts-Messsystem AVS® 370 wird dem Markt vorgestellt.
- Im Oktober wurde aus SCHOTT® Geräte GmbH die SCHOTT® Instruments GmbH, Mainz, ein Unternehmen der Nova Analytics Gruppe.
- 2004 Zusammenführung und Weiterentwicklung des Laborelektrodenprogramms für höchste Ansprüche unter der Produktlinie „ScienceLine“.
- Die neue Generation der automatischen Viskositäts-Messsysteme wird mit dem AVS® 470 vervollständigt.
- 2005 Messgeräte der Lab-Familie werden vorgestellt. Durch eine drahtlose Sensorerkennung wird das optimale Zusammenspiel zwischen Elektrode und Messgerät gewährleistet.

- 2006 Einführung der ProLab-Familie: Multifunktionale Messgeräte mit integrierter Anwendererkennung garantieren höchste Flexibilität und Messsicherheit.
- 2007 Die ProLab 3000 und 4000 Highend-Laborgeräte setzen den neuen Maßstab für pH/Ionen- und Leitfähigkeitsmessung und verbinden erstmalig höchste Messqualität und Funktionalität mit einer benutzerfreundlichen Bedienung wie am Windows-PC.
- Mit dem neuen Karl Fischer-Titrator TitroLine® KF trace bietet SCHOTT® Instruments neben der volumetrischen auch eine coulometrische Technik zur Präzisionsbestimmung kleinster Wassermengen.
- 2008 Die neuen IoLine-Elektroden mit ihrem patentierten Iod/Iodid-Dreikammer-Referenzsystem bieten die perfekte Lösung für schwierigste Messaufgaben z. B. in Pharma, Biotechnologie und Lebensmittelbereich.
- 2009 Aus SCHOTT® Instruments GmbH wird SI Analytics GmbH.
- 2010 SI Analytics wird Teil von ITT, USA.
- 2011 Die neuen Titratoren TitroLine® 6000/7000 und die neue Kolbenbürette TITRONIC® werden vorgestellt.
- Aus dem Bereich Fluidtechnology der ITT-Gruppe, zu dem SI Analytics gehört, entsteht das eigenständige börsennotierte Unternehmen Xylem.
- 2012 Die Titratorenfamilie TitroLine® wird um die KF Titratoren TitroLine® 7500 KF (volumetrisch) und TitroLine® 7500 KF trace (coulometrisch) erweitert.
- Einführung von Memosens® Elektroden zum berührungsfreien Anschluss an Messgeräte
- 2015 Die neuen mobilen pH-Meter der Reihen HandyLab MKII und 7series kommen auf den Markt.
- Der bislang leistungstärkste Titrator TitroLine® 7800 mit IDS-Eingang kommt in den Verkauf.
- 2016 SI Analytics verschmilzt mit weiteren deutschen Firmen der Xylemgruppe zu Xylem Analytics Germany GmbH. Die starken Marken wie SI Analytics bleiben erhalten.
- ViscoClock plus ist die neueste Entwicklung im Bereich Viskosimetrie und erfreut sich größter Beliebtheit

Blick auf den Firmensitz von Xylem Analytics Germany / SCHOTT AG in Mainz

Quelle: SCHOTT AG

# Was kann Xylem für Sie tun?

Wir sind ein globales Team, das ein gemeinsames Ziel eint: innovative Lösungen zu schaffen, um den Wasserbedarf unserer Welt zu decken. Im Mittelpunkt unserer Arbeit steht die Entwicklung neuer Technologien, die die Art und Weise der Wassernutzung und Wiedernutzung in der Zukunft verbessern. Wir bewegen, behandeln und analysieren Wasser, führen es in die Umwelt zurück und helfen Menschen, Wasser effizient in ihren Haushalten, Gebäuden, Fabriken und landwirtschaftlichen Betrieben zu nutzen. Durch die Aufnahme von Sensus im Oktober 2016 hat Xylem sein Portfolio mit intelligenten Messgeräten, Netzwerktechnologien und fortschrittlichen Dienstleistungen für die Datenanalyse in der Wasser-, Gas- und Elektrizitätsindustrie ergänzt. In mehr als 150 Ländern verfügen wir über feste, langjährige Beziehungen zu Kunden, bei denen wir für unsere leistungsstarke Kombination aus führenden Produktmarken und Anwendungskompetenz, getragen von einer Tradition der Innovation, bekannt sind.

**Weitere Informationen darüber, wie Xylem Ihnen helfen kann, finden Sie auf [www.xylem.com](http://www.xylem.com).**

**SI Analytics**  
a xylem brand

**Xylem Analytics Germany  
Sales GmbH & Co. KG  
SI Analytics**

Hattenbergstr. 10  
55122 Mainz  
Germany

Phone: +49(0).6131.66.5111  
Fax: +49(0).6131.66.5001  
E-Mail: [si-analytics@xylem.com](mailto:si-analytics@xylem.com)  
Internet: [www.si-analytics.com](http://www.si-analytics.com)

überreicht durch

*SI Analytics is a trademark of Xylem Inc. or one of its subsidiaries.*

© 2017 Xylem, Inc. 980 097D Version 08/2017