

# Säulenhandbuch

Metrosep A Supp 17 - XXX/4.0 (6.01032.4X0)

Handbuch

8.0107.8001DE / 2021-03-30





Metrohm AG  
CH-9100 Herisau  
Schweiz  
+41 71 353 85 85  
info@metrohm.com  
www.metrohm.com

# **Säulenhandbuch**

**Metrosep A Supp 17 - XXX/4.0  
(6.01032.4X0)**

**Handbuch**

Technical Communication  
Metrohm AG  
CH-9100 Herisau

Diese Dokumentation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Diese Dokumentation wurde mit grösster Sorgfalt erstellt. Dennoch sind Fehler nicht vollständig auszuschliessen. Bitte richten Sie diesbezügliche Hinweise an die obenstehende Adresse.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeine Informationen</b>	<b>1</b>
1.1	Bestellinformationen .....	1
1.2	Technische Spezifikationen .....	1
<b>2</b>	<b>Allgemeines ABC des Arbeitens mit Trennsäulen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Eluentenherstellung</b>	<b>7</b>
3.1	Chemikalien .....	7
3.2	Herstellung des Standardeluenten .....	7
<b>4</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>9</b>
4.1	Vorsäule anschliessen und spülen .....	9
4.2	Trennsäule anschliessen .....	11
4.3	Konditionierung .....	15
<b>5</b>	<b>Applikationen</b>	<b>17</b>
5.1	Standardchromatogramm .....	17
5.2	Einfluss der Temperatur .....	18
5.3	Eluent-Flussratenvariation .....	20
5.4	Variation des Eluenten .....	23
5.5	Wasseranalyse .....	31
5.6	Organische Säuren .....	33
5.7	Alternativer Eluent für Standardanionen .....	35
<b>6</b>	<b>Problembehandlung</b>	<b>37</b>
6.1	Regeneration .....	37
6.2	Abnehmende Auflösung / Peakformen .....	38
6.3	Instabile Retentionszeiten .....	39
6.4	Unbekannte Peaks .....	39
6.5	Steigender Rückdruck .....	40
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>41</b>
	<b>Index</b>	<b>42</b>



# 1 Allgemeine Informationen

Diese Anionentrennsäule eignet sich speziell für die Bestimmung von Trinkwässern, Rohwässern, Abwässern und ähnlichen Proben. Dabei werden anorganische niedermolekulare Anionen analysiert.

## 1.1 Bestellinformationen

*Tabelle 1 Säulen 4 mm*

<b>Bestellnummer</b>	<b>Bezeichnung</b>
6.01032.410	Metrosep A Supp 17 - 100/4.0
6.01032.420	Metrosep A Supp 17 - 150/4.0
6.01032.430	Metrosep A Supp 17 - 250/4.0

*Tabelle 2 Vorsäulen 4 mm*

<b>Bestellnummer</b>	<b>Bezeichnung</b>
6.01032.500	Metrosep A Supp 17 Guard/4.0
6.01032.510	Metrosep A Supp 17 S-Guard/4.0

## 1.2 Technische Spezifikationen

*Säulenmaterial* Polystyrol/Divinylbenzol-Copolymer mit quartären Ammoniumgruppen

*Partikelgrösse* 5 µm

*Abmessungen*

<b>Bestellnummer</b>	<b>Abmessungen</b>
6.01032.410	100 x 4.0 mm
6.01032.420	150 x 4.0 mm
6.01032.430	250 x 4.0 mm

*pH-Bereich* 0 bis 14

*Temperaturbereich* 10 bis 70 °C

*Empfohlene Standardtemperatur* 25 °C

*Maximaler Druck* 18 MPa (180 bar)



<i>Flussrate</i>	<b>Bestellnummer</b>	<b>Empfohlene Flussrate</b>	<b>Maximale Flussrate</b>
	6.01032.410	0.6 mL/min	1.8 mL/min
	6.01032.420	0.6 mL/min	1.4 mL/min
	6.01032.430	0.6 mL/min	0.9 mL/min
<i>Standardeluent</i>	5.0 mmol/L Natriumcarbonat und 0.2 mmol/L Natriumhydrogencarbonat		
<i>Erlaubte organische Zusätze</i>			
<i>Im Eluenten</i>	0 bis 40 % Acetonitril, Aceton 0 bis 100 % Methanol		
<i>In der Probenmatrix</i>	0 bis 40 % Acetonitril, Aceton 0 bis 100 % Methanol		
<i>Kapazität</i>	<b>Bestellnummer</b>	<b>Kapazität</b>	
	6.01032.410	43 µmol (Cl <sup>-</sup> )	
	6.01032.420	65 µmol (Cl <sup>-</sup> )	
	6.01032.430	109 µmol (Cl <sup>-</sup> )	
<i>Vorbereitung</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Die Säule mit einem Flussgradienten innerhalb von 2 min auf den Standardfluss einstellen.</li> <li>Warten, bis sich die Basislinie einstellt.</li> </ol>		
<i>Aufbewahrung</i>	Die Säule in Standardeluent und am besten bei einer Temperatur von 4 bis 8 °C lagern.		
<i>Typischer Druck</i>	Für Säulen mit Vorsäule unter Standardbedingungen:		
	<b>Bestellnummer</b>	<b>Typischer Druck</b>	
	6.01032.410	5.7 ± 2 MPa	
	6.01032.420	7.6 ± 2 MPa	
	6.01032.430	10.9 ± 2 MPa	
<i>Säulengehäuse</i>	Intelligente Säule mit Chip, sogenannte iColumn aus PEEK		
<i>Anwendung</i>	Bestimmung von anorganischen und niedermolekularen Anionen mit chemischer und sequenzieller Suppression.		

## 2 Allgemeines ABC des Arbeitens mit Trennsäulen

- Aufbewahrung* Wenn sich der Rückdruck in Ihrem Ionenchromatographen abgebaut hat, bauen Sie die Säule bei Raumtemperatur aus. Verschiessen Sie die Säule beidseitig mit den originalen Stopfen (6.2744.060). Bewahren Sie sie im Standardeluenten und am besten bei einer Temperatur zwischen 4 und 8 °C auf.
- Bakterienwachstum* Bakterienwachstum verschlechtert die Chromatographie signifikant und zerstört Trennsäulen. Sehr viele chromatographische Probleme sind auf den Bewuchs mit Algen, Bakterien und Pilzen zurückzuführen.
- Um Bakterienwachstum zu verhindern, setzen Sie Eluenten, Spüllösungen und Regenerierlösungen immer frisch an. Verwenden Sie keine Lösungen, die Sie länger nicht gebraucht haben. Metrohm empfiehlt, alle Gefässe vor dem erneuten Befüllen wie folgt zu reinigen:
1. Gründlich mit hochreinem und UV-behandeltem Wasser (> 18.2 MΩ) spülen.
  2. Mit einem Methanol-Wasser-Gemisch oder einem Aceton-Wasser-Gemisch ausschwenken.
  3. Nochmals mit Reinstwasser spülen.
- Wenn sich trotz dieser Vorsichtsmassnahmen Bakterien oder Algen bilden, dürfen Sie dem Eluenten 5 % Methanol oder Acetonitril zusetzen.
- Chemikalienqualität* Sämtliche Chemikalien müssen mindestens die Qualität p.a. oder puriss. aufweisen. Standardlösungen müssen speziell für die Ionenchromatographie geeignet sein.
- Chemischer Stress* Obwohl viele Trennphasen von der Spezifikation her einen grossen pH-Bereich abdecken, bedeutet das nicht, dass sie chemisch inert sind. Trennsäulen erreichen die längste Lebensdauer unter konstanten chemischen Bedingungen. Eine Säule darf niemals austrocknen und muss immer gut verschlossen sein.
- Schützen Sie auch Eluenten mit schwacher Pufferkapazität (z. B. Natronlauge-Eluenten) vor Kohlendioxid.
- CO<sub>2</sub>* Kohlendioxid aus der Luft beeinflusst das Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht im Eluenten. Der Eluent wird mit der Zeit schwächer. Um das zu vermeiden, rüsten Sie die Eluentenflasche immer mit einem CO<sub>2</sub>-Adsorbiermaterial ("Natronkalk", "soda lime") aus.



	<p>schen bieten sich Metrohm Inline-Probenvorbereitungstechniken (MISP) an, z. B. für die Neutralisation alkalischer Proben.</p>
<i>Pulsationsdämpfer</i>	<p>Metrohm empfiehlt, einen Pulsationsdämpfer (6.2620.150) zu verwenden. Vor allem die Polymethacrylat-Säulen und Polyvinylalkohol-Säulen müssen vor kurzen Druckstössen, die zwangsläufig beim Schalten der Ventile entstehen, geschützt werden.</p>
<i>Mechanischer Stress</i>	<p>Jede mechanische Belastung der Säule sollte vermieden werden. Wenn die Säule beispielsweise auf eine harte Oberfläche aufschlägt, kann in der Säulenpackung (Trennphasenmaterial) ein Bruch oder eine Lücke entstehen, was sich auf die Chromatographie auswirkt. Die Säule wird dadurch irreversibel zerstört.</p>
<i>Regenerieren von Trennsäulen</i>	<p>Wenn Trennsäulen mit sauberen Eluenten betrieben und mit partikelfreien Proben beladen werden, so ist in der Regel eine sehr lange Lebensdauer zu erwarten. Eine Regeneration der Säule ist dann nicht erforderlich und nach einer Vielzahl von Injektionen auch nicht mehr möglich.</p> <p>Falls dennoch unerwartet der Druck der Säule ansteigen oder die Trennleistung nachlassen sollte, dann können die zu jeder Säule angegebenen Regenerationsschritte durchgeführt werden. Generell ist zu beachten, dass die Regeneration ausserhalb der analytischen Linie stattfindet. Schliessen Sie die Trennsäule direkt an die Pumpe an. Leiten Sie die Regenerierlösung durch die Säule direkt in den Abfallbehälter. Bevor die Trennsäule wieder eingebaut wird, muss sie ausreichend mit frischem Eluenten gespült werden.</p>
<i>Stilllegen des Ionenchromatographen</i>	<p>Wenn Sie über längere Zeit (&gt; 1 Woche) nicht mit dem Ionenchromatographen arbeiten, dann empfiehlt Metrohm, die Trennsäule auszubauen und mit den mitgelieferten Stopfen zu verschliessen. Spülen Sie den Ionenchromatographen mit Methanol/Wasser (1:4). Lagern Sie die Trennsäule in dem auf dem Säulenmerkblatt verzeichneten Medium und wenn nicht anderes erwähnt am besten zwischen 4 und 8 °C.</p> <p>Wenn Sie das Gerät wieder in Betrieb nehmen, spülen Sie den Ionenchromatographen mit frischem Eluenten. Bringen Sie Trennsäule wieder auf Raumtemperatur, bevor Sie sie einbauen. Anschliessend ggf. die Temperatur erhöhen.</p>
<i>Spass</i>	<p>Ionenchromatographie soll Spass machen und nicht Ihre Nerven strapazieren. Metrohm setzt alles daran, dass Ihre IC-Systeme mit einem Minimum an Unterhalt, Wartung und Kosten zuverlässig arbeiten. Metrosep-Trennsäulen stehen für Qualität, lange Lebensdauer und ausgezeichnete Ergebnisse.</p>
<i>Umweltschutz</i>	<p>Ein grosser Vorteil der Ionenchromatographie ist, dass meistens mit wässrigen Medien gearbeitet wird. Die in der Ionenchromatographie verwendete</p>



## 3 Eluentenherstellung

Metrohm empfiehlt, sowohl für die Standardherstellung als auch für die Eluentenherstellung Chemikalien von hohem Reinheitsgrad zu wählen.

### 3.1 Chemikalien

*Empfohlene Chemikalien*

- Natriumcarbonat  
Merck Bestellnummer: 1.06393.1000
- Natriumhydrogencarbonat,  
Merck Bestellnummer: 1.06329.1000
- Reinstwasser vom Typ I (siehe ASTM D1193)  
Widerstand > 18 M $\Omega$ ·cm (25 °C)  
TOC < 10  $\mu$ g/L

### 3.2 Herstellung des Standardeluenten

Um 2 L des Standardeluenten mit 5.0 mmol/L Natriumcarbonat und 0.2 mmol/L Natriumhydrogencarbonat herzustellen, müssen folgende Schritte ausgeführt werden:

#### 2 L Standardeluent herstellen

*Erforderliches Zubehör*

- Eluentenflasche (6.1608.120)
- Flaschenaufsatz (6.1602.200) ausgerüstet mit CO<sub>2</sub>-Adsorber
- Reinstwasser
- Natriumcarbonat
- Natriumhydrogencarbonat

- 1** Die Eluentenflasche mehrmals mit Reinstwasser vorspülen.
- 2** 2 L Reinstwasser in die Eluentenflasche füllen.
- 3** Den Eluent-Degasser verwenden. Falls kein Eluent-Degasser zur Verfügung steht, das Reinstwasser mit einer Vakuumpumpe während ca. 5 bis 10 Minuten entgasen.  
  
Das Entgasen verhindert Probleme mit Luftbläschen in der Hochdruckpumpe.
- 4** 1059.9 mg Natriumcarbonat und 33.6 mg Natriumhydrogencarbonat abwägen und zugeben.



**5** Die Säule während 2 bis 3 Stunden mit dem Eluenten spülen.

Mit diesem Eluenten (5.0 mmol/L Natriumcarbonat und 0.2 mmol/L Natriumhydrogencarbonat) und chemischer Suppression kann eine Hintergrundleitfähigkeit von  $< 17 \mu\text{S}/\text{cm}$  erreicht werden. Typischerweise beträgt das Rauschen weniger als  $0.2 \text{ nS}/\text{cm}$ .

## 4 Inbetriebnahme

### 4.1 Vorsäule anschliessen und spülen

Vorsäulen schonen die Trennsäulen und erhöhen deren Lebensdauer beträchtlich. Die bei Metrohm erhältlichen Vorsäulen sind entweder eigentliche Vorsäulen oder Vorsäulenkartuschen, welche zusammen mit einem Kartuschenhalter verwendet werden. Die Installation einer Vorsäulenkartusche in den zugehörigen Halter ist im Merkblatt der Vorsäule beschrieben.



#### HINWEIS

Metrohm empfiehlt, immer mit Vorsäulen zu arbeiten. Diese schützen die Trennsäulen und können bei Bedarf regelmässig ersetzt werden.



#### HINWEIS

Welche Vorsäule für Ihre Trennsäule geeignet ist, entnehmen Sie bitte dem **Metrohm Säulenprogramm** (das über Ihre Metrohm-Vertretung erhältlich ist), dem Säulenmerkblatt und den Produktinformationen auf <http://www.metrohm.com> (Produktbereich Ionenchromatographie) oder lassen Sie sich direkt von Ihrer Vertretung beraten.



#### VORSICHT

Neue Vorsäulen sind mit Lösung gefüllt und beidseitig mit Stopfen oder Kappen verschlossen.

Stellen Sie vor dem Einsetzen der Vorsäule sicher, dass diese Lösung mit dem verwendeten Eluenten mischbar ist (Angaben des Herstellers beachten).



#### HINWEIS

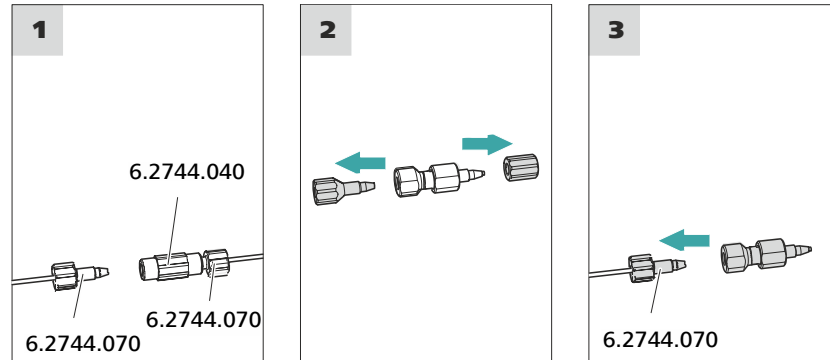
Die Vorsäule erst nach der ersten Inbetriebnahme des Geräts anschliessen. Bis dahin die Vorsäule und die Trennsäule durch Kupplungen (6.2744.040) ersetzen.

## Zubehör

Für diesen Arbeitsschritt brauchen Sie das folgende Zubehör:

- Vorsäule (passend zur Trennsäule)

### Vorsäule anschliessen



#### 1 Kupplung entfernen

Die Kupplung (6.2744.040), die für die erste Inbetriebnahme zwischen der Säulen-Einlasskapillare und der Säulen-Auslasskapillare montiert wurde, entfernen.

#### 2 Vorsäule vorbereiten

- Die Stopfen oder ggf. den Stopfen und die Verschlusskappe von der Vorsäule abschrauben.

#### 3 Vorsäule anschliessen



#### VORSICHT

Achten Sie beim Einsetzen der Vorsäule immer darauf, dass diese gemäss der eingezeichneten Flussrichtung (wenn angegeben) richtig eingesetzt wird.

- Den Eingang der Vorsäule mit einer kurzen Druckschraube (6.2744.070) an der Säulen-Einlasskapillare befestigen.
- Falls die Vorsäule mit einer Verbindungskapillare an der Trennsäule angeschlossen wird, diese Verbindungskapillare mit einer Druckschraube am Ausgang der Vorsäule befestigen.

## Vorsäule spülen

### 1 Vorsäule spülen

- Ein Becherglas unter den Ausgang der Vorsäule stellen.
- In MagIC Net die manuelle Bedienung starten und die Hochdruckpumpe auswählen: **Manuell ▶ Manuelle Bedienung ▶ Pumpe**
  - **Fluss: gemäss Säulenmerkblatt**
  - **Ein**
- Die Vorsäule ca. 5 Minuten mit Eluent spülen.
- In der manuellen Bedienung von MagIC Net die Hochdruckpumpe wieder stoppen: **Aus**.

## 4.2 Trennsäule anschliessen

Die intelligente Trennsäule (iColumn) ist das Herz der ionenchromatographischen Analyse. Sie trennt die unterschiedlichen Komponenten entsprechend ihrer Wechselwirkungen mit der Säule auf. Die Metrohm-Trennsäulen sind mit einem Chip ausgestattet, auf dem ihre technischen Spezifikationen und ihre Geschichte (Inbetriebnahme, Betriebsstunden, Injektionen usw.) abgespeichert sind.



### HINWEIS

Welche Trennsäule für Ihre Applikation geeignet ist, entnehmen Sie bitte dem **Metrohm Säulenprogramm**, den Produktinformationen zur Trennsäule oder lassen Sie sich von Ihrer Vertretung beraten.

Die Produktinformationen zur Trennsäule finden Sie auf <http://www.metrohm.com> im Produktbereich Ionenchromatographie.

Jeder Säule liegt ein Testchromatogramm bei. Das Säulenmerkblatt ist im Internet unter <http://www.metrohm.com> beim jeweiligen Artikel zu finden. Detaillierte Informationen zu speziellen IC-Applikationen finden Sie in den entsprechenden **Application Bulletins** oder **Application Notes**. Diese sind im Internet unter <http://www.metrohm.com> im Bereich Applikationen zu finden oder können bei der zuständigen Metrohm-Vertretung kostenlos angefordert werden.



### **VORSICHT**

---

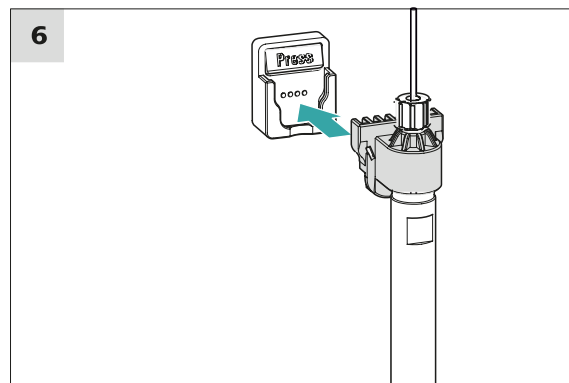
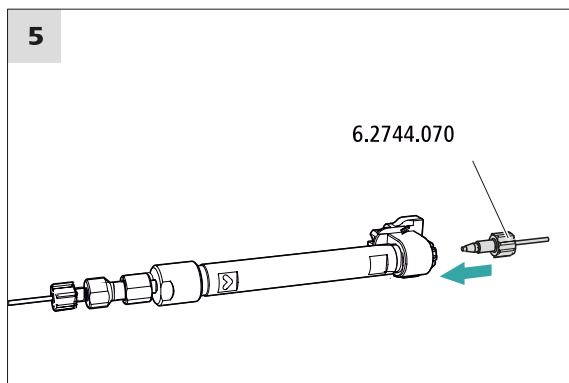
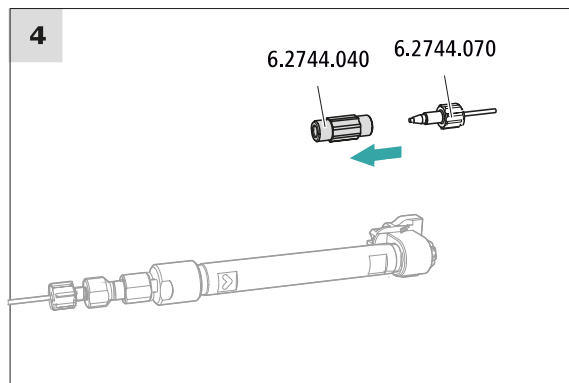
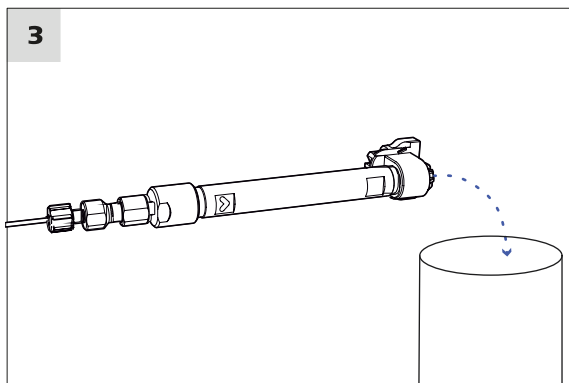
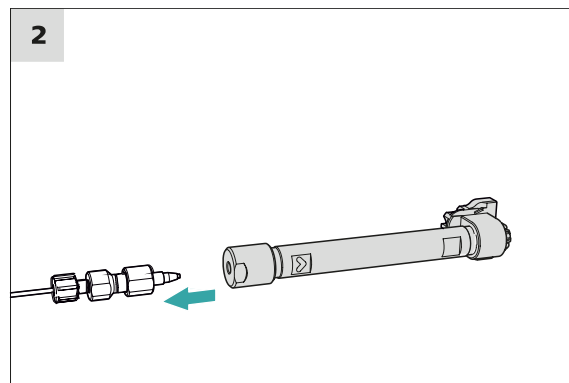
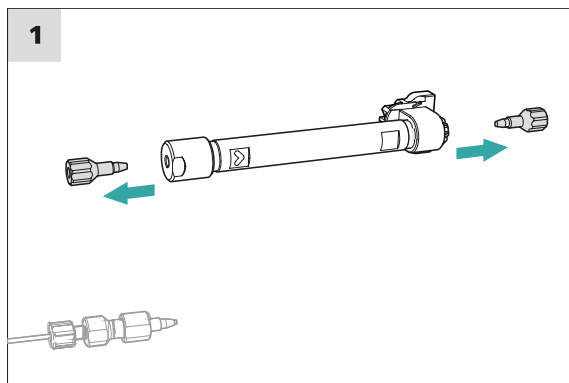
Neue Trennsäulen sind mit Lösung gefüllt und beidseitig mit Stopfen verschlossen. Stellen Sie vor dem Einsetzen der Säule sicher, dass diese Lösung mit dem verwendeten Eluenten mischbar ist (Angaben des Herstellers beachten).



### **HINWEIS**

---

Schliessen Sie die Trennsäule erst nach der ersten Inbetriebnahme des Gerätes an. Setzen Sie bis dahin anstelle der Vorsäule und der Trennsäule eine Kupplung (6.2744.040) ein.



### Trennsäule anschliessen

#### 1 Stopfen entfernen

- Die Stopfen von der Trennsäule abschrauben.

## 2 Eingang der Trennsäule montieren



### VORSICHT

Achten Sie beim Einsetzen der Säule immer darauf, dass diese gemäss der eingezeichneten Flussrichtung richtig eingesetzt wird.

Es gibt 3 Möglichkeiten:

- Den Säuleneinlass direkt auf die Vorsäule aufschrauben, oder
- falls die Vorsäule mit einer Verbindungskapillare an der Trennsäule angeschlossen wird: Den Säuleneinlass mit der PEEK-Druckschraube (6.2744.070) an der Auslasskapillare der Vorsäule anschliessen, oder
- falls keine Vorsäule verwendet wird (nicht empfohlen): Die Säulen-Einlasskapillare mit einer kurzen Druckschraube (6.2744.070) am Eingang der Trennsäule befestigen.

## 3 Trennsäule spülen

- Ein Becherglas unter den Ausgang der Trennsäule stellen.
- In MagIC Net die manuelle Bedienung starten und die Hochdruckpumpe auswählen: **Manuell ► Manuelle Bedienung ► Pumpe**
  - **Fluss:** schrittweise auf die im Säulenmerkblatt empfohlene Flussrate erhöhen.
  - **Ein**
- Die Trennsäule ca. 10 Minuten mit Eluent spülen.
- In der manuellen Bedienung von MagIC Net die Hochdruckpumpe wieder stoppen: **Aus**.

## 4 Kupplung entfernen

- Die Kupplung (6.2744.040) von der Säulen-Auslasskapillare entfernen.

## 5 Ausgang der Trennsäule montieren

- Die Säulen-Auslasskapillare mit einer kurzen PEEK-Druckschraube (6.2744.070) am Säulenauslass befestigen.

## 6 Trennsäule einsetzen

- Die Trennsäule mit dem Chip in den Säulenhalter einsetzen, bis sie hörbar einrastet.

Die Trennsäule wird jetzt von MagIC Net erkannt.

## 4.3 Konditionierung

In den folgenden Fällen muss das System so lange mit Eluent konditioniert werden, bis eine stabile Basislinie erreicht ist:

- nach der Installation
- nach jedem Einschalten des Gerätes
- nach jedem Eluentenwechsel



### HINWEIS

Bei geänderter Zusammensetzung des Eluenten kann sich die Konditionierzeit deutlich verlängern.

### System konditionieren

#### 1 Software vorbereiten



### VORSICHT

Achten Sie darauf, dass die eingestellte Flussrate nicht höher ist als die für die entsprechende Säule zulässige Flussrate (siehe Säulenmerkblatt und Chip-Datensatz).

- Das PC-Programm **MagIC Net** starten.
- In MagIC Net die Registerkarte **Equilibrierung** öffnen: **Arbeitsplatz ► Ablauf ► Equilibrierung**.
- Eine geeignete Methode auswählen (oder erstellen).  
Siehe auch: *MagIC Net Bedienungslehrgang* und Online-Hilfe.

#### 2 Gerät vorbereiten

- Sicherstellen, dass die Säule gemäss der auf dem Aufkleber eingezeichneten Flussrichtung richtig eingesetzt ist (Pfeil muss in Flussrichtung zeigen).
- Sicherstellen, dass der Eluent-Ansaugschlauch in den Eluenten eingetaucht ist und genügend Eluent in der Eluentenflasche vorhanden ist.

#### 3 Equilibrierung starten

- In MagIC Net die Equilibrierung starten: **Arbeitsplatz ► Ablauf ► Equilibrierung ► Start HW**.



- Visuell kontrollieren, ob alle Kapillaren und deren Anschlüsse von der Hochdruckpumpe bis zum Detektor dicht sind. Wenn irgendwo Eluent austritt, dann die entsprechende Druckschraube stärker anziehen oder die Druckschraube lösen, das Kapillarende prüfen und ggf. mit dem Kapillarschneider kürzen und die Druckschraube wieder anziehen.

#### **4 System konditionieren**

Das System so lange mit Eluent spülen, bis die gewünschte Stabilität der Basislinie erreicht ist.

Das Gerät ist nun bereit für Messungen von Proben.

## 5 Applikationen

### 5.1 Standardchromatogramm

Säulen: Metrosep A Supp 17 - 100/4.0

Metrosep A Supp 17 - 150/4.0

Metrosep A Supp 17 - 250/4.0

Probenvorbereitung: -

Detektion: Leitfähigkeit

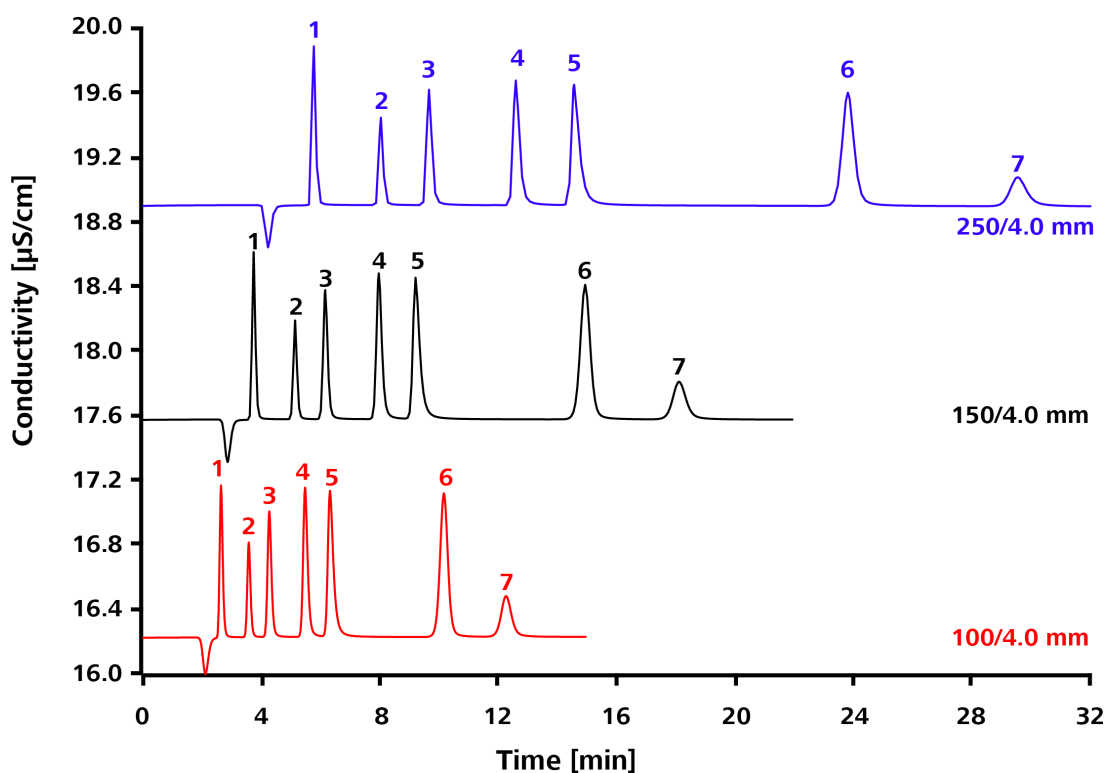
Suppression: Chemische Suppression mit MSM A

Temperatur: 25 °C

Flussrate: 0.6 mL/min

Loop: 10 µL

Eluent: 5.0 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>

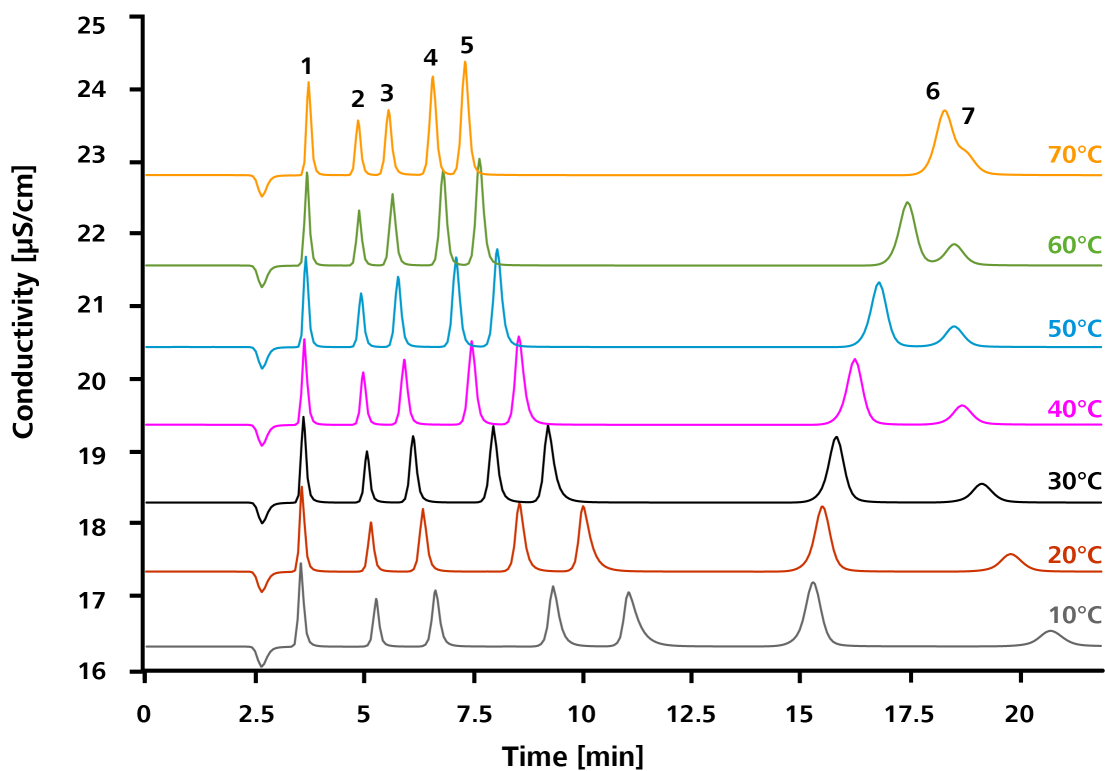




<b>Metrosep A Supp 17 - xx0/4.0</b>		<b>mg/L</b>
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

## 5.2 Einfluss der Temperatur

<i>Säule:</i>	Metrosep A Supp 17 - 150/4.0
<i>Probenvorbereitung:</i>	-
<i>Detektion:</i>	Leitfähigkeit
<i>Suppression:</i>	Chemische Suppression mit MSM A
<i>Temperatur:</i>	10 bis 70 °C
<i>Loop:</i>	20 µL
<i>Flussrate:</i>	0.6 mL/min
<i>Eluent:</i>	5.0 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub>



Metrosep A Supp 17 - 150/4.0		mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

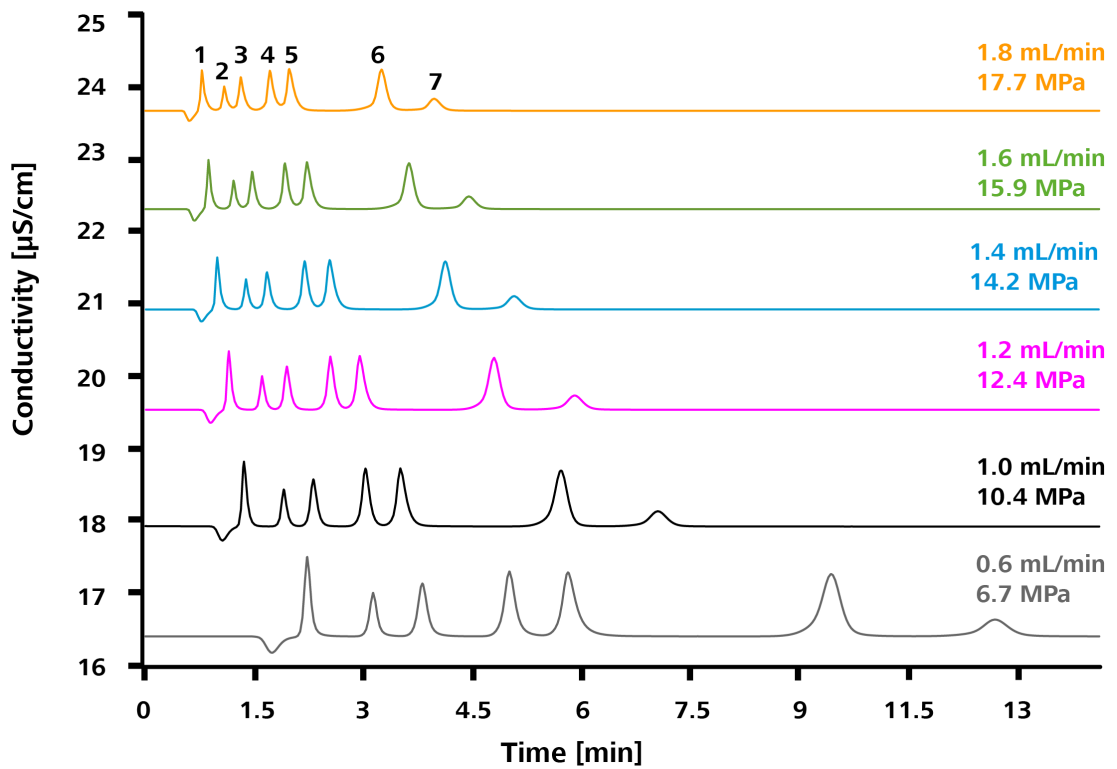
Eine Erhöhung der Temperatur hat zur Folge, dass die Retentionszeiten der einwertigen Ionen leicht abnehmen. Je kürzer die Retentionszeit, desto weniger die Abnahme. Bei Nitrat ist eine Abnahme des Tailings zu beobachten. Phosphat ist nur leicht temperaturabhängig. Zuerst ist eine Abnahme der Retentionszeit zu beobachten, welche sich ab 40 °C stabilisiert. Sulfat hingegen zeigt eine Zunahme der Retentionszeit, bis bei 70 °C eine Coelution mit Phosphat stattfindet.



### 5.3 Eluent-Flussratenvariation

**Metrosep A Supp 17 - 100/4.0**

Säule: Metrosep A Supp 17 - 100/4.0  
 Probenvorbereitung: -  
 Detektion: Leitfähigkeit  
 Suppression: Chemische Suppression mit MSM A  
 Temperatur: 25 °C  
 Loop: 20 µL  
 Flussrate: 0.6 mL/min bis 1.8 mL/min  
 Eluent: 5.0 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>



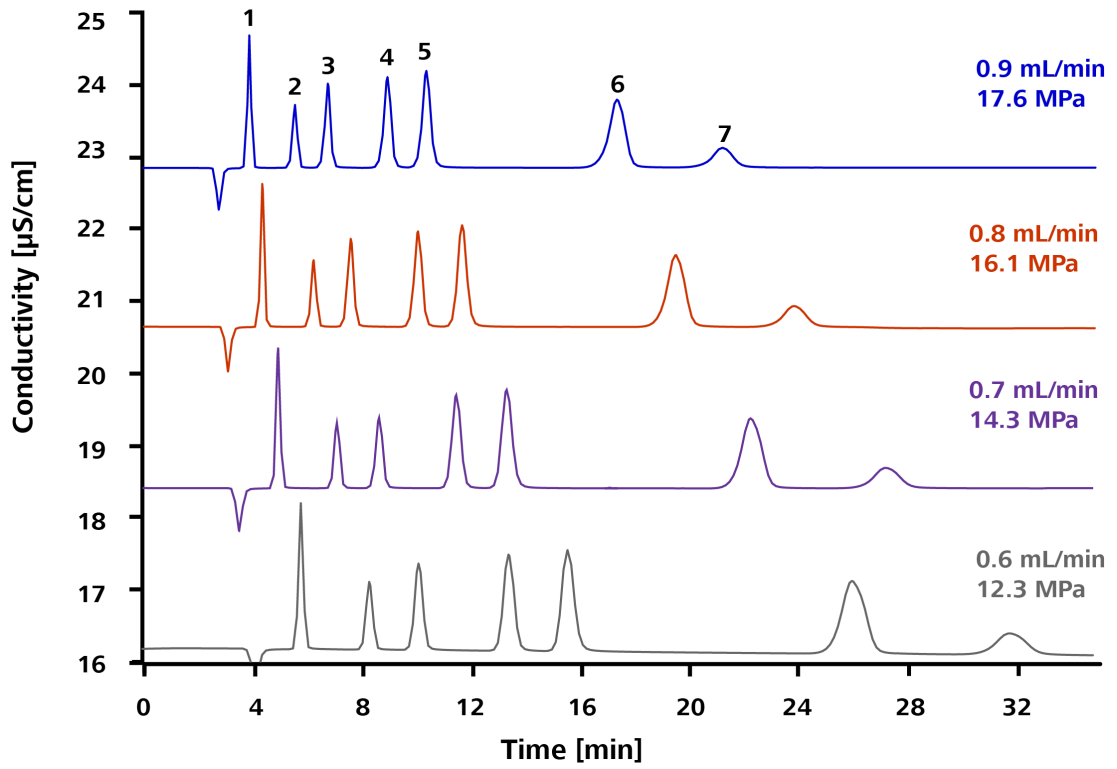
Metrosep A Supp 17 - 100/4.0		mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2

<b>Metrosep A Supp 17 - 100/4.0</b>		<b>mg/L</b>
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

Mit steigender Flussrate werden die Retentionszeiten aller Standardionen immer kleiner. Fluorid nähert sich stark dem Injektionspeak an.

### **Metrosep A Supp 17 - 250/4.0**

<i>Säule:</i>	Metrosep A Supp 17 - 250/4.0
<i>Probenvorbereitung:</i>	-
<i>Detektion:</i>	Leitfähigkeit
<i>Suppression:</i>	Chemische Suppression mit MSM A
<i>Temperatur:</i>	25 °C
<i>Loop:</i>	20 µL
<i>Flussrate:</i>	0.6 mL/min bis 0.9 mL/min
<i>Eluent:</i>	5.0 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub>



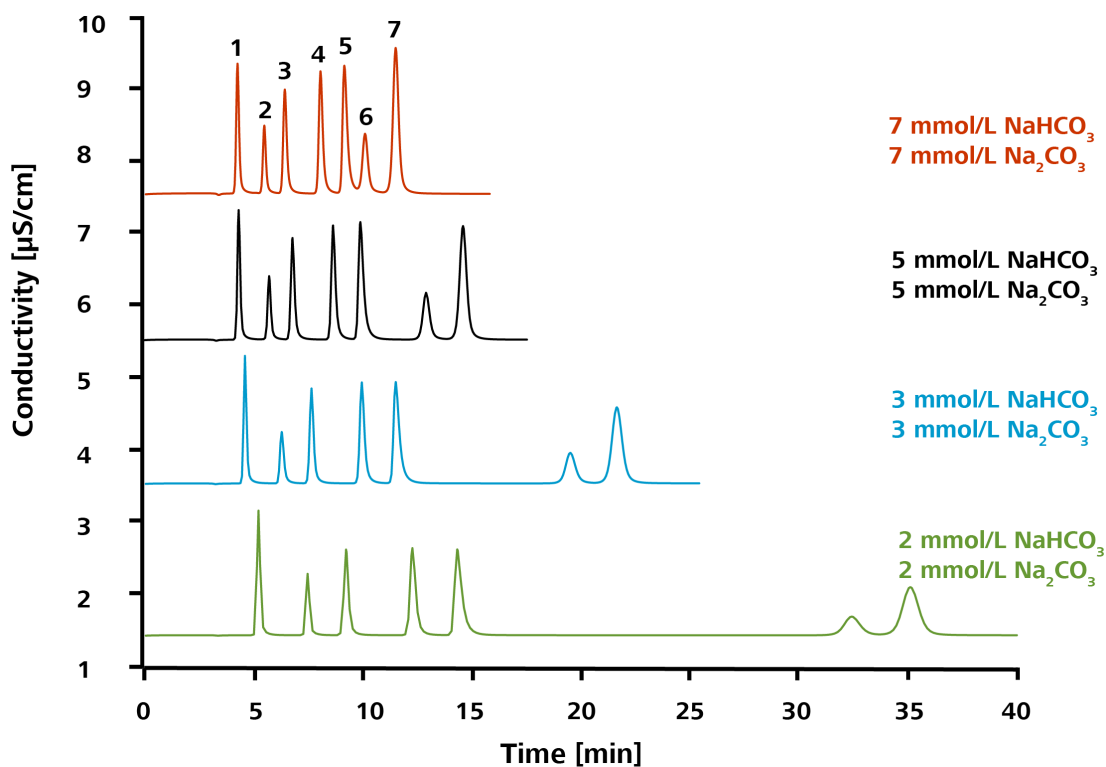
Metrosep A Supp 17 - 250/4.0		mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

Mit steigender Flussrate werden die Retentionszeiten aller Standardionen immer kürzer.

## 5.4 Variation des Eluenten

### Variation mit konstantem $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ -Verhältnis

Säule:	Metrosep A Supp 17 - 150/4.0
Probenvorbereitung:	-
Detektion:	Leitfähigkeit
Suppression:	Sequenzielle Suppression mit MSM A und MCS
Temperatur:	25 °C
Loop:	20 $\mu\text{L}$
Flussrate:	0.6 mL/min
Eluent:	A) 2 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 2 mmol/L $\text{NaHCO}_3$ B) 3 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 3 mmol/L $\text{NaHCO}_3$ C) 5 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 5 mmol/L $\text{NaHCO}_3$ D) 7 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 7 mmol/L $\text{NaHCO}_3$



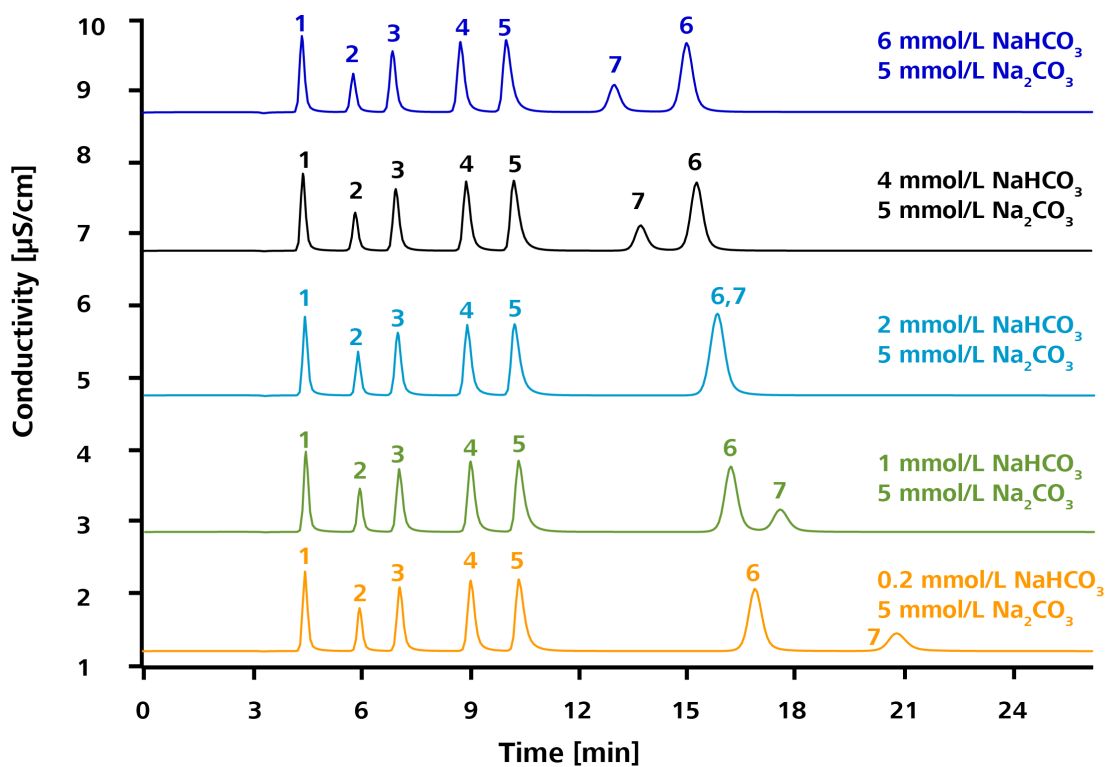


<b>Metrosep A Supp 17 - 150/4.0</b>		<b>mg/L</b>
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Phosphat	10
7	Sulfat	10

Die Retentionszeit wird mit zunehmender  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{NaHCO}_3$ -Konzentration verkürzt. Insbesondere werden die Retentionszeiten für die mehrwertigen Anionen Phosphat und Sulfat stark verkürzt. Mit 1 mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  / 1 mmol/L  $\text{NaHCO}_3$  coeluieren Phosphat und Sulfat bei einer Retentionszeit von 66 Minuten (nicht dargestellt).

#### **Variation $\text{NaHCO}_3$ mit konstantem $\text{Na}_2\text{CO}_3$**

<i>Säule:</i>	Metrosep A Supp 17 - 150/4.0
<i>Probenvorbereitung:</i>	-
<i>Detektion:</i>	Leitfähigkeit
<i>Suppression:</i>	Sequenzielle Suppression mit MSM A und MCS
<i>Temperatur:</i>	25 °C
<i>Loop:</i>	20 µL
<i>Flussrate:</i>	0.6 mL/min
<i>Eluent:</i>	A) 5 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0.2 mmol/L $\text{NaHCO}_3$ B) 5 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 1 mmol/L $\text{NaHCO}_3$ C) 5 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 2 mmol/L $\text{NaHCO}_3$ D) 5 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 4 mmol/L $\text{NaHCO}_3$ E) 5 mmol/L $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 6 mmol/L $\text{NaHCO}_3$



Metrosep A Supp 17 - 150/4.0		mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

Bei Erhöhung der  $\text{NaHCO}_3$ -Konzentration nimmt die Retentionszeit der monovalenten Anionen und Sulfat nur sehr schwach ab. Für Phosphat hingegen nimmt die Retentionszeit deutlich ab, bis Phosphat und Sulfat bei 2 mmol/L  $\text{NaHCO}_3$  coeluiert. Ab 3 mmol/L  $\text{NaHCO}_3$  eluiert Sulfat sogar hinter Phosphat. Der Effekt schwächt sich aber mit zunehmender  $\text{NaHCO}_3$ -Konzentration ab.

### Variation $\text{Na}_2\text{CO}_3$ mit konstantem $\text{NaHCO}_3$

Säule: Metrosep A Supp 17 - 150/4.0

Probenvorbereitung: -

Detektion: Leitfähigkeit



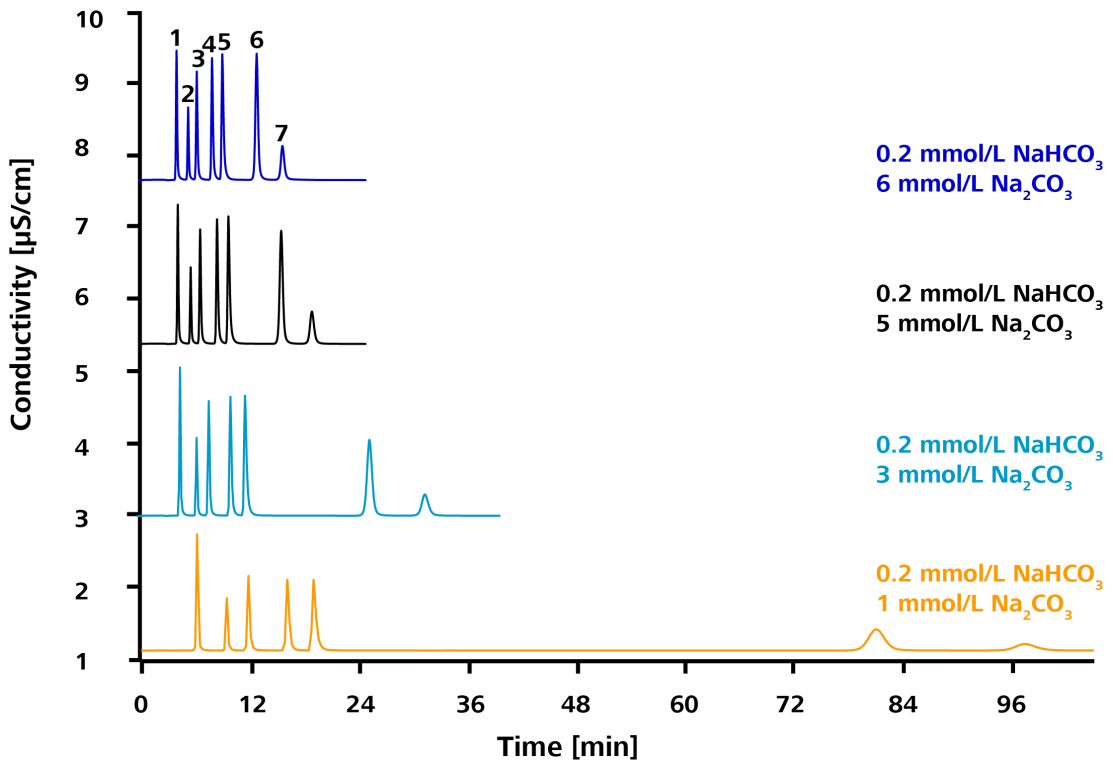
Suppression: Sequenzielle Suppression mit MSM A und MCS

Temperatur: 25 °C

Loop: 20 µL

Flussrate: 0.6 mL/min

Eluent:  
 A) 1 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>  
 B) 3 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>  
 C) 5 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>  
 D) 6 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>



Metrosep A Supp 17 - 150/4.0		mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

Durch die Erhöhung der  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Konzentration können die Retentionszeiten für Phosphat und Sulfat überproportional verkürzt werden.

### Variation organischer Modifizier: Aceton

Säule: Metrosep A Supp 17 - 100/4.0

Probenvorbereitung: -

Detektion: Leitfähigkeit

Suppression: Chemische Suppression mit MSM A

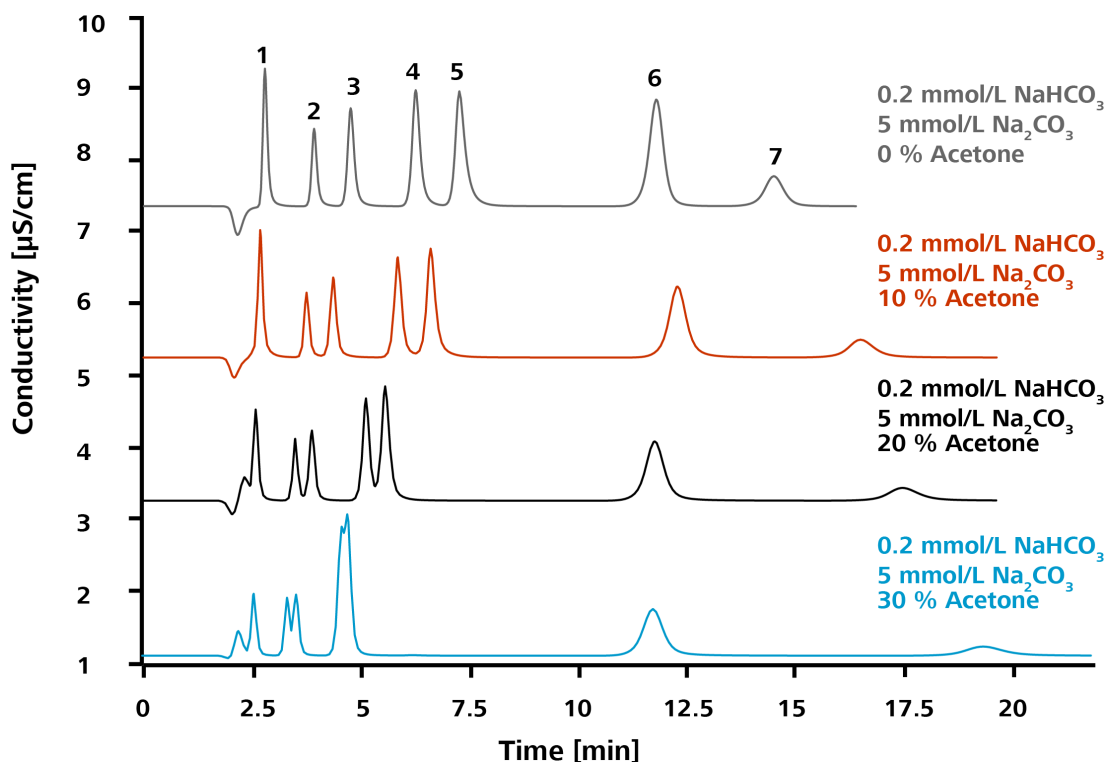
Temperatur: 25 °C

Loop: 20  $\mu\text{L}$

Flussrate: 0.6 mL/min

Eluent:

- A) 5 mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0.2 mmol/L  $\text{NaHCO}_3$ , 0 % Aceton
- B) 5 mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0.2 mmol/L  $\text{NaHCO}_3$ , 10 % Aceton
- C) 5 mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0.2 mmol/L  $\text{NaHCO}_3$ , 20 % Aceton
- D) 5 mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0.2 mmol/L  $\text{NaHCO}_3$ , 30 % Aceton





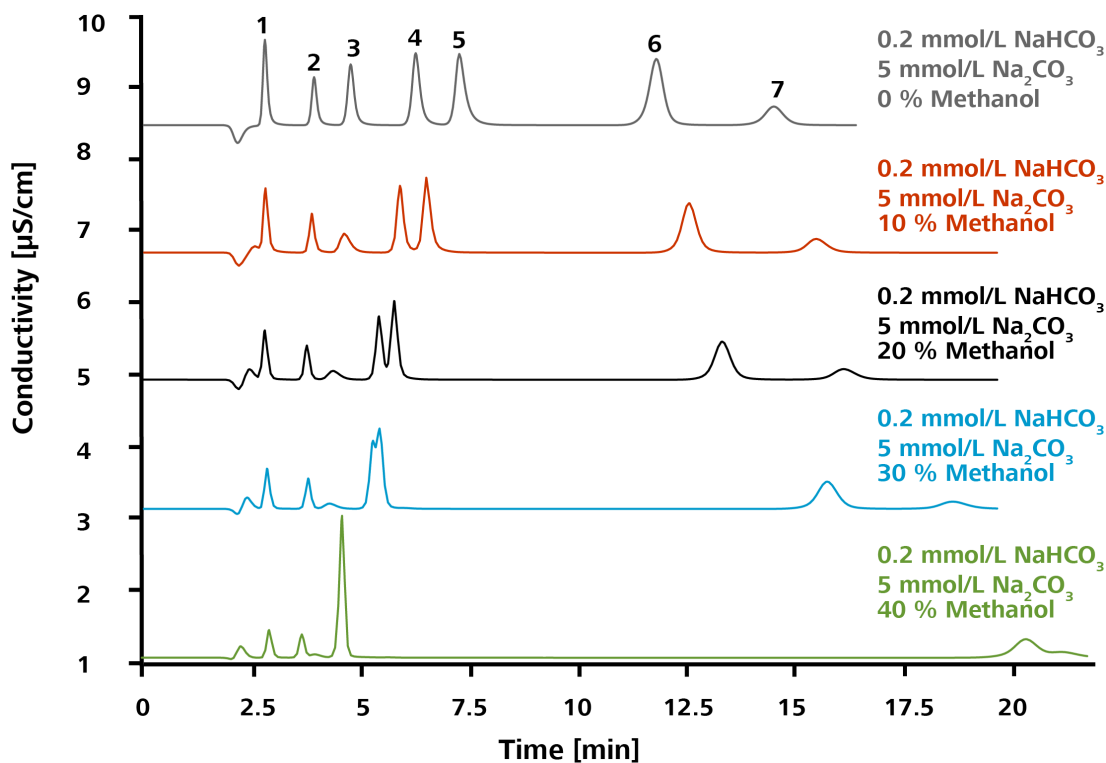
<b>Metrosep A Supp 17 - 100/4.0</b>		<b>mg/L</b>
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

Der Rückdruck nimmt mit steigendem Acetongehalt stetig zu. Bei 10 % liegt der Druck bei 9.7 MPa. Die Retentionszeit von Phosphat nimmt zu. Die Auflösung zwischen Bromid und Nitrat sowie zwischen Chlorid und Nitrit nimmt mit steigendem Acetongehalt ab. Beim Injektionspeak bildet sich mit zunehmendem Lösungsmittelgehalt ein Störpeak.

#### **Variation organischer Modifier: Methanol**

<i>Säule:</i>	Metrosep A Supp 17 - 100/4.0
<i>Probenvorbereitung:</i>	-
<i>Detektion:</i>	Leitfähigkeit
<i>Suppression:</i>	Chemische Suppression mit MSM
<i>Temperatur:</i>	25 °C Bei 40 % Modifier die Temperatur auf 50 °C erhöhen, da sonst der Rückdruck zu hoch ist.
<i>Loop:</i>	20 µL
<i>Flussrate:</i>	0.6 mL/min
<i>Eluent:</i>	A) 5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub> , 0 % Methanol B) 5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub> , 10 % Methanol C) 5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub> , 20 % Methanol D) 5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub> , 30 % Methanol E) 5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub> , 40 % Methanol





	Metrosep A Supp 17 - 100/4.0	mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

Der Rückdruck nimmt mit steigendem Methanolgehalt stetig zu. Bei 10 % liegt der Druck bei 6.9 MPa. Die Retentionszeit von Phosphat und Sulfat nimmt zu, wobei die Peaks bei 40 % Methanol zusammenlaufen. Die Auflösung zwischen Bromid und Nitrat sowie zwischen Chlorid und Nitrit nimmt mit steigendem Methanolgehalt ab. Ab 40 % coeluiieren diese. Beim Injektionspeak bildet sich mit zunehmendem Lösungsmittelgehalt ein Störpeak.

#### Variation organischer Modifizier: Acetonitril

Säule:

Metrosep A Supp 17 - 100/4.0

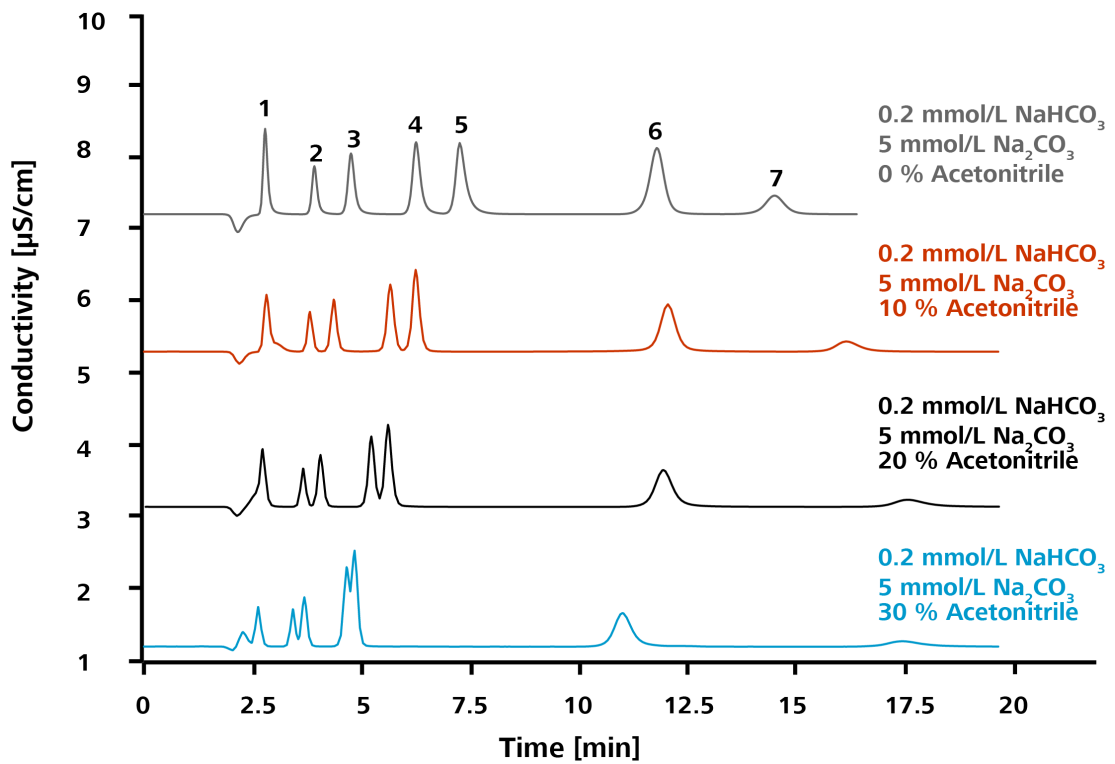
Probenvorbereitung:

-



*Detektion:* Leitfähigkeit  
*Suppression:* Chemische Suppression mit MSM A  
*Temperatur:* 25 °C  
*Loop:* 20 µL  
*Flussrate:* 0.6 mL/min  
*Eluent:*

- A) 5 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>, 0 % Acetonitril
- B) 5 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>, 10 % Acetonitril
- C) 5 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>, 20 % Acetonitril
- D) 5 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>, 30 % Acetonitril



Metrosep A Supp 17 - 100/4.0		mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10

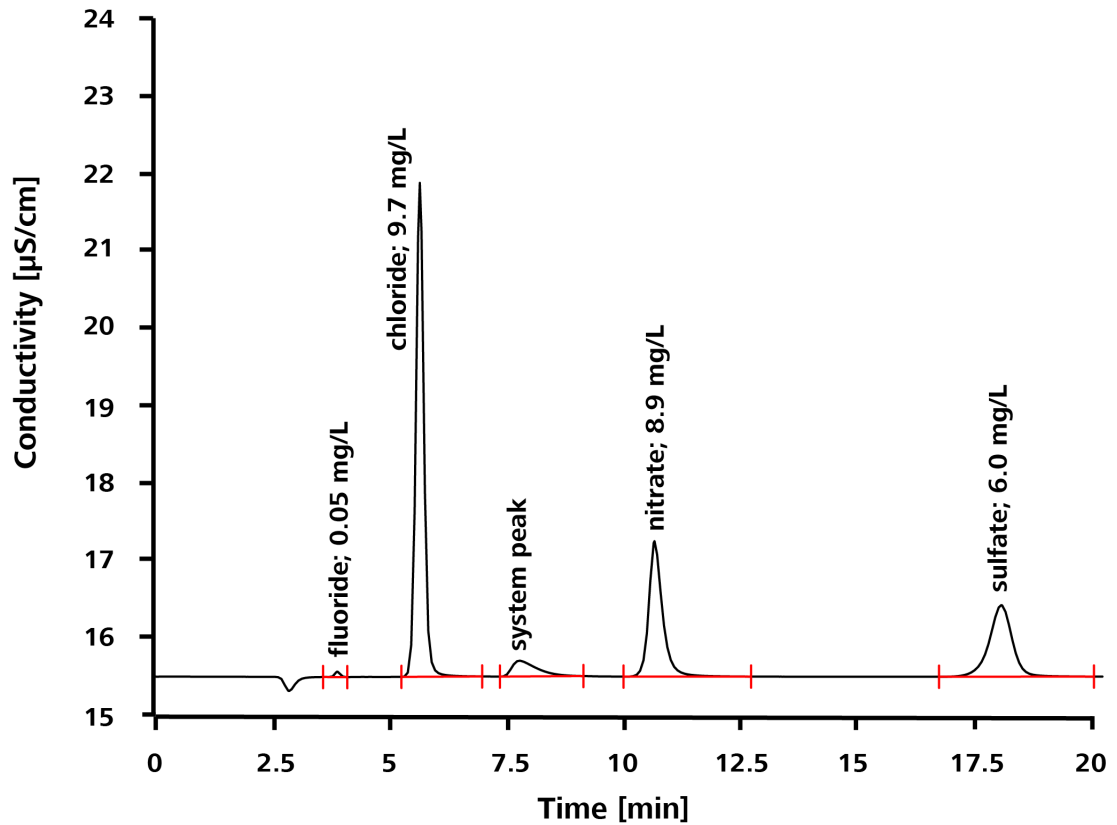
<b>Metrosep A Supp 17 - 100/4.0</b>		<b>mg/L</b>
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10

Der Rückdruck nimmt mit steigendem Acetonitrilgehalt stetig zu. Bei 10 % liegt der Druck bei 8.6 MPa. Die Retentionszeit von Phosphat nimmt zu. Die Auflösung zwischen Bromid und Nitrat sowie zwischen Chlorid und Nitrit nimmt mit steigendem Acetonitrilgehalt ab. Beim Injektionspeak bildet sich mit zunehmendem Lösungsmittelgehalt ein Störpeak.

## 5.5 Wasseranalyse

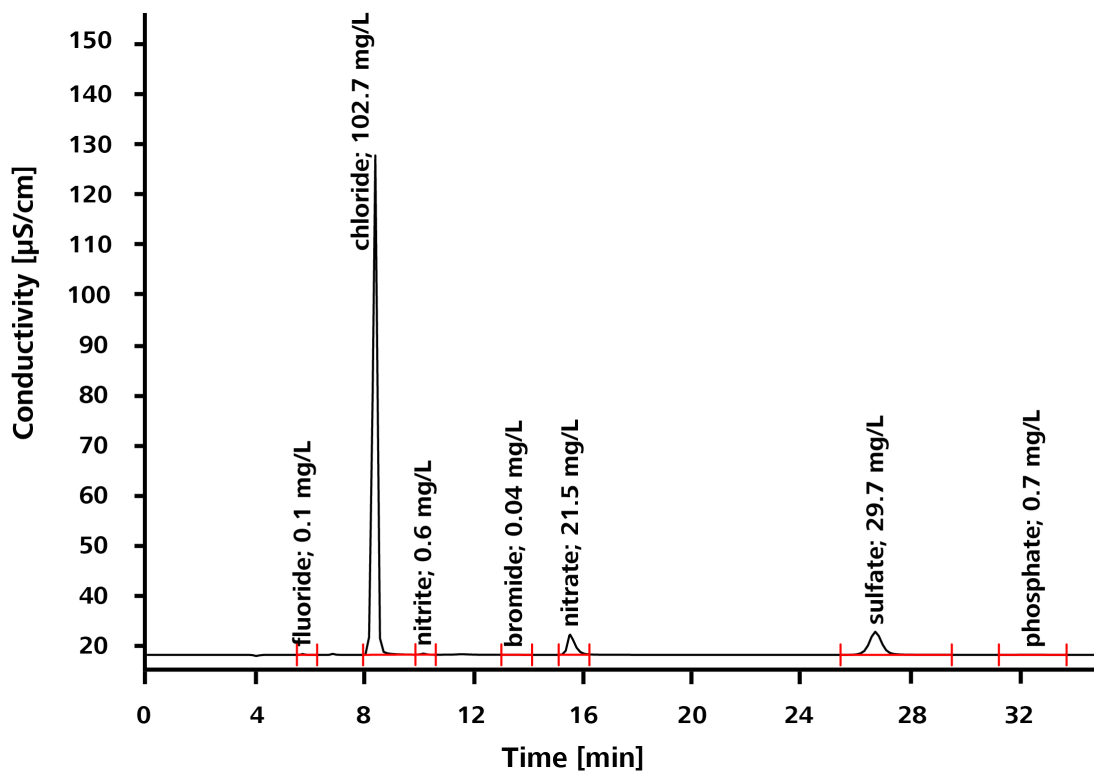
### Trinkwasseranalyse

<i>Säule:</i>	Metrosep A Supp 17 - 150/4.0
<i>Probenvorbereitung:</i>	Metrohm Inline Ultrafiltration
<i>Detektion:</i>	Leitfähigkeit
<i>Suppression:</i>	Chemische Suppression mit MSM A
<i>Temperatur:</i>	25 °C
<i>Loop:</i>	10 µL
<i>Flussrate:</i>	0.6 mL/min
<i>Eluent:</i>	5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub>



### Abwasseranalyse

<i>Säule:</i>	Metrosep A Supp 17 - 250/4.0
<i>Probenvorbereitung:</i>	Metrohm Inline Ultrafiltration
<i>Detektion:</i>	Leitfähigkeit
<i>Suppression:</i>	Chemische Suppression mit MSM A
<i>Temperatur:</i>	25 °C
<i>Loop:</i>	10 µL
<i>Flussrate:</i>	0.6 mL/min
<i>Eluent:</i>	5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 0.2 mmol/L NaHCO <sub>3</sub>



## 5.6 Organische Säuren

*Säule:* Metrosep A Supp 17 - 250/4.0

*Probenvorbereitung:* -

*Detektion:* Leitfähigkeit

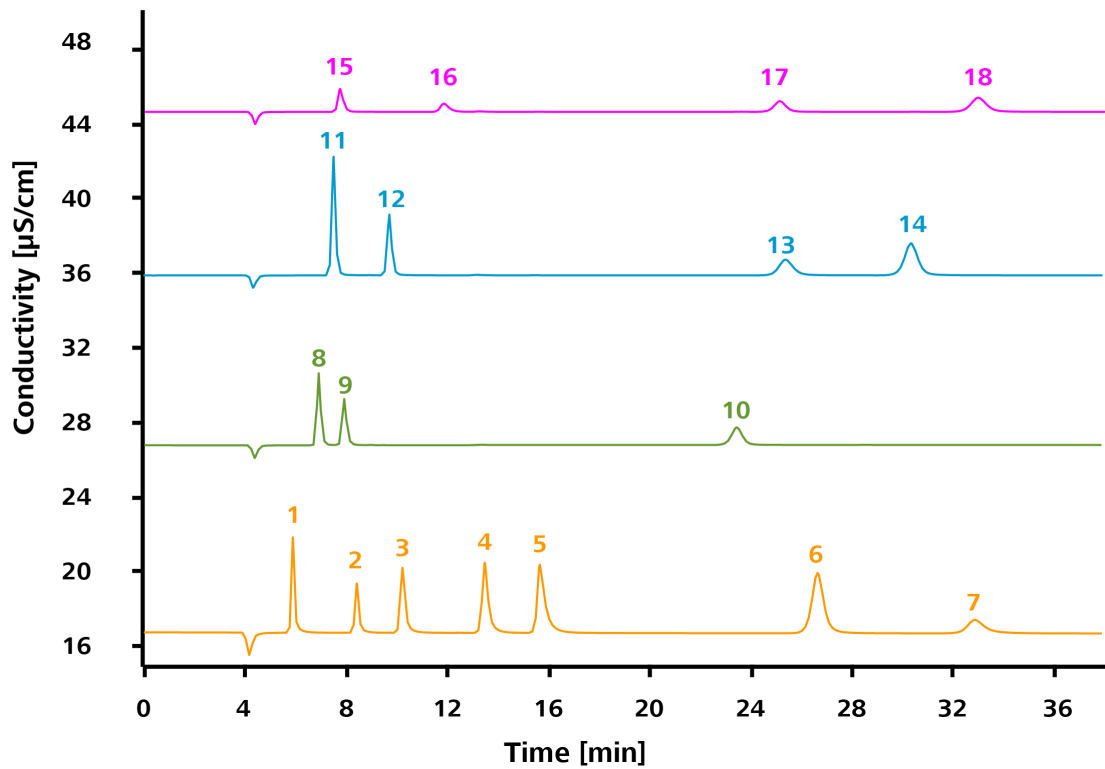
*Suppression:* Chemische Suppression mit MSM A

*Temperatur:* 25 °C

*Loop:* 10 µL

*Flussrate:* 0.6 mL/min

*Eluent:* 5 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.2 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>



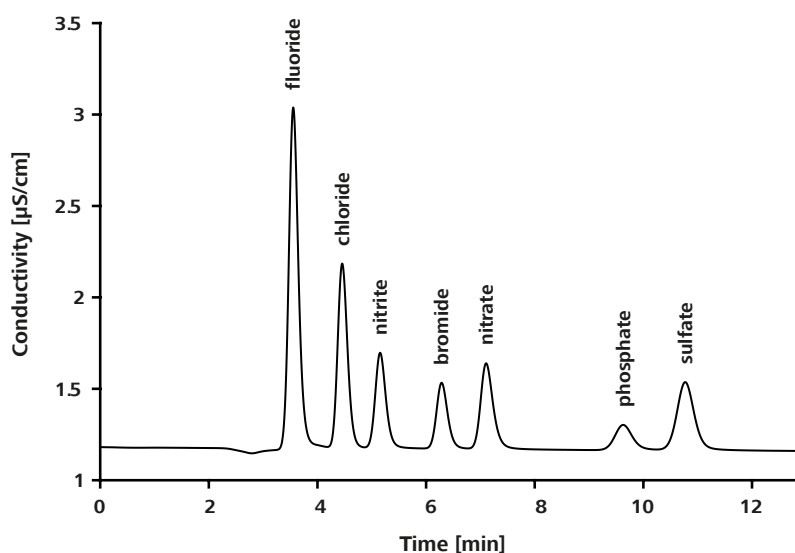
Metrosep A Supp 17 - 250/4.0		mg/L
1	Fluorid	2
2	Chlorid	2
3	Nitrit	5
4	Bromid	10
5	Nitrat	10
6	Sulfat	10
7	Phosphat	10
8	Glycolat	20
9	Lactat	20
10	Malat	20
11	Formiat	20
12	Methansulfonsäure	20
13	Tartrat	20
14	Oxalat	20
15	Acetat	20
16	Propionat	20

Metrosep A Supp 17 - 250/4.0		mg/L
17	Succinat	20
18	Maleat	20

Glycolat zeigt eine gute Trennung von Fluorid als auch von Acetat/Formiat. Die Trennung von Acetat/Formiat ist nicht hinreichend. Methansulfonsäure eluiert etwas früher als Nitrit. Propionat eluiert zwischen Nitrit und Bromid. Im hinteren Bereich eluiert Oxalat schön zwischen Sulfat und Phosphat.

## 5.7 Alternativer Eluent für Standardanionen

<i>Säule:</i>	Metrosep A Supp 17 - 100/4.0
<i>Probenvorbereitung:</i>	-
<i>Detektion:</i>	Leitfähigkeit
<i>Suppression:</i>	Sequenzielle Suppression mit MSM A und MCS
<i>Temperatur:</i>	30 °C
<i>Loop:</i>	20 µL
<i>Flussrate:</i>	0.6 mL/min
<i>Eluent:</i>	5 mmol/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 5 mmol/L NaHCO <sub>3</sub>



Metrosep A Supp 17 - 250/4.0		mg/L
1	Fluorid	1



<b>Metrosep A Supp 17 - 250/4.0</b>		<b>mg/L</b>
2	Chlorid	1
3	Nitrit	1
4	Bromid	1
5	Nitrat	1
6	Phosphat	1
7	Sulfat	1

Mit der Kombination aus dem Metrosep A Supp 10 Standardeluenten und der Metrosep A Supp 17 Säule wird die Chromatogrammdauer reduziert durch eine Verschiebung des Phosphatpeaks zwischen den Nitratpeak und den Sulfatpeak. Unter diesen Bedingungen verschiebt sich der Carbonatpeak auf dieselbe Retentionszeit wie Chlorid. Diese Verschiebung besonders beachten beim Analysieren von Proben mit einem hohen Carbonatanteil. Für die Metrosep A Supp 17 - 100/4.0 und die Metrosep A Supp 17 - 150/4.0 reicht die Kapazität des MSM A für die gesamte Bestimmung aus. Für die Metrosep A Supp 17 - 250/4.0 einen MSM-HC A verwenden.

## 6 Problembehandlung

### 6.1 Regeneration



#### VORSICHT

Die Säule nicht präventiv regenerieren!

Jede Regeneration bedeutet Stress für die Trennsäule und verkürzt ihre Lebensdauer *siehe "Regenerieren von Trennsäulen", Seite 5.*

#### Problem

- Der Rückdruck steigt an
- Doppelpeaks treten auf
- Tailing-Effekte treten auf
- Die Retentionszeiten verkürzen sich
- Die Auflösung verschlechtert sich

#### Behebung

#### Trennsäule regenerieren

Wenn oben genannte Probleme auftreten, dann zuerst die Vorsäule ersetzen. Erst wenn diese Massnahme nicht hilft, die Trennsäule wie folgt regenerieren.



#### HINWEIS

Stellen Sie sicher, dass der maximale Druck während der Regeneration nie überschritten wird.

Wenn der Druck zu hoch ist, reduzieren Sie die Flussrate.

#### 1 Trennsäule vom IC-System trennen

Den Ausgang der Trennsäule vom Eingang des Detektors trennen.

#### 2 Trennsäule regenerieren

Je nach Art der Verunreinigung muss die Trennsäule unterschiedlich regeneriert werden:

- Anorganische Verunreinigungen (*siehe Tabelle 3, Seite 38*)
- Organische Verunreinigungen (*siehe Tabelle 4, Seite 38*)

Tabelle 3 Anorganische Verunreinigungen

	Dauer	Flussrate 4 mm
1. Spülen mit Reinstwasser	20 min	0.3 mL/min
2. Spülen mit 10-fach konzentriertem Eluenten	120 min	0.3 mL/min
3. Spülen mit Reinstwasser	20 min	0.3 mL/min
4. Spülen mit Eluent	120 min	0.3 mL/min

Tabelle 4 Organische Verunreinigungen

	Dauer	Flussrate 4 mm
1. Spülen mit 70 % Methanol	16 h	0.3 mL/min
2. Spülen mit Eluent	120 min	0.3 mL/min

## 6.2 Abnehmende Auflösung / Peakformen

### Problem

Die Auflösung der Peaks verschlechtert sich oder die Peakformen sind asymmetrisch.

### Ursachen und Vermeidung

Ursachen	Vermeidung / Behebung
Die Trennsäule wurde überladen	<p>Die Trennsäule kann z. B. durch hohe Salzgehalte in der Probenmatrix überladen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Probe verdünnen.</li> <li>▪ Weniger Probe injizieren.</li> </ul>
Im IC-System besteht Totvolumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Überprüfen, ob alle Kapillaren einen Durchmesser von <math>\leq 0.25</math> mm (6.1831.010) besitzen. Falls nicht, die Kapillaren durch dünnere Kapillaren ersetzen.</li> <li>▪ Überprüfen, ob alle Kapillaren korrekt installiert wurden. Im Multi Media Guide IC Maintenance wird die Installation Schritt für Schritt gezeigt.</li> </ul>

## 6.3 Instabile Retentionszeiten

*Problem* Die Retentionszeiten sind instabil.

*Ursachen und Vermeidung*

<b>Ursachen</b>	<b>Vermeidung / Behebung</b>
Carbonat im Eluenten	<p>Kohlendioxid aus der Luft beeinflusst das Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht im Eluenten. Der Eluent wird mit der Zeit schwächer.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Eluentenflasche und die Flaschen mit den Eluentenkonzentraten immer gut verschliessen.</li> <li>▪ Immer einen CO<sub>2</sub>-Adsorber verwenden.</li> </ul>
Luftblasen im Eluenten	<p>Die Flussrate des Eluenten wird durch Luftblasen instabil. Eine instabile Flussrate zeigt sich u. a. am Rückdruck. Der Rückdruck sollte innerhalb von <math>\pm 0.1</math> MPa stabil bleiben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Hochdruckpumpe entlüften.</li> <li>▪ Den Eluent-Degasser einsetzen.</li> </ul>

## 6.4 Unbekannte Peaks

*Problem* Das Chromatogramm enthält breitere, unbekannte Peaks.

*Ursachen und Vermeidung*

<b>Ursachen</b>	<b>Vermeidung / Behebung</b>
Spät eluierende Analyten	<p>Etwas breitere unbekannte Peaks können durch spät eluierende Probenkomponenten entstehen. Diese stammen in diesen Fällen aus der vorhergehenden Injektion.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chromatogrammdauer verlängern.</li> </ul>



## 6.5 Steigender Rückdruck

*Problem*

Der Rückdruck steigt an.

*Ursachen und Vermeidung*

<b>Ursachen</b>	<b>Vermeidung / Behebung</b>
Partikel auf der Vorsäule	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorsäule ersetzen.</li> </ul>
Partikel auf der Trennsäule	<p>Die Trennsäule gegen die Flussrichtung spülen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Den Säulenauslass in ein Becherglas halten.</li> <li>▪ Die Trennsäule während ca. 1 h spülen.</li> <li>▪ Die Trennsäule in Flussrichtung wieder einbauen.</li> </ul>
Partikel in der Probe	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Probenvorbereitung, z. B. Partikel entfernen durch Inline-Ultrafiltration.</li> </ul>

## 7 Literatur

Metrohm empfiehlt folgende Literatur zur Vertiefung:

- Application Note S-353 Drinking water analysis using the Eco IC and the Metrosep A Supp 17 - 150/4.0
- Application Note S-354 Waste water analysis using the Eco IC and the Metrosep A Supp 17 - 250/4.0
- Monographie: Analysis of water samples and water constituents with Metrohm instruments, Seite 73 ff (8.038.5003)
- Säulenkatalog, 8.000.5194



# Index

**A**

Aufbewahrung ..... 2

**B**

Basislinie

Konditionieren ..... 16

Bestellnummer ..... 1

**E**

Eluent ..... 7

Equilibrierung ..... 15

**F**

Flussrate ..... 2

**I**

IC-Säule

siehe "Trennsäule" ..... 11

Installation

Trennsäule ..... 11

Vorsäule ..... 9

**K**

Konditionieren ..... 16

**S**

Säule

siehe "Trennsäule" ..... 11

Spezifikation ..... 1

Spülen

Trennsäule ..... 14

Vorsäule ..... 11

**T**

Trennsäule

Installation ..... 11

Spülen ..... 14

**V**

Vorsäule

Installation ..... 9

Spülen ..... 11