

Bestimmung von Natrium mit der ionenselektiven Elektrode

Von Interesse für:

Allgemein analytische Laboratorien; Wasseranalytik; Pharmazie; Lebensmittelanalytik

A 1, 2, 4, 7, 12, 16

Zusammenfassung

Die Bestimmung von Natrium mit der Natrium-ISE stellt eine selektive, schnelle, genaue und günstige Methode dar. Diese wird im vorliegenden Bulletin beschrieben. Anhand von Beispielen wird gezeigt, wie Bestimmungen mittels Direktmessung bzw. Standardaddition mit dem pH-/Ionenmeter 692 durchgeführt werden können. Bestimmt wurde die Natriumkonzentration in Standardlösungen, Wässern (Leitungswasser, Mineralwasser, Abwasser), Lebensmitteln (Spinat, Baby-nahrung) sowie Urin.

Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete der beiden ionenselektiven Natrium-Elektroden von Metrohm – der Glasmembran-ISE 6.0501.100 und der Polymermembran-ISE 6.0508.100 – werden ausführlich erläutert.

Theorie

Mit Hilfe ionenselektiver Elektroden lassen sich die Aktivitäten von Ionen bestimmen. In stark verdünnten Lösungen entsprechen diese ungefähr den Konzentrationen der jeweiligen Ionen.

Die Tatsache, dass ISEs im Idealfall nur auf eine ganz bestimmte Ionenart ansprechen, ermöglicht es, die vorliegende Bindungsform eines Ions zu spezifizieren und selektiv zu bestimmen (Beispiele: selektive Bestimmung einer bestimmten Oxidationsstufe eines Elements; Bestimmung freier in Gegenwart komplex gebundener Metallionen).

Allerdings gibt es keine ionenselektiven Elektroden, die keinerlei Querempfindlichkeit gegenüber chemisch ähnlichen Ionen aufweisen, so dass ISEs nicht als spezifisch bezeichnet werden können.

Einsatz der beiden ionenselektiven Natrium-Elektroden

Der Messbereich der Glasmembran-ISE erstreckt sich zwischen 1×10^{-5} und 1 mol/L Na^+ (entsprechend $0,23 \text{ mg/L} \dots 22,99 \text{ g/L Na}^+$). Mit der Polymermembran-ISE sind auch noch geringere Na^+ -Konzentrationen bis $5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ ($0,11 \text{ mg/L}$) bestimmbar.

Die Glasmembran-ISE 6.0501.100 wird vor allem für Proben mit problematischer Matrix eingesetzt (Frucht- und Gemüsesäfte; Proben, die Chlorat-, Perchlorat- und/oder Chloroacetationen enthalten).

Die Polymermembran-ISE 6.0508.100 wird empfohlen für die Analyse von Wässern (Reinst-, Regen-, Grund-,

Oberflächen-, Trinkwässer) und für saure Proben, die Fluorid-, Fluorborat- oder Fluorosilicationen enthalten.

Glasmembran-ISE 6.0501.100

Aufbau der Elektrode

Elektrodenschaft und Membran sind aus Glas gefertigt. Die Selektivität für Na^+ -Ionen wird durch die Zusammensetzung der Glasmembran bestimmt.

Zusammensetzung und Konditionierung der Membran

Die Glasmembran (Zusammensetzung: $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$) wird vor dem Einsatz gewässert, so dass eine gelartige Kieselsäure-Quellschicht entsteht.

Funktionsweise

Aus der äusseren Quellschicht werden in wässrigen Lösungen Kationen herausgelöst und durch Na^+ -Ionen aus der Probe ersetzt. Hierdurch baut sich an der Grenzschicht zwischen Probenlösung und Membran eine von der Natriumaktivität abhängige Spannung auf.

ISA-Lösungen

ISA ist die Abkürzung für **Ionic Strength Adjustor**, d.h. Ionenstärke-Einstelllösung. Es handelt sich um eine Lösung hoher Ionenstärke, mit der die Probenlösungen verdünnt und gleichzeitig in ihrer Ionenstärke «fixiert» werden. Aufgrund der nahezu konstanten Ionenstärke variiert dann auch der Aktivitätskoeffizient γ_{Mession} praktisch nicht mehr, selbst wenn in stark unterschiedlichen Probenlösungen gemessen wird.

ISA-Lösungen können neben dieser Fixierung der Ionenstärke gleichzeitig auch noch den pH-Wert regulieren. Derartige Lösungen heissen **TISAB**: Total Ionic Strength Adjustment Buffer.

Um Störionen zu entfernen, können diese Proben-Konditionierlösungen zusätzlich mit Komplexbildnern versetzt werden. So ist es möglich, selbst mit einer relativ wenig selektiven Elektrode hochselektive Messungen durchzuführen.

Welche dieser Lösungen zum Einsatz kommt, hängt von der jeweiligen Applikation ab. Für Natriumbestimmungen mit der Glasmembran-ISE ist es erforderlich, eine TISAB-Lösung zu verwenden, die auch pH-Werte über 9 puffert.

Polymermembran-ISE 6.0508.100

Aufbau der Elektrode

Die Elektrode besteht aus einem Kunststoffschicht (PVC), einer Polymermembran und einem inneren Ag/AgCl-Ableitsystem. Sie ist gefüllt mit einem NaCl-haltigen Innenpuffer.

Zusammensetzung und Konditionierung der Membran

Die Membran ist aus PVC, Weichmacher und Ionophor + Additiv aufgebaut.

Es ist nicht erforderlich, die PVC-Membran vor dem Gebrauch zu wässern, d.h. die Polymermembran-ISE ist sofort einsatzbereit.

Funktionsweise

Der Ionophor innerhalb der Polymermembran ist für die Selektivität verantwortlich, d.h. er ist in der Lage, gezielt Na^+ -Ionen aufzunehmen.

Der Molekulaufbau des Ionophors wird der Koordinationszahl und Grösse des Natriumions angepasst. Bei der Messung diffundieren Na^+ -Ionen aus der Probenlösung in die Polymermembran. Dadurch bildet sich ein Konzentrationsgradient und somit ein Membranpotential aus.

Das Polymer wirkt lipophil, d.h. Wasser bzw. Ionen mit einer Hydrathülle können nicht in die Membran eindringen. Auch Natriumionen sind in wässriger Lösung von einer Hydrathülle umgeben. Diese wird aber aufgrund des Energiegewinns beim Einlagern in den Ionophor entfernt.

ISA-Lösung

Die Zugabe einer ISA-Lösung zur «Fixierung» der Ionenstärke bzw. zur Regulierung des pH-Werts ist bei Verwendung der Polymermembran-ISE im Konzentrationsbereich <50 ppm Na^+ nicht erforderlich. Bei höheren Konzentrationen entscheidet die Probenmatrix über die Notwendigkeit einer ISA-Lösung. Eine pH-Einstellung mittels TISAB-Lösung ist nicht notwendig. Es wird allerdings empfohlen, die Polymermembran-ISE bevorzugt bei pH-Werten zwischen 3 und 12 einzusetzen, da eine längere Anwendung ausserhalb dieses Bereichs die Lebensdauer der Elektrode verkürzen kann.

Direktmessung mit Kalibrierung

Die Ionenkonzentration der Probe wird anhand einer Kalibrierkurve interpoliert. Diese Kurve wird mit Hilfe von Standardlösungen erstellt. Die erwartete Ionenkonzentration sollte dabei im mittleren Konzentrationsbereich der Standardlösungen liegen.

Standardaddition

Bei der Standardaddition wird ein bekanntes Probenvolumen mit einer definierten Menge des zu bestimmenden Ions versetzt (eventuell in mehreren Schritten). Aus den resultierenden Spannungsdifferenzen zwischen der reinen Probenlösung und den aufge-

stockten Lösungen wird dann automatisch die Ionenkonzentration der Probe berechnet.

Das Volumen der zugesetzten Standardlösung sollte höchstens 25% des Probenvolumens betragen. Die Konzentration der Standardlösung sollte so hoch wie möglich gewählt werden (damit Verdünnungseffekte vernachlässigt werden können).

Es gibt drei Typen der Standardaddition: *manuell*, *auto dos* und *auto*. Am schnellsten ist die automatische Standardaddition *auto*. Zu beachten ist hier jedoch, dass die gewählte Spannungsdifferenz ΔU mindestens 12 mV pro Zugabe betragen sollte und dass mindestens drei Standardzugaben erfolgen müssen (ΔU_{total} mindestens 30 mV), um genaue Resultate zu erhalten. Benötigen Sie volumenmässig genau definierte Zugabeschritte in die Vorlage, wünschen aber dennoch maximalen Bedienungskomfort, wählen Sie *auto dos* und geben die einzelnen Volumina ein (siehe Gebrauchsanweisung).

Geräte und Zubehör

2.692.0010	pH-/Ionenmeter
2.765.0030	Dosimat-Titrierstand
6.3014.213	10-mL-Wechseleinheit
6.2138.010	Verbindungskabel 692–765
6.0501.100	Natrium-selektive Glasmembranelektrode
6.0508.100	Natrium-selektive Polymermembranelektrode
6.2104.020	Kabel für Na-ISE
6.0726.100	Double-Junction-Ag/AgCl-Bezugselektrode (für Messungen mit der Glasmembran-ISE) Innenelektrolyt: $c(\text{KCl}) = 3$ mol/L Zwischenelektrolyt: TISAB-Lösung (siehe Reagenzien)
6.0733.100	LL-Ag/AgCl-Bezugselektrode (für Messungen mit der Polymermembran-ISE) Bezugselektrolyt: $c(\text{KCl}) = 3$ mol/L
6.2106.020	Kabel für Bezugselektrode
6.1110.100	Pt-1000-Temperaturfühler
6.2104.080	Kabel für Temperaturfühler
6.1415.220	Titriergefäss
6.1414.010	Titriergefäss-Oberteil
6.2125.060	Verbindungskabel 692–PC
6.2125.010	Adapterkabel
6.6008.500	Metrodata-Software VESUV 3.0

Reagenzien

a) Messungen mit der Glasmembran-ISE

Standardlösung	$\beta(\text{Na}^+) = 2000 \text{ mg/L}$
TISAB-Lösung	$c(\text{Tris}(\text{hydroxymethyl})\text{-aminomethan}) = 1 \text{ mol/L}$; der pH-Wert wird mit $c(\text{HNO}_3) = 2 \text{ mol/L}$ auf 8 ... 10 eingestellt.
Konditionierlösung	$c(\text{NaCl}) = 1 \text{ mol/L}$

b) Messungen mit der Polymermembran-ISE

Standardlösung 1	$\beta(\text{Na}^+) = 2106,9 \text{ mg/L}$
Standardlösung 2	$\beta(\text{Na}^+) = 207,42 \text{ mg/L}$
ISA-Lösung (je nach Applikation)	$c(\text{CaCl}_2) = 1 \text{ mol/L}$

Handhabung der Elektroden

Um optimale Ergebnisse zu erzielen, sind folgende Punkte zu beachten.

a) Glasmembran-ISE

- Es empfiehlt sich, die Elektrode vor der ersten Messung wie ein Fieberthermometer zu schütteln.
- Bei längerem Nichtgebrauch wird die Glasmembran-ISE trocken gelagert. Für die kurzzeitige Aufbewahrung eignet sich $c(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$.
- Vor der ersten Inbetriebnahme sowie nach längerem Nichtgebrauch muss die Glasmembran durch Eintauchen über Nacht in $c(\text{NaCl}) = 1 \text{ mol/L}$ aktiviert/konditioniert werden.
- Bei der Bezugselektrode ist darauf zu achten, dass der Innenteil gut benetzt ist. Luftblasen, die sich beim Einfüllen des Elektrolyten bilden können, müssen entfernt werden.
- Nach jeder Messung wird die Elektrode gut mit dest. Wasser abgespült und mit einem leicht feuchten Tuch abgewischt.
- Kalium stört ab einem 500fachen Überschuss gegenüber Natrium.
- Da diese Na-ISE im sauren pH-Bereich wie eine pH-Glaselektrode auf H_3O^+ -Ionen anspricht, muss im alkalischen Bereich ($\text{pH} = 8 \dots 10$) gemessen werden.
- Betreffend Störeinflüsse weiterer Ionen siehe Gebrauchsanweisung der Elektrode.

b) Polymermembran-ISE

- Es ist nicht erforderlich, die Polymermembran-ISE vor der ersten Inbetriebnahme zu schütteln; die Elektrode kann direkt eingesetzt werden.
- Wenn die Elektrode längere Zeit nicht in Gebrauch ist, sollte sie trocken gelagert werden.
- Langes Konditionieren der Membran vor dem Gebrauch ist bei dieser Na-ISE nicht erforderlich. Es reicht völlig, die Elektrode vor der Messung kurz

mit dest. Wasser abzuspülen und mit einem weichen Papiertuch zu trocknen.

- Das Berühren der Polymermembran mit den Fingern ist zu vermeiden.
- Im Gegensatz zur Glasmembran-ISE ist es nicht erforderlich, mit einer Double-Junction-Bezugselektrode zu arbeiten. Auf einen Zwischenelektrolyten (TISAB-Lösung bei der Glasmembran-ISE) kann verzichtet werden. $c(\text{KCl}) = 3 \text{ mol/L}$ als Bezugselektrolyt liefert beste Ergebnisse in Bezug auf Richtigkeit und Präzision.
- Vor und während der Messungen sollten sich keine Luftblasen auf der Oberfläche der Membran befinden.
- Die Polymermembran-ISE sollte nicht mit organischen Lösungsmitteln (Aceton, Ethanol) gereinigt oder darin aufbewahrt werden.
- Der Gebrauch bei erhöhter Temperatur ($>30 \text{ }^\circ\text{C}$) ist nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Die Elektrode sollte nicht für längere Zeit bei extremen pH-Werten eingesetzt werden, da Lösungen, deren pH-Wert nicht zwischen 3 und 12 liegt, die Lebensdauer der Polymermembran-ISE verkürzen.
- Wird eine Serie von Bestimmungen durchgeführt, sollte die Elektrode zwischen den Messungen in dest. Wasser aufbewahrt werden, anstatt sie nur abzuspülen und zu trocknen. So können eindiffundierte Na^+ -Ionen von der vorherigen Bestimmung aus der Membran gespült werden. Die beschriebene Arbeitsweise liefert bessere Ergebnisse in Bezug auf Richtigkeit und Präzision.

Allgemeine Hinweise

- Sämtliche Lösungen müssen in Kunststoffgefäßen aufbewahrt werden.
- Während der Standardzugaben muss gerührt werden (Rührparameter 692: *ein* oder *kontroll.*). Es ist darauf zu achten, dass der Rührer eingeschaltet ist und sich ein Rührstäbchen im Vorlagegefäß befindet. Zugaben ohne Rühren führen zu Fehlmessungen!
- Methodenauswahl:
Die Standardaddition ist speziell bei undefinierter Probenmatrix eine schnelle und zuverlässige Methode. Eine Direktmessung ist dann sinnvoll, wenn viele Bestimmungen in ähnlichen Lösungen mit definierter und unproblematischer Probenmatrix hintereinander durchgeführt werden müssen.
- Die Zugabe von TISAB-Lösung vor Messungen mit der Glasmembran-ISE bewirkt, dass die Ionenstärke und der pH-Wert der Probenlösungen konstant gehalten werden.
- Bei der automatischen Standardaddition *auto* können in Lösungen geringer Ionenstärke die erhaltenen Potentialschritte vom eingestellten Parameter *Delta U* geringfügig abweichen. Dies hat aber keinerlei Einfluss auf die Richtigkeit des Analyseergebnisses.

- Wahl der Standardkonzentration:

Um die Auswertung der Standardaddition im pH-/Ionenmeter 692 sicher zu gestalten, sollten die Standardkonzentrationen C_{Std} für verschiedene Bürettenvolumina V_{Buret} in Abhängigkeit von der Probenkonzentration C_{Smpl} nach folgender Tabelle gewählt werden:

V_{Buret}/mL	$C_{Std} : C_{Smpl}$
5	40 : 1
10	20 : 1
20	10 : 1
50	5 : 1

Bei starker Verdünnung der Probe mit ISA- bzw. TISAB-Lösung muss dieses Verhältnis berücksichtigt werden.

Beispiel:

Probenkonzentration C_{Smpl}	5 mg/L
Bürettenvolumen V_{Buret}	10 mL
Probenvolumen	10 mL
Volumen ISA/TISAB	10 mL
Gesamtvolumen V_{total}	20 mL
Faktor $C_{Std} : C_{Smpl}$ aus der Tabelle	20

Daraus ergibt sich eine Probenkonzentration in der Vorlage von 2,5 mg/L. Die optimale Konzentration des Standards beträgt somit $2,5 \text{ mg/L} \times 20 = 50 \text{ mg/L}$.

Es ist zu beachten, dass es sich hierbei nur um eine grobe Richtlinie für die Standardkonzentration handelt. Auch bei Abweichungen von dieser Empfehlung sind genaue Messungen möglich.

- Die Formeln zur Berechnung der Resultate werden in der Gebrauchsanweisung des pH-/Ionenmeters 692 in den Abschnitten 3.1 und 3.2 erläutert.
- Geringe Natriumkonzentrationen:
Hier ist die Einstellzeit deutlich länger. Blindwerte der verwendeten Reagenzien sind zu berücksichtigen.

a) Messungen mit der Glasmembran-ISE

Direktmessung

Bitte beachten Sie die Hinweise in der Gebrauchsanweisung des pH-/Ionenmeters 692.

Die folgende Kalibrierung ist ein Beispiel für eine Probe mit unproblematischer Matrix.

Probe:	NaCl-Lösung mit 230 mg/L Na^+
Probenvolumen:	20 mL
Volumen TISAB:	20 mL
Standard:	2000 mg/L Na^+ in 10-mL-Wechseleinheit
Konzentrationsbereich:	50 ... 300 mg/L Na^+
Anzahl Kalibrierpunkte:	6

Parameter

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-13      time 08:52:54
parameter
  meas.type:          direct
>measuring parameters
  ion type:           Na(+1)
  conc.unit:          mg/l
  meas.input:         1
  electr.id:          0501.100
  drift:              0.5 mV/min
  temperature:        25.0 C
  method id:          NA
  delta measurement:  OFF
  stirrer:            control
  prestir pause:      10 s
  stir time:          90 s
  poststir pause:     20 s
>calculation parameters
  smpl size:          20.0 ml
  V total:            40.0 ml
  factor:              1.0
  smpl size unit:     ml
>calibration parameters
  temperature:        25.0 C
  drift:              0.5 mV/min
  report:             full
  no.of standards:    6
  addition:           auto
  min.conc.:          50.0 mg/l
  max.conc.:          300.0 mg/l
  V init:              40.0 ml
  no.of Exchange Units: 1
  conc.1:              2000.0 mg/l
  V Exchange Unit 1:  10 ml
>analog output
  select:             Conc
  state:              OFF
>limits Conc
  state:              OFF
>limits T
  state:              OFF
>plot parameters
  left mar.:          0.0E+00 mg/l
  right mar.:         1.0E+30 mg/l
  left marg.T:        20 C
  right marg.T:       30 C
>preselections
  req.ident:          OFF
  req.smpl size:      value
-----
```

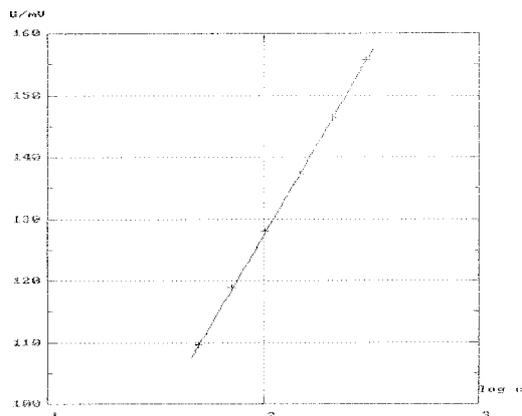
Konfiguration

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-13      time 08:52:24
config
>printer
  id1:                ISE Na
  id2:                AB Nr. 83/4
  print header:       always
  character set:       Epson
>print meas.value
  print crit:         drift
  date&time:          ON
>auxiliaries
  last digit:         ON
  dialog:             english
  date:               96-03-13
  time:               08:52:25
  temp.unit:          C
  run number:         0
  Dosimat:            665
  device label:
  program:            692.0020
>RS232 settings
  baud rate:          9600
  data bit:           8
  stop bit:           1
  parity:             none
  handshake:          HWS
  RS control:         ON
-----
```

Kalibrierung

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-12 time 16:37:52 31
Conc NA electr.id 0501.100
conc.calibration
meas.input:          1
ion type             Na(+1)
temperature man.     25.0 C
cal.date 96-03-12 16:37

  conc/mg/l      U/mV      dconc/%
std. 1      5.00E+01  109.5      0.0
std. 2      7.15E+01  118.7     -0.1
std. 3      1.02E+02  127.8      0.0
std. 4      1.47E+02  137.1      0.0
std. 5      2.10E+02  146.2      0.1
std. 6      3.00E+02  155.5     -0.1
```



```
variance          0.001
slope             59.1 mV
E(0)              9.0 mV
=====
```

Resultate

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-12 time 16:50:36
Conc NA electr.id 0501.100
id1 ISE Na
id2 AB Nr. 83/4
smp1 size 5.0 ml
#35 231 mg/l Na(+1)
96-03-12 16:50:36
=====
```

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-12 time 16:50:50
Conc NA electr.id 0501.100
id1 ISE Na
id2 AB Nr. 83/4
smp1 size 5.0 ml
#36 231 mg/l Na(+1)
96-03-12 16:50:50
=====
```

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-12 time 16:51:06
Conc NA electr.id 0501.100
id1 ISE Na
id2 AB Nr. 83/4
smp1 size 5.0 ml
#37 231 mg/l Na(+1)
96-03-12 16:51:06
=====
```

Ergebnis einer Dreifachbestimmung:

```
Mittelwert: 231 mg/L Na+
Sabs:       1 mg/L Na+
Srel:       0,4%
```

Standardaddition

Bitte beachten Sie die Hinweise in der Gebrauchsanweisung des pH-Ionenmeters 692.

Beispiel für eine Konzentrationsbestimmung durch Standardaddition:

```
Probe:           NaCl-Lösung mit 57,5 mg/L Na+
Probenvolumen:  20 mL
Volumen TISAB:  20 mL
Standard:        2000 mg/L Na+ in 10-mL-Wechsel-
                 einheit
Anzahl Zugaben:  5
```

Parameter

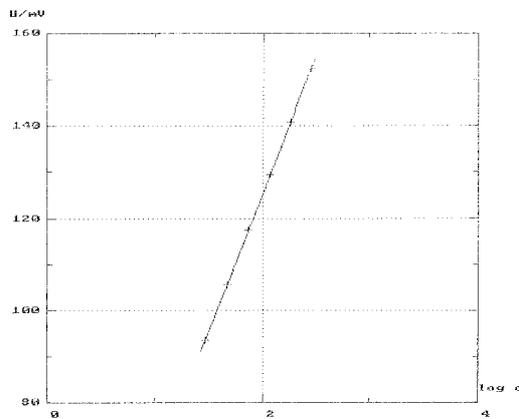
```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-11 time 15:18:24
parameter
meas.type:          std.add
>measuring parameters
ion type:           Na(+1)
conc.unit:          mg/l
meas.input:         1
electr.id:          0501.100
drift:              0.5 mV/min
temperature:        25.0 C
method id:          NA
stirrer:            control
prestir pause:     10 s
stir time:          90 s
poststir pause:    20 s
>calculation parameters
smp1 size:          20.0 ml
V total:            40.0 ml
factor:             1.0
smp1 size unit:     ml
>standard addition
type:               add
conc.std.:          2000.0 mg/l
report:             full
addition:           auto
delta U:            12 mV
dos.rate:           medium
no.of additions:   5
V Exchange Unit:   10
activate pulse:     OFF
stop V:             10.0 ml
>preselections
req.ident:          OFF
req.smp1 size:     value
=====
```

Resultat

```

692 pH/Ion Meter      ON1/109  692.0020
date 96-03-11 time 14:17:56 27
Conc NA electr.id 0501.100
id1 ISE Na
id2 AB Nr. 83/4
addition/subtraction method
meas.type:          std.add
meas.input:         1
temperature man.    25.0 C
conc.std            2000.0 mg/l
V total            40.0 ml
initial voltage     93.5 mV
smpl size          20.0 ml

          dV/ml   U/mV   dU/mV
std.incr. 1    0.349  105.4   11.9
std.incr. 2    0.569  117.3   11.9
std.incr. 3    0.935  129.2   11.9
std.incr. 4    1.463  140.5   11.3
std.incr. 5    2.552  152.2   11.7
    
```



```

variance          0.001
slope             60.0 mV
E(0)             5.1 mV
Na(+1)           59.4 mg/l
    
```

Ergebnis:

Messwert: 59,4 mg/L Na⁺
Sollwert: 57,5 mg/L Na⁺
Absolute Abweichung: 1,9 mg/L Na⁺
Relative Abweichung: 3,3%

b) Messungen mit der Polymermembran-ISE

Direktmessung

Die folgende Kalibrierung ist ein Beispiel für eine Probe mit unproblematischer Matrix.

Probe: Lösung mit 207,42 mg/L Na⁺
 Probenvolumen: 40 mL
 Standard: 2106,9 mg/L Na⁺ in 10-mL-Wechseinheit
 Konzentrationsbereich: 50 ... 300 mg/L Na⁺
 Anzahl Kalibrierpunkte: 6

Parameter

```

692 pH/Ion Meter      692.0021
date 2001-05-22 time 08:58:12
parameter
meas.type:          direct
>measuring parameters
ion type:          Na(+1)
conc.unit:         ppm
meas.input:        1
electr.id:         0500.100
drift              0.1 mV/min
method id         *****
delta measurement: OFF
stirrer:          control
prestir pause     10 s
stir time         90 s
poststir pause    20 s
>calculation parameters
smpl size         40.0 ml
V total          40.0 ml
factor           1.0
smpl size unit:   ml
>calibration parameters
drift            0.5 mV/min
report:          full
cal.interval     OFF h
no.of standards  6
addition:        auto
min.conc.        50.0 ppm
max.conc.        300.0 ppm
V init          40.0 ml
no.of Exchange Units 1
conc.1           2106.9 ppm
V Exchange Unit 1: 10 ml
>analog output
select:          Conc
state:           ON
0 mV at         1.00E-03 ppm
1 V range       100.00 ppm
>limits Conc
state:           OFF
>limits T
state:           OFF
>plot parameters
left mar.        0.0E+00 ppm
right mar.       1.0E+00 ppm
left marg.T      20 °C
right marg.T     30 °C
>preselections
req.ident:       OFF
req.smpl size:   OFF
    
```

Konfiguration

```

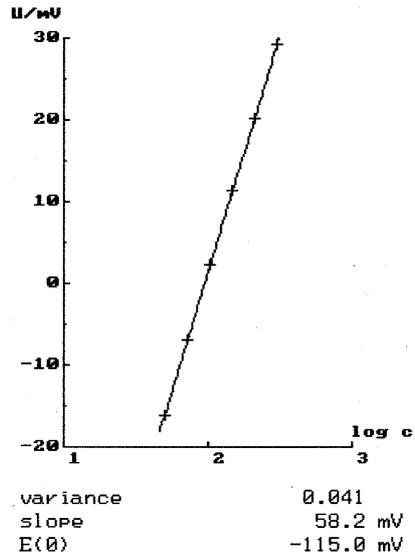
692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-11 time 14:47:09
config
)printer
  id1      Na ISE/ Polymer
  id2      AB Nr. 83/5
  print header:  always
  calibration report:  ON
  character set:  Seiko
)print meas.value
  print crit:  drift
  date&time:  ON
)auxiliaries
  last digit:  ON
  dialog:  english
  date 2001-05-11
  time 14:47:10
  temp.unit:  C
  run number 9
  Dosimat: 665
  device label 692-1
  program 692.0021
)RS232 settings
  baud rate: 9600
  data bit: 7
  stop bit: 1
  parity: even
  handshake: HWS
  RS control: ON
    
```

Kalibrierung

```

692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-22 time 08:59:17 1
Conc ***** electr.id 0508.100
conc.calibration
  meas.input: 1
  ion type Na(+1)
  temperature 23.6 °C
  c.dat. 2001-05-22 08:35

  std. 1 5.00E+01 -16.4 0.8
  std. 2 7.15E+01 -7.1 0.0
  std. 3 1.02E+02 2.2 -1.0
  std. 4 1.46E+02 11.2 -0.6
  std. 5 2.10E+02 20.0 0.1
  std. 6 3.00E+02 29.0 0.7
    
```



Resultate

```

692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-22 time 09:06:56
Conc ***** electr.id 0508.100
id1 Na ISE/ Polymer
id2 AB Nr. 83/5
smpl size 40.0 ml
#2 206 PPM 23.5 °C Na(+1)
    
```

```

692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-22 time 09:10:50
Conc ***** electr.id 0508.100
id1 Na ISE/ Polymer
id2 AB Nr. 83/5
smpl size 40.0 ml
#3 209 PPM 23.3 °C Na(+1)
2001-05-22 09:10:50
    
```

```

692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-22 time 09:15:45
Conc ***** electr.id 0508.100
id1 Na ISE/ Polymer
id2 AB Nr. 83/5
smpl size 40.0 ml
#4 210 PPM 23.0 °C Na(+1)
2001-05-22 09:15:45
    
```

Ergebnis einer Siebenfachbestimmung:

Mittelwert: 210,43 mg/L Na⁺
 S_{abs}: 2,37 mg/L Na⁺
 S_{rel}: 1,13%

Standardaddition

Beispiel für eine Konzentrationsbestimmung durch Standardaddition:

Probe: Lösung mit 46 mg/L Na⁺
 Probenvolumen: 40 mL
 Standard: 2106,9 mg/L Na⁺ in 10-mL-Wechselnheit
 Anzahl Zugaben: 5

Parameter

```
692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-11 time 11:57:26
parameter
  meas.type:          std.add
>measuring parameters
  ion type:          Na(+1)
  conc.unit:         ppm
  meas.input:        1
  electr.id:         0500.100
  drift:             0.1 mV/min
  method id:         Na3
  stirrer:           control
  prestir pause:     10 s
  stir time:         90 s
  poststir pause:    20 s
>calculation parameters
  smpl size:         40.0 ml
  V total:           40.0 ml
  factor:            1.0
  smpl size unit:    ml
>standard addition
  type:              add
  conc.std.:         2106.9 ppm
  report:            full
  addition:          auto
  delta U:           12 mV
  dos.rate:          medium
  no.of additions:   5
  V Exchange Unit:   10
  activate pulse:    OFF
  stop V:            10.0 ml
>preselections
  req.ident:         OFF
  req.smpl size:     value
```

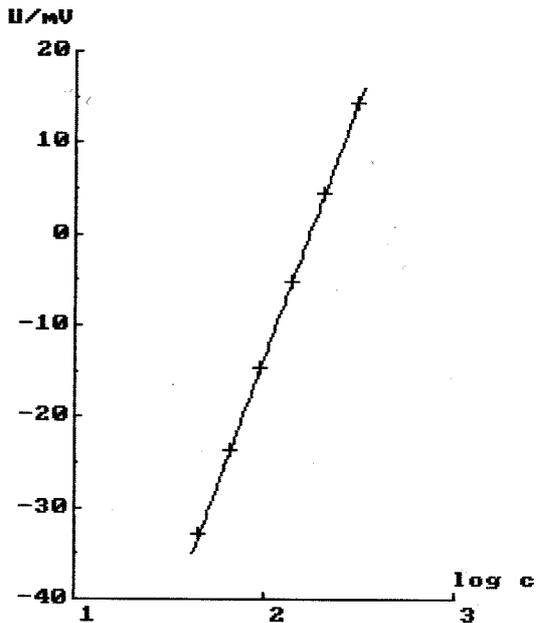
Konfiguration

```
692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-11 time 11:57:24
confis
>printer
  id1:               Na ISE/ Polymer
  id2:               AB Nr. 83/5
  print header:      always
  calibration report: OFF
  character set:      Seiko
>print meas.value
  print crit:        immediate
  date&time:         ON
>auxiliaries
  last digit:        ON
  dialog:            english
  date:              2001-05-11
  time:              11:57:24
  temp.unit:         C
  run number:        6
  Dosimat:           665
  device label:      692-1
  program:           692.0021
>RS232 settings
  baud rate:         9600
  data bit:          7
  stop bit:          1
  parity:            even
  handshake:         HwS
  RS control:        ON
```

Resultat

```
692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-11 time 09:03:29 2
Conc:   Na3 electr.id 0500.100
id1:    Na ISE/ Polymer
id2:    AB Nr. 83/5
addition/subtraction method
  meas.type:          std.add
  meas.input:         1
  temperature:        24.0 C
  conc.std:           2106.9 ppm
  V total:            40.0 ml
  initial voltage:    -33.0 mV
  smpl size:          40.0 ml
```

	dV/ml	U/mV	dU/mV
std.incr. 1	0.400	-23.9	9.1
std.incr. 2	0.582	-14.8	9.1
std.incr. 3	0.915	-5.3	9.5
std.incr. 4	1.472	4.4	9.7
std.incr. 5	2.393	14.2	9.8



variance 0.002
 slope 57.3 mV
 E(0) -128.1 mV
 Na(+1) 45.7 ppm

Ergebnis einer Zehnfachbestimmung:

Mittelwert: 45,66 mg/L Na⁺
 S_{abs}: 0,66 mg/L Na⁺
 S_{rel}: 1,45%

Beispiele aus der Praxis

1. Natrium im Einlauf einer Kläranlage mittels automatischer Standardaddition

Elektrode: Glasmembran-ISE
 Probenvorbereitung: Probe wird 1 : 4 mit dest. Wasser verdünnt (→ Faktor = 4).
 Analyse: 20 mL der Probenlösung und 20 mL TISAB-Lösung werden in das Vorlagegefäß pipettiert.
 Standard: β(Na⁺) = 2000 mg/L
 Anzahl Zugaben: 5

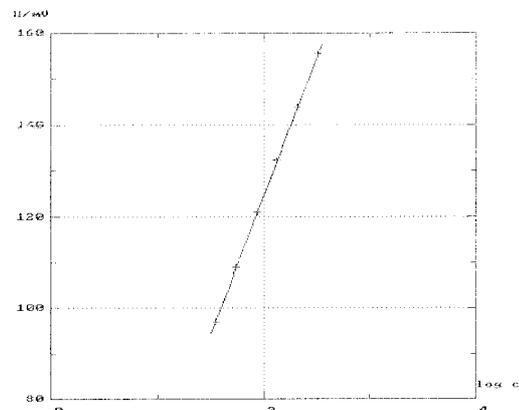
Parameter

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-13      time 08:19:20
parameter
  meas.type:          std.add
>measuring parameters
  ion type:           Na(+1)
  conc.unit:          mg/l
  meas.input:         1
  electr.id:          0501.100
  drift:              0.5 mV/min
  temperature:        25.0 C
  method id:          NA
  stirrer:            control
  prestir pause:      10 s
  stir time:          90 s
  poststir pause:     20 s
>calculation parameters
  smpl size:          20.0 ml
  V total:            40.0 ml
  factor:             4.0
  smpl size unit:     ml
>standard addition
  type:               add
  conc.std.:          2000.0 mg/l
  report:             full
  addition:           auto
  delta U:            12 mV
  dos.rate:           medium
  no.of additions:    5
  V Exchange Unit:    10
  activate pulse:     OFF
  stop V:             10.0 ml
>preselections
  req.ident:          OFF
  req.smpl size:      value
```

Resultat

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-11      time 17:08:31 34
Conc      NA      electr.id 0501.100
id1       ISE Na
id2       ARA in
addition/subtraction method
  meas.type:          std.add
  meas.input:         1
  temperature man.:   25.0 C
  conc.std.:          2000.0 mg/l
  V total:            40.0 ml
  initial voltage:    96.8 mV
  smpl size:          5.0 ml
```

	dV/ml	U/mV	dU/mV
std.incr. 1	0.415	108.8	12.0
std.incr. 2	0.675	120.8	12.0
std.incr. 3	1.035	132.2	11.4
std.incr. 4	1.750	143.7	11.5
std.incr. 5	2.957	155.1	11.4



variance 0.001
 slope 60.5 mV
 E(0) 3.4 mV
 Na(+1) 280 mg/l

Ergebnis einer Vierfachbestimmung:

Mittelwert: 285 mg/L Na⁺
S_{abs}: 5 mg/L Na⁺
S_{rel}: 1,7%

2. Natrium im Auslauf einer Kläranlage mittels automatischer Standardaddition

Elektrode: Glasmembran-ISE
Probenvorbereitung: nicht erforderlich
Analyse: 15 mL Probe und 25 mL TISAB-Lösung werden in das Vorlagegefäß pipettiert.
Standard: β(Na⁺) = 2000 mg/L
Anzahl Zugaben: 5

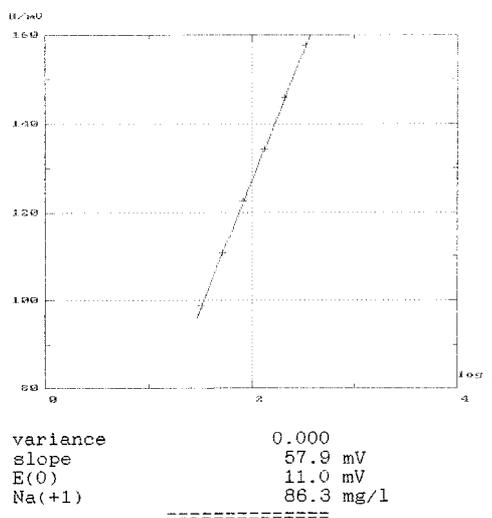
Parameter

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-12 time 13:16:22
parameter
  meas.type:          std.add
>measuring parameters
  ion type:           Na(+1)
  conc.unit:          mg/l
  meas.input:         1
  electr.id:          0501.100
  drift:              0.5 mV/min
  temperature:        25.0 C
  method id:          NA
  stirrer:            control
  prestir pause:      10 s
  stir time:          90 s
  poststir pause:     20 s
>calculation parameters
  smpl size:          15.0 ml
  V total:            40.0 ml
  factor:             1.0
  smpl size unit:     ml
>standard addition
  type:               add
  conc.std:           2000.0 mg/l
  report:             full
  addition:           auto
  delta U:            12 mV
  dos.rate:           medium
  no.of additions:    5
  V Exchange Unit:    10
  activate pulse:     OFF
  stop V:             10.0 ml
>preselections
  req.ident:          OFF
  req.smpl size:      value
  -----
```

Resultat

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-12 time 10:50:50 8
Conc NA electr.id 0501.100
id1 ISE Na
id2 ARA out
addition/subtraction method
  meas.type:          std.add
  meas.input:         1
  temperature man.:   25.0 C
  conc.std:           2000.0 mg/l
  V total:            40.0 ml
  initial voltage:    98.8 mV
  smpl size:          15.0 ml

          dV/ml   U/mV   dU/mV
std.incr. 1   0.408  110.5  11.9
std.incr. 2   0.680  122.4  11.9
std.incr. 3   1.092  134.1  11.7
std.incr. 4   1.855  145.8  11.7
std.incr. 5   3.298  157.4  11.6
```



Ergebnis einer Fünffachbestimmung:

Mittelwert: 87,3 mg/L Na⁺
S_{abs}: 0,7 mg/L Na⁺
S_{rel}: 0,8%

3. Natrium in Spinat (gesalzener Rahmspinat) mittels automatischer Standardaddition

Elektrode: Glasmembran-ISE
Probenvorbereitung: Ca. 10 g Probe (Packungsangabe: 1% NaCl) werden 15 min mit 100 mL dest. Wasser gerührt. Die Lösung wird filtriert und das Filtrat auf 200 mL aufgefüllt.
Analyse: 10 mL der Probenlösung (→ Faktor = 20), 10 mL dest. Wasser sowie 20 mL TISAB-Lösung werden in das Vorlagegefäß pipettiert.
Standard: β(Na⁺) = 2000 mg/L; dies entspricht w(NaCl) = 0,508%
Anzahl Zugaben: 4

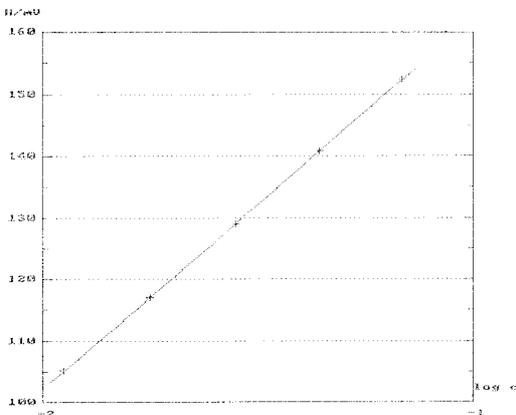
Parameter

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-13 time 08:34:44
parameter
  meas.type:          std.add
>measuring parameters
  ion type:           Na(+1)
  conc.unit:          %
  meas.input:         1
  electr.id:          0501.100
  drift:              0.5 mV/min
  temperature:        25.0 C
  method id:          NA
  stirrer:            control
  prestir pause:      10 s
  stir time:          90 s
  poststir pause:    20 s
>calculation parameters
  smpl size:          9.35 g
  V total:            40.0 ml
  factor:             20.0
  smpl size unit:     g
>standard addition
  type:               add
  conc.std.:          0.508 %
  report:             full
  addition:           auto
  delta U:            12 mV
  dos.rate:           medium
  no.of additions:   4
  V Exchange Unit:   10
  activate pulse:    OFF
  stop V:             10.0 ml
>preselections
  req.ident:          OFF
  req.smpl size:     value
  -----
```

Resultat

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-12 time 18:12:58 44
Conc NA electr.id 0501.100
id1 ISE Na
id2 Spinat NaCl
addition/subtraction method
  meas.type:          std.add
  meas.input:         1
  temperature man.:   25.0 C
  conc.std.:          0.508 %
  V total:            40.0 ml
  initial voltage:    104.9 mV
  factor:             20.0
  smpl size:          9.35 g

  std.incr. 1    dV/ml    U/mV    dU/mV
  std.incr. 2    0.532    116.9   12.0
  std.incr. 3    0.868    128.9   12.0
  std.incr. 4    1.416    140.6   11.7
  std.incr. 4    2.398    152.2   11.6
```



```
variance          0.001
slope             60.1 mV
E(0)             222.3 mV
Na(+1)           0.958 %
  -----
```

Ergebnis einer Vierfachbestimmung:

```
Mittelwert:      0,952% NaCl
Sabs:             0,049% NaCl
Srel:             4,9%
```

4. Natrium in Urin mittels automatischer Standard-addition

```
Elektrode:       Glasmembran-ISE
Probenvorbereitung: Probe wird 1 : 40 mit dest. Wasser verdünnt (→ Faktor = 40).
Analyse:         20 mL der Probenlösung und 20 mL TISAB-Lösung werden in das Vorlagegefäß pipettiert.
Standard:        β(Na+) = 2000 mg/L
Anzahl Zugaben: 4
```

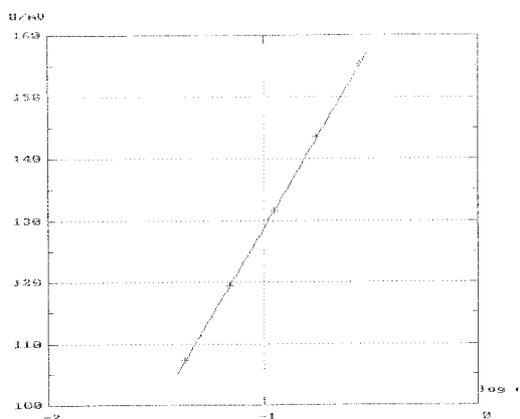
Parameter

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109 692.0020
date 96-03-14 time 13:39:56
parameter
  meas.type:          std.add
>measuring parameters
  ion type:           Na(+1)
  conc.unit:          g/l
  meas.input:         1
  electr.id:          0501.100
  drift:              0.5 mV/min
  temperature:        25.0 C
  method id:          NA
  stirrer:            control
  prestir pause:      10 s
  stir time:          90 s
  poststir pause:    20 s
>calculation parameters
  smpl size:          20.0 ml
  V total:            40.0 ml
  factor:             40.0
  smpl size unit:     ml
>standard addition
  type:               add
  conc.std.:          2.0 g/l
  report:             full
  addition:           auto
  delta U:            12 mV
  dos.rate:           medium
  no.of additions:   4
  V Exchange Unit:   10
  activate pulse:    OFF
  stop V:             10.0 ml
>preselections
  req.ident:          OFF
  req.smpl size:     value
  -----
```

Resultat

```
692 pH/Ion Meter      ON1/109  692.0020
date 96-03-14      time 13:05:41      8
Conc NA      electr.id 0501.100
id1          ISE Na
id2          Urin
addition/subtraction method
meas.type:      std.add
meas.input:      1
temperature man. 25.0 C
conc.std        2.0 g/l
V total         40.0 ml
initial voltage  107.1 mV
factor          40.0
smpl size      20.0 ml
```

	dV/ml	U/mV	dU/mV
std.incr. 1	0.545	119.3	12.2
std.incr. 2	0.910	131.5	12.2
std.incr. 3	1.507	143.4	11.9
std.incr. 4	2.602	155.1	11.7



```
variance      0.001
slope         58.9 mV
E(0)         187.6 mV
Na(+1)       3.45 g/l
```

Ergebnis einer Fünffachbestimmung:

Mittelwert: 3,44 g/L Na⁺
S_{abs}: 0,03 g/L Na⁺
S_{rel}: 1,0%

5. Natrium in Leitungswasser mittels automatischer Standardaddition

Elektrode: Polymermembran-ISE
 Probenvorbereitung: nicht erforderlich
 Analyse: 40 mL Leitungswasser (entnommen bei 25 °C nach 1 min Laufzeit) werden in das Vorlagegefäß pipettiert.
 Standard: β(Na⁺) = 207,42 mg/L
 Anzahl Zugaben: 5

Parameter

```
692 pH/Ion Meter      692.0021
date 2001-05-09      time 15:48:59
```

```
parameter
meas.type:      std.add
>measuring parameters
ion type:      Na(+1)
conc.unit:      ppm
meas.input:      1
electr.id:      0500.100
drift          0.1 mV/min
method id      Natrium
stirrer:      control
prestir pause  10 s
stir time      90 s
poststir pause 20 s
```

```
>calculation parameters
smpl size      40.0 ml
V total        40.0 ml
factor         1.0
smpl size unit ml
```

```
>standard addition
type:          add
conc.std.     207.42 ppm
report:       full
addition:     auto
delta U       12 mV
dos.rate:     medium
no.of additions 5
V Exchange Unit: 10
activate pulse: OFF
stop V       10.0 ml
```

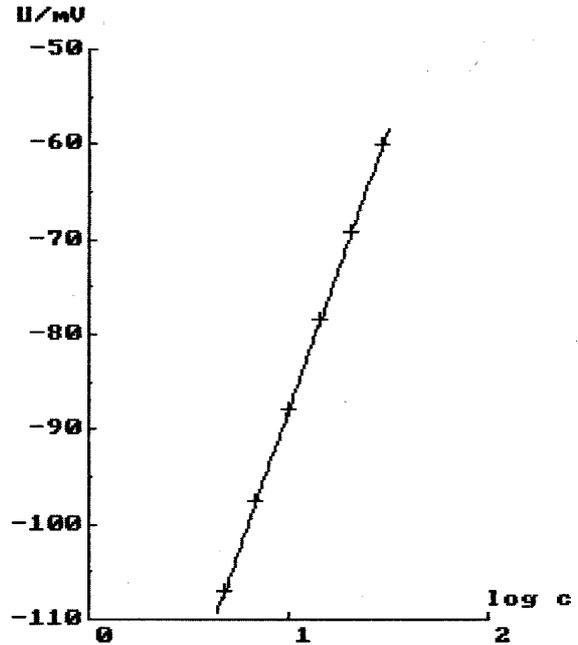
```
>preselections
req.ident:     OFF
req.smpl size: value
```

Konfiguration

```

692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-09 time 15:49:50
config
>printer
  id1      Na ISE/ Polymer
  id2      AB Nr. 83/5
  print header:    always
  calibration report:  OFF
  character set:    Seiko
>print meas.value
  print crit:      immediate
  date&time:      ON
>auxiliaries
  last digit:      ON
  dialos:          english
  date            2001-05-09
  time           15:49:51
  temp.unit:      C
  run number      1
  Dosimat:        665
  device label    692-1
  program         692.0021
>RS232 settings
  baud rate:      9600
  data bit:       7
  stop bit:       1
  parity:         even
  handshake:      HwS
  RS control:     ON
    
```

	dV/ml	U/mV	dU/mV
std.incr. 1	0.415	-97.9	9.4
std.incr. 2	0.640	-88.1	9.8
std.incr. 3	0.934	-78.6	9.5
std.incr. 4	1.378	-69.4	9.2
std.incr. 5	2.116	-60.3	9.1



```

variance      0.000
slope         59.6 mV
E(0)         -147.6 mV
Na(+1)       4.74 ppm
    
```

Resultat

```

692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-09 time 14:58:57  4
Conc Natrium electr.id 0508.100
id1  Na ISE/ Polymer
id2  AB Nr. 83/5
addition/subtraction method
  meas.type:      std.add
  meas.input:     1
  temperature     24.8 C
  conc.std        207.42 ppm
  V total         40.0 ml
  initial voltage -107.3 mV
  smpl size       40.0 ml
    
```

Ergebnis einer Achtfachbestimmung:

```

Mittelwert:  4,74 mg/L Na+
Sabs:      0,04 mg/L Na+
Srel:      0,86%
    
```

6. Natrium in Mineralwasser mittels automatischer Standardaddition

Elektrode: Polymermembran-ISE
 Probenvorbereitung: nicht erforderlich
 Analyse: 40 mL Mineralwasser (ohne Kohlendioxid) werden in das Vorlagegefäß pipettiert.
 Standard: $\beta(\text{Na}^+) = 207,42 \text{ mg/L}$
 Anzahl Zugaben: 4

Parameter

```
692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-09 time 15:48:59
parameter
  meas.type:          std.add
>measuring parameters
  ion type:          Na(+1)
  conc.unit:         ppm
  meas.input:        1
  electr.id:         0508.100
  drift:             0.1 mV/min
  method id:         Natrium
  stirrer:           control
  prestir pause:     10 s
  stir time:         90 s
  poststir pause:   20 s
>calculation parameters
  smpl size:         40.0 ml
  V total:           40.0 ml
  factor:            1.0
  smpl size unit:    ml
>standard addition
  type:              add
  conc.std:          207.42 ppm
  report:            full
  addition:          auto
  delta U:           12 mV
  dos.rate:          medium
  no.of additions:   5
  V Exchange Unit:  10
  activate pulse:    OFF
  stop V:            10.0 ml
>preselections
  req.ident:         OFF
  req.smpl size:     value
```

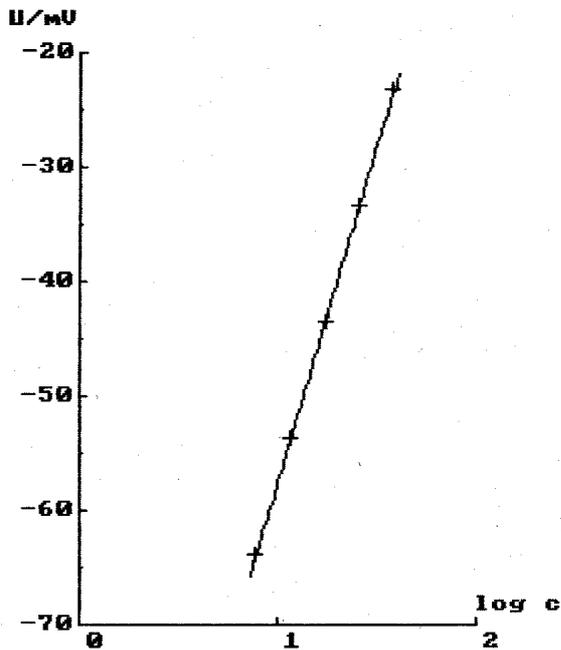
Konfiguration

```
692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-09 time 15:49:50
config
>printer
  id1:               Na ISE/ Polymer
  id2:               AB Nr. 83/5
  print header:      always
  calibration report: OFF
  character set:     Seiko
>print meas.value
  print crit:        immediate
  date&time:         ON
>auxiliaries
  last digit:        ON
  dialog:            english
  date:              2001-05-09
  time:              15:49:51
  temp.unit:         C
  run number:        1
  Dosimat:          665
  device label:      692-1
  program:           692.0021
>RS232 settings
  baud rate:         9600
  data bit:          7
  stop bit:          1
  parity:            even
  handshake:         HWs
  RS control:        ON
```

Resultat

```
692 pH/Ion Meter          692.0021
date 2001-05-21 time 15:14:28 11
Conc Na4 electr.id 0508.100
id1 Na ISE/ Polymer
id2 AB Nr. 83/5
addition/subtraction method
  meas.type:          std.add
  meas.input:         1
  temperature:        24.4 C
  conc.std:           207.42 ppm
  V total:            40.0 ml
  initial voltage:    -64.1 mV
  smpl size:          40.0 ml
```

	dV/ml	U/mV	dU/mV
std.incr. 1	0.790	-53.8	10.3
std.incr. 2	1.215	-43.6	10.2
std.incr. 3	1.964	-33.4	10.2
std.incr. 4	3.216	-23.3	10.1



```

variance      0.000
slope         59.2 mV
E(0)         -116.9 mV
Na(+1)       7.82 ppm
    
```

Ergebnis einer Neunfachbestimmung:

```

Mittelwert:  7,83 mg/L Na+
Sabs:      0,15 mg/L Na+
Srel:      1,95%
    
```

7. Natrium in Babynahrung (Milchpulver) mittels automatischer Standardaddition

Elektrode: Polymermembran-ISE
 Probenvorbereitung: 75,407 g Babynahrung (Packungsangabe: 0,04 g Na⁺ / 15 g Milchpulver; dies entspricht 0,27% Na⁺) werden in 1 L warmem dest. Wasser gelöst.
 Analyse: 10 mL der Probenlösung und 30 mL dest. Wasser werden in das Vorlagegefäß pipettiert.
 Standard: β(Na⁺) = 2106,9 mg/L
 Anzahl Zugaben: 5

Parameter

```

692 pH/Ion Meter      692.0021
date 2001-05-10 time 15:11:00
parameter
  meas.type:          std.add
>measuring parameters
  ion type:           Na(+1)
  conc.unit:          ppm
  meas.input:         1
  electr.id:          0508.100
  drift:              0.1 mV/min
  method id:          Na2
  stirrer:            control
  prestir pause:      10 s
  stir time:          90 s
  poststir pause:    20 s
>calculation parameters
  smpl size:          10.0 ml
  V total:            40.0 ml
  factor:              1.0
  smpl size unit:     ml
>standard addition
  type:               add
  conc.std:           2106.9 ppm
  report:              full
  addition:           auto
  delta U:            12 mV
  dos.rate:           medium
  no.of additions:    5
  V Exchange Unit:    10
  activate pulse:     OFF
  stop V:              10.0 ml
>preselections
  req.ident:          OFF
  req.smpl size:      value
    
```

Konfiguration

```

692 pH/Ion Meter      692.0021
date 2001-05-10 time 15:10:23
config
>printer
  id1      Na ISE/ Polymer
  id2      AB Nr. 83/5
  print header:  always
  calibration report:  OFF
  character set:  Seiko
>print meas.value
  print crit:  immediate
  date&time:  ON
    
```

```

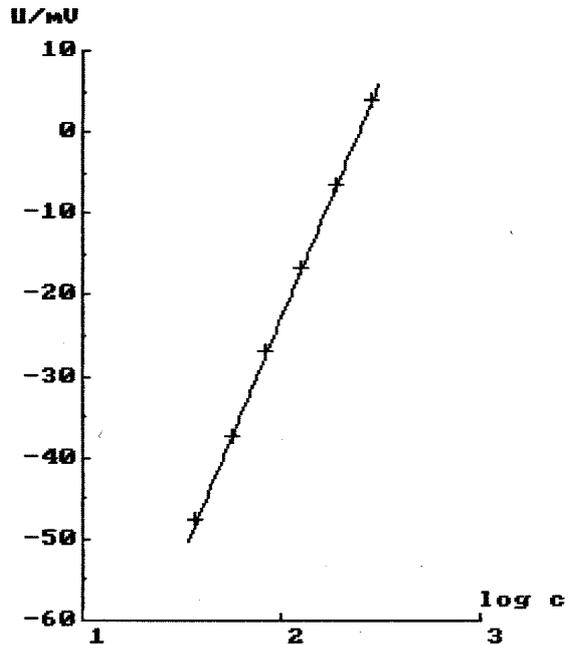
>auxiliaries
last digit:      ON
dialog:         english
date           2001-05-10
time          15:10:24
temp.unit:     C
run number     11
Dosimat:      665
device label   692-1
program       692.0021
>RS232 settings
baud rate:     9600
data bit:     7
stop bit:     1
parity:      even
handshake:   HwS
RS control:   ON
    
```

Resultat

```

692 pH/Ion Meter      692.0021
date 2001-05-10 time 10:04:32 4
Conc Na2 electr.id 0508.100
idl Na ISE/ Polymer
id2 AB Nr. 83/5
addition/subtraction method
meas.type:          std.add
meas.input:         1
temperature         25.0 C
conc.std            2106.9 ppm
V total             40.0 ml
initial voltage     -48.0 mV
smpl size           10.0 ml
    
```

	dV/ml	U/mV	dU/mV
std.incr. 1	0.371	-37.6	10.4
std.incr. 2	0.562	-27.2	10.4
std.incr. 3	0.863	-16.9	10.3
std.incr. 4	1.374	-6.6	10.3
std.incr. 5	2.292	3.8	10.4



```

variance          0.005
slope             58.6 mV
E(0)              -140.2 mV
Na(+1)            149 ppm
    
```

Ergebnis einer Zehnfachbestimmung:

Natriumkonzentration in der Probenlösung:

Mittelwert: 149,20 mg/L Na⁺
 Sabs: 1,99 mg/L Na⁺
 Srel: 1,33%

Natriumkonzentration in der Originalprobe (Milchpulver):

Mittelwert: 0,20% Na⁺

Literatur

- AOAC 976.25 (1990)
Nutritionally related components. Sodium in foods for special dietary use. Ion-selective electrode method
- L. Ciba
Direct potentiometric determination of sodium in silicic acid and water glass
Chem. Analit. Warsaw 36 (1991) 163–166 (Polnisch)
Ref.: Fresenius J. Anal. Chem. 343 (1992) 446
- E. Florence
Determination of sodium in salted foods using an ion-selective electrode
Analyst 111 (1986) 571–573
Ref.: Fresenius Z. Anal. Chem. 326 (1987) 480
- S. A. H. Khalil, G. J. Moody, J. D. R. Thomas
Ion-selective electrode determination of sodium and potassium in blood and urine
Anal. Lett. 19 (1986) 1809–1830
Ref.: Fresenius Z. Anal. Chem. 327 (1987) 636
- E. Rabe
Zur Natrium- und Kaliumbestimmung mit ionensensitiven Elektroden
Z. Lebensm. Unters. Forsch. 176 (1983) 270–274
- S. K. Srivastava, S. Kumar, C. K. Jain
Determination of sodium by ion-selective potentiometry
Analyst 109 (1984) 667–668
- G. Schwedt
Analytische Chemie: Grundlagen, Methoden und Praxis
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1995
- M. Otto
Analytische Chemie
VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokio, 1995
- Gebrauchsanweisung Ionenselektive Elektroden
Metrohm AG, Herisau, 2000