

**Instruction manual
for Ammonia Electrode (NH₃)**

**Bedienungsanleitung
zur Ammoniak-Elektrode (NH₃)**

**Instructions d'utilisation
pour l'Electrode à NH₃**

NH3 MSG SA 001

METTLER TOLEDO

A large, stylized graphic element at the bottom of the page, consisting of a series of parallel diagonal lines forming a triangular shape pointing upwards, with the company name 'METTLER TOLEDO' overlaid on it.

English **Page** **3**

Deutsch **Seite** **15**

Français **Page** **27**

Ammonia Electrode (NH₃)

Instruction manual

Contents

	Page
1. General information	5
1.1 Technical data	
1.2 Scope of delivery	
1.3 Apparatus and accessories required	
1.4 Chemical solutions required	
2. Use of electrode	7
2.1 Preparation for use	
2.2 Calibration and measurement	
2.3 Particular requirements for determining low NH ₃ concentrations	
3. Care and maintenance of the NH ₃ electrode	10
3.1 Storage	
3.2 Replacing membrane module	
4. Trouble-shooting procedures	10
5. Conversion tables	12
6. Literature	12
7. Ordering information	12
8. Appendix	13

1. General information

The Type 15 230 3000 Ammonia Electrode is intended for measuring the ammonia content (NH_3) of aqueous systems. Its preferred applications are to be found in the fields of water and effluent, soil and microbiological analysis, as well as that of Kjeldahl digestions (e.g. proteins).

1.1 Technical data

Primary measured value:	potential in mV, proportional to $\log(\text{NH}_3)$.
Measuring range:	10^{-6} mol/l to $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l NH_3
Operating temperature range:	0 to 50 °C
Sample medium:	aqueous only (surface-active agents will shorten the working life of the membrane module)
Maximum permissible ionic strength of the sample medium:	0.2 mol/l
Sample volume:	preferably greater than 20 ml (at concentration $\leq 10^{-5}$ mol/l, still larger volumes will be required)
Interfering substances:	volatile bases, such as amines
Electrode poisons:	surface-active agents (e.g. detergents, etc.)
Precision:	in the absence of interfering substances and over the linear portion of the characteristic curve it is possible to obtain a precision of better than $\pm 2\%$ of the measured NH_3 concentration, corresponding to ± 0.5 mV
Response time:	when passing from 10^{-5} mol/l NH_3 to higher concentrations, about 1 minute, and when passing from high concentrations down to 10^{-5} mol/l, several minutes (deviation from final constant value = 1 mV)
Electrode dimensions:	length from lower edge of screw cap: 120 mm diameter: 12 mm
Materials:	electrode body and membrane module body in chemically resistant plastic (PPS)
Working life:	at least 1 year for the pH electrode assembly. The life of the membrane module depends on the operating conditions, but is generally several months

Connections: AS7 cable with appliance coupler as specified by the manufacturer of the pH/mV- or ion-meter (see leaflet)

1.2 Scope of delivery

The electrode, or more precisely the electrode body, is supplied fitted with a hydrating cap, and thus is not immediately ready for use. Three membrane modules (of which two are spares), and a 50 ml bottle of electrolyte are supplied in a separate package.

1.3 Apparatus and accessories required

- Ion-meter or pH/mV-meter
- Magnetic stirrer with stirring bars
- Covered measuring vessels (titrating vessels) (pressure compensation)
- Suitable electrode/measuring vessel adapter
- Various pipettes, preferably microlitre pipettes
- Calibrated flasks

The following accessories may be useful, particularly when no ion-meter is available:

- Log/linear graph paper and/or a pocket calculator with scientific and engineering functions.

1.4 Chemical solutions required

- Deionized water for preparing solutions; when determining very low NH_3 concentrations (i.e. $\leq 10^{-5}$ mol/l), preferably double-distilled water (N.B.: water from an ion-exchanger may contain interfering amines)
- Electrolyte solution as supplied with the membrane kit (Ordering No. 15 230 2000)
- NH_3 sample conditioning solution

Prepare as follows:

Dissolve 40.0 g sodium hydroxide (NaOH) in about 80 ml deionized water (caution: wear safety goggles) and make up to 100 ml (resulting concentration: 10 mol/l).

- NH_3 electrode storage solution

Prepare as follows:

Dilute the sample conditioning solution described above 1:100 with deionized water.

- 0.1 mol/l standard NH_3 solution

Prepare as follows:

Weigh out 5.35 g AR grade ammonium chloride (NH_4Cl), dissolve in deionized water and make up to 1000 ml.

or:

- 1000 mg/l standard NH_3 solution

Prepare as follows:

Weigh out 3.14 g AR grade ammonium chloride (NH_4Cl), dissolve in deionized water and make up to 1000 ml.

2. Use of electrode

2.1 Preparation for use

Before preparing the NH_3 electrode for use, make up a 0.1 mol/l NaOH electrode storage solution as described in § 1.4.

Remove the hydrating cap and rinse the pH electrode assembly with deionized water.

Fill app. 15 drops or 0.8 to 1.0 ml respectively of electrolyte solution into the membrane module and remove any air bubbles adhering to the sides by tapping gently with the fingers. Now screw the membrane module to the electrode body and immerse the NH_3 electrode in the storage solution.

Neither the gas-permeable membrane of the NH_3 electrode nor the glass membrane of the pH electrode should be touched with the fingers.

Connect the electrode with the cable to the input socket of the ion-meter or pH/mV-meter.

Before calibration or measurement, immerse the NH_3 electrode for at least 30 minutes, before its very first use for several hours, in the storage solution to precondition it.

2.2 Calibration and measurement

Please note:

- Calibration and sample solutions should always be **at the same temperature** (the measuring vessel should be thermally insulated from possible heating by the magnetic stirrer – generally a sheet of cardboard or plastic foam material will suffice).
- All measurements should be carried out under the **same stirring conditions**, i.e. identical stirring speed, identical stirring bars, identical distance between electrodes and stirring bars, etc.
- When not in use, the NH_3 electrode should always be kept immersed in the storage solution (see also § 3).
- In all calibration and sample solutions the **ionic strength should be the same**, and should not exceed a maximum value of 0.2 mol/l. After addition of the sample preconditioning solution, the pH value should be higher than 11.0.
- The electrode should not be immersed to a depth greater than the length of the membrane module, i.e. not more than 6 cm.

General instruction for determining ammonia content

a) Calibration

- 1) Prepare a series of dilutions of the stock standard ammonia solution (0.1 mol/l or 1000 mg/l), preferably choosing concentrations which bracket that expected from the sample solution. When calibrating for the first time, at least three calibration points should be determined.
- 2) Run equal volumes of the calibration solutions, beginning with the lowest concentrations, into measuring vessels and stir.
- 3) Immerse the NH_3 electrode in a calibration solution and then add to this solution $1/100$ th of its volume of sample conditioning solution. Remove any gas bubbles adhering to the membrane by tapping with the fingers against the electrode body.
- 4) Once the mV indication has settled down, read off the final constant value.
- 5) Remove the electrode, rinse it briefly with deionized water and dab off with a paper tissue.
- 6) Repeat steps 3) to 5) above for all the other calibration solutions.
- 7) Plot the measured mV values against the logarithms of the NH_3 concentrations of the corresponding calibration solutions on log/linear graph paper to obtain a calibration curve:

NH_3 concentration	→ logarithmic axis
mV value	→ linear axis

b) Measurement

For measurement, proceed as for calibration. Read off the NH_3 content of the sample solution from the measured mV value with the aid of the calibration curve (see Figure 2), or calculate it with the pocket calculator.

The frequency of recalibration operations depends on the degree of accuracy required and on the measuring conditions.

2.3 Particular requirements for determining low NH_3 concentrations

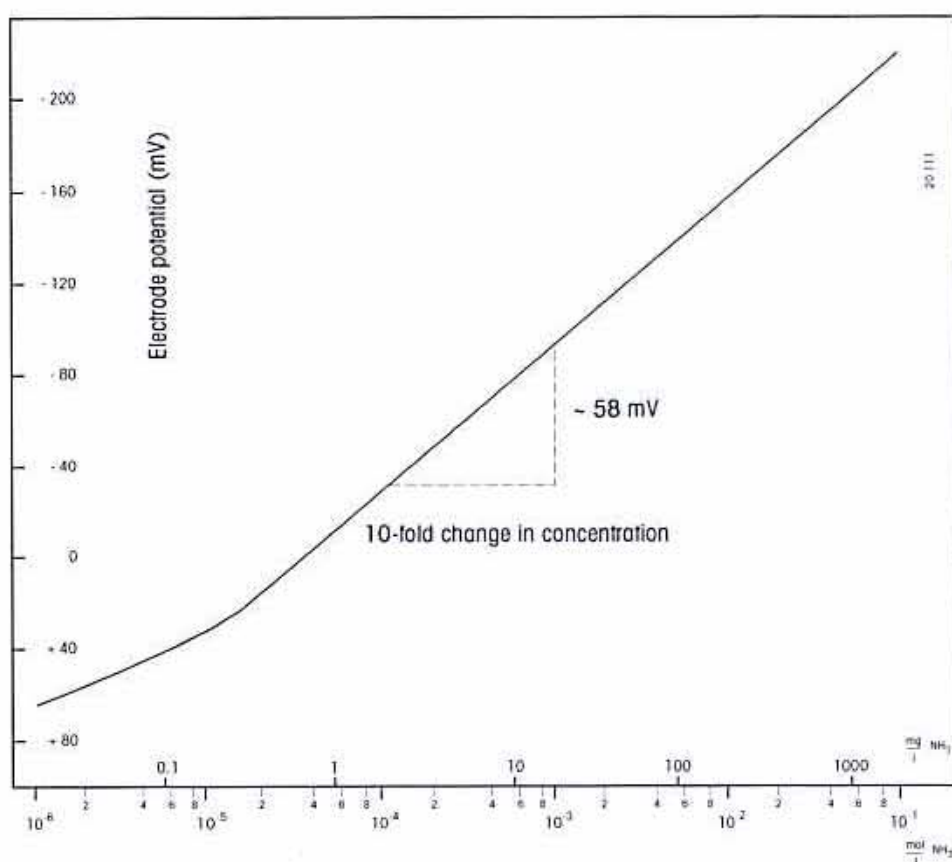
The measurement of low NH_3 concentrations (i.e. less than 10^{-5} mol/l) is affected by the following factors:

- flatter NH_3 electrode slope
- sluggish response
- interfering substances or contamination

Use the largest possible volumes of both calibration and sample solutions. If the electrode has been previously used for determining high NH_3 concentrations, it is recommended to drain out and refill with internal electrolyte. It is advisable to use a standard addition method with several NH_3 addition steps, employing strip chart recorder. Start with a NH_3 -free "blank" solution (such as the storage solution), and renew this repeatedly until the measured electrode potential does not increase with a further renewal. Then add a definite quantity of the sample solution, followed by standard NH_3 solution additions, noting the electrode potential each time.

The measured value in the "blank" solution then enables the practical limit of detection to be determined, and hence the accuracy of the subsequent NH_3 determinations to be checked (see Figure 2).

Figure 2: Typical calibration curve for NH_3 electrode



3. Care and maintenance of the NH_3 electrode

3.1 Storage

The NH_3 electrode should not be kept immersed in the storage solution for more than a few days. For longer periods, the membrane module is removed and the pH electrode assembly and the membrane module thoroughly rinsed with deionized water. Fill the hydrating cap with deionized water and fit it to the pH electrode assembly, this, together with the membrane module, then being placed for storage in the original delivery package. Properly cleaned membrane modules may be kept stored dry for an indefinite period.

3.2 Replacing membrane module

Place app. 15 drops or 0.8 to 1.0 ml respectively of electrolyte solution in the new module and remove any air bubbles adhering to the sides by gently tapping with the fingers. Now screw the new module to the electrode (the latter previously rinsed with deionized water) and immerse the complete NH_3 electrode in the storage solution.

4. Trouble-shooting procedures

Fault:

Possible cause:	Remedy:
Value outside measuring range:	
Fault in instrument	Check with input short-circuited
Fault contact in electrode plug	Plug in and out several times
Insufficient electrolyte	Top up electrolyte as necessary
Fault in pH electrode assembly	Remove membrane module, measure potential in pH 7.0 buffer solution containing 0.1 mol/l NaCl (0.58 g NaCl to 100 ml buffer solution), and then in pH 4.0 buffer solution containing an equivalent amount of NaCl (measure small volumes). After settling down, the difference in potential should be 160 to 180 mV.
Unstable indication:	
Fault in instrument	Check with input short-circuited
No sample preconditioning	Add sample conditioning solution
Faulty earthing	Check earthing of instrument and magnetic stirrer
Static charges	Treat all plastic parts of the instrument with a suitable antistatic or wetting agent
Air bubble between plastic membrane and glass pH membrane	Loosen membrane module, tap it with the fingers and then screw it up again
Faulty electrode body	Replace electrode body

Possible cause:	Remedy:
Indication drifts:	
Temperature not constant	Use a thermostatic jacket, or wait until all solutions are at room temperature.
No sample preconditioning	Add sample conditioning solution
Membrane module not screwed up tight enough	Tighten membrane module.
Insufficient electrolyte	Top up or renew electrolyte.
Damage to gas-permeable membrane due to surface-active agents (detergents), ageing or mechanical action	Check for damaged areas, and replace membrane module if necessary.
Escape of gases	Check closure of measuring vessel.
Ionic strength of sample too high (>0.2 mol/l)	Dilute sample solution.
pH electrode assembly stored dry too long	Immerse pH electrode assembly in water.
Inadequate preconditioning	Immerse electrode for at least 30 minutes in storage solution before use.
Sample solution unstable or contaminated with interfering substances	Modify standard measuring procedure as appropriate and if this does not work, contact your METTLER TOLEDO agent for advice.
Measurement of low NH_3 concentrations after previous measurement of high NH_3 concentrations ("memory effect")	Immerse in storage solution before the next measurement.
Slope incorrect:	
Calibration solution(s) incorrectly prepared	Prepare new calibration solution(s).
No sample preconditioning	Add sample conditioning solution
Membrane module not screwed up tight enough	Tighten membrane module.
Membrane damaged	Replace membrane module.
Electrode not properly cleaned when passing from high to low concentration	Rinse electrode thoroughly, and immerse in storage solution if necessary.
pH electrode assembly damaged	Check in pH 7.0 and pH 4.0 buffer solutions as described under "Value outside measuring range" above.

5. Conversion tables

The following conversion factors apply:

Given value:	Multiply by:	To obtain:
mol/l NH_3	$17.0 \cdot 10^3$	mg/l NH_3
mol/l NH_3	$14.0 \cdot 10^3$	mg/l N
Given value:	Divide by:	To obtain:
mg/l NH_3	$17.0 \cdot 10^3$	mol/l NH_3

Relationship between concentration values:

mol/l NH_3	mg/l NH_3	mg/l N
10^{-1}	1700	1400
10^{-2}	170	140
10^{-3}	17	14
10^{-4}	1.7	1.4
10^{-5}	0.17	0.14

6. Literature

K. Cammann, H. Galster, "Working with Ion-Selective Electrodes". Springer-Verlag, 1996.

D. Migley, K. Torrance, "Potentiometric Water Analysis". John Wiley and Sons, 1978.

J. Vesely, D. Weiss, K. Stulik, "Analysis with Ion-Selective Electrodes".

Ellis Horwood Ltd./John Wiley and Sons, 1978.

Further literature for special applications can be supplied on request.

7. Ordering information

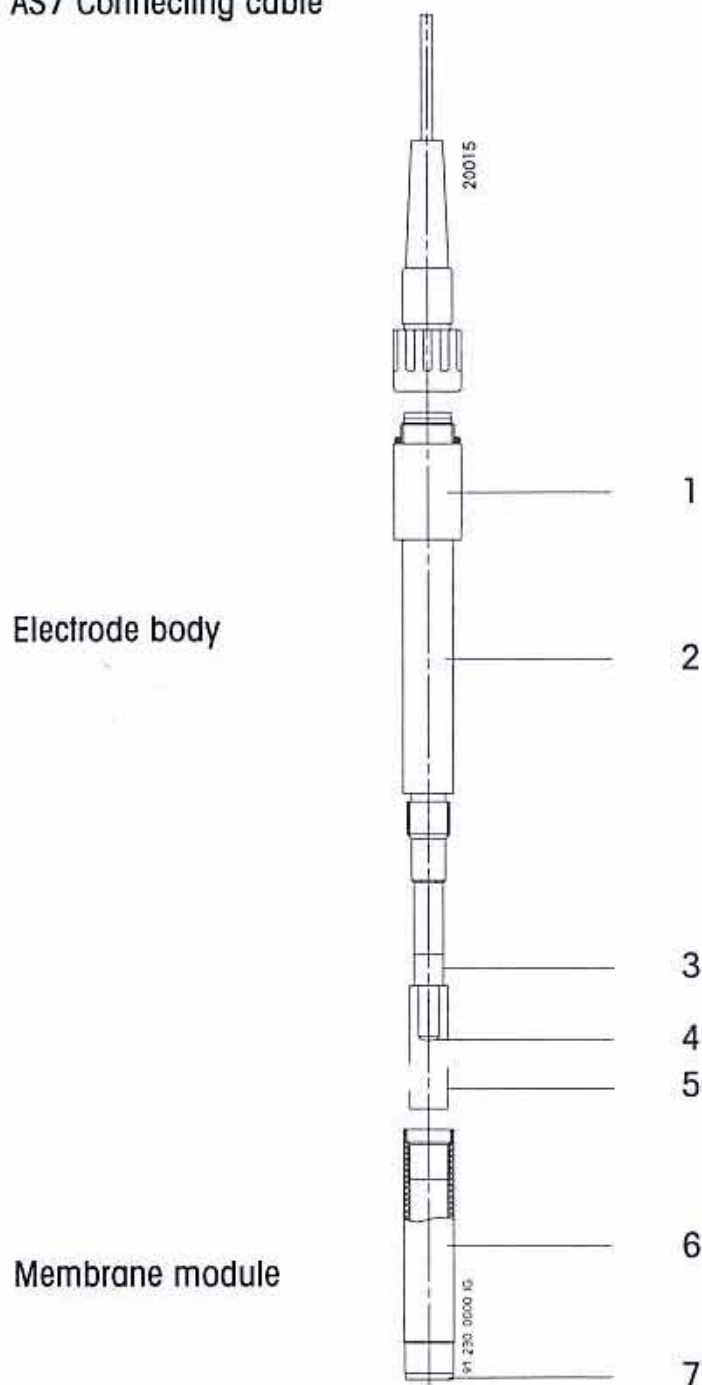
The following components of the Ammonia Electrode can be supplied separately:

- | | |
|--|---------------------------------|
| – Membrane kit (3 replacement membrane modules + 50 ml electrolyte solution) | Ordering No. 15 230 2000 |
| – 50 ml electrolyte solution | Ordering No. 15 230 1000 |
| – AS7 connecting cable consisting of: | on request |
| – AS7 cable socket | |
| – ST-Li-Koax 2.8 coax cable and plug to suit the instrument in use | |

8. Appendix

Structural arrangement of a potentiometric ammonia electrode.

AS7 Connecting cable



Structural arrangement of type 15 230 3000 NH₃ Electrode:

- 1) S7 screw cap
 - 2) plastic electrode body (PPS)
 - 3) Ag/AgCl reference electrode
 - 4) glass pH membrane
 - 5) hydrating cap (only fitted on delivery or for long-term storage of electrode)
 - 6) plastic module body (PPS)
 - 7) gas-permeable membrane (micro-porous)
- } pH electrode assembly

Ammoniak Electrode

Bedienungsanleitung

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Allgemeine Informationen	17
	1.1 Spezifikationen	
	1.2 Lieferumfang	
	1.3 Geräte und Hilfsmittel	
	1.4 Erforderliche Lösungen	
2.	Gebrauch der Elektrode	19
	2.1 Inbetriebnahme	
	2.2 Kalibrieren und Messen	
	2.3 Besonderheiten bei der Bestimmung niedriger NH ₃ -Gehalte	
3.	Wartung und Unterhalt der NH ₃ -Elektrode	22
	3.1 Lagerung	
	3.2 Ersetzen des Membranmoduls	
4.	Fehlersuche	22
5.	Umrechnungstabellen	24
6.	Literatur	24
7.	Bestellinformationen	24
8.	Anhang	25

1. Allgemeine Informationen

Die NH_3 -Elektrode, Typ 15 230 3000, eignet sich zur Messung von NH_3 -Gehalten in wässrigen Systemen. Sie findet bevorzugt Anwendung z.B. in der Analytik von Wasser und Abwasser, von Böden, in der Mikrobiologie und bei Aufschlüssen nach Kjeldahl (z.B. von Proteinen).

1.1 Spezifikationen

Primäre Messgrösse:	mV-Spannung, proportional zu $\log(\text{NH}_3)$.
Messbereich:	von 10^{-6} mol/l bis $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l NH_3
Mess-Temperaturbereich:	0 bis 50 °C
Messmedium:	Ausschliesslich wässrig und teilwässrig. (Netzmittel verkürzen die Lebensdauer des Membrankörpers!)
Max. zulässige ionale Stärke des Messmediums:	0.2 mol/l
Probenvolumen:	Vorteilhaft mehr als 20 ml (insbesondere bei Konzentrationen $\leq 10^{-5}$ mol/l sind grössere Volumina erforderlich).
Interferenzen:	Flüchtige Basen, z.B. Amine
Elektrodengifte:	Netzmittel
Präzision:	Ohne interferierende Substanzen und im linearen Messbereich ist eine Präzision von besser als $\pm 2\%$ der gemessenen NH_3 -Konzentration, entsprechend ± 0.5 mV, erreichbar.
Ansprechzeiten:	Beim Wechsel von 10^{-5} mol/l NH_3 nach höheren Konzentrationen ca. 1 Minute, von höheren Konzentrationen nach 10^{-5} mol/l mehrere Minuten (1 mV Abweichung vom stationären Wert).
Elektroden-Abmessung:	Länge ab Unterkante Steckkopf: 120 mm Durchmesser: 12 mm
Materialien:	Elektroden- und Membrankörper aus chemisch resistentem Kunststoff (PPS).
Lebensdauer:	Mindestens 1 Jahr für die pH-Elektrode. Die Lebensdauer des Membranmoduls ist abhängig von den Einsatzbedingungen (in der Regel einige Monate).

Kabel-Anschluss: AS7-Verbindungskabel mit Gerätestecker entsprechend den Angaben des pH/mV-, bzw. Ionenmeter-Herstellers (siehe Prospekt).

1.2 Lieferumfang

Die Elektrode (Elektrodenkörper) wird mit einer Wässerungskappe geliefert. Sie ist somit noch nicht betriebsbereit. Drei Membranmodule (davon zwei als Ersatz) und eine Flasche mit 50 ml Elektrolyt befinden sich in einer separaten Verpackung.

1.3 Geräte und Hilfsmittel

- Ionenmeter oder pH/mV-Meter
- Magnetrührwerk und Magnetrührstäbchen
- Geschlossene Gefäße (z.B. Titrationsgefäße) (Druckausgleich)
- Adapter passend zu Elektrode und Gefäß
- Diverse Pipetten, vorteilhaft Mikroliter-Pipetten
- Messkolben

Weitere nützliche Hilfsmittel (erforderlich, wenn kein Ionenmeter verwendet wird):

- halb-logarithmisches Papier und/oder Taschenrechner mit wissenschaftlich-technischen Funktionen.

1.4 Erforderliche Lösungen

- Ionenfreies Wasser zur Herstellung der Lösungen. Bei der Bestimmung sehr niedriger NH_3 -Konzentrationen (etwa $\leq 10^{-5}$ mol/l), vorzugsweise bidestilliertes Wasser verwenden (Ionenaustauscherwasser kann gelegentlich störende Amine enthalten).
- Elektrolyt, enthalten im Membran-Kit (Best.-Nr. 15 230 2000)
- NH_3 -Probeprobereitungslösung

Herstellung:

40.0 g Natriumhydroxid (NaOH) in ca. 80 ml ionenfreiem Wasser lösen (Vorsicht: Schutzbrille!) und auf 100 ml verdünnen (resultierende Konzentration: 10 mol/l).

- Aufbewahrungslösung für NH_3 -Elektroden

Herstellung:

NH_3 -Probeprobereitungslösung 1:100 mit ionenfreiem Wasser verdünnen.

- 0.1 mol/l NH_3 -Standardlösung

Herstellung:

5.35 g analysenreines Ammoniumchlorid (NH_4Cl) in ionenfreiem Wasser lösen und auf 1 l verdünnen.

oder:

- 1000 mg/l NH_3 -Standardlösung

Herstellung:

3.14 g analysenreines Ammoniumchlorid (NH_4Cl) in ionenfreiem Wasser lösen und auf 1 l verdünnen.

2. Gebrauch der NH_3 -Elektrode

2.1 Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme ist eine 0.1 mol/l NaOH-Lösung als Aufbewahrungslösung bereitzustellen (vgl. Kapitel 1.4)! Zur Inbetriebnahme wird die Wässerungskappe entfernt und die pH-Messkette mit ionenfreiem Wasser gespült. Ca. 15 Tropfen bzw. 0.8 bis 1.0 ml Elektrolyt in das Membranmodul geben und evtl. noch haftende Luftblasen durch leichtes Klopfen mit den Fingern entfernen. Danach wird das Membranmodul auf den Elektrodenkörper geschraubt und die NH_3 -Elektrode in die Aufbewahrungslösung gestellt. Weder die **gaspermeable Membran** noch die **Glasmembran** sollten mit den Fingern berührt werden.

Die Elektrode wird mit dem Verbindungskabel an die Anschlussbuchse des Ionen- oder pH/mV-Meters angeschlossen.

Vor der Kalibrierung und Messung sollte die NH_3 -Elektrode bei erstmaligem Gebrauch mehrere Stunden, sonst mindestens 30 Minuten in der Aufbewahrungslösung konditioniert werden.

2.2 Kalibrieren und Messen

Bitte beachten:

- Kalibrier- und Messlösungen sollen **immer die gleiche Temperatur** aufweisen (Messgefäße gegen Erwärmung durch Magnetrührwerke isolieren! In der Regel genügt eine Scheibe Karton oder Schaumstoff).
- Alle Messungen sollen bei **gleichen Rührbedingungen** durchgeführt werden, d.h. gleiche Rührgeschwindigkeit, gleichartiges Magnetrührstäbchen, gleicher Abstand der Elektroden zum Rührstäbchen, usw.
- Wenn nicht gemessen wird, soll die NH_3 -Elektrode stets in der Aufbewahrungslösung aufbewahrt werden (vgl. Kapitel 3).
- In allen Kalibrier- und Messlösungen soll die **ionale Stärke** gleich sein und **maximal 0.2 mol/l** betragen. Nach der Zugabe der Probevorbereitungslösung soll der pH-Wert grösser als 11.0 sein.
- Die Elektrode soll nicht bis über die Verschraubung des Membranmoduls eingetaucht werden, d.h. nicht mehr als 6 cm.

Allgemeine Anleitung zur Bestimmung von Ammoniak-Gehalten

a) Kalibrieren

- 1) Herstellen einer Verdünnungsreihe aus der NH_3 -Standardlösung (0.1 mol/l oder 1000 mg/l), wobei vorteilhaft Konzentrationen ausgewählt werden, welche jene der Probe umfassen. Bei der erstmaligen Kalibrierung sollten mindestens drei Punkte ermittelt werden.
- 2) Gleiche Volumina der Kalibrierlösungen, beginnend mit jener der tiefsten Konzentration, werden in Messgefäßen vorgelegt und gerührt.
- 3) Die NH_3 -Elektrode wird in eine Kalibrierlösung gestellt und $1/100$ des Lösungsvolumens an NH_3 -Probevorbereitungslösung zugegeben. An der Membran haftende Gasblasen durch Klopfen mit den Fingern gegen den Elektrodenschaft entfernen.
- 4) Sobald die mV-Anzeige stabil ist, wird der Wert abgelesen.
- 5) Die Elektrode wird entfernt, mit ionenfreiem Wasser kurz gespült und mit einem Papiertuch abgetupft.
- 6) Für jede weitere Kalibrierlösung wiederholen sich die Schritte 3) bis 5).
- 7) Die Millivolt-Messwerte werden in einem Kalibrierungsdiagramm gegen den Logarithmus der jeweiligen NH_3 -Konzentration der zugehörigen Kalibrierlösung aufgetragen (halblogarithmisches Papier verwenden).

NH_3 -Konzentration	→ logarithmische Achse
mV-Werte	→ lineare Achse

b) Messen

Zum Messen wird wie bei der Kalibrierung verfahren. Mit Hilfe des Kalibrierungsdiagrammes (vgl. Abb. 2) wird aus den mV-Messwerten die gesuchte NH_3 -Konzentration der Probelösung ermittelt, bzw. mit Hilfe des Taschenrechners berechnet.

Die Häufigkeit von Nachkalibrierungen ergibt sich aus der gewünschten Messgenauigkeit und den Messbedingungen.

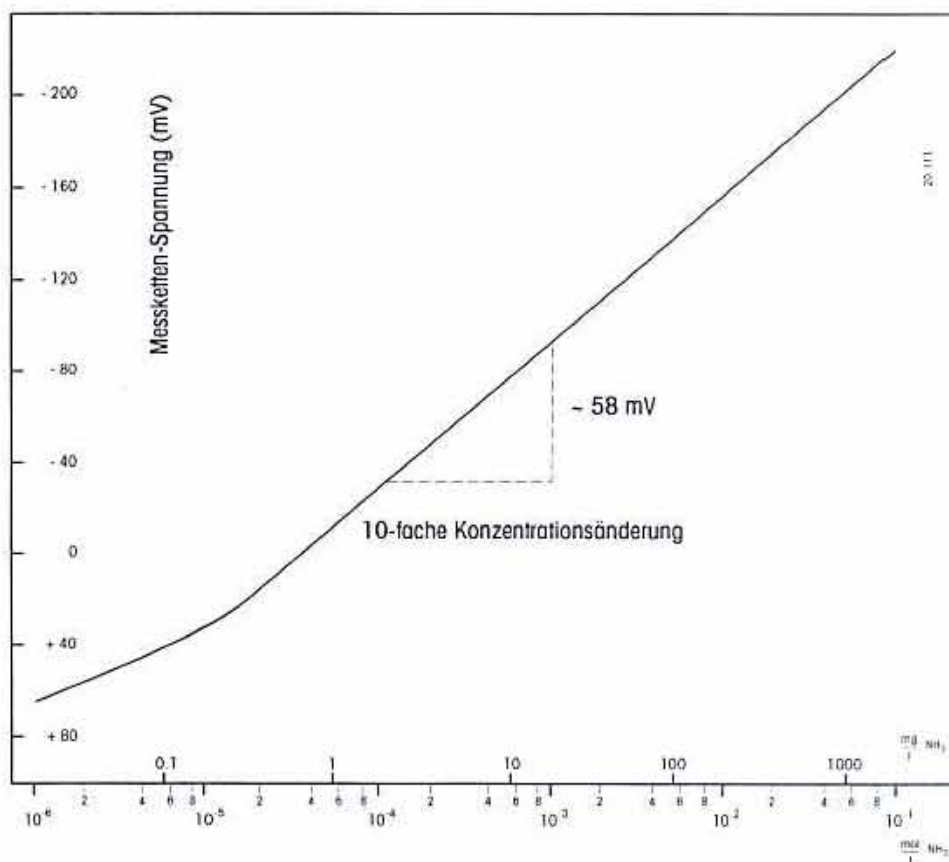
2.3 Besonderheiten bei der Bestimmung niedriger NH_3 -Gehalte

Messungen niedriger NH_3 -Gehalte (kleiner 10^{-5} mol/l) werden beeinträchtigt durch:

- eine geringere Steilheit der NH_3 -Elektrode
- längere Ansprechzeiten
- interferierende Substanzen oder Verunreinigungen

Es sind möglichst grosse Volumina der Kalibrierungs- und Probelösungen zu verwenden. Wurden zuvor hohe NH_3 -Gehalte bestimmt, so sollte vorteilhaft der Innenelektrolyt erneuert werden. Es empfiehlt sich, für Messungen im gekrümmten Bereich der Kalibrierungskurve ein Aufstockverfahren mit mehrfacher NH_3 -Standard-Zugabe anzuwenden und einen Linienschreiber einzusetzen. Dabei sollte zunächst mit einer NH_3 -freien "Null-Lösung", der Aufbewahrungslösung, begonnen und diese gegebenenfalls so oft erneuert werden, bis die gemessene Elektrodenspannung bei einem neuerlichen Wechsel der Aufbewahrungslösung kaum weiter ansteigt. Dieser Lösung sollten dann nacheinander definierte Mengen der Probe, bzw. der NH_3 -Standardlösung zugeben werden, wobei nach jeder Zugabe die resultierende Messketten-Spannung abgelesen wird. Der Messwert in der "Null-Lösung" ermöglicht dann, die praktische Nachweisgrenze zu bestimmen und damit die Genauigkeit der durchgeführten NH_3 -Bestimmung zu kontrollieren (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Typische Kalibrierkurve einer NH_3 -Elektrode



3. Wartung und Unterhalt der NH_3 -Elektrode

3.1 Lagerung

Die NH_3 -Elektrode sollte nicht länger als einige Tage in der Aufbewahrungslösung belassen werden. Bei längerer Lagerung wird das Membranmodul entfernt, pH-Messkette und Membranmodul werden mit ionenfreiem Wasser gründlich gespült. Die Wässerungskappe wird mit ionenfreiem Wasser gefüllt, auf die pH-Elektrode aufgesetzt und zusammen mit dem Membranmodul in ihrer Originalschachtel gelagert.

Gut gereinigte Membranmodule können trocken unbeschränkte Zeit gelagert werden.

3.2 Ersetzen des Membranmoduls

In das neue Membranmodul werden ca. 15 Tropfen bzw. 0.8 bis 1.0 ml Elektrolyt gegeben und anhaftende Luftblasen durch leichtes Klopfen mit den Fingern entfernt. Dann wird das Membranmodul auf die mit ionenfreiem Wasser gereinigte Elektrode geschraubt und die NH_3 -Elektrode in die Aufbewahrungslösung gestellt.

4. Fehlersuche

Fehler:

Mögliche Ursache:	Massnahme:
Wert ausserhalb des Messbereichs:	
Messgerät defekt	Kontrolle mit kurzgeschlossenem Eingang
Schlechter Kontakt am Elektrodenstecker	Mehrmals ein- und ausstecken
Nicht ausreichende Elektrolytmenge	Elektrolyt nachfüllen
pH-Messkette defekt	Membranmodul entfernen, Spannung messen in Puffer pH 7.0 mit 0.1 mol/l NaCl (0.58 g NaCl in 100 ml Pufferlösung), dann in Puffer pH 4.0 mit äquivalenter Menge NaCl (kleine Volumina verwenden). Die Spannungsdifferenz sollte nach einiger Zeit 160 bis 180 mV betragen
Instabile Anzeige:	
Messgerät defekt	Kontrolle mit kurzgeschlossenem Eingang
Fehlende Probevorbereitung	Probevorbereitungslösung zugeben
Mangelhafte Erdung	Messgerät mit Rührwerk erden
Statische Aufladung	Kunststoffteile am Messgerät mit Antistatik- oder Netzmittel behandeln
Luftblase zwischen Kunststoff- und pH-Glasmembran	Membranmodul kurz aufdrehen, mit den Fingern klopfen und zudrehen
Elektrodenkörper defekt	Elektrodenkörper ersetzen

Mögliche Ursache:	Massnahme:
Anzeige driftet:	
Keine konstante Temperatur	Thermostatisieren oder warten, bis alle Lösungen auf Raumtemperatur sind
Fehlende Probevorbereitung	Probevorbereitungslösung zugeben
Membranmodul nicht fest genug aufgeschraubt	Membranmodul festschrauben
Unzureichender Elektrolytstand	Nachfüllen oder erneuern
Beschädigung der gasdurchlässigen Membran durch Netzmittel, Altern oder Schlag	Auf schadhafte Stellen untersuchen, Membranmodul ersetzen
Gase entweichen	Messgefäss vollständig mit Flüssigkeit füllen und verschliessen
Zu hohe ionale Stärke der Probe (>0.2 mol/l)	Probe verdünnen
pH-Messkette zu lange trocken gelagert	pH-Messkette wässern
Zu kurze Konditionierung	Elektrode vor Gebrauch mindestens 1/2 Stunde in Aufbewahrungslösung belassen
Probelösung nicht stabil oder sie enthält interferierende Substanzen	Standard-Messprozedur entsprechend abändern oder Verbindung mit METTLER TOLEDO aufnehmen
Messung niedriger NH ₃ -Konzentrationen nach vorheriger Messung hoher NH ₃ -Konzentrationen ("Memoryeffekt")	Vor der nächsten Messung in Aufbewahrungslösung konditionieren
Unkorrekte Steilheit:	
Kalibrierlösung(en) falsch zubereitet	Neue Kalibrierlösung herstellen
Fehlende Probevorbereitung	Probevorbereitungslösung zugeben
Membranmodul nicht fest genug aufgeschraubt	Membranmodul festschrauben
Membranmodul beschädigt	Membranmodul ersetzen
Elektrode beim Sprung von höheren nach tieferen Konzentrationen zu wenig gereinigt	Elektrode gut spülen, evl. in Aufbewahrungslösung stellen
pH-Messkette beschädigt	Austesten in Pufferlösung pH 7.0 und pH 4.0 wie unter "Wert ausserhalb des Messbereichs" beschrieben

5. Umrechnungstabellen

Für Umrechnungen gelten folgende Beziehungen:

gegeben:	multiplizieren mit:	ergibt:
mol/l NH_3	$17.0 \cdot 10^3$	mg/l NH_3
mol/l NH_3	$14.0 \cdot 10^3$	mg/l N
gegeben:	dividieren durch:	ergibt:
mg/l NH_3	$17.0 \cdot 10^3$	mol/l NH_3

Beziehungen zwischen Konzentrationseinheiten:

mol/l NH_3	mg/l NH_3	mg/l N
10^{-1}	1700	1400
10^{-2}	170	140
10^{-3}	17	14
10^{-4}	1.7	1.4
10^{-5}	0.17	0.14

6. Literatur

K. Cammann, H. Galster, "Das Arbeiten mit ionenselektiven Elektroden". Springer-Verlag, 1996.

D. Migley, K. Torrance, "Potentiometric Water Analysis". John Wiley and Sons, 1978.

J. Vesely, D. Weiss, K. Stulik, "Analysis with Ion-Selective Electrodes".

Ellis Horwood Ltd./John Wiley and Sons, 1978.

Weitere Literatur zu besonderen Anwendungen auf Anfrage.

7. Bestellinformationen

Folgende Teile der Ammoniak-Elektrode können separat bestellt werden:

- | | |
|---|--------------------------------|
| – Membrankit (3 Membranmodule und 50 ml Elektrolyt) | Bestell-Nr. 15 230 2000 |
| – 50 ml Elektrolyt | Bestell-Nr. 15 230 1000 |
| – AS7-Verbindungskabel bestehend aus: | auf Anfrage |
| – Kabelbuchse AS7 | |
| – Koax-Kabel ST-Li-Koax 2.8 und Stecker passend zum Messgerät | |

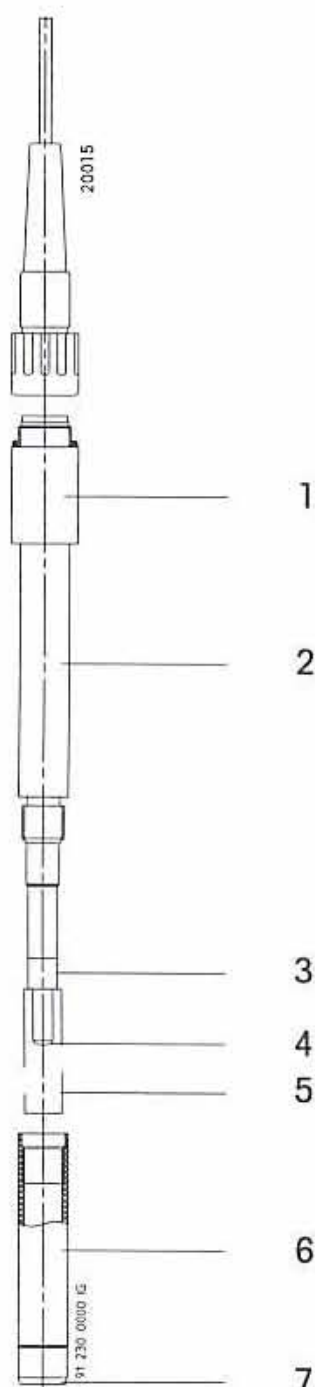
8. Anhang

Aufbau einer potentiometrischen Ammoniak-Elektrode:

AS7 Verbindungskabel

Elektrodenkörper

Membranmodul



Aufbau der NH_3 -Elektrode Typ 15 230 3000:

- 1) S7-Steckkopf
 - 2) Kunststoffkörper (PPS)
 - 3) Ag/AgCl-Referenzelektrode
 - 4) pH-Glasmembran
 - 5) Wässerungskappe (nur beim Versand und längerem Lagern der Elektrode)
 - 6) Kunststoff-Modulkörper (PPS)
 - 7) Gaspermeable Membran (mikroporös)
- } pH-Messkette

Electrode à NH_3

Instructions d'utilisation

Instructions d'utilisation

	page
1. Informations générales	29
1.1 Spécifications	
1.2 Etendue de la livraison	
1.3 Appareillage et accessoires	
1.4 Solutions nécessaires	
2. Emploi de l'électrode	31
2.1 Mise en service	
2.2 Etalonnage et mesure	
2.3 Particularités lors de la détermination de faibles teneurs en NH_3	
3. Maintenance de l'électrode NH_3	34
3.1 Conservation	
3.2 Remplacement du module à membrane	
4. Dépannage	34
5. Tables de conversion	36
6. Bibliographie	36
7. Informations pour commande de matériel	36
8. Annexe	37

1. Informations générales

L'électrode à NH_3 , type 15 230 3000, est adéquate pour la détermination des teneurs en ammoniacque de milieux aqueux. Elle trouve des applications tout particulièrement à l'analyse de l'eau et des eaux usées, de sols, en microbiologie ainsi que dans des minéralisats selon Kjeldahl (par ex. de protéines).

1.1 Spécifications

Grandeur primaire mesurée:	Tension (mV) proportionnelle au $\log(\text{NH}_3)$.
Domaine de mesure:	de 10^{-6} mol/l jusqu'à $5 \cdot 10^{-2}$ mol/l NH_3
Domaine de température de mesure:	0 à 50 °C
Milieu à mesurer:	Exclusivement aqueux (les détergents diminuent la longévité du corps à membrane!)
Force ionique maximale admise pour le milieu à mesurer:	0.2 mol/l
Volume de l'échantillon:	De préférence >20 ml (des volumes plus importants sont nécessaires en particulier pour des concentrations $\leq 10^{-5}$ mol/l).
Interférences:	Bases volatiles, par ex. amines
Poisons pour l'électrode:	Les détergents
Précision:	En l'absence d'interférence(s) et dans le domaine de mesure linéaire, la répétabilité est meilleure que ± 0.5 mV, ce qui correspond à $\pm 2\%$ de la concentration en NH_3 mesurée.
Temps de réponse:	Lors du passage d'une solution à 10^{-5} mol/l NH_3 à des concentrations plus élevées: env. 1 minute. Lors du passage inverse: plusieurs minutes (pour 1 mV de décalage par rapport à la valeur finale).
Dimensions de l'électrode:	Longueur depuis le rebord inférieur de la tête enfichable: 120 mm diamètre: 12 mm
Matériaux:	Corps de l'électrode et module à membrane en matière synthétique chimiquement résistante (PPS)
Longévité:	Au moins 1 an pour l'électrode pH; celle du module à membrane dépend des conditions d'utilisation; en règle générale, quelques mois.

Câble de raccordement: Câble de raccordement AS7 avec fiche correspondant aux normes de l'appareil de mesure (pH-/mV-/ion-mètre; cf. prospectus).

1.2 Etendue de la livraison

L'électrode est livrée avec un capuchon de mouillage. Elle n'est donc pas prête à l'emploi. Trois modules à membrane (dont deux sont prévus pour les remplacements) ainsi qu'un flacon avec 50 ml d'électrolyte sont livrés dans un emballage séparé.

1.3 Appareillage et accessoires

- Ion-mètre ou pH-/mV-mètre
- Agitateur et barreaux magnétiques
- Récipients couverts (par exemple pour titrages) (compensation de pression)
- Adaptateur adéquat tant pour l'électrode que pour le récipient
- Diverses pipettes, de préférence dans le domaine du μl
- Ballons jaugés

Autres accessoires utiles (voire nécessaires si l'on ne dispose d'aucun ion-mètre):

- Papier semi-logarithmique et/ou calculatrice de poche à fonctions scientifiques

1.4 Solutions nécessaires

- Eau déionisée pour la préparation des solutions. Pour le dosage de très faibles teneurs en NH_3 (env. $\leq 10^{-5}$ mol/l), utiliser de préférence de l'eau bi-distillée (les échangeurs d'ions pouvant contenir des amines qui interfèrent).
- Electrolyte, contenu dans le "Membran-Kit" (No. de cde. 15 230 2000)
- Solution de préparation des échantillons

Préparation:

Dissoudre 40.0 g d'hydroxyde de sodium sec (NaOH) dans environ 80 ml d'eau déionisée (attention: lunettes de protection) et compléter à 100 ml (concentration finale: 10 mol/l).

- Solution de conservation

Préparation:

Diluer de 1:100 la précédente solution (= de préparation de l'échantillon) au moyen d'eau déionisée (concentration finale 0.1 mol/l)

- Solution standard à 0.1 mol/l de NH_3

Préparation:

Dissoudre 5.35 g de chlorure d'ammonium de pureté analytique (NH_4Cl) dans de l'eau déionisée et compléter à 1000 ml.

ou:

- Solution standard à 1000 mg/l de NH_3

Préparation:

Dissoudre 3.14 g de chlorure d'ammonium de pureté analytique (NH_4Cl) dans de l'eau déionisée et compléter à 1000 ml.

2. Emploi de l'électrode

2.1 Mise en service

Avant la mise en service, il faut préparer une solution de NaOH 0.1 mol/l comme solution de conservation! (cf. 1.4)

Avant la mise en service, on doit encore retirer le capuchon de mouillage et rincer l'électrode combinée de pH au moyen d'eau déionisée.

Introduire environ 15 gouttes, soit 0.8 à 1.0 ml d'électrolyte dans le module à membrane et éliminer si nécessaire les quelques bulles d'air qui pourraient adhérer en tapotant du doigt ce module. Visser alors le module à membrane au corps de l'électrode à NH_3 et plonger la tête de mesurage de cette dernière dans la solution de conservation.

On ne doit jamais toucher du doigt la membrane perméable aux gaz, ni la membrane de verre de l'électrode.

Raccorder l'électrode à la prise du ion-/pH-/mV-mètre au moyen du câble adéquat.

Avant l'étalonnage et la mesure, l'électrode à NH_3 devrait être conditionnée dans la solution de conservation pendant plusieurs heures lors de la première utilisation, respectivement au moins 30 minutes dans les autres cas.

2.2 Etalonnage et mesurage

Prendre garde aux points suivants:

- Les solutions d'étalonnage et de mesurage doivent **toujours avoir la même température.**
(Isoler thermiquement le récipient de mesure contre l'échauffement dû à l'agitateur magnétique!
En règle générale, un disque de carton ou de mousse synthétique suffit.)
- Toutes les mesures doivent être effectuées dans les **mêmes conditions d'agitation**, c'est à dire: même vitesse d'agitation, même barreau agitateur, même distance de l'électrode au barreau agitateur etc.
- Lorsque l'on ne procède pas à une mesure, l'électrode à NH_3 doit toujours être conservée dans la solution de conservation (cf. 3).
- La **force ionique doit être la même dans toutes les solutions** (d'étalonnage et échantillons), et ne pas être supérieure à 0.2 mol/l. Après adjonction de la solution pour la préparation des échantillons, le pH du milieu à mesurer doit être supérieur à 11.0.
- L'électrode à NH_3 ne doit pas être immergée au-dessus du pas de vis du module à membrane, soit moins de 6 cm.

Directives générales pour le dosage de la teneur en NH_3

a) Etalonnage

- 1) Préparer une série de dilutions à partir de la solution standard de NH_3 (0.1 mol/l ou 1000 mg/l), en choisissant si possible des concentrations qui encadrent celle des échantillons à analyser. Le premier étalonnage doit être effectué au moins sur la base de 3 points d'étalonnage.
- 2) Introduire dans une série de récipients de mesure semblables le même volume de chacune des solutions étalons en commençant par les concentrations les plus faibles et les agiter.
- 3) Plonger l'électrode à NH_3 dans l'une des solutions étalons et lui ajouter un volume de solution pour la préparation des échantillons égal à $1/100$ du volume de la solution à mesurer. Les bulles de gaz qui pourraient adhérer à la membrane peuvent être éliminées en tapotant du doigt le corps de l'électrode.
- 4) Lire la valeur (mV) affichée dès qu'elle se stabilise.
- 5) Retirer l'électrode, la rincer rapidement au moyen d'eau déionisée et la tamponner avec une serviette de papier.
- 6) Répéter les points de 3) à 5) avec successivement chacune des solutions étalons, dans l'ordre croissant des concentrations.
- 7) Reporter (en ordonnée) les valeurs ainsi mesurées (mV) contre le logarithme de la concentration en NH_3 correspondante (en abscisse) dans un **diagramme d'étalonnage** (cf. Fig. 2) établi sur un papier semi-logarithmique tel que:

Concentration en NH_3

→ échelle logarithmique

Valeur en mV

→ échelle linéaire (mm)

b) Mesurage

Pour la mesure, procéder comme pour l'étalonnage et noter la valeur finale stabilisée. Déterminer à l'aide du diagramme d'étalonnage

(cf. Fig. 2) les concentrations en NH_3 recherchées à partir des valeurs lues (en mV) ou les calculer au moyen d'une calculatrice de poche.

Le mode et la fréquence des étalonnages doivent être choisis en fonction des conditions de la détermination, notamment de la précision souhaitée.

2.3 Particularités lors de la détermination de faibles teneurs en NH_3

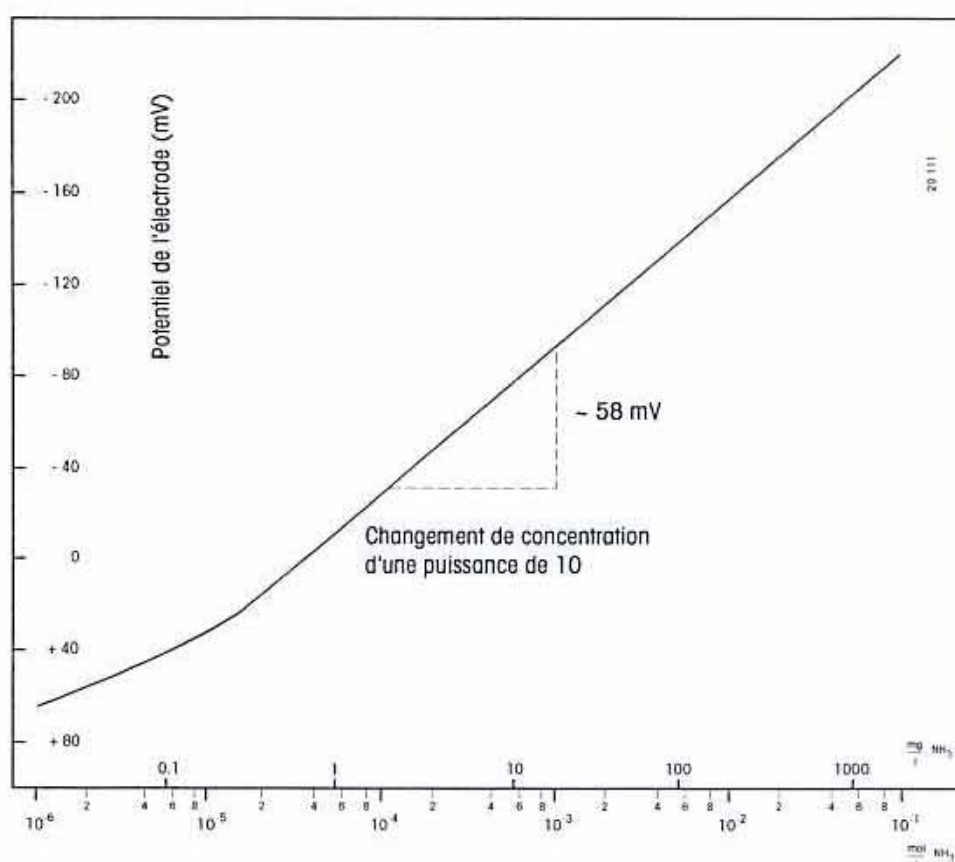
La détermination de faibles teneurs en NH_3 ($<10^{-5}$ mol/l) sera gênée par:

- une pente plus faible de l'électrode à NH_3
- un temps de réponse plus long de l'électrode à NH_3
- la présence de substances ou impuretés susceptibles d'interférer.

Il faut utiliser des volumes de solution (échantillons ou d'étalonnage) aussi importants que possible. Si l'on a mesuré préalablement des solutions à teneur élevée en NH_3 , il est avantageux de remplacer l'électrolyte interne de l'électrode. Dans le domaine de concentration où la courbe d'étalonnage présente une certaine courbe (non-linéarité), il est recommandé de procéder par la méthode d'addition en effectuant plusieurs ajouts de solution standard de NH_3 et d'utiliser un enregistreur linéaire. A cette fin, on devrait d'abord commencer les mesures avec une "solution zéro" exempte de NH_3 , en l'occurrence la solution de conservation, et renouveler cette dernière un aussi grand nombre de fois qu'il est nécessaire pour ne plus observer d'accroissement du potentiel mesuré lors du renouvellement de cette solution. A cette solution, il faut ensuite ajouter successivement des quantités données d'échantillon, respectivement d'une solution standard de NH_3 . Après chaque ajout, il faut lire le potentiel correspondant de l'électrode combinée.

La valeur mesurée avec la "solution zéro" permet de contrôler la limite de détection pratique et, par conséquent aussi, l'exactitude de la détermination de NH_3 effectuée (cf. Fig. 2).

Figure 2: Courbe d'étalonnage typique d'une électrode à NH_3



3. Maintenance de l'électrode NH_3

3.1 Conservation

On ne devrait pas laisser plus que quelques jours l'électrode à NH_3 dans la solution de conservation. Pour une durée de conservation plus longue, il faut retirer le module à membrane. Rincer soigneusement l'électrode combinée de pH ainsi que le module à membrane au moyen d'eau déionisée. On remplit d'eau déionisée le capuchon de mouillage, on y introduit l'électrode de pH que l'on peut alors conserver dans son emballage d'origine ainsi que son module à membrane.

La durée de conservation d'un module à membrane bien nettoyé est pratiquement illimitée.

3.2 Remplacement du module à membrane

Introduire environ 15 gouttes, soit 0.8 à 1.0 ml d'électrolyte dans le nouveau module à membrane et éliminer les éventuelles bulles d'air qui pourraient y adhérer en tapotant du doigt le module. Visser le module à membrane sur l'électrode préalablement rincée à l'eau déionisée et plonger l'électrode à NH_3 ainsi préparée dans la solution de conservation.

4. Dépannage

Panne:

Origine possible:	Mesure à prendre:
Valeur à l'extérieur du domaine de mesurage:	
Appareil de mesure défectueux	Contrôle avec entrée court-circuitée.
Mauvais contact à la fiche de l'électrode	Enficher et retirer la fiche plusieurs fois de suite.
Quantité d'électrolyte insuffisante	Compléter avec de l'électrolyte
Electrode combinée de pH défectueuse	Oter le module à membrane; mesurer le potentiel de l'électrode d'abord dans une solution tampon de pH 7.0 avec 0.1 mol/l NaCl (soit 0.58 g de NaCl par 100 ml de solution tampon), puis dans une solution tampon de pH 4.0 contenant la même concentration de NaCl (utiliser à cette fin de faibles volumes). La différence des potentiels mesurés au bout d'un moment devrait être de 160 à 180 mV environ.
Affichage instable:	
Appareil de mesure défectueux	Contrôle avec entrée court-circuitée.
Préparation de l'échantillon omise	Ajouter de la solution pour la préparation de l'échantillon.
Mise à terre défectueuse	Mettre à terre l'appareil de mesure et l'agitateur magnétique.
Charges électrostatiques	Traiter avec un produit antistatique ou mouillant toutes les parties plastiques de l'appareil de mesure.

Origine possible:	Mesure à prendre:
Affichage instable:	
Bulles d'air entre la membrane en plastique du module et celle de l'électrode de verre	Dévisser le module à membrane, tapoter du doigt et revisser le module exempt d'air.
Corps de l'électrode défectueux	Remplacer le corps de l'électrode.
Affichage dérive:	
La température n'est pas constante	Thermostatiser ou attendre que toutes les solutions soient à température ambiante.
Préparation de l'échantillon omise	Ajouter de la solution pour la préparation de l'échantillon.
Module à membrane insuffisamment vissé	Le visser à fond.
Etat ou niveau de l'électrolyte insuffisant	Le compléter ou le remplacer.
Membrane perméable aux gaz abîmée par un détergent, le vieillissement ou mécaniquement	Rechercher d'éventuels endroits abîmés; remplacer le module à membrane.
Perte de gaz (ammoniaque)	Fermer le récipient de mesurage.
Force ionique de l'échantillon trop élevée (>2 mol/l)	Diluer l'échantillon.
Electrode combinée de pH conservée trop longtemps à sec	Mouiller l'électrode combinée de pH.
Temps de conditionnement trop court	Laisser l'électrode à NH_3 plonger au moins 30 min. dans la solution de conservation avant la mesure.
Solution échantillon instable ou contenant des substances interférentes	Changer en conséquence le mode opératoire utilisé ou prendre contact avec la maison METTLER TOLEDO.
Mesurage de solutions à faibles concentrations en NH_3 après celles à hautes concentrations en NH_3 (effet de mémoire)	Laisser quelques instants l'électrode dans la solution de conservation avant les mesures suivantes.
Pente incorrecte:	
Solution(s) étalon(s) préparée(s) de façon incorrecte	Préparer de nouvelles solutions étalons.
Préparation de l'échantillon omise	Ajouter la solution pour la préparation de l'échantillon.
Module à membrane insuffisamment vissé	Le visser à fond.
Membrane abîmée	Remplacer le module à membrane.
Electrode insuffisamment nettoyée lors d'un saut de concentrations supérieurs à des concentrations inférieures	Bien rincer l'électrode, év. la laisser dans la solution de conservation.
Electrode combinée de pH abîmée	Tester dans les solutions tampons de pH 7.0 et pH 4.0 comme décrit sous "Valeur à l'extérieur du domaine de mesurage".

5. Tables de conversion

Pour la conversion en d'autres unités, on peut utiliser les facteurs suivants:

Donnée:	Facteur de: multiplication:	On obtient:
mol/l NH ₃	17.0 · 10 ³	mg/l NH ₃
mol/l NH ₃	14.0 · 10 ³	mg/l N
Donnée:	Facteur de: division	On obtient:
mg/l NH ₃	17.0 · 10 ³	mol/l NH ₃

Relations entre unités de concentration:

mol/l NH ₃	mg/l NH ₃	mg/l N
10 ⁻¹	1700	1400
10 ⁻²	170	140
10 ⁻³	17	14
10 ⁻⁴	1.7	1.4
10 ⁻⁵	0.17	0.14

6. Bibliographie

K. Cammann, H. Galster, "Working with Ion-Selective Electrodes". Springer-Verlag, 1996.

D. Migley, K. Torrance, "Potentiometric Water Analysis". John Wiley and Sons, 1978.

J. Vesely, D. Weiss, K. Stulik, "Analysis with Ion-Selective Electrodes".

Ellis Horwood Ltd./John Wiley and Sons, 1978.

Sur demande, d'autres références peuvent être obtenues pour des applications particulières.

7. Informations pour commande de matériel

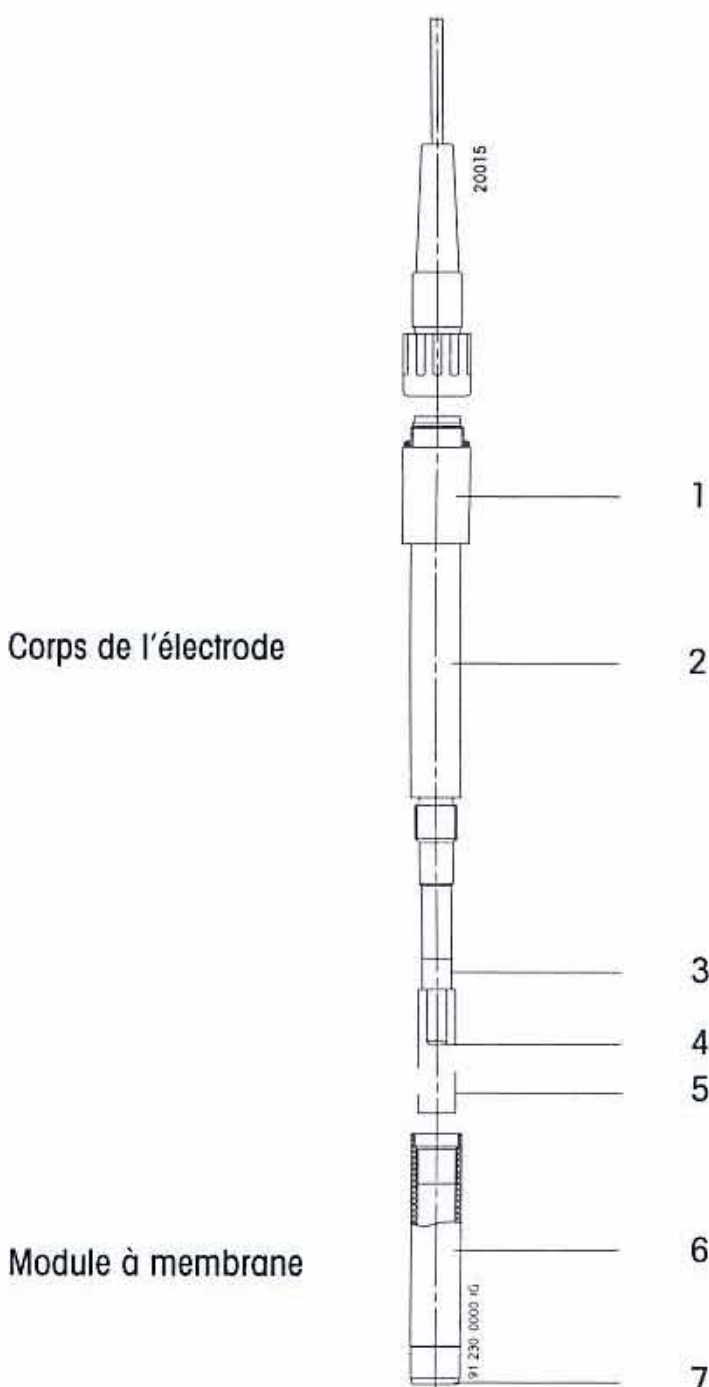
Les parties suivantes de l'électrode à NH₃ peuvent être commandées séparément:

- "Membrane-Kit" (3 modules à membrane de remplacement et 50 ml d'électrolyte) No. de cde. **15 230 2000**
- 50 ml d'électrolyte No. de cde. **15 230 1000**
- Câble de raccordement AS7 sur demande comportant:
 - une prise AS7 pour le câble
 - un câble coaxe ST-Li-Koax 2.8
 - une fiche correspondant à votre appareil de mesure

8. Annexe

Construction de l'électrode potentiométrique à NH_3 :

AS7 Câble de raccordement



Construction de l'électrode à NH_3 Type 15 230 3000:

- 1) Tête enfichable S7
 - 2) Corps en matière synthétique (PPS)
 - 3) Electrode de référence à Ag/AgCl
 - 4) Membrane de verre sensible au pH
 - 5) Capuchon de mouillage (seulement pour l'envoi et pour la conservation à long terme de l'électrode)
 - 6) Corps modulaire en matière synthétique (PPS)
 - 7) Membrane perméable aux gaz (microporeuse)
- } électrode combinée de pH

- BR** **Mettler-Toledo Ind. e. Com. Ltda.,**
Alameda Araguaia, 451-Alphaville, 06455-000 Barueri/SP, Brazil
Tel. +55 11 4166-74 00, Fax +55 11 4166-74 01
- DE** **Mettler-Toledo GmbH, Prozeßanalytik,**
Ockerweg 3, 35396 Gießen, Germany
Tel. +49 641 507-333, Fax +49 641 507-397
- FR** **Mettler-Toledo Analyse Industrielle Sàrl,**
30 Boulevard Douaumont, BP 949, 75829 Paris Cedex 17, France
Tel. +33 1 47 37 06 00, Fax +33 1 47 37 46 26
- USA** **Mettler-Toledo Ingold, Inc.,**
36 Middlesex Turnpike, Bedford, MA 01730, USA
Tel. +1 781 301-8800, Toll free +1 800 352-8763, Fax +1 781 271-0681

Mettler-Toledo GmbH, Process, Industrie Nord, 8902 Urdorf, Switzerland
Tel. +41 44 736 22 11, Fax +41 44 736 26 36
Subject to technical changes. Mettler-Toledo GmbH, 11/04. 20 606 1096