

**Instruction manual
for Carbon Dioxide Electrode**

**Bedienungsanleitung
zur Kohlendioxid-Elektrode**

**Instructions d'utilisation
pour l'Electrode à CO₂**

METTLER TOLEDO

A graphic element at the bottom of the page consisting of a series of parallel diagonal lines that form a large, stylized 'X' or diamond shape, centered behind the company name.

English **Page** **3**

Deutsch **Seite** **15**

Français **Page** **27**

Carbon Dioxide Electrode

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 CO ₂ concentrations	
3.	Care and maintenance of the CO ₂ 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 51 341 200 CO₂ Electrode is intended for measuring the carbon dioxide content of aqueous systems. Its preferred applications are to be found in the fields of water and effluent analysis (water hardness).

1.1 Technical data

Primary measured value:	potential in mV, proportional to log [CO ₂].
Measuring range:	6 · 10 ⁻⁵ mol/l to 2 · 10 ⁻² mol/l CO ₂
Operating temperature range:	0 to 50 °C
Sample medium:	aqueous and partially aqueous
Maximum permissible ionic strength of the sample medium:	1 mol/l
Sample value:	preferably greater than 20 ml (at concentration ≤ 10 ⁻⁴ mol/l, still larger volumes will be required)
Interfering substances:	SO ₂ , NO _x , H ₂ S, carbonic acids soluble in silicone
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 ±2% of the measured CO ₂ concentration, corresponding to ±0.5 mV
Response time:	when passing from 10 ⁻⁴ mol/l CO ₂ to higher concentrations, about 2 to 5 minutes, and when passing from high concentrations down to 10 ⁻⁴ mol/l, more than 5 minutes (1 mV deviation from the final constant value)
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
- Closed measuring vessels (titrating vessels) for example a 100 ml double-necked flask with size 14.5/23 ground joints and stoppers, and a suitable electrode (measuring vessel adapter (see § 2.2).
- 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.
- possibly thermostat (see 2.2)

1.4 Chemical solutions required

- Deionized water for preparing solutions
- Electrolyte solution as supplied with the membrane kit (Ordering No. 51 340 015)
- **CO₂ sample conditioning solution**

Prepare as follows:

Dissolve 294 g sodium citrate ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) in about 500 ml deionized water, add 100 ml concentrated (32%) hydrochloric acid and make up to 1000 ml with deionized water.

- **CO₂ electrode storage solution**

Prepare as follows:

Dissolve 5.8 g sodium chloride (NaCl) in about 200 ml deionized water and make up to 1000 ml.

- **0.1 mol/l standard CO₂ solution**

Prepare as follows:

Dissolve 8.40 g AR grade sodium bicarbonate (NaHCO_3) in deionized water and make up to 1000 ml.

or:

- **1000 mg/l standard CO₂ solution**

Prepare as follows:

Dissolve 1.90 g AR grade sodium bicarbonate (NaHCO_3) in deionized water and make up to 1000 ml.

2. Use of electrode

2.1 Preparation for use

Before preparing the CO₂ electrode for use, make up a 0.1 mol/l NaCl 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 of electrolyte solution respectively 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 CO₂ electrode in the storage solution.

Neither the gas-permeable membrane of the CO₂ 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 CO₂ electrode for at least 30 minutes 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** (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 bars, identical distance between electrodes and stirring bars, etc.
- When not in use, the CO₂ 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 1.0 mol/l**. After addition of the sample preconditioning solution, the pH value should be less than 4.8.
- The electrode should not be immersed to a depth greater than the length of the membrane module, i.e. not more than 6 cm.
- After addition of the sample conditioning solution the calibration and measuring vessels should be completely filled with liquid and be closed, but allowing a pressure equalization with the atmosphere.

General instruction for determining carbon dioxide content

a) Calibration

- 1) Prepare a series of dilutions of the stock standard CO₂ solution (0.1 mol/l or 1000 mg/l) with deionized water, 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. The volume of the calibration solutions should be adjusted such that after adding the sample conditioning solution ($\frac{1}{10}$ th of the volume of the calibration solution), when the CO₂ electrode is fitted the vessel is completely filled with liquid.
- 2) Run equal volumes of the calibration solutions, beginning with the lowest concentrations, into measuring vessels and stir.
- 3) Immerse the CO₂ electrode in a calibration solution and then add to this solution $\frac{1}{10}$ th of its volume of sample conditioning solution **and immediately stopper the sample solution**. Remove air bubbles adhering to the membrane by gently tapping with the fingers at 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 CO₂ concentrations of the corresponding calibration solutions on log/linear graph paper to obtain a calibration curve:

CO ₂ concentration	→ logarithmic axis
mV value	→ linear axis

b) Measurement

For measurement, proceed as for calibration. Read off the CO₂ 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 CO₂ concentrations

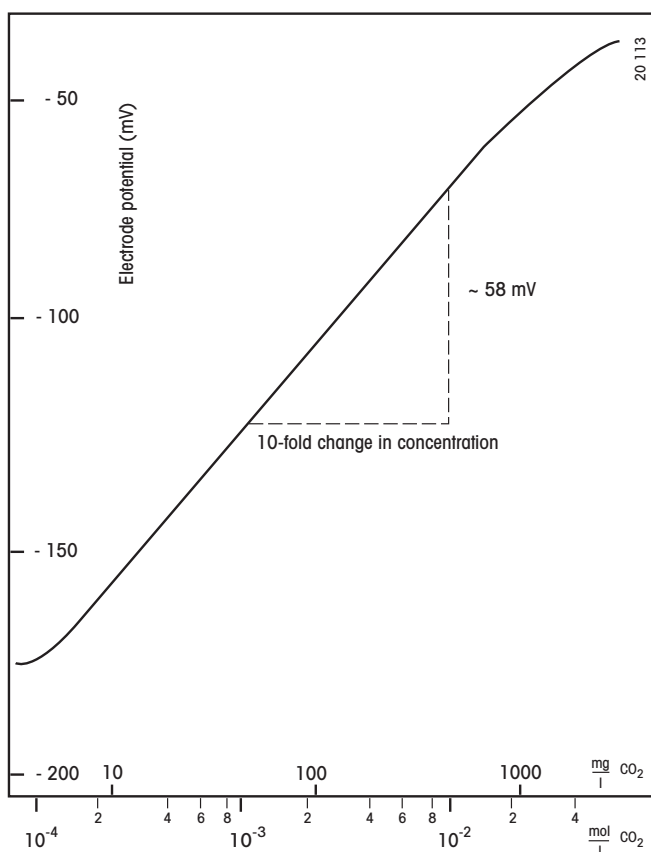
The measurement of low CO₂ concentrations (i.e. less than $2 \cdot 10^{-4}$ mol/l) is affected by the following factors:

- flatter CO₂ electrode slope
- sluggish response
- interfering substances or contamination

If the electrode has been previously used for determining high CO₂ concentrations, it should be kept immersed in CO₂-free storage solution, the latter being renewed if necessary, until the measured electrode potential shows no notable increase the next time the storage solution is renewed.

The measured value in the "blank" solution then enables the practical limit of detection to be determined, and hence the precision of the subsequent CO₂ determinations to be checked (see Figure 2).

Figure 2: Typical calibration curve for CO₂ electrode



3. Care and maintenance of the CO₂ electrode

3.1 Storage

The CO₂ 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 are 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 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 CO₂ 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 CO ₂ 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	Check for damaged areas, and replace membrane module if necessary.
Escape of gases	Ensure that measuring vessel is completely filled with liquid and properly stoppered.
Ionic strength of sample too high (>1 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 CO ₂ concentrations after previous measurement of high CO ₂ concentration ("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 CO ₂	$44 \cdot 10^3$	mg/l CO ₂
Given value:	Divide by:	To obtain:
mg/l CO ₂	$44 \cdot 10^3$	mol/l CO ₂

Relationship between concentration values:

mol/l CO ₂	mg/l CO ₂
10 ⁻¹	4400
10 ⁻²	440
10 ⁻³	44
10 ⁻⁴	4.4
10 ⁻⁵	0.44

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

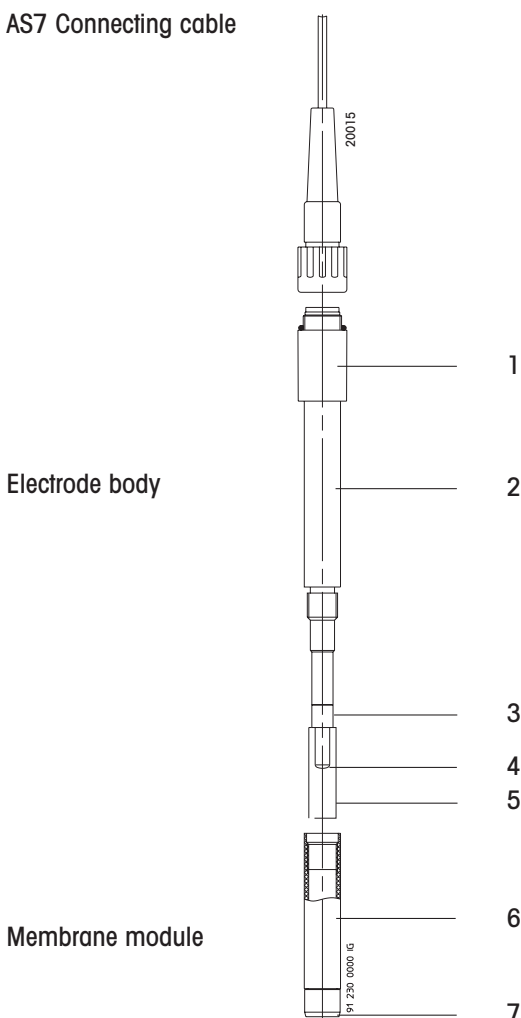
The following components of the CO₂ Electrode can be supplied separately:

- Membrane kit (3 replacement membrane modules + 50 ml electrolyte solution) Ordering No. **51 340 015**
- 50 ml electrolyte solution Ordering No. **51 340 038**
- Replacement electrode body Ordering No. **15 200 2000**
- AS7 connecting cable consisting of:
 - AS7 cable socket on request
 - ST-Li-Koax 2.8 coax cable and plug to suit the instrument in use

8. Appendix

Structural arrangement of a potentiometric CO₂ electrode.

AS7 Connecting cable



Structural arrangement of type 51 341 200 CO₂ 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

Kohlendioxid Elektrode

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 CO ₂ -Gehalte	
3.	Wartung und Unterhalt der CO ₂ -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 CO₂-Elektrode, Typ 51 341 200, eignet sich zur Messung von CO₂-Gehalten in wässrigen Systemen. Sie findet bevorzugt Anwendung z.B in der Analytik von Wasser und Abwasser (Wasserhärte), usw.

1.1 Spezifikationen

Primäre Messgrösse:	mV-Spannung, proportional zu log [CO ₂].
Messbereich:	6 · 10 ⁻⁵ mol/l bis 2 · 10 ⁻² mol/l CO ₂
Mess-Temperaturbereich:	0 bis 50 °C
Messmedium:	Wässrig und teilwässrig
Max. zulässige ionale Stärke des Messmediums:	1 mol/l
Probevolumen:	Vorteilhaft mehr als 20 ml (insbesondere bei Konzentrationen ≤ 10 ⁻⁴ mol/l sind grössere Volumina erforderlich).
Interferenzen:	SO ₂ , NO _x , H ₂ S, in Silikon lösliche Carbonsäuren
Präzision:	Ohne interferierende Substanzen und im linearen Messbereich ist eine Präzision von besser als ±2% der gemessenen CO ₂ -Konzentration, entsprechend ±0.5 mV, erreichbar.
Ansprechzeiten:	Beim Wechsel von 10 ⁻⁴ mol/l CO ₂ nach höheren Konzentrationen 2 bis 5 Minuten, von höheren Konzentrationen nach 10 ⁻⁴ mol/l mehr als 5 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 Wäscherkappe 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. 100 ml NS 14.5/23 Zweihalskolben und Stopfen (vgl. § 2.2).
- 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.
- evl. Thermostat (siehe 2.2)

1.4 Erforderliche Lösungen

- Ionenfreies Wasser zur Herstellung der Lösungen
- Elektrolyt, enthalten im Membran-Kit (Best.-Nr. 51 340 015)

- **CO₂-Probeprevorbereitungslösung**

Herstellung:

294 g Natriumcitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) in ca. 500 ml ionenfreiem Wasser lösen

100 ml konz. Salzsäure (32%) zugeben und auf 1 l verdünnen.

- **Aufbewahrungslösung für CO₂-Elektroden**

Herstellung:

5.8 g Natriumchlorid (NaCl) in ca. 200 ml ionenfreiem Wasser lösen und auf 1 l verdünnen.

- **0.1 mol/l CO₂-Standardlösung**

Herstellung:

8.40 g analysenreines Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) in ionenfreiem Wasser lösen und auf 1 l verdünnen.

oder:

- **1000 mg/l CO₂-Standardlösung**

Herstellung:

1.90 g analysenreines Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) in ionenfreiem Wasser lösen und auf 1 l verdünnen.

2. Gebrauch der CO₂-Elektrode

2.1 Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme ist eine 0.1 mol/l NaCl-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 CO₂-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 CO₂-Elektrode 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 CO₂-Elektrode stets in der Aufbewahrungslösung aufbewahrt werden (vgl. Kapitel 3).
- In allen Kalibrier- und Messlösungen soll die **ionale Stärke** gleich sein und **maximal 1.0 mol/l** betragen. Nach der Zugabe der Probevorbereitungslösung soll der pH-Wert kleiner als 4.8 sein.
- Die Elektrode darf nicht bis über die Verschraubung des Membranmoduls eingetaucht werden, d.h. nicht mehr als 6 cm.
- Die Kalibrier- und Messgefäße müssen nach der Zugabe der Probevorbereitungslösung vollständig mit Flüssigkeit gefüllt und gut verschlossen sein, jedoch sollte für einen Druckausgleich mit der Atmosphäre gesorgt sein.

Allgemeine Anleitung zur Bestimmung von Kohlendioxid-Gehalten

a) Kalibrieren

- 1) Herstellen einer Verdünnungsreihe aus der CO_2 -Standardlösung (0.1 mol/l oder 1000 mg/l) mit ionenfreiem Wasser, wobei vorteilhaft Konzentrationen ausgewählt werden, welche jene der Probe umfassen. Bei der erstmaligen Kalibrierung sollten mindestens drei Punkte ermittelt werden. Die Volumina der Kalibrierlösungen werden so bemessen, dass nach der Zugabe der Probevorbereitungslösung ($1/10$ des Volumens der Kalibrierlösung) bei montierter CO_2 -Elektrode die Gefässe vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind.
- 2) Gleiche Volumina der Kalibrierlösungen, beginnend mit jener der tiefsten Konzentration, werden in Messgefässen vorgelegt und gerührt.
- 3) Die CO_2 -Elektrode wird in eine Kalibrierlösung gestellt, $1/10$ des Lösungsvolumens an CO_2 -Probevorbereitungslösung zugegeben und das Gefäss sofort gut verschliessen. 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 Diagramm gegen den Logarithmus der jeweiligen CO_2 -Konzentration der zugehörigen Kalibrierlösung aufgetragen (halblogarithmisches Papier verwenden).

CO_2 -Konzentration → logarithmische Achse
mV-Werte → lineare Achse

b) Messen

Zum Messen wird wie bei der Kalibrierung verfahren. Mit Hilfe des Diagrammes (vgl. Abb. 2) wird aus den mV-Messwerten die gesuchte CO_2 -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 CO₂-Gehalte

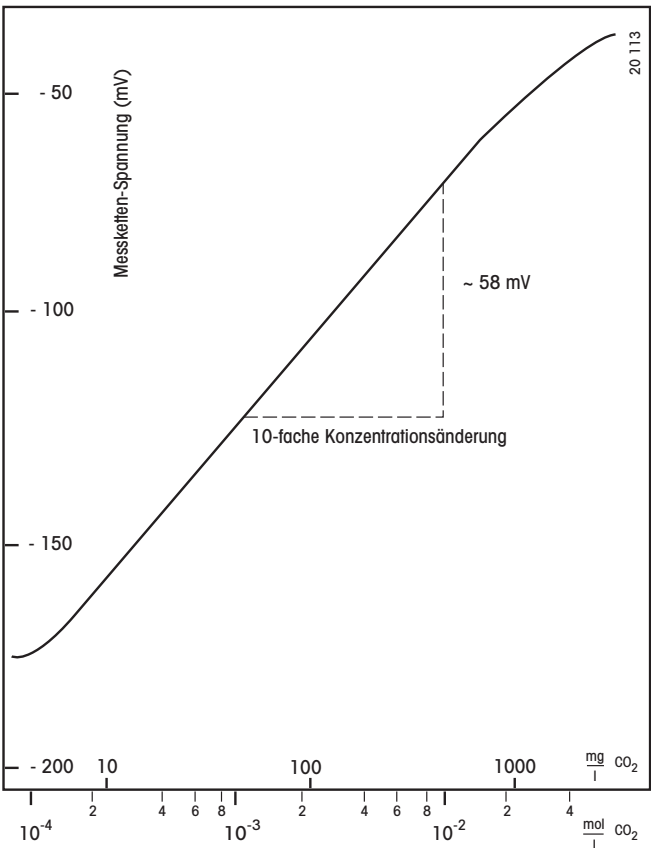
Messungen niedriger CO₂-Gehalte (kleiner $2 \cdot 10^{-4}$ mol/l) werden beeinträchtigt durch:

- eine geringere Steilheit der CO₂-Elektrode
- längere Ansprechzeiten
- interferierende Substanzen oder Verunreinigungen

Wurden zuvor hohe CO₂-Gehalte bestimmt, so sollte die Elektrode so lange in der CO₂-freien Aufbewahrungslösung belassen und diese gegebenenfalls so oft erneuert werden, bis die gemessene Elektrodenspannung bei einem neuerlichen Wechsel der Aufbewahrungslösung kaum weiter ansteigt.

Der Messwert dieser "Null-Lösung" ermöglicht dann, die praktische Nachweisgrenze zu bestimmen und damit die Genauigkeit der durchgeführten CO₂-Bestimmung zu kontrollieren (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Typische Kalibrierkurve einer CO₂-Elektrode



3. Wartung und Unterhalt der CO₂-Elektrode

3.1 Lagerung

Die CO₂-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 CO₂-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	Auf schadhafte Stellen untersuchen, Membranmodul ersetzen
Gase entweichen	Messgefäss vollständig mit Flüssigkeit füllen und verschliessen
Zu hohe ionale Stärke der Probe (>1 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 CO ₂ -Konzentrationen nach vorheriger Messung hoher CO ₂ -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 CO ₂	44 · 10 ³	mg/l CO ₂
gegeben:	dividieren durch:	ergibt:
mg/l CO ₂	44 · 10 ³	mol/l CO ₂

Beziehungen zwischen Konzentrationseinheiten:

mol/l CO ₂	mg/l CO ₂
10 ⁻¹	4400
10 ⁻²	440
10 ⁻³	44
10 ⁻⁴	4.4
10 ⁻⁵	0.44

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

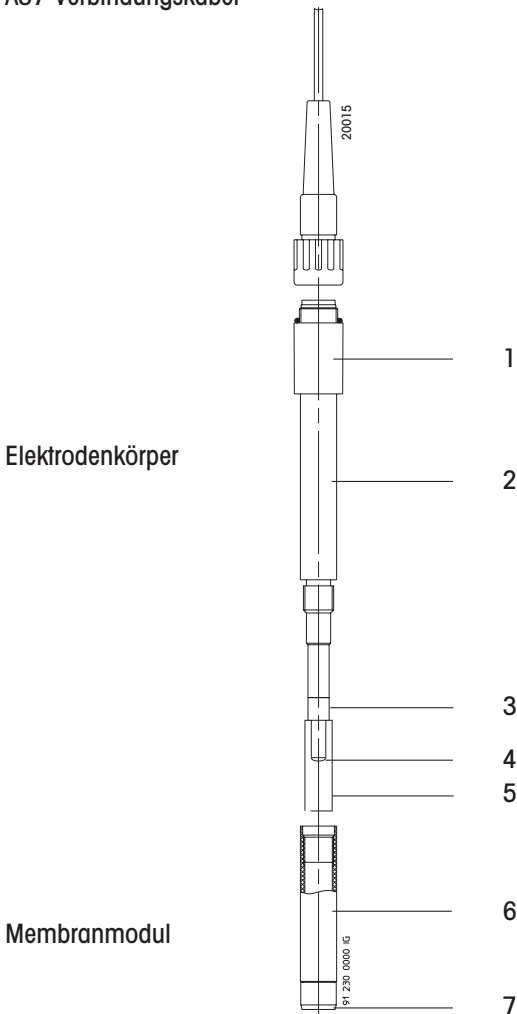
Folgende Teile der CO₂-Elektrode können separat bestellt werden:

- | | |
|---|--------------------------------|
| – Membrankit (3 Membranmodule und 50 ml Elektrolyt) | Bestell-Nr. 51 340 015 |
| – 50 ml Elektrolyt | Bestell-Nr. 51 340 038 |
| – Elektrodenkörper | Bestell-Nr. 15 200 2000 |
| – 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 Kohlendioxid-Elektrode:

AS7 Verbindungskabel



Aufbau der CO₂-Elektrode Typ 51 341 200:

- 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 CO₂

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 CO ₂	
3.	Maintenance de l'électrode CO ₂	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 CO₂, type 51 341 200, est adéquate pour la détermination des teneurs en CO₂ de milieux aqueux. Elle trouve des applications tout particulièrement à l'analyse de l'eau et des eaux usées (dureté de l'eau).

1.1 Spécifications

Grandeur primaire mesurée:	Tension (mV) proportionnelle au log [CO ₂].
Domaine de mesurage:	6 · 10 ⁻⁵ mol/l jusqu'à 2 · 10 ⁻² mol/l CO ₂
Domaine de température de mesurage:	0 à 50 °C
Milieu à mesurer:	Aqueux et partiellement aqueux
Force ionique maximale admise pour le milieu à mesurer:	1 mol/l
Volume de l'échantillon:	De préférence >20 ml (des volumes plus importants sont nécessaires en particulier pour des concentrations ≤10 ⁻⁴ mol/l).
Interférences:	SO ₂ , NO _x , H ₂ S, acides organiques solubles dans le silicone
Précision:	En l'absence d'interférence(s) et dans le domaine de mesurage linéaire, la répétabilité est meilleure que ±0.5 mV, ce qui correspond à ±2% de la concentration en CO ₂ mesurée.
Temps de réponse:	Lors du passage d'une solution à 10 ⁻⁴ mol/l CO ₂ à des concentrations plus élevées: 2 à 5 minutes. Lors du passage inverse: plus de 5 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 ballon de 100 ml à 2 cols rodés 14.5/23 et 2 bouchons (cf. 2.2)
- 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
- ev. thermostat (voir 2.2)

1.4 Solutions nécessaires

- Eau déionisée pour la préparation des solutions
- Electrolyte, contenu dans le "Membran-Kit" (No. de cde. 51 340 015)
- Solution de préparation des échantillons

Préparation:

Dissoudre 294 g de citrate de sodium ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) dans env. 500 ml d'eau déionisée, ajouter 100 ml d'acide chlorhydrique concentré (32%) et compléter à 1000 ml.

- Solution de conservation

Préparation:

Dissoudre 5.8 g de chlorure de sodium (NaCl) dans env. 200 ml d'eau déionisée et compléter à 1000 ml.

- Solution standard à 0.1 mol/l de CO_2

Préparation:

Dissoudre 8.40 g AR de bicarbonate (ou monohydrogénocarbonate) de sodium (NaHCO_3) dans de l'eau déionisée et compléter à 1000 ml.

ou:

- Solution standard à 1000 mg/l de CO_2

Préparation:

Dissoudre 1.90 g de bicarbonate (ou monohydrogénocarbonate) de sodium (NaHCO_3) 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 NaCl 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 CO₂ 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 CO₂ devrait être conditionnée dans la solution de conservation pendant au moins 30 minutes.

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 CO₂ 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 1.0 mol/l. Après adjonction de la solution pour la préparation des échantillons, le pH du milieu à mesurer doit être inférieur à 4.8 g.
- L'électrode à CO₂ ne doit pas être immergée au-dessus du pas de vis du module à membrane, soit moins de 6 cm.
- Après l'addition de la solution pour la préparation des échantillons, les récipients de mesure (remplis de solutions étalons ou échantillons) doivent être entièrement remplis de liquide et fermés de façon à ce que la pression puisse s'équilibrer avec l'atmosphère.

Directives générales pour le dosage de la teneur en CO₂

a) Etalonnage

- 1) Préparer une série de dilutions au moyen d'eau déionisée à partir de la solution standard de CO₂ (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. Les volumes des solutions étalons doivent être calculés de manière à ce que les récipients utilisés soient entièrement remplis de liquide après l'ajout de la solution de préparation des échantillons (soit $\frac{1}{10}$ du volume de la solution étalon) et après montage de l'électrode à CO₂.
- 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 CO₂ dans l'une des solutions étalons et lui ajouter un volume de solution pour la préparation des échantillons égal à $\frac{1}{10}$ 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. Fermer immédiatement le récipient.
- 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 CO₂ correspondante (en abscisse) dans un **diagramme d'étalonnage** (cf. Fig. 2) établi sur un papier semi-logarithmique tel que:

Concentration en CO₂

→ échelle logarithmique

Valeur en mV

→ échelle linéaire (mm)

b) Mesurage

Pour la mesure, procéder comme pour l'étalonnage (cf. ci-avant) et noter la valeur finale stabilisée. Déterminer à l'aide du diagramme d'étalonnage (cf. Fig. 2) les concentrations en CO₂ 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 de la concentration des échantillons, notamment de la précision souhaitée.

2.3 Particularités lors de la détermination de faibles teneurs en CO₂

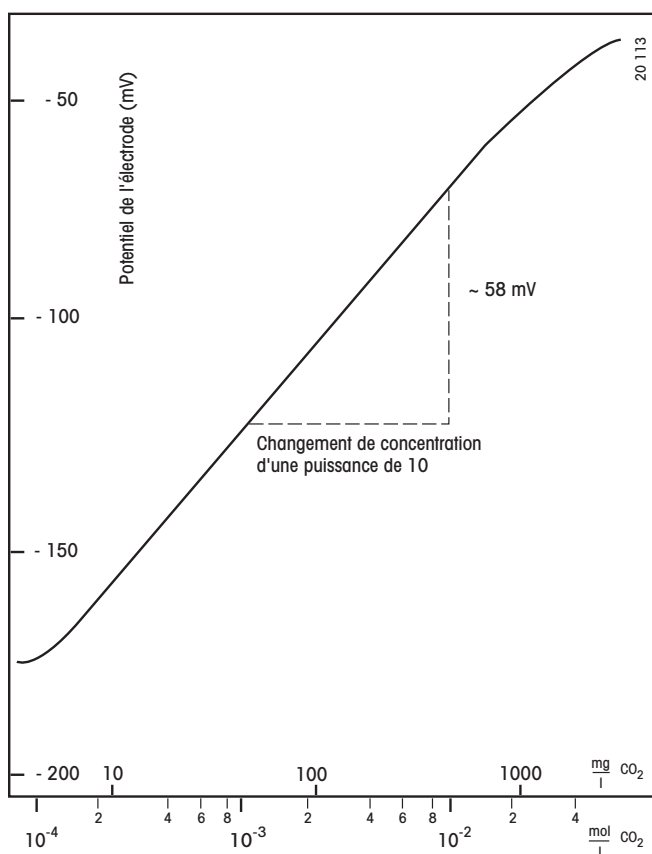
La détermination de faibles teneurs en CO₂ ($< 2 \cdot 10^{-4}$ mol/l) sera gênée par:

- une pente plus faible de l'électrode à CO₂
- un temps de réponse plus long de l'électrode à CO₂
- la présence de substances ou impuretés susceptibles d'interférer.

Si l'on a mesuré préalablement des solutions à teneur élevée en CO₂, on devrait conserver l'électrode à CO₂ dans la solution de conservation (exempte de CO₂) aussi longtemps que nécessaire 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.

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 CO₂ effectuée (cf. Fig. 2).

Figure 2: Courbe d'étalonnage typique d'une électrode à CO₂



3. Maintenance de l'électrode CO₂

3.1 Conservation

On ne devrait pas laisser plus que quelques jours l'électrode à CO₂ 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 CO₂ 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	Rechercher d'éventuels endroits abîmés; remplacer le module à membrane.
Perte de gaz	Remplir entièrement le récipient de mesurage de liquide et le fermer.
Force ionique de l'échantillon trop élevée (>1 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 CO ₂ 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 CO ₂ après celles à hautes concentrations en CO ₂ (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 CO ₂	44 · 10 ³	mg/l CO ₂
Donnée:	Facteur de: division	On obtient:
mg/l CO ₂	44 · 10 ³	mol/l CO ₂

Relations entre unités de concentration:

mol/l CO ₂	mg/l CO ₂
10 ⁻¹	4400
10 ⁻²	440
10 ⁻³	44
10 ⁻⁴	4.4
10 ⁻⁵	0.44

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

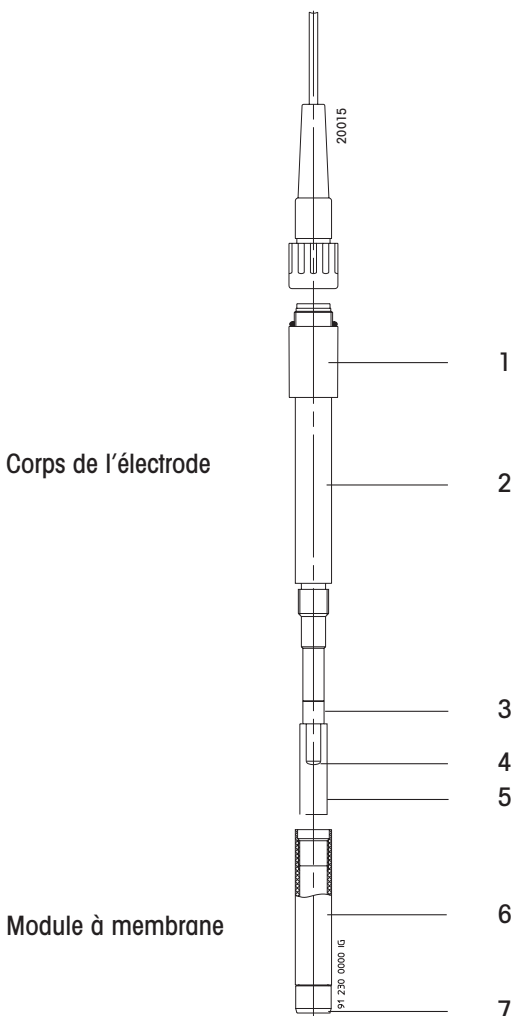
Les parties suivantes de l'électrode à CO₂ peuvent être commandées séparément:

- "Membrane-Kit" (3 modules à membrane de remplacement et 50 ml d'électrolyte) No. de cde. **51 340 015**
- 50 ml d'électrolyte No. de cde. **51 340 038**
- Corps de remplacement de l'électrode No. de cde. **15 200 2000**
- 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 CO₂:

AS7 Câble de raccordement



Construction de l'électrode à CO₂ Type 51 341 200:

- 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 44 729 62 11, Fax +41 44 729 66 36
Subject to technical changes. Mettler-Toledo GmbH, 01/06. 20 606 1098