

OMNIS Coulometer



2.1018.0xx0

Produkthandbuch

8.1018.8002DE / 2024-04-30



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

OMNIS Coulometer

2.1018.0xx0

Produkthandbuch

8.1018.8002DE /
2024-04-30

Diese Dokumentation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Bei dieser Dokumentation handelt es sich um ein Originaldokument.

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

Haftungsausschluss

Von der Gewährleistung ausdrücklich ausgeschlossen sind Mängel, die auf Umstände zurückgehen, die nicht von Metrohm zu verantworten sind, wie unsachgemässe Lagerung, unsachgemässer Gebrauch etc. Eigenmächtige Veränderungen am Produkt (z. B. Umbauten oder Anbauten) schliessen jegliche Haftung des Herstellers für daraus resultierende Schäden und deren Folgen aus. Anleitungen und Hinweise in der Produktdokumentation der Metrohm sind strikt zu befolgen. Andernfalls ist die Haftung von Metrohm ausgeschlossen.

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	1
1.1	OMNIS Coulometer – Produktbeschreibung	1
1.2	OMNIS Coulometer – Produktvarianten	1
1.3	Angaben zur Dokumentation	2
1.4	Weiterführende Informationen	3
1.5	Zubehör anzeigen	3
2	Sicherheit	4
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	4
2.2	Verantwortung des Betreibers	4
2.3	Anforderungen an das Bedienpersonal	5
2.4	Sicherheitshinweise	5
2.4.1	Gefahren durch elektrische Spannung	5
2.4.2	Gefahren durch biologische und chemische Gefahrstoffe	6
2.4.3	Gefahren durch leichtentzündliche Stoffe	6
2.4.4	Gefahren durch austretende Flüssigkeiten	6
2.4.5	Gefahren beim Transport des Produkts	7
2.5	Gestaltung von Warnhinweisen	7
2.6	Bedeutung von Warnzeichen	8
3	Funktionsbeschreibung	9
3.1	OMNIS Coulometer – Übersicht	9
3.1.1	Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Varianten	10
3.1.2	Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Übersicht	11
3.2	OMNIS Coulometer – Funktionsbeschreibung	12
3.2.1	Magnetrührer – Funktionsbeschreibung	13
3.2.2	Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Funktionsbeschreibung	13
3.3	OMNIS-Hauptgerät – Anzeigeelemente und Bedienelemente	14
3.4	System – Signale	15
3.5	OMNIS Coulometer – Schnittstellen	16
4	Lieferung und Verpackung	19
4.1	Lieferung	19
4.2	Verpackung	19

5	Installation	20
5.1	Installation durch Metrohm	20
5.2	Aufstellort	20
5.3	Magnetrührerzubehör montieren	20
5.4	Adsorberkartusche füllen	22
5.5	Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle bestücken	25
5.6	Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle füllen	27
5.7	Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle montieren	28
5.8	Elektroden anschliessen	30
5.9	Netzkabel einstecken	31
6	Inbetriebnahme	33
6.1	Erstinbetriebnahme durch Metrohm	33
7	Coulometrische Titration	34
7.1	OMNIS Coulometer – Prinzip der Coulometrie nach Karl Fischer	34
7.2	OMNIS Coulometer – Arbeiten mit Wasserstandards	35
7.3	OMNIS Coulometer – Probenzugabe	35
7.4	OMNIS Coulometer – Optimale Arbeitsbedingungen	37
8	Bedienung und Betrieb	39
8.1	Bedienung	39
8.1.1	Einschalten und Ausschalten	39
8.2	Magnetrührer – Bedienung	40
8.2.1	Magnetrührer einschalten und ausschalten	40
8.2.2	Magnetrührer einstellen	41
8.3	Reagenzwechsel	42
8.3.1	Reagenzwechsel mit Dosierer	42
8.3.2	Reagenzwechsel mit OMNIS Solvent Module	44
8.3.3	Manueller Reagenzwechsel	46
9	Wartung	48
9.1	Wartung	48
9.2	Produktoberfläche reinigen	48
10	Problembehandlung	50
10.1	Karl-Fischer-Titration	50
10.2	Herunterfahren erzwingen	52

11	Entsorgung	53
12	Technische Daten	54
12.1	Umgebungsbedingungen	54
12.2	OMNIS Coulometer – Energieversorgung	54
12.3	OMNIS Coulometer – Dimensionen	55
12.4	Magnetrührer – Dimensionen	55
12.5	OMNIS Coulometer – Gehäuse	55
12.6	Magnetrührer – Gehäuse	56
12.7	Spezifikationen Bedienung	56
12.8	Spezifikationen Bedienung	56
12.9	Spezifikationen Anschlüsse	56
12.10	Spezifikationen Anzeige	58
12.11	Spezifikationen Stromgenerator	58
12.12	Spezifikationen Messung	59
12.13	Magnetrührer – Spezifikationen	61

1 Überblick

1.1 OMNIS Coulometer – Produktbeschreibung

Das OMNIS Coulometer ist das zentrale Gerät eines OMNIS-Titriersystems für coulometrische Karl-Fischer-Titrationen. Mithilfe von entsprechendem Zubehör können coulometrische Karl-Fischer-Titrationen zur Wassergehaltsbestimmung durchgeführt werden.


Informationen zu speziellen Applikationen sind in den "Application Bulletins" und "Application Notes" zu finden, welche über die zuständige Metrohm-Vertretung kostenlos angefordert werden können. Ausserdem sind verschiedene Monographien zu den Themen Titrationstechnik und Elektroden verfügbar.

1.2 OMNIS Coulometer – Produktvarianten

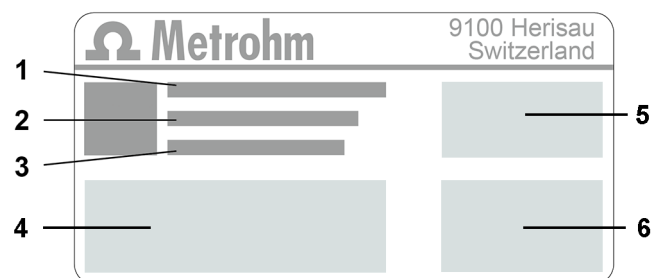
Das Produkt ist in folgenden Varianten erhältlich:

Tabelle 1 Produktvarianten

Artikelnummer	Bezeichnung	Variantenmerkmal
2.1018.0010	OMNIS Coulometer	ohne Magnetrührer
2.1018.0020	OMNIS Coulometer	mit integriertem Magnetrührer

 Informationen über Funktionslizenzen sind auf der [Metrohm-Website](#) oder beim regionalen Metrohm-Vertreter erhältlich.

Auf dem Typenschild befinden sich Artikelnummer und Seriennummer zur Identifizierung des Produkts:



1 (01) = Artikelnummer gemäss GS1-Standard

2 (21) = Seriennummer

1.4 Weiterführende Informationen


Auf den folgenden Seiten sind weitere Informationen zum Produkt verfügbar:

- Metrohm-Website <https://www.metrohm.com> – Dokumente als PDF, Übersicht über Produktfamilie, Informationen zu Applikationen und Angabe des Zubehörs.
- Metrohm Knowledge Base <https://guide.metrohm.com> – Thematisch gefilterte Einzelinhalte, Videoanleitungen, Informationen zur OMNIS Software.

1.5 Zubehör anzeigen

Aktuelle Informationen zum Lieferumfang und zum optionalen Zubehör sind auf der Metrohm-Website einsehbar.

1 Produkt auf Website suchen

- <https://www.metrohm.com> aufrufen.
- Auf  klicken.
- Im Suchfeld die Artikelnummer des Produkts (z. B. **2.1001.0010**) eingeben und **[Enter]** drücken.

Das Suchergebnis wird angezeigt.


2 Produktinformationen anzeigen

- Um die zum Suchbegriff passenden Produkte anzuzeigen, auf **Produkt-Modelle** klicken.
- Auf das gewünschte Produkt klicken.

Detailinformationen zum Produkt werden angezeigt.

3 Zubehör anzeigen und Zubehörliste herunterladen

- Um das Zubehör anzuzeigen, nach unten scrollen zu **Zubehör und mehr**.
 - Der **Lieferumfang** wird angezeigt.
 - Für das optionale Zubehör auf **[Optionale Teile]** klicken.
- Um die Zubehörliste herunterzuladen, unter **Zubehör und mehr** auf **[Download Zubehör PDF]** klicken.

 Metrohm empfiehlt, die Zubehörliste als Referenz aufzubewahren.

2 Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Metrohm-Produkte werden zur Analyse und Handhabung von Chemikalien eingesetzt.

Die Verwendung erfordert deshalb vom Benutzer grundlegende Kenntnisse und Erfahrung im Umgang mit Chemikalien. Ausserdem sind Kenntnisse in der Anwendung von Brandschutzmassnahmen notwendig, die in Laboren vorgeschrieben sind.

Das Beachten dieser technischen Dokumentation und das Einhalten der Wartungsvorgaben bilden einen wichtigen Bestandteil der bestimmungsgemässen Verwendung.

Jede über die bestimmungsgemässe Verwendung hinausgehende oder andersartige Benutzung gilt als Fehlgebrauch.

Angaben zu den Betriebswerten und Grenzwerten einzelner Produkte sind, falls relevant, im Abschnitt "Technische Daten" enthalten.

Die Überschreitung und/oder Nichtbeachtung der genannten Grenzwerte beim Betrieb gefährdet Personen und Bauteile. Für Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Grenzwerte entstehen, übernimmt der Hersteller keine Haftung.

Die Konformitätserklärung verliert ihre Gültigkeit, sobald Änderungen an den Produkten und/oder den Komponenten vorgenommen werden.

2.2 Verantwortung des Betreibers

Der Betreiber muss sicherstellen, dass grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung in Chemielaboren eingehalten werden. Der Betreiber hat folgende Verantwortungen:

- Personal in der sicheren Handhabung des Produkts instruieren.
- Personal im Umgang mit dem Produkt gemäss Benutzerdokumentation schulen (z. B. installieren, bedienen, reinigen, Störungen beseitigen).
- Personal bezüglich grundlegender Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung schulen.
- Persönliche Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Handschuhe) bereitstellen.
- Geeignete Werkzeuge und Einrichtungen zur sicheren Ausführung der Arbeiten bereitstellen.

Das Produkt darf nur im einwandfreien Zustand verwendet werden. Folgende Massnahmen sind erforderlich, um den sicheren Betrieb des Produkts zu gewährleisten:

- Zustand des Produkts vor dem Einsatz prüfen.
- Mängel und Störungen sofort beheben.
- Produkt regelmässig warten und reinigen.

2.3 Anforderungen an das Bedienpersonal

Nur qualifiziertes Personal darf das Produkt bedienen. Als qualifiziertes Personal gelten Personen, die folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung für Chemielabore sind bekannt und werden eingehalten.
- Kenntnisse im Umgang mit gefährlichen Chemikalien sind vorhanden. Das Personal hat die Fähigkeit mögliche Gefahren zu erkennen und zu vermeiden.
- Kenntnisse in der Anwendung von Brandschutzmassnahmen für Laboren sind vorhanden.
- Sicherheitsrelevante Informationen sind vermittelt und verstanden. Das Personal kann das Produkt sicher bedienen.
- Die Benutzerdokumentation wurde gelesen und verstanden. Das Personal bedient das Produkt nach den Vorgaben der Benutzerdokumentation.

2.4 Sicherheitshinweise

2.4.1 Gefahren durch elektrische Spannung

Der Kontakt mit elektrischer Spannung kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen. Um Gefahren durch elektrische Spannung zu vermeiden, Folgendes beachten:

- Produkt nur in einwandfreiem Zustand betreiben. Auch das Gehäuse muss intakt sein.
- Produkt nur mit montierten Abdeckungen verwenden. Falls Abdeckungen beschädigt sind oder fehlen, Produkt von der Energieversorgung trennen und den regionalen Metrohm-Service-Vertreter kontaktieren.
- Spannungsführende Bauteile (z. B. Netzteil, Netzkabel, Anschlussbuchsen) vor Feuchtigkeit schützen.
- Wartungsarbeiten und Reparaturen an elektrischen Bauteilen immer von einem regionalen Metrohm-Service-Vertreter durchführen lassen.

- Produkt sofort von der Energieversorgung trennen, falls mindestens einer der folgenden Fälle eintritt:
 - Das Gehäuse ist beschädigt oder geöffnet.
 - Spannungsführende Teile sind beschädigt.
 - Feuchtigkeit dringt ein.

2.4.2 Gefahren durch biologische und chemische Gefahrstoffe

Der Kontakt mit biologischen Gefahrstoffen kann Vergiftungen durch Toxine oder Infektionen durch Mikroorganismen verursachen. Der Kontakt mit aggressiven chemischen Stoffen kann Vergiftungen oder Verätzungen verursachen. Um Gefahren durch biologische oder chemische Gefahrstoffe zu vermeiden, Folgendes beachten:

- Das Produkt vorschriftsmässig kennzeichnen, falls es für Substanzen verwendet wird, die chemisches Gefährdungspotenzial aufweisen und generell der Gefahrstoffverordnung unterliegen.
- Persönliche Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Handschuhe) tragen.
- Absaugeinrichtung bei Arbeiten mit verdampfenden Gefahrstoffen verwenden.
- Gefahrstoffe vorschriftsmässig entsorgen.
- Kontaminierte Oberflächen reinigen und desinfizieren.
- Nur Reinigungsmittel verwenden, die mit den zu reinigenden Materialien keine unerwünschten Nebenreaktionen auslösen.
- Chemisch verunreinigte Materialien (z. B. Reinigungsmaterial) vorschriftsmässig entsorgen.
- Im Fall einer Rücksendung an die Metrohm AG oder an einen regionalen Metrohm-Vertreter wie folgt vorgehen:
 - Produkt oder Produktkomponente dekontaminieren.
 - Kennzeichnung für Gefahrstoffe entfernen.
 - Eine Dekontaminationserklärung erstellen und dem Produkt beilegen.

2.4.3 Gefahren durch leichtentzündliche Stoffe

Die Verwendung von leichtentzündlichen Stoffen oder Gasen kann Brände oder Explosionen verursachen. Um Gefahren durch leichtentzündliche Stoffe zu vermeiden, Folgendes beachten:

- Zündquellen vermeiden.
- Erdungsschutz benutzen.
- Absaugeinrichtung verwenden.

2.4.4 Gefahren durch austretende Flüssigkeiten

Austretende Flüssigkeiten können Verletzungen verursachen und das Produkt beschädigen. Um Gefahren durch austretende Flüssigkeiten zu vermeiden, Folgendes beachten:

- Produkt und Zubehör regelmässig auf Leckagen und lose Verbindungen prüfen.

- Undichte Bauteile und Verbindungselemente unverzüglich ersetzen.
- Lose Verbindungselemente festziehen.
- Schlauchverbindungen nicht unter Druck lösen.
- Schläuche nicht unter Druck entfernen.
- Schlauchenden vorsichtig aus Gefässen ziehen.
- Flüssigkeiten aus den Schläuchen vorsichtig in geeignete Gefässe auslaufen lassen.
- Bürettenspitzen vollständig in die Gefässe einführen.
- Ausgetretene Flüssigkeiten entfernen und vorschriftsmässig entsorgen.
- Bei Verdacht auf eingedrungene Flüssigkeit im Gerät, Gerät von der Energieversorgung trennen. Anschliessend das Gerät von einem regionalen Metrohm-Service-Vertreter prüfen lassen.

2.4.5 Gefahren beim Transport des Produkts

Beim Transport des Produkts können chemische oder biologische Stoffe verschüttet werden. Teile des Produkts können herunterfallen und beschädigt werden. Es besteht Verletzungsgefahr durch chemische oder biologische Stoffe und zerbrochene Glasteile. Um einen sicheren Transport zu gewährleisten, Folgendes beachten:

- Lose Teile (z. B. Probenracks, Probengefässe, Flaschen) vor dem Transport entfernen.
- Flüssigkeiten entfernen.
- Produkt mit beiden Händen an der Bodenplatte anheben und transportieren.
- Schwere Produkte nur gemäss Anweisung anheben und transportieren.

2.5 Gestaltung von Warnhinweisen

Die vorliegende Dokumentation verwendet Warnhinweise wie folgt.

Aufbau

1. Schwere der Gefahr (Signalwort)
2. Art und Quelle der Gefahr
3. Folgen bei Missachtung der Gefahr
4. Massnahmen zur Abwehr der Gefahr

Gefahrenstufen

Signalfarbe und Signalwort kennzeichnen die Gefahrenstufe.



GEFAHR

Bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr. Falls sie nicht gemieden wird, sind Tod oder schwerste Verletzungen die Folge.



WARNUNG

Bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Falls sie nicht gemieden wird, können Tod oder schwerste Verletzungen die Folge sein.



VORSICHT

Bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Falls sie nicht gemieden wird, können leichte oder geringfügige Verletzungen die Folge sein.

HINWEIS

Bezeichnet eine möglicherweise schädliche Situation. Falls sie nicht gemieden wird, kann das Produkt oder etwas in der Umgebung beschädigt werden.

2.6 Bedeutung von Warnzeichen

Warnzeichen auf dem Produkt bzw. in der Dokumentation weisen auf potenzielle Gefahren hin oder machen auf bestimmte Verhaltensweisen aufmerksam, um Unfälle oder Schäden zu vermeiden.

Je nach Einsatzzweck bringt der Betreiber zusätzliche Warnzeichen auf dem Produkt an. Die entsprechenden Anweisungen des Betreibers sind zu befolgen.

Tabelle 2 Warnzeichen gemäss ISO 7010 (Beispiele)

Warnzeichen / Bedeutung		Warnzeichen / Bedeutung	
	Allgemeines Warnzeichen		Warnung vor heisser Oberfläche
	Warnung vor spitzem Gegenstand (Schnitt / Stich)		Warnung vor Handverletzungen (Quetschung)
	Warnung vor elektrischer Spannung		Warnung vor ätzenden Stoffen
	Warnung vor optischer Strahlung		Warnung vor Laserstrahl
	Warnung vor feuergefährlichen Stoffen		Warnung vor Biogefährdung
	Warnung vor giftigen Stoffen		

3 Funktionsbeschreibung

3.1 OMNIS Coulometer – Übersicht

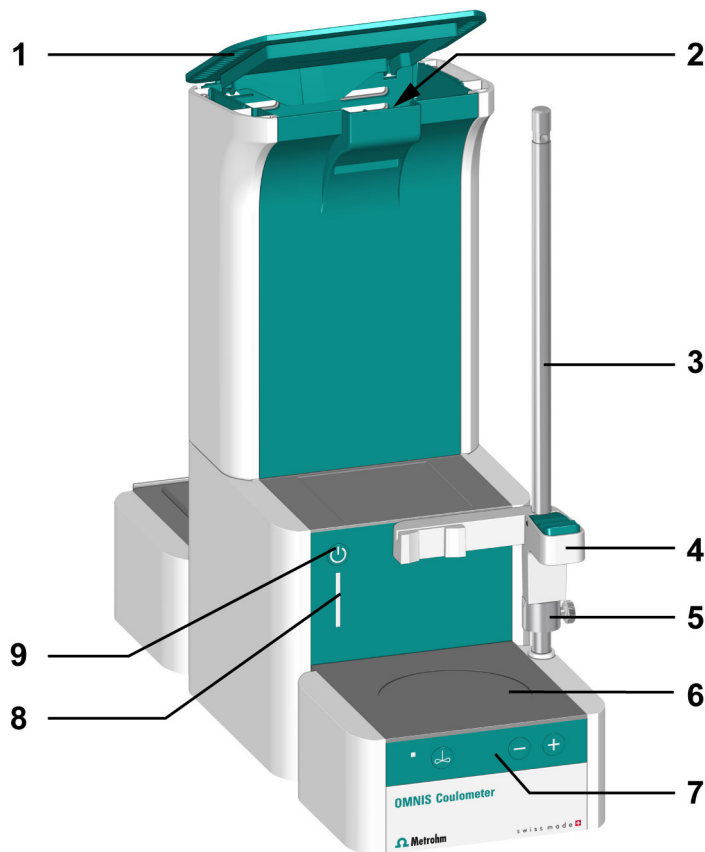


Abbildung 1 OMNIS Coulometer (mit Magnetrührer) – Übersicht

1	Deckel	2	Internes Messinterface
3	Stativstange (6.2016.050)	4	Titrierzellenhalter (6.02047.000)
5	Stelling (6.2013.010)	6	Magnetrührer
7	Bedienleiste des Magnetrührers	8	Statusanzeige
9	Ein/Aus-Schalter		

3.1.1 Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Varianten

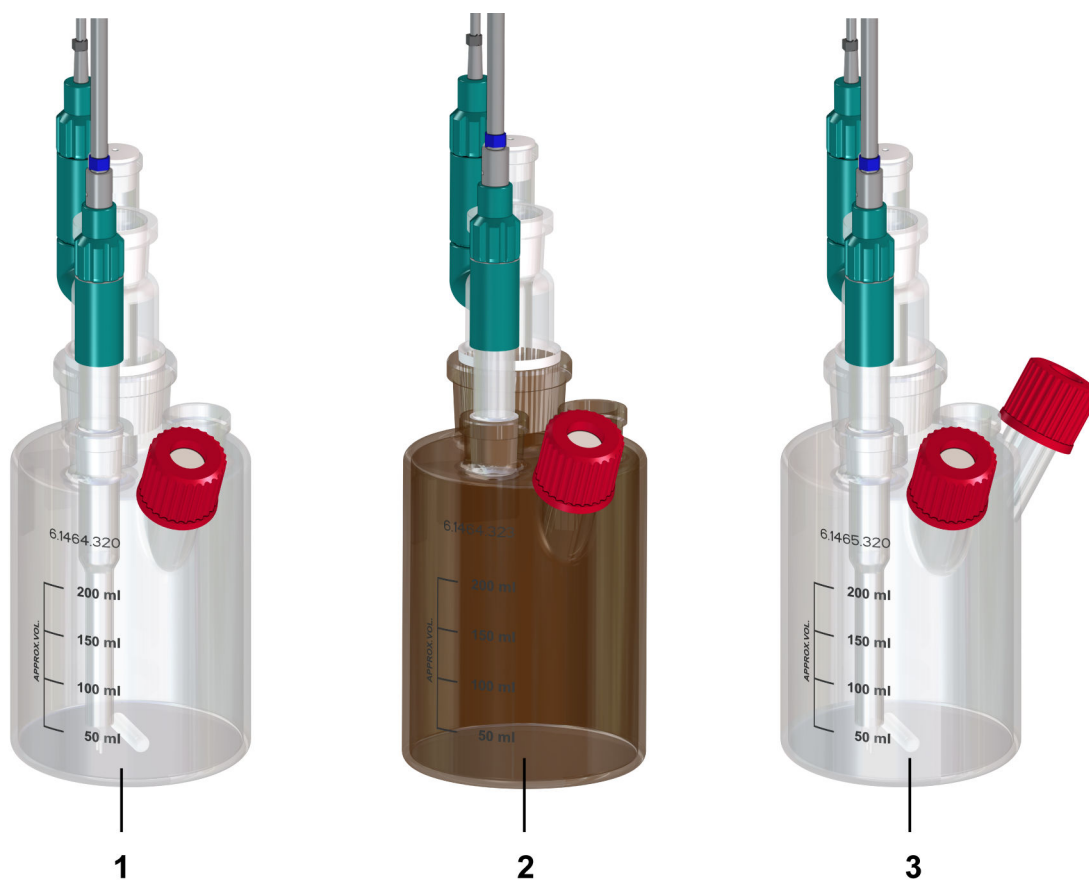


Abbildung 2 3 Varianten der coulometrischen Karl-Fischer-Titrierzelle

- | | | | |
|----------|--|----------|---|
| 1 | Karl-Fischer-Titrierzelle / 80 - 250 mL / coulometrisch (6.1464.320) | 2 | Karl-Fischer-Titrierzelle aus Braunglas / 80 - 250 mL / coulometrisch (6.1464.323) |
| 3 | Karl-Fischer-Titrierzelle mit 2 seitlichen Öffnungen / 80 - 250 mL / coulometrisch (6.1465.320) | | |

3.1.2 Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Übersicht

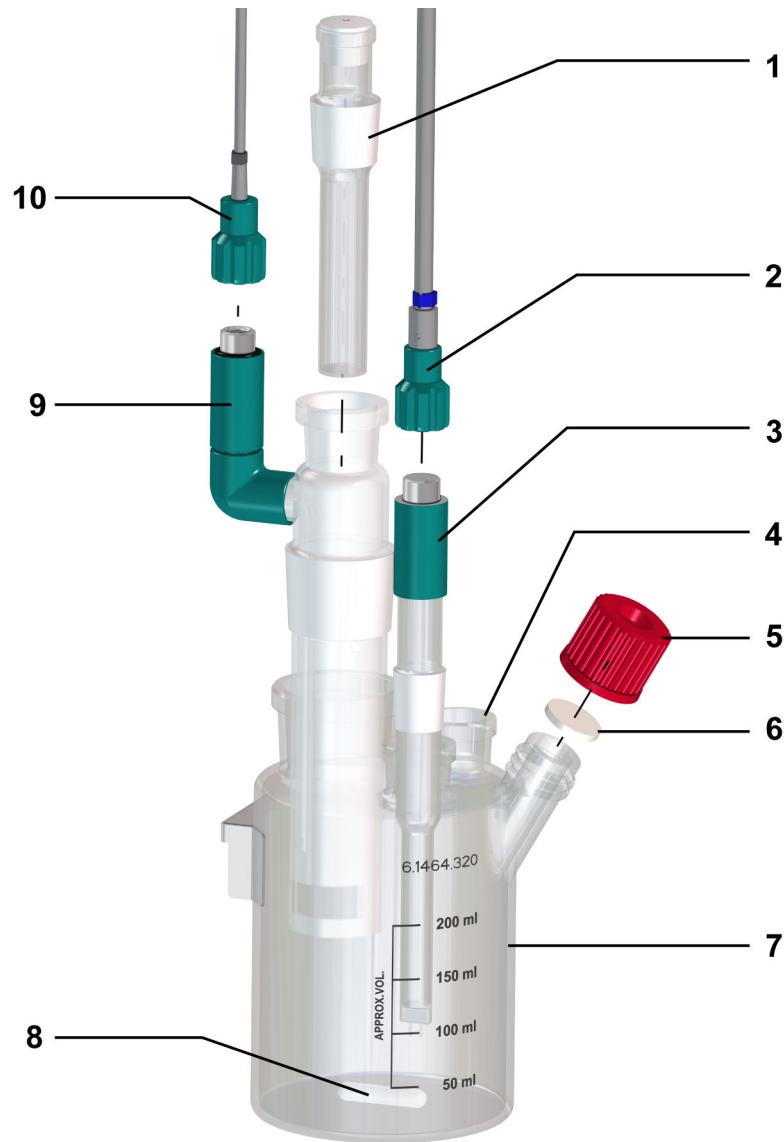


Abbildung 3 Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle (bestückt) – Übersicht

- | | |
|--|---|
| <p>1 Adsorberrohr (6.1403.030)
Mit Schliffmanschette (6.2713.020)
In Kombination mit einem OMNIS Sample Robot Oven ggf. mit Schlaucholive (6.1808.310) für einen Schlauch zum Ableiten von Gasen.</p> | <p>2 Indikatorelektrodenkabel (6.02104.040)
Mit blauer Kodierung für polarisierbare Metallelektroden</p> |
|--|---|

3	Indikatorelektrode Mit Schliffmanschette (6.2713.000) z. B. Doppel-Pt-Draht-Elektrode für die Coulometrie (6.0341.100)
5	Schraubkappe (6.2701.040)
7	Karl-Fischer-Titrierzelle / 80 - 250 mL / coulometrisch mit befestigten Metallbügel für Titrierzellenhalter
9	Generatorelektrode Mit Schliffmanschette (6.2713.010) Ohne Diaphragma (6.00349.100) oder mit Diaphragma (6.00348.100)
4	Öffnung für Applikationsvarianten Schliffstopfen (6.1437.000) mit Schliffmanschette (6.2713.000)
6	Septum (6.1448.020) für manuelle Probenzugabe
8	Rührstäbchen 25 mm (6.1903.030)
10	Generatorelektrodenkabel (6.2104.620) Mit grauer Kodierung für Generatorelektroden

3.2 OMNIS Coulometer – Funktionsbeschreibung

Das OMNIS Coulometer besteht aus folgenden Funktionseinheiten:

- Anschlüsse an das Versorgungsnetz und an das Ethernet-Netzwerk
- Schnittstellen für den Anschluss weiterer Module
- Anschluss für 1 Generatorelektrode
- Messeingang **INPUT 1** für 1 Temperaturfühler / 1 pH-Elektrode / 1 polarisierbare Metallelektrode (Farbkodierung beachten)
- Messeingang **INPUT 2** für 1 Temperaturfühler / 1 pH-Elektrode (Farbkodierung beachten)
- 1 integrierter Magnetrührer, optional je nach Produktvariante

Das OMNIS Coulometer enthält die notwendige Logik, um das Titriersystem zu steuern. Das OMNIS Coulometer wird an die Energieversorgung und an das Ethernet-Netzwerk angeschlossen. Alle anderen Module des Titriersystems werden mit dem OMNIS Coulometer verbunden.

Das an das Ethernet-Netzwerk angeschlossene OMNIS Coulometer lässt sich mit der OMNIS Software bedienen. Das OMNIS Coulometer übernimmt dann neben der Energieversorgung aller Module des Titriersystems auch die Kommunikation des Titriersystems mit der OMNIS Software.

 Der Funktionsumfang des OMNIS Coulometer ist über die gewählte Funktionslizenz definiert.

Siehe auch

OMNIS Coulometer – Schnittstellen (Kapitel 3.5, Seite 16)

3.2.1 Magnetrührer – Funktionsbeschreibung

Der Magnetrührer sorgt dafür, dass die Probe gut durchmischt wird. Je nach Menge und Viskosität der Probe kann die Rührgeschwindigkeit angepasst werden. Der Magnetrührer wird über die Bedienleiste am Gerät oder über die OMNIS Software bedient.

3.2.2 Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Funktionsbeschreibung

Die coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle ist ein geschlossenes Gefäß für die Wassergehaltsbestimmung nach Karl Fischer. Die Bestückung unterscheidet sich je nach Applikationsvariante und Anwendung. Es gibt 3 Varianten der coulometrischen Karl-Fischer-Titrierzelle, um verschiedene Einsatzmöglichkeiten zu erfüllen:

- Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle (6.1464.320),
- Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle (6.1464.323) aus Braunglas,
- Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle (6.1465.320) mit 2 seitlichen Öffnungen.

Die coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle wird an einem Titrierzellenhalter an der Stativstange befestigt. Bei lichtempfindlichen Stoffen wird die Braunglasvariante empfohlen.

3.3 OMNIS-Hauptgerät – Anzeigeelemente und Bedienelemente

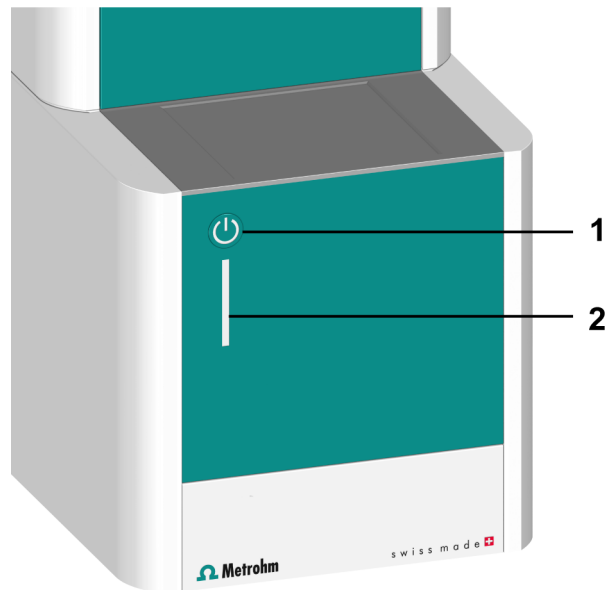


Abbildung 4 OMNIS-Hauptgerät – Anzeigeelemente und Bedienelemente

- ## 1 Ein/Aus-Schalter

- ## 2 Statusanzeige

Anzeigeelemente

Der Status des OMNIS-Hauptgeräts wird über die Statusanzeige (4-2) in unterschiedlichen Farben angezeigt (siehe System – Signale, Seite 15).

Bedienelemente







Der Ein/Aus-Schalter (4-1) dient der hardwareseitigen Bedienung des OMNIS-Hauptgeräts.

Tabelle 3 Verhalten des Ein/Aus-Schalters

Drückdauer	Akustisches Signal	Funktion
Kurzes Drücken (1 – 5 s)	Piepton nach 1 s	Gerät einschalten. Gerät herunterfahren.
Sehr langes Drücken (> 10 s)	Andauernder Piepton nach 8 s	Herunterfahren erzwingen.

3.4 System – Signale

Systemkomponenten mit Statusanzeigeelementen zeigen ihren Betriebszustand mit Farben und/oder Blinkmustern an. Die Bedeutung der Farben und Blinkmuster ist in folgender Tabelle dargestellt.

Visuelles Signal		Bedeutung
	LED leuchtet gelb.	Systemstart oder Initialisierung
	LED blinkt gelb (langsam).	Bereit für Verbindungsaufbau oder Kupplung
	LED blinkt gelb (schnell).	Verbindungsaufbau gestartet oder Kupplung im Gang
	LED leuchtet grün.	Betriebsbereit
	LED blinkt grün (langsam).	In Betrieb
	LED blinkt rot (schnell).	Störung oder Fehler

Einige Systemkomponenten verwenden nur einen Teil der dargestellten Blinkmuster.

3.5 OMNIS Coulometer – Schnittstellen

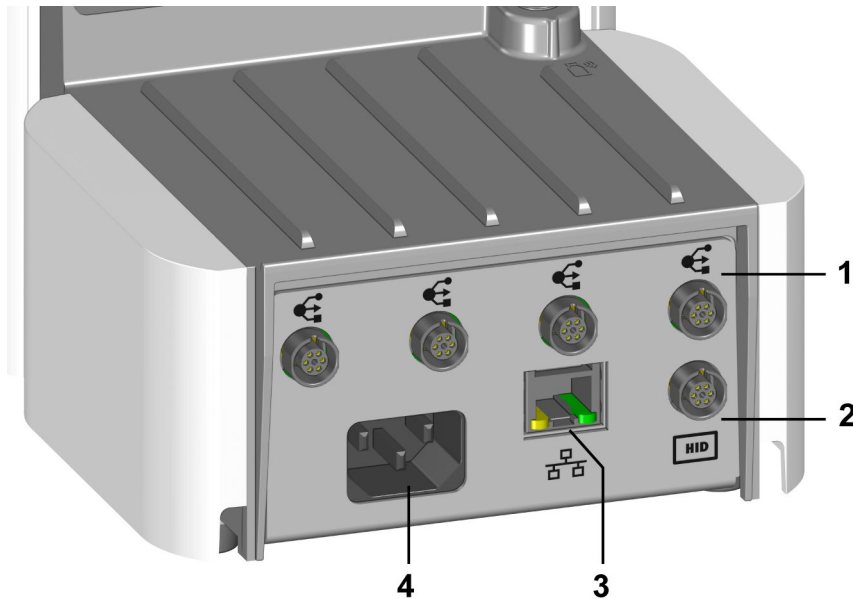


Abbildung 5 OMNIS Coulometer – Schnittstellen und Anschlüsse

- | | |
|---|---|
| <p>1 MDL-Anschlüsse
MDL = Metrohm Device Link.
Anschlussbuchse für Verbindungskabel zwischen OMNIS-Produkten</p> | <p>2 HID-Anschluss
HID = Human Interactive Device.
Anschlussbuchse für externe Bedieneinheiten</p> |
| <p>3 Ethernet-Netzwerkanschluss oder LAN-Anschluss
LAN = Local Area Network.
Anschlussbuchse für ein Verbindungskabel zum lokalen Netzwerk</p> | <p>4 Netzanschluss-Buchse
Anschlussbuchse für die Energieversorgung</p> |

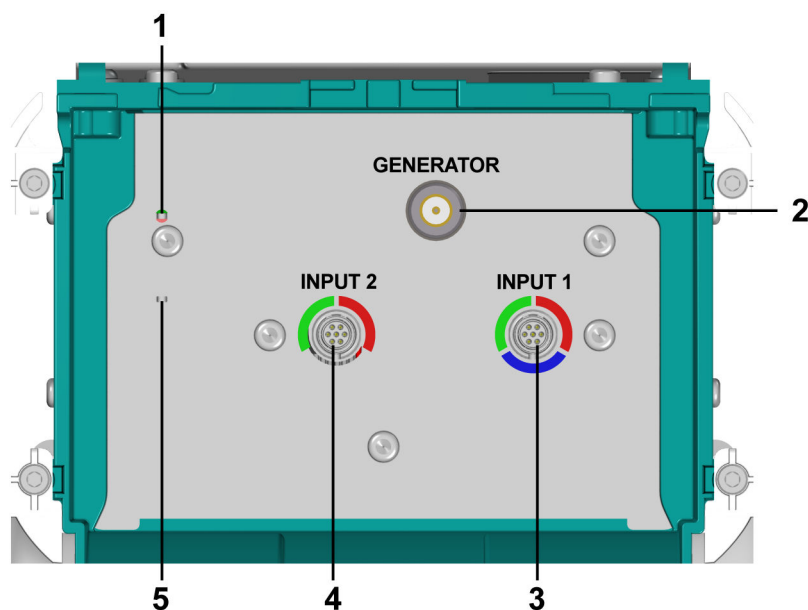


Abbildung 6 OMNIS Coulometer oder OMNIS Coulometer Module – internes Messinterface

1 Anzeigeelement Anzeigeelement für den GENERATOR-Ausgang	2 GENERATOR Anschluss für Generatorelektrode (graue Kodierung)
3 INPUT 1 Temperaturfühler (rote Kodierung) oder Messeingang für polarisierbare Metallelektrode (blaue Kodierung) oder Messeingang für potentiometrischen Sensor (grüne Kodierung)	4 INPUT 2 Temperaturfühler (rote Kodierung) oder Messeingang für potentiometrischen Sensor (grüne Kodierung)
5 Anzeigeelement Anzeigeelement für das interne Messinterface	

Messeingänge INPUT 1 und INPUT 2

Die Messeingänge **INPUT 1** und **INPUT 2** sind mit farbigen Kreissegmenten markiert. Die Markierungen weisen darauf hin, dass in die jeweilige Anschlussbuchse nur bestimmte Typen von Elektrodenkabeln eingesteckt werden dürfen:

Tabelle 4 Bedeutung der Farben

Rot	Der Anschluss unterstützt Temperaturfühler.
Blau	Der Anschluss unterstützt polarisierbare Metallelektroden.



Grün	Der Anschluss unterstützt potentiometrische Sensoren.
Grau	Der Anschluss unterstützt eine Generatorelektrode.

5 Installation

5.1 Installation durch Metrohm

Die Installation des Systems übernimmt grundsätzlich der regionale Metrom-Service-Vertreter.

5.2 Aufstellort

Das Produkt ist nur für den Betrieb in Innenräumen geeignet und darf nicht in explosionsgefährdeter Umgebung verwendet werden.

Für den Aufstellort gelten folgende Anforderungen:

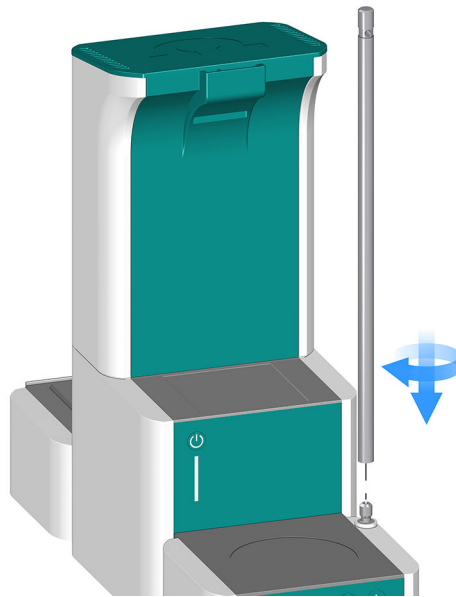
- Der Raum ist gut belüftet, vor direkter Sonneneinstrahlung und übermässigen Temperaturschwankungen geschützt.
- Die Stellfläche ist stabil und erschütterungsfrei. Die Stellfläche muss für Masse und Gewicht der Komponenten (siehe Technische Daten) geeignet sein.
- Alle Kabel und Anschlüsse sind während des Betriebs zugänglich. Kabel sind sicher verlegt (keine Stolperfallen).
- Der Arbeitsplatz ist ergonomisch gestaltet und ermöglicht einen störungsfreien Betrieb des Produkts.

5.3 Magnetrührerzubehör montieren

Erforderliches Zubehör:

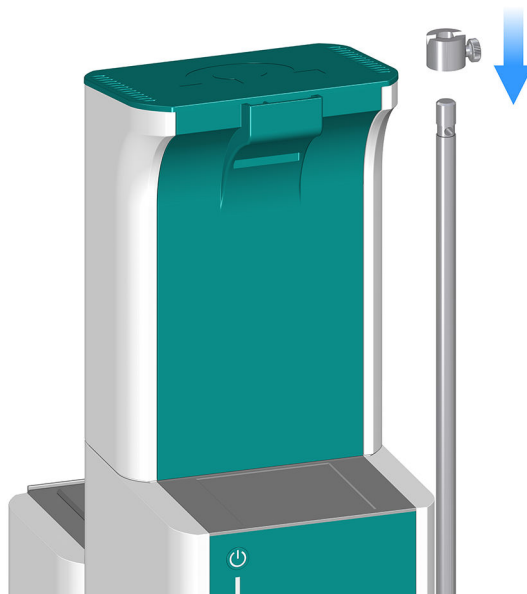
- Stativstange (6.2016.050)
- Stelling (6.2013.010)
- Titrierzellenhalter (6.02047.000)

1 Stativstange montieren



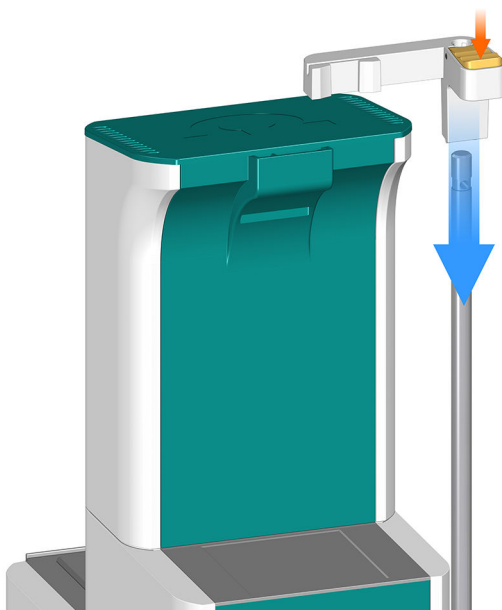
- Die Stativstange auf den Stativaufsatz aufschrauben.

2 Stellring montieren



- Den Stellring mit der Kerbe nach oben über die Stativstange schieben.

3 Titrierzellenhalter montieren




- Den grünen Feststellhebel am Titrierzellenhalter drücken.
- Den Titrierzellenhalter über die Stativstange schieben.
- Zum Fixieren den grünen Feststellhebel auf der gewünschten Höhe loslassen.

5.4 Adsorberkartusche füllen

Je nach OMNIS-Produkt stehen unterschiedliche Adsorberkartuschen oder Adsorberrohre zur Verfügung.

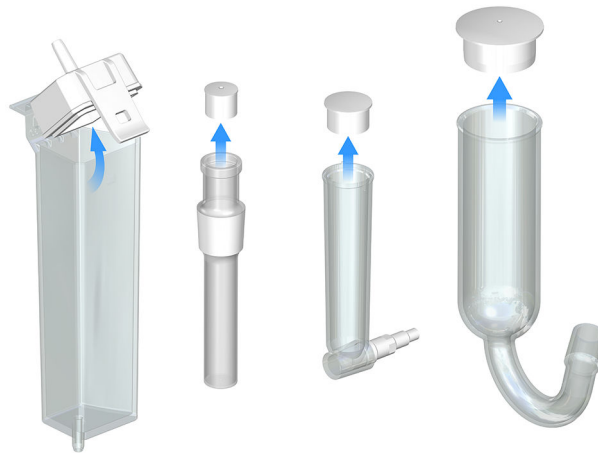
Tabelle 5 Verfügbare Adsorberkartuschen oder Adsorberrohre

Adsorberkartusche / Adsorberrohr	Artikelnummer	Abbildung
Adsorberkartusche für OMNIS Solvent Module	6.01807.000	

23



1 Deckel vom Gehäuse entfernen



- Adsorberkartusche: Den Deckel inkl. Dichtung vom Gehäuse ausklinken und entfernen.
- Adsorberrohr: Den Deckel aus dem Gehäuse hochziehen und entfernen.


2 Molekularsieb (falls vorhanden) entfernen

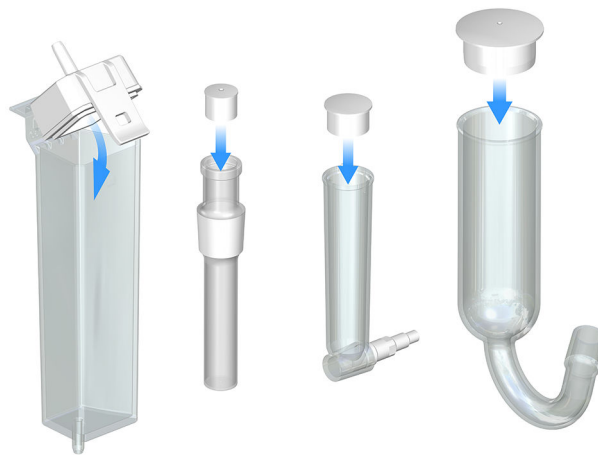
- Das Molekularsieb entfernen und mindestens 24 Stunden im Trockenschrank bei 300 °C regenerieren. Zur Abkühlung in einen Exsikkator geben und danach in einer Glasflasche luftdicht verschliessen, siehe auch [FAQ zur Karl Fischer Titration](#).

3 Molekularsieb einfüllen

- Adsorberkartusche: Einen bodenbedeckenden Wattepfropfen locker unten in das Gehäuse einlegen. Die Watte nicht zu fest stopfen, um genügend Gasdurchfluss zu ermöglichen. Das Gehäuse bis ca. 1 cm unter den Gehäuserand mit Molekularsieb befüllen.
- Adsorberrohr: Einen kleinen Wattepfropfen auf das Molekularsieb legen. Die Watte nicht zu fest stopfen, um genügend Gasdurchfluss zu ermöglichen.

4 Gehäuse mit Deckel verschliessen

-  Sicherstellen, dass die Dichtungsfläche zwischen dem Gehäuse und dem Deckel sauber, trocken und ohne jegliche Füllmaterialreste ist.



- Adsorberkartusche: Den Deckel inkl. Dichtung in die Gehäusesseite einhaken und mit Einklinken verschliessen.
- Adsorberrohr: Das Gehäuse mit dem Deckel verschliessen.

i Bei mässiger Luftfeuchtigkeit das Molekularsieb ca. alle 6 Wochen ersetzen.

Ein Anstieg der Drift ist ein Indiz, dass das Molekularsieb gesättigt ist und deshalb die Luftfeuchtigkeit in die coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle gelangt.

Tipp:

Nach dem Ersetzen des Molekularsiebes das Datum auf das Adsorbergehäuse schreiben.

5.5 Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle bestücken



VORSICHT

Schnittgefahr durch scharfe Kanten

Schnittverletzungen durch beschädigte Glasteile oder Glassplitter.

- Glasteile (z. B. Elektroden, Flaschen) sorgfältig und vorsichtig behandeln.
- Nur unbeschädigte Glasteile verwenden.
- Beschädigte Glasteile unverzüglich entsorgen.

Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle vorbereiten

Voraussetzung:

- Das Adsorberrohr der Generatorelektrode (6.1403.030) ist mit Watte und Molekularsieb gefüllt (*siehe "Adsorberkartusche füllen", Kapitel 5.4, Seite 22*).
- Bei Verwendung eines Dosiermoduls: Das Adsorberrohr für Reagenzwechsel (6.1619.020) ist mit Watte und Molekularsieb gefüllt.

Erforderliches Zubehör:

- Indikatorelektrode, Generatorelektrode, Adsorberrohr etc. (siehe "Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Übersicht", Kapitel 3.1.2, Seite 11)

- 1 Ein Rührstäbchen in der Karl-Fischer-Titrierzelle platzieren.
- 2 Die Schliffmanschetten auf die richtige Länge zuschneiden. Darauf achten, dass keine Fransen entstehen.
- 3 Die Schliffmanschetten über die Schliffe der Elektroden und des Adsorberrohrs schieben. Ausserdem eine Schliffmanschette auf den Adapter für Applikationsvarianten schieben.

Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle bestücken

Voraussetzung:

- Die Karl-Fischer-Titrierzelle ist vorbereitet.

- 1 Das mit Molekularsieb befüllte Adsorberrohr in die Generatorelektrode einsetzen.
- 2 Die Generatorelektrode in die hintere grosse Schlifföffnung einsetzen.
- 3 Die Indikatorelektrode in die linke Schlifföffnung einsetzen.
- 4 Ein Elektrodenkabel mit blauer Kodierung auf der Indikatorelektrode festschrauben.
- 5 Ein Elektrodenkabel mit grauer Kodierung auf der Generatorelektrode festschrauben.
- 6 Das Septum auf die vordere Öffnung der Titrierzelle legen und mit der Schraubkappe zuschrauben.

- Die Schraubkappe nur so stark anziehen, dass alles dicht ist.
Das Septum darf sich nicht durchbiegen.

- 7 Karl-Fischer-Titrierzelle füllen. (siehe "Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle füllen", Kapitel 5.6, Seite 27).
- 8 Je nach Applikation gewünschten Adapter in die Öffnung für Applikationsvarianten einsetzen.

Siehe auch

Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle – Übersicht (Kapitel 3.1.2, Seite 11)

5.6 Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle füllen



WARNUNG

Kontakt mit Chemikalien

Chemikalien können Verätzungen verursachen.

- Persönliche Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Handschuhe) tragen.
- Absaugeinrichtung bei Arbeiten mit verdampfenden Gefahrstoffen verwenden.

Verwendung einer Generatorelektrode mit Diaphragma

Voraussetzung:

- Die Karl-Fischer-Titrierzelle ist mit der Generatorelektrode mit Diaphragma vollständig bestückt. Bestandteile bei 50 °C im Ofen vortrocknen.

- 1 Das Adsorberrohr aus der Generatorelektrode entfernen.
- 2 Ca. 5 mL Katholyt in die Generatorelektrode füllen.
- 3 Das Adsorberrohr in die Generatorelektrode einsetzen.
- 4 Den rechten Schliffstopfen aus der Karl-Fischer-Titrierzelle entfernen.
- 5 Mithilfe eines Trichters so viel Anolyt in die Karl-Fischer-Titrierzelle einfüllen, bis die 100 mL Markierung auf der Titrierzelle erreicht ist.
Das Niveau des Anolyten sollte etwa 1 bis 2 mm über dem Niveau des Katholyts sein.
- 6 Die rechte Schlifföffnung mit dem Schliffstopfen (mit aufgesetzter Schliffmanschette) schliessen.

Verwendung einer Generatorelektrode ohne Diaphragma

Voraussetzung:

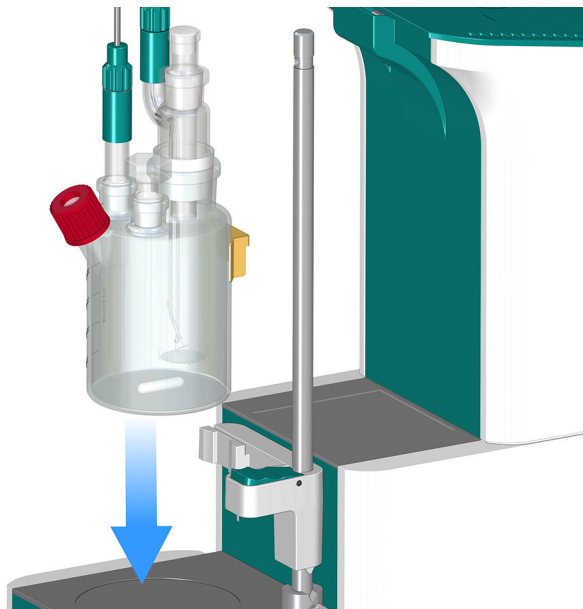
- Die Karl-Fischer-Titrierzelle ist mit der Generatorelektrode ohne Dia-phragma vollständig bestückt. Bestandteile bei 50 °C im Ofen vortrock-nen.
- 1 Den rechten Schliffstopfen aus der Karl-Fischer-Titrierzelle entfernen.
 - 2 Ca. 100 mL Reagenz mit Hilfe eines Trichters in die Karl-Fischer-Titrierzelle einfüllen.
 - 3 Die rechte Schlifföffnung mit dem Schliffstopfen (mit aufgesetzter Schliffmanschette) schliessen.

5.7 Coulometrische Karl-Fischer-Titrierzelle montieren

Voraussetzung:

- Die Stativstange ist mit Stellring und Titrierzellenhalter montiert (*siehe Magnetrührerzubehör montieren, Seite 20*).

1 Titrierzelle platzieren

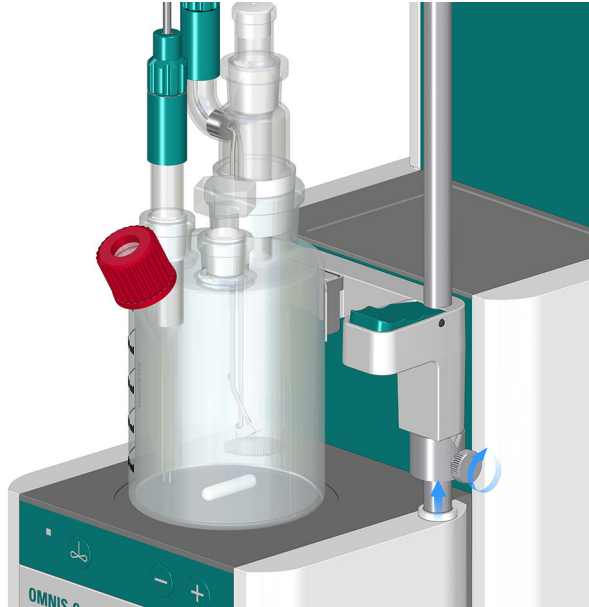


- Metallbügel der coulometrischen Karl-Fischer-Titrierzelle über den Titrierzellenhalter schieben.

2 Position der Titrierzelle prüfen

- Die Titrierzelle ist im Zentrum des Magnetrührers positioniert.

3 Stellring einstellen



- Den Stellring unter den Titrierzellenhalter schieben.
- Den Stellring so drehen, dass der Keil am Titrierzellenhalter in die Kerbe des Stellrings passt.
- Den Stellring mit der Rändelschraube auf gewünschter Höhe fixieren.

Der Stellring dient als unterer Anschlag für den Titrierzellenhalter. Der Anschlag erleichtert die korrekte Platzierung der Titrierzelle auf dem Magnetrührer.

5.8 Elektroden anschliessen



VORSICHT

Beschädigung der Indikatorelektrode

Die Indikatorelektrode wird beschädigt, falls sie am Anschluss für die Generatorelektrode angeschlossen wird. Die beiden Elektroden haben den gleichen Steckkopf und können falsch angeschlossen werden. Die Anschlüsse am Gerät sind unterschiedlich.

- Farbcodierung der Elektrodenkabel und Kennzeichnung der Anschlussbuchsen beachten:
 - Elektrodenkabel mit **grauer Codierung** am Anschluss **GENERATOR** einstecken und die Generatorelektrode montieren.
 - Elektrodenkabel mit **blauer Codierung** in den Messeingang **INPUT 1** einstecken und die Indikatorelektrode montieren.



Falls sich der Stecker nicht leicht einstecken lässt, den Stecker unter sanftem Druck leicht nach rechts oder links drehen, bis er in die Buchse einrastet.

- Den roten Punkt am Stecker zur Kerbe am Messeingang ausrichten.
- Den Stecker einstecken, bis er fühlbar einrastet.

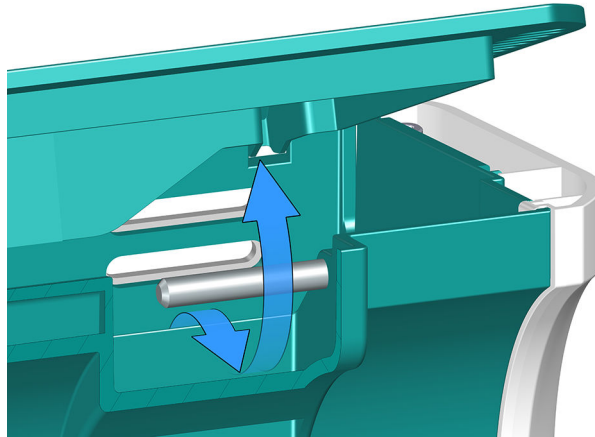
Generatorelektrode und Indikatorelektrode anschliessen

Voraussetzung:

- Das Elektrodenkabel mit grauer Codierung ist auf der Generatorelektrode festgeschraubt.
- Das Elektrodenkabel mit blauer Codierung ist auf der Indikatorelektrode festgeschraubt.

- 1 Deckel am OMNIS Coulometer oder OMNIS Coulometer Module öffnen.
- 2 Elektrodenkabel mit **grauer Codierung** am Anschluss **GENERATOR** einstecken.
- 3 Elektrodenkabel mit **blauer Codierung** in den Messeingang **INPUT 1** einstecken.

4 Kabel herausführen



Die Kabel unter dem Steg hindurch herausführen.

5 Deckel schliessen.

5.9 Netzkabel einstecken



WARNUNG

Stromschlag durch elektrische Spannung

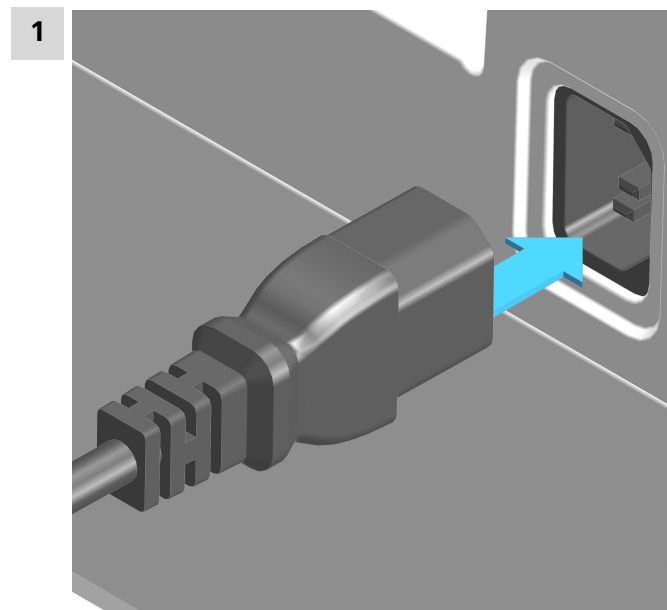
Verletzungsgefahr durch Berühren von Bauteilen, die unter elektrischer Spannung stehen, oder durch Feuchtigkeit auf stromführenden Teilen.

- Niemals das Gehäuse des Geräts öffnen, solange das Netzkabel angeschlossen ist.
- Stromführende Teile (z. B. Netzteil, Netzkabel, Anschlussbuchsen) vor Feuchtigkeit schützen.
- Sobald der Verdacht besteht, dass Feuchtigkeit ins Gerät eingedrungen ist, das Gerät von der Energieversorgung trennen.
- Servicearbeiten und Reparaturarbeiten an elektrischen und elektronischen Bauteilen darf nur Personal ausführen, das von Metrom dafür qualifiziert ist.

Erforderliches Zubehör:

- Netzkabel:
 - Länge: max. 2 m
 - Anzahl Leiter: 3, mit Schutzerde
 - Leiterquerschnitt: 3x min. 0.75 mm² / 18 AWG
- Gerätestecker:
 - IEC 60320, Typ C13, 10 A

- Netzstecker:
 - 6.2122.XX0 (gemäss Kundenanforderung), min. 10 A



- Das Netzkabel in die Netzanschluss-Buchse des Produkts einstecken. Nur zulässige Netzkabel verwenden.
- Das Netzkabel an die Energieversorgung anschliessen.
- Um das Produkt stromlos zu schalten, Netzkabel von der Energieversorgung trennen.

6 Inbetriebnahme

6.1 Erstinbetriebnahme durch Metrohm

Die Erstinbetriebnahme des Systems übernimmt grundsätzlich der regionale Metrohm-Service-Vertreter.

7 Coulometrische Titration

Die **coulometrische Karl-Fischer-Titration** ist eine Variante der klassischen Wassergehaltsbestimmungsmethode nach Karl Fischer.

7.1 OMNIS Coulometer – Prinzip der Coulometrie nach Karl Fischer

Die **coulometrische Karl-Fischer-Titration** ist eine Variante der klassischen Wassergehaltsbestimmungsmethode nach Karl Fischer. Die herkömmliche Methode arbeitet mit einer methanolischen Lösung von Iod, Schwefeldioxid und einer Base als Puffersubstanz. Wenn eine wasserhaltige Probe titriert wird, laufen mehrere Reaktionen ab, die sich in der folgenden Summengleichung zusammenfassen lassen:



I_2 reagiert nach obiger Gleichung quantitativ mit H_2O . Diese chemische Gleichung bildet die Grundlage für die Wassergehaltsbestimmung.

Bei der **coulometrischen Karl-Fischer-Titration** wird das benötigte Iod direkt im iodidhaltigen Elektrolyten auf elektrochemischem Weg erzeugt ("elektronische Bürette"). Zwischen der elektrischen Ladungsmenge und der Menge des erzeugten Iods besteht eine streng quantitative Beziehung, die für die hochpräzise Dosierung des Iods verwendet wird. Da die coulometrische Karl-Fischer-Methode eine **Absolutbestimmung** ist, muss kein Titer bestimmt werden. Es muss nur sichergestellt sein, dass die Reaktion, welche das Iod erzeugt, mit 100 % Stromausbeute abläuft. Alle heute erhältlichen Reagenzien stellen dies sicher.

Die Endpunktindikation erfolgt voltammetrisch, indem einer Doppel-Pt-Elektrode ein Wechselstrom konstanter Stärke aufgeprägt wird. Dadurch entsteht zwischen den Pt-Drähten eine Spannungsdifferenz. Diese nimmt drastisch ab, sobald geringste Mengen freien Iods vorhanden sind. Dieser Umstand wird zur Ermittlung des Endpunktes der Titration verwendet.

7.2 OMNIS Coulometer – Arbeiten mit Wasserstandards

Zertifizierte Wasserstandards

Zur Validierung des Gerätes, als ganzes integriertes System, sollten handelsübliche, zertifizierte Wasserstandards mit den Wassergehalten 1.00 ± 0.003 mg/g und/oder 0.10 ± 0.005 mg/g verwendet werden.


 Der 1.0 mg/g-Wasserstandard ist einfacher in der Handhabung und deshalb vorzuziehen.

Tabelle 6 Empfohlene Einwägebereiche

Wasserstandard 1.0 mg/g	0.2 ... 2.0 g
Wasserstandard 0.1 mg/g	0.5 ... 5.0 g

7.3 OMNIS Coulometer – Probenzugabe

Dieses Kapitel enthält einige Hinweise für die Probenzugabe. Eine vollständige Behandlung dieses Themas ist hier nicht möglich. In der Literatur der Reagenzhersteller und in folgenden **Metrohm Application Bulletins** finden Sie weitere Hinweise:

Bulletin Nr.	Titel
Nr. 137	Coulometrische Wassergehaltsbestimmung nach Karl Fischer
Nr. 142	Wassergehaltsbestimmung nach Karl Fischer in nicht explosiven Gasen
Nr. 145	Bestimmung kleiner Wassergehalte in Kunststoffen nach der KF-Ofenmethode
Nr. 209	Coulometrische Wassergehaltsbestimmungen nach Karl Fischer in Isolierölen, Kohlenwasserstoffen und deren Produkten

Grösse der Probeneinmasse

Die Probeneinwaage sollte klein sein, damit man möglichst viele Proben in der gleichen Elektrolytlösung titrieren kann und damit die Titrationszeit kurz ist. Achten Sie aber darauf, dass die Probe mindestens 50 µg H₂O enthält. Einen Anhaltspunkt für das Probeneinmass gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 7 Empfohlene Probeneinmasse

Wassergehalt der Probe	Probeneinmasse	Resultierender Wassergehalt
10'000 ppm = 1 %	10 ... 100 mg	100 ... 1'000 µg

Wassergehalt der Probe	Probeneinmass	Resultierender Wassergehalt
1'000 ppm = 0.1 %	100 mg ... 1 g	100 ... 1'000 µg
100 ppm = 0.01 %	1 g	100 µg
10 ppm = 0.001 %	5 g	50 µg

Arbeiten mit flüssigen Proben

Flüssige Proben werden mit einer Spritze zugegeben. Die Proben können auf zwei Arten eingespritzt werden:

- Man nimmt eine Spritze mit langer Nadel, die man während des Injizierens in das Reagenz eintaucht.
- Man nimmt eine Spritze mit kurzer Nadel und saugt den letzten Tropfen wieder in die Nadel zurück.

Die eingespritzte Probenmenge bestimmen Sie am besten, indem Sie die Probe rückwägen.

Für **Spurenbestimmungen und Validierungen** sollten Sie Glasspritzen verwenden. Metrohm empfiehlt, diese von einem speziellen Spritzenhersteller zu beziehen.

Leicht flüchtige oder niedrigviskose Proben sollten vor der Probenahme gekühlt werden. Dadurch werden Verluste während des Arbeitens vermieden. Die Spritze darf jedoch nicht direkt gekühlt werden, da sich dabei Kondenswasser bilden kann. Aus dem gleichen Grund darf keine Luft in eine Spritze aufgesogen werden, in die zuvor eine gekühlte Probe aufgezogen wurde.

Hochviskose Proben können durch Erwärmen dünnflüssiger gemacht werden. Die Spritze muss dabei ebenfalls erwärmt werden. Das gleiche Ziel kann auch durch Verdünnen mit einem geeigneten Lösungsmittel erreicht werden. In diesem Fall muss der Wassergehalt des Lösungsmittels bestimmt und als Blindwert abgezogen werden.

Wenn Proben nur **Spuren von Wasser** enthalten, muss die Spritze gut vorgetrocknet werden. Nach Möglichkeit soll die Spritze mit der Probenlösung gespült werden, indem die Lösung mehrere Male aufgezogen und verworfen wird.

Arbeiten mit festen Proben

Feste Proben wie z. B. Pulver, Pasten, Fette und Öle werden, falls möglich, in einem geeigneten Lösungsmittel extrahiert oder gelöst. Die resultierende Lösung wird eingespritzt, wobei eine Blindwertkorrektur für das Lösungsmittel vorgenommen werden muss.

Wenn für eine feste Probe kein geeignetes Lösungsmittel gefunden werden kann, oder wenn die Probe mit dem Karl-Fischer-Reagenz reagiert, sollte ein Karl-Fischer-Ofen verwendet werden.

7.4 OMNIS Coulometer – Optimale Arbeitsbedingungen

Allgemeines

Wenn eine gut vorgetrocknete Titrierzelle mit einer Generatorelektrode ohne Diaphragma in Betrieb genommen wird, ist die Grunddrift innerhalb von ca. 30 Minuten erreicht. Metrohm empfiehlt, die Titrierzelle in dieser Zeit mehrmals vorsichtig zu schütteln.

Bei Generatorelektroden mit Diaphragma sollten Sie mit einer Vorbereitungszeit von ca. 2 Stunden rechnen.

Für präzise Bestimmungen von Wassermengen unter 100 µg kann es ebenfalls vorteilhaft sein, die Titrierzelle vor dem Einsatz über Nacht zu konditionieren.

Drift

Eine konstante Drift im Bereich von $\leq 4 \mu\text{g}/\text{min}$ ist in Ordnung. Tiefere Werte sind jedoch durchaus möglich. Wenn höhere, stabile Werte auftreten, sind die Resultate in der Regel immer noch gut, da die Drift kompensiert werden kann.

Eine hoch bleibende Drift kann durch wasserhaltige Depots an unzugänglichen Stellen der Titrierzelle verursacht werden. In diesen Fällen wird durch Schütteln der Zelle ein Absinken des Wertes erzielt. Achten Sie darauf, dass sich in der Titrierzelle keine Tropfen oberhalb des Flüssigkeitsniveaus bilden.

Wenn Sie mit einer Generatorelektrode mit Diaphragma arbeiten, schütteln Sie die Zelle nur so stark, dass die Wände der Titrierzelle leicht benetzt sind.

 Die Flüssigkeit darf die Decke der Titrierzelle nicht berühren.

Wenn auch nach dem Schütteln der Zelle die Drift über längere Zeit zu hoch bleibt, sollten die Elektrolytlösungen ersetzt werden. Der Katholyt sollte einmal pro Woche ersetzt werden.

Ein nasser Katholyt kann ein anderer Grund für die zu hohe Drift sein. Der nasse Katholyt kann mit einem KF-Einkomponentenreagenz getrocknet werden.

Indikatorelektrode

Eine neue Indikatorelektrode kann eine gewisse Einlaufzeit zur Formierung der Oberfläche benötigen. Dabei können ungewöhnlich lange Titrationszeiten und zu hohe Messergebnisse auftreten. Diese Phänomene ver-

schwinden aber nach kurzer Gebrauchszeit. Um die Einstellung einer neuen Indikatorelektrode zu fördern, kann das Gerät z. B. über Nacht konditionieren.

Metrohm empfiehlt, die Rührrichtung so zu wählen, dass das generierte Iod aus der Zelle den kürzesten Weg zur Indikatorelektrode hat. Der längere Weg kann zu schwankenden Driftwerten führen.

Eine verschmutzte Indikatorelektrode kann mit einem Scheuermittel (Poliersatz 6.2802.000 oder Zahnpasta) sorgfältig gereinigt werden. Nach der Reinigung mit Ethanol spülen.

Die beiden Pt-Drähte der Indikatorelektrode sollten möglichst parallel zueinander verlaufen. Prüfen Sie die Pt-Drähte, bevor Sie die Elektrode einsetzen.

8 Bedienung und Betrieb

8.1 Bedienung


Das Produkt kann über die OMNIS Software bedient werden. Weitere Informationen zur OMNIS Software unter [OMNIS Help](#).

8.1.1 Einschalten und Ausschalten

HINWEIS

Datenverlust

Das stromlos Schalten von OMNIS-Geräten (z. B. über eine Steckerteile) kann zu einem irreversiblen Datenverlust führen. Falls das Gerät nicht mehr verwendbar sein sollte, den regionalen Metrohm-Service-Vertreter kontaktieren.


- Den Ein/Aus-Schalter  während 1 Sekunde drücken, um das Gerät sicher herunterzufahren.
- Warten bis die Statusanzeige erlischt und erst danach stromlos schalten.

1 OMNIS-Hauptgerät einschalten

Den Ein/Aus-Schalter  während 1 Sekunde drücken.


- Die Statusanzeige leuchtet gelb: Der Startup-Vorgang läuft.
- Die Statusanzeige blinkt gelb: Das Gerät kann von einem OMNIS-System reserviert werden.
- Die Statusanzeige leuchtet grün: Das Gerät ist von einem OMNIS-System reserviert und betriebsbereit.

2 OMNIS-Hauptgerät ausschalten

Den Ein/Aus-Schalter  während 1 Sekunde drücken, bis ein einfaches Tonsignal ertönt.

- Die Statusanzeige erlischt und das OMNIS-Hauptgerät ist ausgeschaltet.

Der Magnetrührer hält an.

 Falls der Magnetrührer mit hoher Rührgeschwindigkeit läuft, Rührgeschwindigkeit vor dem Ausschalten reduzieren.

Alternativ Magnetrührer in der OMNIS Software unter *Manuelle Bedienung* einschalten und ausschalten.

8.2.2 Magnetrührer einstellen

Die Rührgeschwindigkeit kann in 15 Stufen verstellt werden.

Voraussetzung:

Der Magnetrührer ist eingeschaltet.

1 Rührgeschwindigkeit stufenweise erhöhen

Die Taste  drücken.


Jeder Tastendruck erhöht die Rührgeschwindigkeit um 1 Stufe. Die aktuelle Rührgeschwindigkeit erscheint in der OMNIS Software unter **Manuelle Bedienung**.

2 Rührgeschwindigkeit verringern

Die Taste  drücken.

Jeder Tastendruck verringert die Rührgeschwindigkeit um 1 Stufe. Die aktuelle Rührgeschwindigkeit erscheint in der OMNIS Software unter **Manuelle Bedienung**.

Alternativ Rührgeschwindigkeit in der OMNIS Software unter *Manuelle Bedienung* einstellen.

 Die Rührrichtung lässt sich ausschliesslich in der OMNIS Software unter **Manuelle Bedienung** einstellen.

8.3 Reagenzwechsel

Die Elektrolytlösungen müssen in den folgenden Fällen ausgetauscht werden:

- Die Titrierzelle ist zu voll.
- Die Kapazität des KF-Reagenzes ist erschöpft.
- Die Drift ist zu hoch und durch Schütteln der Titrierzelle kann keine Verbesserung erreicht werden.
- In der Titrierzelle bildet sich ein Zweiphasengemisch. In diesem Fall kann auch nur die Probenphase abgesaugt werden.


Verbrauchte Elektrolytlösung am besten durch Absaugen entfernen. Der Vorteil ist, dass die Titrierzelle nicht auseinandergenommen werden muss. Ausserdem gelangt keine Luftfeuchtigkeit in die Titrierzelle, da sie nicht geöffnet wird.

Bei starker Kontamination kann die Titrierzelle mit einem geeigneten Lösungsmittel gespült werden, das ebenfalls abgesaugt wird.

Bei der Generatorelektrode mit Diaphragma sollte der Katholyt einmal pro Woche ersetzt werden. Längerer Gebrauch kann Schwarzfärbungen und gelbe Niederschläge im Kathodenraum verursachen. Ein unangenehmer Geruch ist ebenfalls ein Zeichen von zu langem Gebrauch des Katholyts.

8.3.1 Reagenzwechsel mit Dosierer

Bei einem Reagenzwechsel mit einem Dosierer wird das benutzte Reagenz durch den FEP-Schlauch aus der Karl-Fischer-Titrierzelle in die Zylindereinheit abgesaugt. Das benutzte Reagenz wird durch den am Wastepoint angeschlossenen FEP-Schlauch aus der Zylindereinheit in die Abfallflasche ausgestossen.

 Die Titrierzelle bei Bedarf mit mehreren Spülzyklen reinigen.

Das frische Reagenz wird aus dem Liquid Adapter durch den FEP-Schlauch in die Zylindereinheit dosiert. Das frische Reagenz wird aus der Zylindereinheit durch den FEP-Schlauch in die Titrierzelle dosiert.

Die Absaugspitze ist nach dem Dosieren mit frischem Reagenz gefüllt. Damit während der Messung keine Flüssigkeit aus der Absaugspitze in die Titrierzelle fließt, wird durch das Adsorberrohr trockene Luft in die Zylindereinheit gesogen. Die trockene Luft wird zusammen mit der Restflüssigkeit aus der Absaugspitze in die Titrierzelle ausgestossen. Damit kann die Titrierzelle vor der Messung vollständig getrocknet werden.

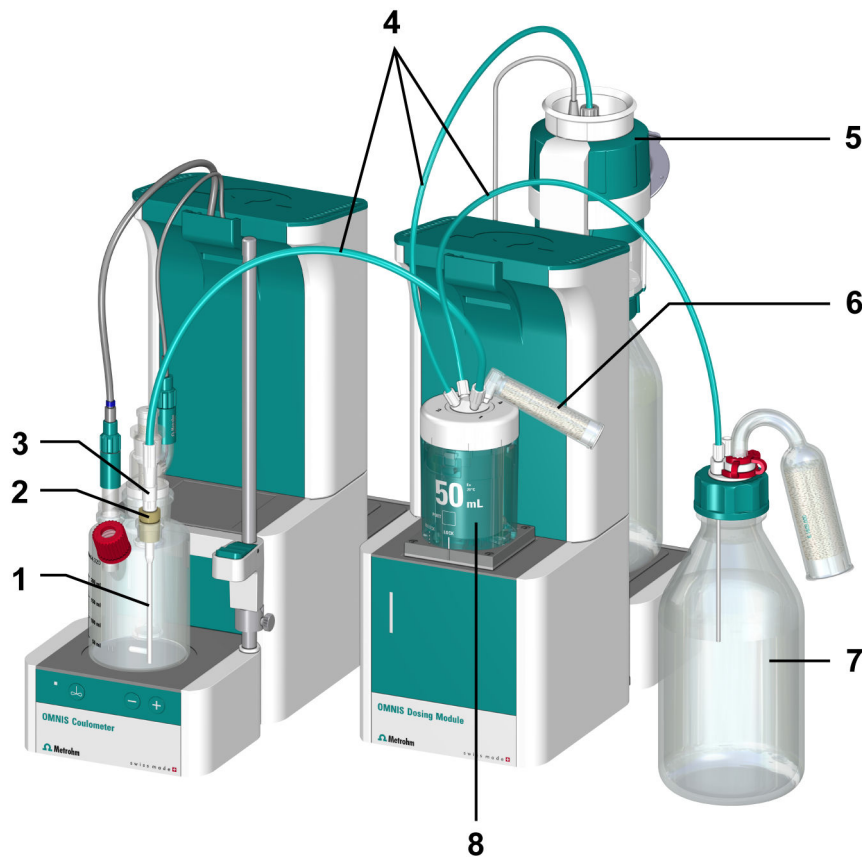


Abbildung 8 Reagenzwechsel mit OMNIS Dosing Module – Beispiel

1	Absaugspitze (6.1543.200) ohne Antidiffusionsventil	2	Stopfen für Reagenzwechsel (6.1446.060) mit Schliffmanschette (6.2713.000)
3	Adapter für Reagenzwechsel (6.2730.030) mit Nippel und O-Ring	4	FEP-Schläuche (6.1805.100)
5	OMNIS Liquid Adapter (6.01600.010) auf einer Flasche mit KF-Reagenz	6	Adsorberrohr für Zylindereinheit (6.1619.020)
7	Abfallflasche (6.1608.030)	8	Zylindereinheit OMNIS 50 mL (6.01503.250)

Für einen Reagenzwechsel mit einem Dosierer ist eine Verschlauchung wie auf der Abbildung erforderlich. Dazu wie folgt vorgehen:

Reagenzwechsel vorbereiten

Voraussetzung:

- Der Schliffstopfen ist aus der rechten Schlifföffnung entfernt.

Erforderliches Zubehör:

- (siehe Abbildung 8, Seite 43)

1 Stopfen zusammensetzen

- Den Nippel des Adapters mit dem O-Ring auf den Stopfen schrauben.
- Das Antidiffusionsventil von der Absaugspitze entfernen.
- Die Absaugspitze durch den Stopfen schieben.
- Die Schliffmanschette über den Stopfen stülpen.
- Den Stopfen zusammen mit der Absaugspitze und der Schliffmanschette in die rechte Schlifföffnung der Titrierzelle einsetzen.
- Die Absaugspitze so weit in die Titrierzelle schieben, bis sie den Gefässboden berührt.

2 Titrierzelle mit Zylindereinheit verbinden

- Den ersten FEP-Schlauch auf die Absaugspitze schrauben.
- Das andere Ende des FEP-Schlauchs auf den Dosierport der Zylinderereinheit schrauben.

3 Zylindereinheit mit Abfallflasche verbinden

- Den zweiten FEP-Schlauch auf den Wasteport der Zylindereinheit schrauben.
- Das andere Ende des FEP-Schlauchs auf die Abfallflasche schrauben, um das benutzte Reagenz aus der Titrierzelle abzusaugen und durch die Zylindereinheit in die Abfallflasche zu dosieren.

4 Zylindereinheit mit Liquid Adapter verbinden


- Den dritten FEP-Schlauch auf den Füllport der Zylindereinheit schrauben.
- Das andere Ende des FEP-Schlauchs auf den Liquid Adapter schrauben, um das frische Reagenz durch die Zylindereinheit in die Titrierzelle zu dosieren.

5 Adsorberrohr montieren

Das Adsorberrohr auf den freien Port schrauben.

8.3.2 Reagenzwechsel mit OMNIS Solvent Module

Bei einem Reagenzwechsel mit dem OMNIS Solvent Module wird das benutzte Reagenz durch den PTFE-Schlauch aus der Karl-Fischer-Titrierzelle abgesaugt und in die Abfallflasche gepumpt.

 Die Titrierzelle bei Bedarf mit mehreren Spülzyklen reinigen.

Das frische Reagenz wird über das OMNIS Solvent Module in die Titrierzelle gepumpt.

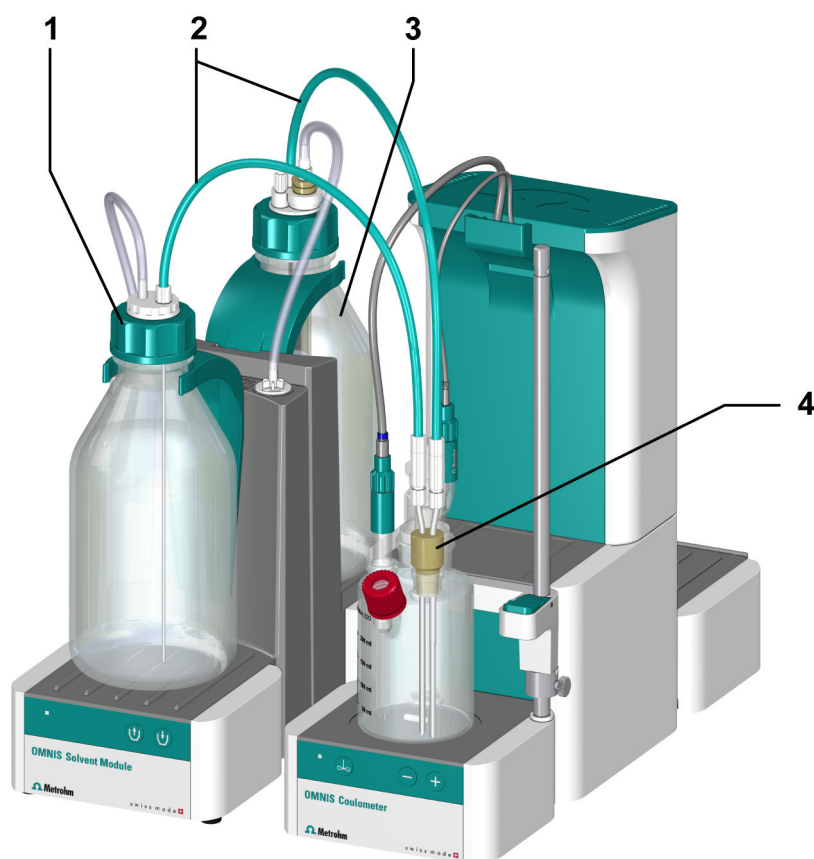


Abbildung 9 Reagenzwechsel mit OMNIS Solvent Module

- | | |
|---|--|
| 1 Siphon Breaker (6.01600.200)
auf Flasche mit KF-Reagenz | 2 PTFE-Schläuche (6.1805.200) |
| 3 Abfallflasche (6.1608.030) | 4 Adapter für Reagenzwechsel (6.1446.220)
mit Schliffmanschette (6.2713.000) |

Für einen Reagenzwechsel mit dem OMNIS Solvent Module ist eine Verschlauchung wie auf der Abbildung erforderlich. Dazu wie folgt vorgehen:

Reagenzwechsel vorbereiten

Voraussetzung:

- Der Schliffstopfen ist aus der rechten Schlifföffnung entfernt.

Erforderliches Zubehör:

- (siehe Abbildung 9, Seite 45)

1 Adapter einsetzen

- Die Schliffmanschette über den Adapter stülpen.

- Den Adapter zusammen mit der Schliffmanschette mit den Absaugspitzen nach unten in die rechte Schlifföffnung der Titrierzelle einsetzen.

2 Titrierzelle mit Abfallflasche verbinden

- Den ersten PTFE-Schlauch auf die geschlossene Absaugspitze schrauben.
- Das andere Ende des PTFE-Schlauchs auf die Abfallflasche schrauben, um das benutzte Reagenz in die Abfallflasche zu pumpen.

3 Titrierzelle mit Siphon Breaker verbinden

- Den zweiten PTFE-Schlauch auf die geöffnete Absaugspitze schrauben.
- Das andere Ende des PTFE-Schlauchs auf den Siphon Breaker auf dem frischen Reagenz schrauben, um das frische Reagenz in die Titrierzelle zu pumpen.

8.3.3 Manueller Reagenzwechsel

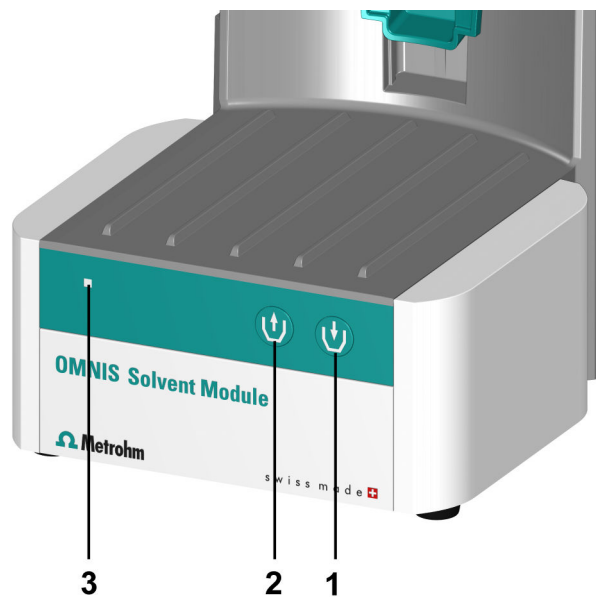


Abbildung 10 OMNIS Solvent Module – Anzeige- und Bedienelemente

1 Taste Zugeben Flüssigkeit (Solvent) in die Titrierzelle fördern	2 Taste Absaugen Abfall (Waste) aus der Titrierzelle absaugen
3 Statusanzeige Mehrfarbig	

Voraussetzung:

- OMNIS Solvent Module ist angeschlossen.

- Solventflasche, Abfallflasche und Karl-Fischer-Titrierzelle sind vollständig montiert und mit den dazugehörigen Schläuchen verbunden.

1 KF-Titrierzelle manuell leeren

Die Taste  am OMNIS Solvent Module drücken:

Das OMNIS Solvent Module beginnt mit dem Absaugen von Waste aus der Karl-Fischer-Titrierzelle in die Abfallflasche.

Es sind verschiedene Varianten möglich:

- Langes Drücken (> 1 s): Das Absaugen erfolgt, bis die Taste losgelassen wird. Dadurch wird diese Förderdauer gespeichert.
- Kurzes Drücken (≤ 1 s): Das Absaugen erfolgt während der gespeicherten Förderdauer. Vorzeitiges Beenden kann über erneutes Tastendrücken erzwungen werden.


2 KF-Titrierzelle manuell füllen

Die Taste  am OMNIS Solvent Module drücken:

Das OMNIS Solvent Module beginnt mit dem Absaugen von Waste aus der Karl-Fischer-Titrierzelle in die Abfallflasche.

Es sind verschiedene Varianten möglich:

- Langes Drücken (> 1 s): Das Absaugen erfolgt, bis die Taste losgelassen wird. Dadurch wird diese Förderdauer gespeichert.
- Kurzes Drücken (≤ 1 s): Das Absaugen erfolgt während der gespeicherten Förderdauer. Vorzeitiges Beenden kann über erneutes Tastendrücken erzwungen werden.

 Der Reagenzwechsel kann auch automatisch über die OMNIS Software durchgeführt werden. Weitere Informationen unter <https://www.metrohm.com>.

9 Wartung

9.1 Wartung

Um Funktionsstörungen zu vermeiden und eine lange Lebensdauer zu gewährleisten, Produkt regelmässig warten.

- Metrohm empfiehlt, die Produkte im Rahmen eines jährlichen Service von Fachpersonal der Metrohm AG warten zu lassen. Falls häufig mit ätzenden und korrosiven Chemikalien gearbeitet wird, sind kürzere Wartungsintervalle notwendig.
- Nur Wartungsarbeiten durchführen, die in dieser Anleitung beschrieben sind. Für weitere Wartungsarbeiten und Reparaturen den regionalen Metrohm-Service-Vertreter kontaktieren. Der regionale Metrohm-Service-Vertreter bietet jederzeit fachliche Beratung zu Wartung und Unterhalt aller Metrohm-Produkte.
- Nur Ersatzteile verwenden, die den technischen Anforderungen des Herstellers entsprechen. Originalersatzteile erfüllen diese Anforderungen immer.

9.2 Produktoberfläche reinigen

Um Funktionsstörungen zu vermeiden und eine lange Lebensdauer zu gewährleisten, Produkt regelmässig reinigen.

- Verschüttete Chemikalien sofort entfernen.
- Steckeranschlüsse vor Kontamination schützen.



WARNING

Chemische Gefahrstoffe

Der Kontakt mit aggressiven chemischen Stoffen kann Vergiftungen oder Verätzungen verursachen.

- Persönliche Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Handschuhe) tragen.
- Absaugeinrichtung bei Arbeiten mit verdampfenden Gefahrstoffen verwenden.
- Verunreinigte Oberflächen reinigen.
- Nur Reinigungsmittel verwenden, die mit den zu reinigenden Materialien keine unerwünschten Nebenreaktionen auslösen.
- Chemisch verunreinigte Materialien (z. B. Reinigungsmaterial) vorschriftsmässig entsorgen.



WARNUNG

Gesundheitsgefährdung durch elektrische Spannung.

Schwere Verletzungen mit möglicher Todesfolge.

- Produkt nur in einwandfreiem Zustand betreiben. Auch das Gehäuse muss intakt sein.
- Produkt nur mit montierten Abdeckungen verwenden.
- Spannungsführende Bauteile (z. B. Netzteil, Netzkabel, Anschlussbuchsen) vor Feuchtigkeit schützen.
- Wartungsarbeiten und Reparaturen an elektrischen Bauteilen immer von einem regionalen Metrohm-Service-Vertreter durchführen lassen.

Voraussetzung:

- Das Produkt ist ausgeschaltet und von der Energieversorgung getrennt.

Erforderliches Zubehör:

- Reinigungstuch (weich, fusselfrei)
- Wasser oder Ethanol

- 1** Oberfläche mit einem feuchten Tuch reinigen. Größere Verschmutzungen mit Ethanol entfernen.
- 2** Oberfläche mit einem trockenen Tuch nachwischen.
- 3** Anschlüsse mit einem trockenen Tuch reinigen.


[illegible]

Problem	Ursache	Abhilfe
Die Lösung wird nach jeder Titration dunkler.		Das Arbeitsmedium ersetzen.
	Die Elektrode könnte belegt sein.	Die Elektrode mit Ethanol oder einem geeigneten Lösungsmittel abwischen.
	Die Elektrode hat einen Kurzschluss.	<ul style="list-style-type: none"> Die Pt-Drähte kontrollieren. Den Elektrodencheck einschalten.
Der Endpunkt wird zu schnell erreicht.	Die Dosierrate ausserhalb des Regelbereiches ist zu gross.	Benutzerdefinierte Titrationsgeschwindigkeit auswählen und die Dosierrate verringern (siehe Handbuch/Hilfe der verwendeten Software).

10.2 Herunterfahren erzwingen

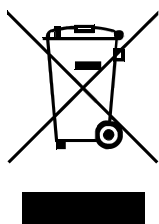
Voraussetzung:

Das OMNIS-Hauptgerät lässt sich nicht ausschalten.

- 1 Den Ein/Aus-Schalter  während 8 Sekunden drücken, bis das Tonsignal in kurzen Intervallen ertönt.

Das Tonsignal ertönt während 2 Sekunden. Die Statusanzeige erlischt und das OMNIS-Hauptgerät ist ausgeschaltet.

11 Entsorgung



Chemikalien und Produkt ordnungsgemäss entsorgen, um negative Folgen für Umwelt und Gesundheit zu verringern. Lokale Behörden, Entsorgungsdienste oder Händler liefern genauere Informationen zur Entsorgung. Für die fachgerechte Entsorgung von Elektroaltgeräten innerhalb der Europäischen Union WEEE-EU-Richtlinie (WEEE = Waste Electrical and Electronic Equipment) beachten.

12 Technische Daten

12.1 Umgebungsbedingungen

Nomineller Funktionsbereich	+5 ... +45 °C	bei max. 80 % relativer Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
Lagerung	+5 ... +45 °C	bei max. 80 % relativer Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
Einsatzhöhe / Druckbereich	max. 3'000 m.ü.M. / min. 700 mbar	
Überspannungskategorie	II	
Verschmutzungsgrad	2	

12.2 OMNIS Coulometer – Energieversorgung

Nennspannungsbereich	100 ... 240 VAC \pm 10 %	
Nennfrequenzbereich	50 ... 60 Hz \pm 3 %	
Leistungsaufnahme	max. 100 W	
Absicherung		
<i>Interne Sicherung</i>	4 ATH	vom Benutzer nicht austauschbar

12.3 OMNIS Coulometer – Dimensionen

Abmessungen

<i>Breite</i>	142 mm
<i>Höhe</i>	358 mm
<i>Tiefe</i>	
Ohne Magnetrührer	284 mm
Mit Magnetrührer	400 mm

Gewicht

<i>Typ</i>	
Ohne Magnetrührer	4.4 kg
Mit Magnetrührer	5.1 kg

12.4 Magnetrührer – Dimensionen

Abmessungen

<i>Breite</i>	142 mm
<i>Höhe</i>	70 mm
<i>Tiefe</i>	116 mm

Gewicht	700 g
----------------	-------

12.5 OMNIS Coulometer – Gehäuse

Materialien

<i>Deckel</i>	PET	Polyethylenterephthalat
<i>Rückwand</i>	AW-5754 H12/H22	Aluminium, lackiert
<i>Boden</i>	1.4301	Edelstahl
<i>Umhüllung</i>	PBT	Polybutylenterephthalat
<i>Frontfolien</i>	PET	Polyethylenterephthalat, matt

IP-Schutzgrad	IP 40
----------------------	-------

12.6 Magnetrührer – Gehäuse

Materialien

<i>Deckel</i>	PBT	Polybutylenterephthalat
<i>Boden</i>		Chromstahlblech
<i>Umhüllung</i>	PBT	Polybutylenterephthalat
<i>Frontfolien</i>	PET	Polyethylenterephthalat

IP-Schutzgrad IP 40

12.7 Spezifikationen Bedienung

Bedienleiste Rührer, Drehzahl

12.8 Spezifikationen Bedienung

Taste	Ein / Aus
--------------	-----------

Bedienleiste Rührer, Drehzahl

12.9 Spezifikationen Anschlüsse

Energieversorgung		über Netzanschluss
Buchse		IEC 60320, Typ C14, 10 A
Netzkabel		
Länge	max. 2 m	
Anzahl Leiter	3	mit Schutzerde
Leiterquerschnitt	min. 0.75 mm ² / 18 AWG	
Stecker		
Geräteseite		IEC 60320, Typ C13, 10 A
Gebäudeseite		länderspezifisch

[illegible]

12.10 Spezifikationen Anzeige

Statusanzeige

LED

mehrfarbig

12.11 Spezifikationen Stromgenerator

Niedrigstromgenerator (für Brom 1492)

Strombereich 0.5 ... 60.0 mA

Spannungsbereich 0.0 ... 29.0 V

Hochstromgenerator (Für KFC Wasser und BRC Bromindex)

Strombereich 50.0 ... 400.0 mA

Niederspannungsbereich 0.0 ... 29.0 V

Hochspannungsbereich 0.0 ... 39.0 V

Jodherstellung für die Karl-Fischer-Wasserbestimmung

Bestimmungsbereich 0.01 ... 200.0 mg H₂O

Empfohlene Wassermenge

Auflösung 0.1 µg H₂O

Titrationsgeschwindigkeit max. 2.24 mg H₂O/min

Reproduzierbarkeit $\pm 3 \mu\text{g H}_2\text{O}$

bei 10 μg ... 1000 μg H_2O

Probe: Standard der Reagenzienhersteller

 $\leq 0.3 \%$

>1000 $\mu\text{g H}_2\text{O}$

12.12 Spezifikationen Messung

Potentiometrisch

<i>Messbereich</i>	–2'400 ... +2'400 mV	
	–13 ... +20 pH	
<i>Auflösung</i>	1.56 μ V	
	0.001 pH	
<i>Messgenauigkeit</i>	± 0.5 mV	im Messbereich
	± 0.003 pH	–2'000 ... +2'000 mV
<i>Eingangswiderstand</i>	$\geq 1 \cdot 10^{12} \Omega$	
<i>Offsetstrom</i>	$\leq \pm 1 \cdot 10^{-12}$ A	

Temperatur

<i>Pt1000</i>		
Messbereich	–150 ... +250 °C	
Auflösung	ca. 0.002 °C	
Messgenauigkeit	± 0.4 °C	im Messbereich
		–20.0 ... +150.0 °C
<i>NTC 30 kOhm</i>		
Messbereich	–5 ... +250 °C	
Messauflösung	ca. 0.002 °C	
Messgenauigkeit	± 0.6 °C	im Messbereich
		+10.0 °C ... +40.0 °C

Polarizer

<i>I_{pol} DC</i>		
Polarisationsstrom	–200.0 ... +200.0 μ A	einstellbar in
		0.5 μ A-Schritten
Messbereich	–2'400 ... +2'400 mV	
Messauflösung	0.1 mV	
<i>I_{pol} AC</i>		
Polarisationsstrom	5 μ A, 10 μ A, 20 μ A, 30 μ A	Effektivwerte
Messbereich	0 ... +1'700 mV	Effektivwert

Messauflösung	0.1 mV	Effektivwert
Frequenz	10 Hz	

Upol DC

<i>Polarisationsspannung</i>	−2'000 mV ... +2'000 mV	einstellbar in 5 mV-Schritten
<i>Messbereich</i>	−200.0 µA ... +200.0 µA	
<i>Messauflösung</i>	0.01 µA	

Belastung Messeingang Ipol

$R_L max. \pm 10\mu A$	240 k Ω
$R_L max. \pm 50\mu A$	48 k Ω
$R_L max. \pm 100\mu A$	24 k Ω

Belastung Messeingang Upol

$R_L min. \pm 300\text{ mV}$	1.5 k Ω
$R_L min. \pm 600\text{ mV}$	3 k Ω
$R_L min. \pm 1'000\text{ mV}$	5 k Ω

Messgenauigkeit

gilt für alle Messbereiche ohne Fehler des Sensors, unter Referenzbedingungen, Messintervall 100 ms

Referenzbedingungen

Relative Luftfeuchtigkeit	≤ 60 %	
Umgebungstemperatur	+25 °C (±3 °C)	
Gerätezustand		min. 30 Minuten in Betrieb

Drehzahl-Einstellbereich	+1 ... +15	Drehrichtung im Gegenuhrzeigersinn (von oben her gesehen)
	-1 ... -15	Drehrichtung im Uhrzei- gersinn (von oben her gesehen)
Drehzahl-Änderung pro Stufe	120 U/min	
Maximale Drehzahl	1'800 U/min	