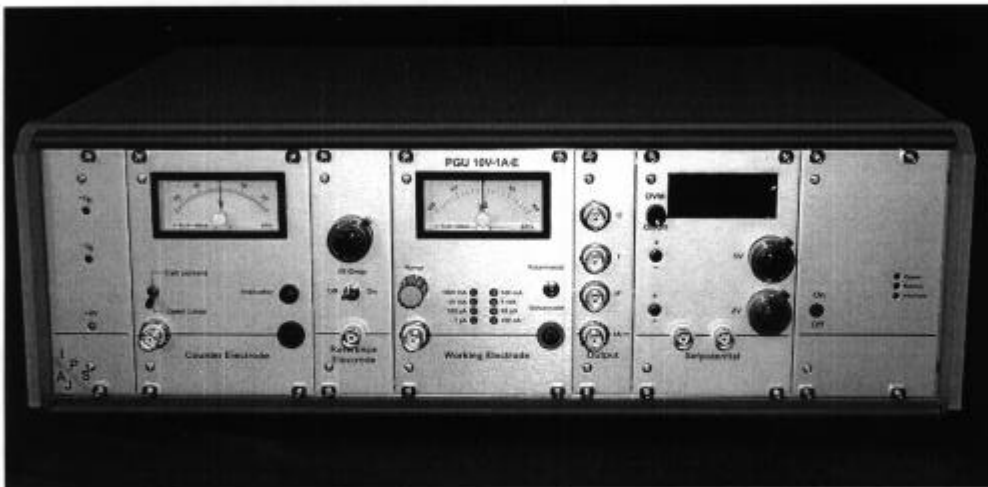


Bedienungsanleitung

Potentiostat/Galvanostat PGU 10V-1A



Fragen und Anregungen richten Sie bitte an:

Ingenieurbüro Peter Schrems Am Eppertshäuser Pfad 2 64839 Münster		
Telefon:	06071/612 403	
Fax:	06071/612 404	

Einleitung

Der Potentiostat/Galvanostat ist ein schnelles und präzises Regelgerät zur Untersuchung elektrochemischer Prozesse. Die Geräte wurden in der Vergangenheit überwiegend in der Korrosionsforschung eingesetzt. Mittlerweile ergeben sich aber immer neue Anwendungsmöglichkeiten in Bereichen Biochemie und der Biosensorik.

Die neuen Geräte der PGU Serie sind, wie die älteren Modelle auch, grundsätzlich in Analogtechnik aufgebaut, was bedeutet, daß die Geräte praktisch keine eigen Störstrahlung haben und somit den elektrochemischen Prozeß nicht störend beeinflussen. Die Geschwindigkeit der Geräte richtet sich nach den verwendeten Bauelementen. Grundsätzlich kann man sagen, daß Geräte mit kleinen Strombereichen (nA-Bereichen) in ihrem Regelverhalten langsamer sind als Geräte mit größeren Strombereichen. Dies liegt primär an den verwendeten Bauteilen. Ein Operationsverstärker mit einem hochohmigen Eingang ($>10^{13}$) ist nicht so schnell wie ein Verstärker mit einem geringeren Eingangswiderstand.

Laufzeitverzögerungen durch digital berechnete Regel- oder Filterfunktionen gibt es nicht.

Alle Potentiostaten können grundsätzlich „Stand alone“ betrieben werden, d.h. sie sind mit allen Anzeigen- und Bedienelementen für den Stationären Betrieb ausgestattet. Außerdem sind die Geräte der PGU-Serie mit allen notwendigen Ein- und Ausgängen für den Anschluß eines Computergestützten Meßsystems ausgerüstet. Wahlweise kann auch ein Meßmodul (PGU-Auto) in den Potentiostaten eingesteckt werden. Der Anschluß an einen Computer erfolgt dann über die serielle Schnittstelle.

Somit sind die Potentiostaten universell einsetzbar.

Wichtiger Hinweis:

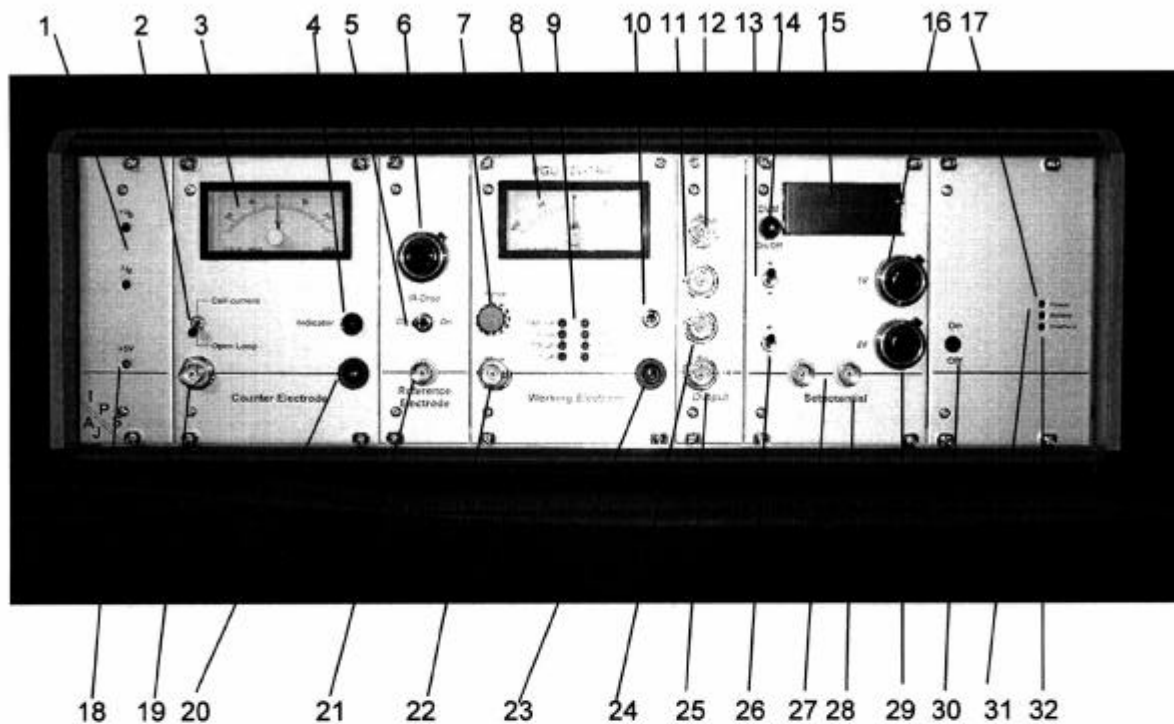
Das Regelverhalten der Potentiostaten ist weder gedämpft noch durch irgendwelche Hoch-, Tief- oder Bandpaß-Filter eingeschränkt. Die Geräte arbeiten über die gesamte spezifizierte Bandbreite stabil. Es kommt daher immer wieder vor, daß Kunden bei Ihren Messungen Rauschen oder instabiles Regelverhalten bemerken, was möglicherweise bei Geräten anderer Hersteller nicht auftritt.

Dieses Verhalten ist in praktisch allen Fällen den **Umgebungseinflüssen** zuzuordnen. Hat der verwendete Elektrolyt eine geringe Leitfähigkeit, so wird die Meßanordnung durch den hochohmigen Meßeingang für die Bezugs Elektrode regelrecht zu einer Antenne. Der Potentiostat versucht diese Störsignale zu regeln, was zu den genannten Instabilitäten führt.

Wir sind der Auffassung, daß vor Schaltungstechnischen Maßnahmen zumindest im Laborbetrieb immer zuerst die Meßanordnung abgeschirmt werden sollte. Idealerweise sollte die Meßzelle in einen Faradaykäfig gestellt werden. Zeigt sich im Laborbetrieb, daß im Feldeinsatz Filter eingesetzt werden müssen, so steht dem nichts im Wege. Wird aber schon im Laborbetrieb mit Filtern gearbeitet, so kann es passieren, daß wichtige Informationen zur Beurteilung des Systems einfach fehlen.

Sollte ein solcher Fall bei Ihnen auftreten, sprechen Sie uns an. Wir unterstützen Sie gerne mit unseren Erfahrungen.

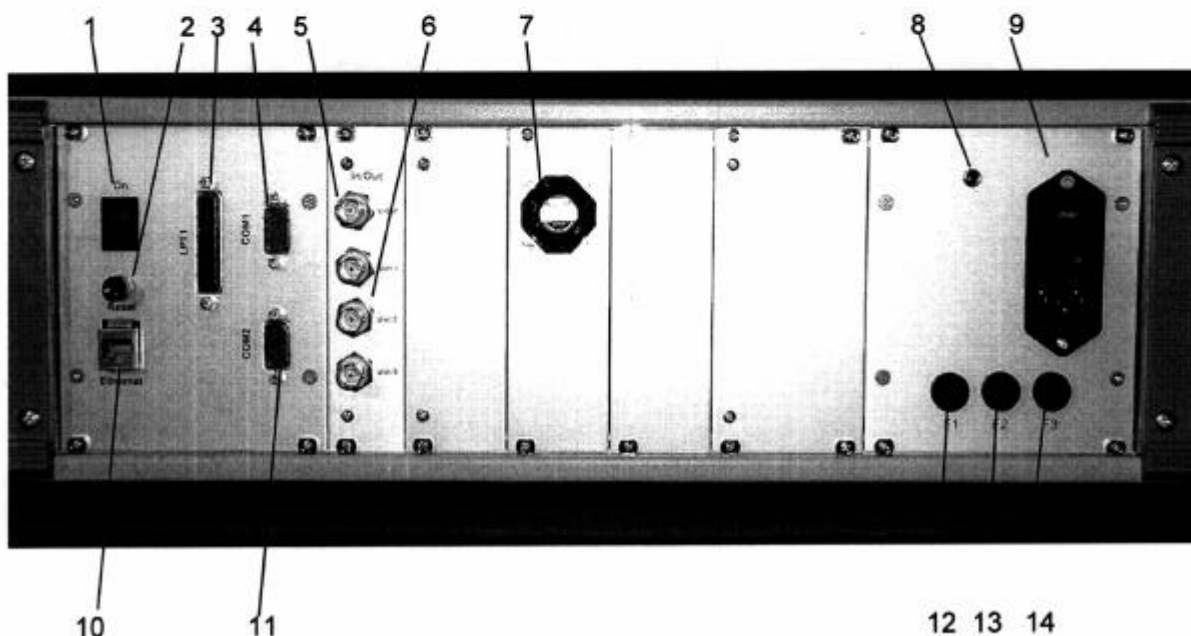
Anzeige und Bedienelemente



1. Kontroll-Leuchten für die Versorgungsspannung der Elektronik. Normalerweise ± 15 V.
2. Umschalter für die Betriebsarten Freies Korrosionspotential (Open Loop) / I-Zelle (Cell current).
3. Anzeigeelement Ansteuerspannung des Potentiostaten je nach Gerätetyp von ± 10 V bis ± 25 V.
4. Indikator bei Freiem Korrosionspotential und Übersteuerungsanzeige.
5. Schalter zum Ein- oder Ausschalten der IR-Kompensation
6. Potentiometer zum Einstellen der IR-Kompensation
7. Strom-Bereichsschalter 1000mA bis 100nA.
8. Analog Anzeige des in der Zelle fließenden Stromes. ± 0 bis 100 % des eingestellten I-Bereiches.
9. Die Anzeige des eingestellten Strombereiches erfolgt an den Leuchtdioden. Der gewählte Bereich wird auch angezeigt, wenn das Gerät vom Computer gesteuert wird.
10. Umschalter für die Betriebsarten Potentiostat / Galvanostat
11. Meßausgang für den Strom in der Elektrochemischen Zelle. Der Ausgang liefert einen dem eingestellten Strombereich proportionalen Spannungswert (max. ± 10 V entspricht Vollausschlag des Zeigerinstrumentes bzw. Endwert des eingestellten Bereiches).
12. Meßausgang Potential Meßelektrode (Working-Electrode) gegen Bezugslektrode (Reference-Electrode).
13. \pm Polaritätsschalter für interne Sollspannung, max. 1V.
14. Ein / Aus Schalter für Digitalvoltmeter (DVM) Sollspannung.
15. Das Digitalvoltmeter zeigt das Potential Bezugslektrode gegen Meßelektrode.
16. Potentiometer zum Einstellen des internen Sollwertes 1V.
17. Anzeige des Netzversorgung. Leuchtet die Diode, so ist das Netz über die rückseitige Buchse zugeschaltet.
18. Kontrollanzeige der 5V Versorgungs-Spannung. Diese dient zum Schalten der Meßbereiche und der Betriebsarten. Fehlt die Spannung, dann ist das Gerät nicht funktionstüchtig.

19. BNC-Buchse zum Anschluß der Gegenelektrode (Counter Electrode).
20. Bananenbuchse zum Anschluß der Gegenelektrode (Counter Electrode). Ist intern parallel zur BNC-Buchse geschaltet. Dient bei Geräten mit Strombereichen oberhalb von 1A als primärer Anschluß. Eine BNC-Buchse kann max. 1A Strom übertragen.
21. BNC-Buchse zum Anschluß der Referenz-Elektrode.
22. BNC-Buchse zum Anschluß der Arbeitselektrode (Working Electrode).
23. Bananenbuchse zum Anschluß der Arbeitselektrode (Working Electrode). Ist intern parallel zur BNC-Buchse geschaltet. Dient bei Geräten mit Strombereichen oberhalb von 1A als primärer Anschluß. Eine BNC-Buchse kann max. 1A Strom übertragen.
24. Meßausgang für den Strom in der Elektrochemischen Zelle. Der Ausgang liefert einen dem eingestellten Strombereich proportionalen Spannungswert (max. $\pm 10V$ entspricht Vollausschlag des Zeigerinstruments bzw. Endwert des eingestellten Bereiches). Allerdings ist das Signal gefiltert. Die obere Grenzfrequenz beträgt 40Hz.
25. Meßausgang für den Strom in der Elektrochemischen Zelle. Der Ausgang liefert einen dem eingestellten Strombereich proportionalen Spannungswert, allerdings mit einer Verstärkung von 10. Der Ausgang kann erst verwendet werden, wenn das Signal unter 10% des Enwertes sinkt. (max. $\pm 10V$ entspricht 10% vom Vollausschlag des Zeigerinstruments bzw. vom Endwert des eingestellten Bereiches).
26. \pm Polaritätsschalter für interne Sollspannung, max. 2V.
27. Eingang für externe Sollspannung (Scanner von ELCM-Kit).
28. Zweiter Eingang für externe Sollspannung (Scanner von ELCM-Kit) Beide Eingänge arbeiten addierend zueinander und auch zur internen Sollspannung. Soll die externe Spannung die bestimmende Größe bei einer Messung sein, dann sind die internen Potentiometer auf Null zu stellen.
29. Potentiometer zum Einstellen des internen Sollwertes 2V.
30. Kippschalter Potentiostat Ein/Aus (nur bei Batteriebetrieb).
31. Betriebsanzeige Akkus (nur bei Batteriegeräten)
32. Betriebsanzeige Interface. Das Interfacemodul kann separat eingeschaltet werden.

Auf der Rückseite ist der Potentiostat bestückt wie folgt:



1. Einschalter Meßmodul (Interface)
2. Reset-Taster (oder Schalter Vorsicht !!!!!)
3. Druckeranschluß. Für Zukünftige Verwendung

4. COM1: Anschluß zur seriellen Schnittstelle des Computer (Standard)
5. zweiter Analogausgang. Ev. zum Steuern eines Rotators
6. 3 zusätzliche Meßeingänge
7. Ventilator. Öffnung nicht zustellen.
8. Erdungsbuchse. Z.B. zum Anschluß eines Faradaykäfigs.
9. Anschluß der primären Netzversorgung. Im europäischen Raum sind dies in der Regel 230V Wechselspannung mit einer Frequenz von 50Hz. Sollen die Geräte an 115V Wechselspannung betrieben werden, so kann die Klappe des Netzsteckers geöffnet und das rote Teil mit der Aufschrift 230V herausgenommen und gedreht werden. Dann arbeiten die Geräte an 115V mit 50 bis 60 Hz.
10. Anschluß Ethernet (Future use)
11. Anschluß COM2. Wird zum Laden des Interfaceprogramms verwendet.
12. Sicherung F1: Dieser Sicherungshalter ist nur bestückt, wenn der Potentiostat ein eingebautes Meßmodul hat. In diesem Fall ist hier eine 20mm Feinsicherung mit einer Belastung von 2,4A träge eingesetzt.
13. Sicherung F2: Dieser Sicherungshalter sichert die negative Sekundärspannung des eingebauten Transformators ab. Der Wert 1,6A träge.
14. Sicherung F3: Dieser Sicherungshalter sichert die positive Sekundärspannung des eingebauten Transformators ab. Der Wert 1,6A träge.

Stromversorgung

Der Potentiostat wird je nach Spannungswahl an das 230V oder das 115V Stromversorgungsnetz angeschlossen.

Die in dem Halter eingesetzten Sicherungen haben einen Wert von oder 0,5A träge. Dies ist die Primärabsicherung des Transformators. Obwohl die Stromaufnahme des Gerätes normalerweise weit darunter liegt ist doch der Einschaltstrom des eingebauten Transformators so hoch, daß dieser Wert benötigt wird.

Definition einiger wichtiger Begriffe:

Freies Korrosionspotential: Bezeichnet das Potential, das sich in der Meßzelle zwischen der Meßelektrode und der Bezugslektrode einstellt, wenn der Meß- bzw. der Regelkreis geöffnet ist und kein Strom zwischen Gegenelektrode und Meßelektrode fließen kann. In der Vergangenheit und bei der Gerätebeschriftung vielfach auch **U-RUHE** oder **Ruhepotential** genannt.

Die Aufgaben des Potentiostaten sind:

- Messen des freien Korrosionspotentials einer oder zwei Mess- (Arbeits) Elektrode gegen das Potential einer Bezugslektrode bei geöffnetem Stromkreis.
- Konstanthalten des Potentials der Meßelektrode(n) gegen die Bezugslektrode bei geschlossenem Stromkreis.
- Verändern des Potentials der Messelektrode(n) entsprechend einer internen oder externen Sollspannung durch Änderung des in der elektrochemischen Zelle fließenden Stromes. Das Sollpotential kann stationär, quasistationär oder dynamisch sein.

Wirkungsweise

Der Potentiostat ist ein Regelgerät, das die Aufgabe hat, die Meßelektrode einer elektrochemischen Zelle auf einem konstanten, mit dem Sollspannungsgeber einstellbaren Potential gegenüber einer Bezugslektrode zu halten. Zu diesem Zweck verstärkt der Potentiostat jede kleine Abweichung des Potentials der Meßelektrode von der Sollspannung und regelt damit den durch die Zelle, zwischen Meßelektrode und Gegenelektrode fließenden Strom.

Inbetriebnahme

Wenn Sie das erste Mal mit einem Potentiostaten arbeiten, sollten Sie das Gerät zunächst manuell bedienen um sich mit den Gegebenheiten einer elektrochemischen Zelle vertraut zu machen. Die manuelle Betriebsart ist auch sinnvoll, wenn Sie neue Materialien untersuchen wollen und nicht genau wissen, wie das System einzustellen ist. Erst wenn Ihnen die Arbeitsweise klar ist und Sie die Eckdaten für Ihre Messung einschätzen können, sollten Sie den Computer bzw. die Software einsetzen.

Vor der Inbetriebnahme des Potentiostaten beachten Sie bitte folgenden Punkte:

Der **PGU 10V-1mA** arbeitet nur im Netzbetrieb.

Das Gerät wird mit dem Netzschalter **[9]** an der Rückseite eingeschaltet.

Wenn Sie mit der Software arbeiten wollen, dann schalten Sie auch das Interface mit dem Schalter **[1]** an der Rückseite ein. Bevor Sie die Meßsoftware auf Ihrem Computer starten können, müssen Sie warten, bis das Interface hochgelaufen ist. Sie erkennen es daran, daß mit dem Start des internen Programms die Meßbereiche einmal komplett durchgeschaltet werden.

Achten Sie darauf, daß Sie in diesem Zustand nicht manuell auf Cell current geschaltet haben. Dies könnte zu einer Übersteuerung des Strommessers führen.

Ist keine Meßzelle angeschlossen, so zeigt das Gerät möglicherweise ein unsinniges Potential an. Die Stromanzeige steht auf Null. Stellen Sie den Kippschalter **[2]** auf Ruhepotential (Open Loop), bevor Sie die Meßzelle anschließen. Damit ist sichergestellt, daß kein Strom die Zelle belastet.

Potentiostatische Messung

Den Kippschalter Open Loop/Cell current **[2]** auf Open Loop, und den Kippschalter Potentiostat / Galvanostat **[10]** in Stellung Potentiostat schalten.

Nun kann die Meßzelle ohne Gefahr an den Potentiostaten angeschlossen werden. Es fließt kein Strom durch die Zelle.

Ist die Meßzelle angeschlossen, so zeigt das Digitalvoltmeter **[15]** das freie Korrosionspotential zwischen der Meßelektrode und der Bezugelektrode (Anzeige ohne Komma in mV). Die Indikator-LED **[4]** leuchtet, da das freie Korrosionspotential die Verstärker durchsteuert. Es fließt kein Strom in der Zelle.

Das Freie Korrosionspotential sollte ruhig auf einem Wert stehen oder langsam driftend einem Endwert zustreben. Springt das Potential, so ist normalerweise ein Fehler im Aufbau der Meßzelle. Möglicherweise ist eine Luftblase im Stromschlüssel oder in der Bezugelektrode.

- Sind alle elektrischen Verbindungen in Ordnung ?
- Wird die Meßelektrode und der Stromschlüssel ausreichend von dem Elektrolyten umspült ?

Prüfen Sie diese Punkte und stellen Sie sicher, daß das angezeigte freie Korrosionspotential stabil ist. **Nur dann hat es Sinn, die Messung fortzusetzen.**

Hat sich ein stabiles Potential eingestellt so können Sie nun mit dem Kippschalter [13] die Polarität die das Ruhepotential der Elektrode hat, wählen. In den meisten Fällen wird das Ruhepotential zwischen ± 1000 mV sein. Nun drehen Sie das Sollwert-Potentiometer ([16] nach rechts. Beobachten Sie den Indikator [4]. Ist die Sollspannung gleich dem freien Korrosionspotential, erlischt die Indikator-LED. Nun kann das Potentiometer arretiert werden (speichern des Ruhepotentials) und gefahrlos auf Cell current [2] geschaltet werden.

Anmerkung:

Durch die hohe Verstärkung der internen Regelverstärkers wird es nicht immer gelingen, das die Indikator-LED ganz erlischt. Dies ist aber auch nicht nötig. Bereits ein kurzes Erlöschen bedeutet, daß das Ruhepotential auf Bruchteile eines mV genau eingestellt wurde. Wenn das Ruhepotential konstant bleibt, fließt kein Strom, wenn auf I-Zelle geschaltet wird.

Nun kann mit dem zweiten internen Sollspannungs-Geber [30] oder auch von extern kathodisch oder anodisch polarisiert werden. Die Polarität bezieht sich dabei auf die Meßelektrode. Achten Sie auf die Anzeige des Strom-Instrumentes [8] und stellen Sie ggf. den I-Bereichsschalter [7] so, daß der Zeiger im oberen Bereich der Skala ist.

Die Indikator-LED übernimmt jetzt die Funktion als Übersteuerungsanzeige. Leuchten die LED so ist die maximale Ausgangsspannung des Potentiostaten erreicht. In diesem Fall ist eine sichere Potentialregelung nicht mehr gewährleistet. Außerdem wird die Aussteuerspannung auch noch an dem Instrument [3] angezeigt.

Zur Registrierung der Messung können Sie an die Buchsen U [12] und I [11] einen Kennlinien-Schreiber anschließen. An den Buchsen Sollpotential [28,29] können beliebige Sollspannungen wie z.B. Sinus, Dreieck, Rechteck der internen Sollspannung überlagert werden. Wollen Sie die Ansteuerung und die Registrierung komfortabel gestalten so können Sie dies natürlich auch mit einem unserer ELCM-Kit's in Verbindung mit unserer Software *EcmWin*.

Achtung:

Die Mess-Elektrode liegt virtuelle an Erde, sie darf deshalb nicht geerdet werden. Die Abschirmung des Kabels zur Bezugselektrode darf ebenfalls nicht geerdet werden. Durch eine spezielle Schaltung wird die Kabelkapazität kompensiert.

Galvanostatische Messung

Der PGU 10V-1mA kann als Potentiostat oder Galvanostat eingesetzt werden. Soll das Gerät als Galvanostat arbeiten, so schalten Sie den Potentiostat zunächst auf Ruhepotential und prüfen Sie, daß die Potentiometer [16,30] auf Null sind. Dann schalten Sie den Kippschalter Potentiostat/Galvanostat. [10] in Stellung Galvanostat. Wenn Sie nun auf Cell current [2] schalten, darf in der Zelle kein Strom fließen. Erst wenn Sie eines der Potentiometer [16,30] hochdrehen, fließt in der Zelle ein Strom. Die Polarität des Zellenstromes wird mit den Kippschaltern [13,27] eingestellt. Die Größe des Stromes wird am Bereichsschalter I-Bereich [7] in mA gewählt, d.h. Sie können mit dem Potentiometer eine Strom von Null bis zu dem durch den Bereichsschalter eingestellten Endwert fließen lassen, sofern die Widerstandsverhältnisse der Meßzelle dies zulassen.

An den Buchsen Sollspannung [28,29] kann der Strom durch eine angelegte Sollspannung ± 0 bis 1000mV dynamisch gesteuert werden. Die internen Sollspannungsgeber [16,30] müssen dann auf 0 gestellt werden.

Mit einer Ohmschen Ersatzzelle kann eine Prüfung des Potentiostaten einfach durchgeführt werden. Schließen Sie zwei Widerstände wie nachfolgend abgebildet an den Potentiostaten an.

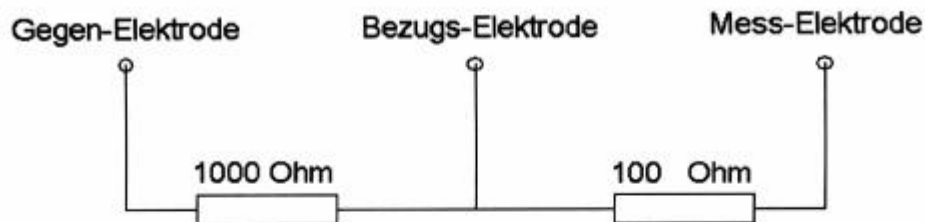


Abbildung 3

Entfernen Sie alle externen Signalleitungen, die eine Sollspannung in den Potentiostaten einspeisen könnten.

Nach dem Einschalten des Potentiostaten zeigt das DVM [15] 0 mV, wenn der Kippschalter [2] in Stellung Cell current geschaltet ist. Stellen Sie den I-Bereich [7] auf 10 mA und die Sollspannung [16] auf 1000 mV (Kontrolle am DVM [6]). Das μ A Meter [8] zeigt Vollausschlag und das Voltmeter [3] zeigt 11 V an. Das bedeutet, daß an dem 100 Ohm Widerstand der Ersatzzelle 1000 mV anliegen, der Strom ist:

$$\frac{1000 \text{ mV}}{100 \text{ Ohm}} = 10 \text{ mA}$$

die Ausgangsspannung ist dann:

$$U = 1100 \text{ Ohm} \times 10 \text{ mA} = 11 \text{ V}$$

Oder

$$V = 1 + \frac{R_1}{R_2} = 1 + \frac{1000}{100} = 11 \text{ V}$$

An den BNC-Buchsen Ausgang mißt man:

Am U-Ausgang [12] = 1000 mV
 Am I-Ausgang [11] = 10.000 mV

Die eingebauten Instrumente zeigen:

- das Mikroamperemeter [8] Vollausschlag
- das DVM [15] 1000 mV
- das Voltmeter [3] 11 V.

IR-Kompensation

In der Zelle muß die Bezugs-Elektrode die das Potential gegen die Meßelektrode mißt in einem gewissen Abstand von der Meßelektrode angeordnet werden, da sonst keine Regelung möglich ist. Der Abstand sollte möglichst klein sein, darf aber nicht Null werden. Bei zu kleinem Abstand besteht auch die Gefahr der lokalen Abschirmung des elektrischen Feldes zwischen der Gegenelektrode und der Meßelektrode. Je nach Größe des Stromes der durch die Zelle fließt, erhält man eine Potentialverfälschung durch den Widerstand R_{Ω} , welcher im Regelkreis zwischen Bezugs-Elektrode und Meßelektrode liegt

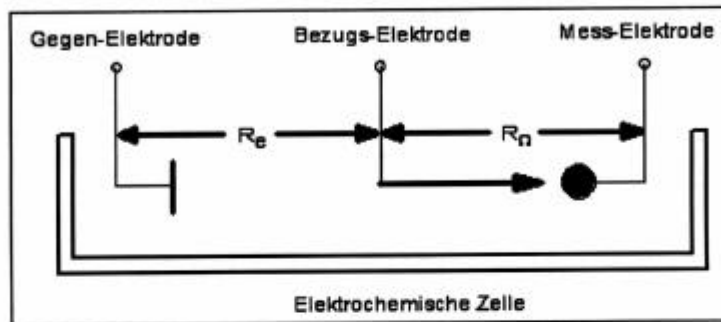


Abb. Elektrochemische Zelle

Der Elektrolytwiderstand wird mit R_e bezeichnet

Mit der IR-Kompensation kann durch die Mitkopplung im Regelkreis der Widerstand R_{Ω} fast vollständig eliminiert werden. An einer Ersatz Zelle zeigt ein einfacher Versuch, wie der Widerstand R_{Ω} kompensiert wird.

Schließen Sie eine Ersatzzelle mit folgenden Widerstandswerte an den Potentiostaten an:

$$R_e = 1000 \text{ Ohm}, \quad R_{\Omega} = 50 \text{ Ohm}, \quad R_d = 50 \text{ Ohm}$$

Schalten Sie den Potentiostaten in die Betriebsart Potentiostat [10] und auf I-Zelle [2]. Stellen Sie mit dem Potentiometer [16] eine Sollspannung von 500 mV ein (Kontrolle am DVM [15]).

Durch die Ersatzzelle fließt jetzt ein Strom von 5 mA. Bei diesem Beispiel verursacht der Widerstand R_{Ω} einen Fehler von 250 mV. Schalten Sie nun die IR-Kompensation [5] ein und drehen Sie das Potentiometer IR-KOMP [6] hoch bis am R_d Widerstand (Fühlerleitung gegen Erde) 500 mV eingestellt sind.

Ergebnis:

Durch die Ersatz-Zelle fließt nun ein Strom von 10 mA. Das eingebaute DVM zeigt 1000 mV, R_{Ω} ist kompensiert.

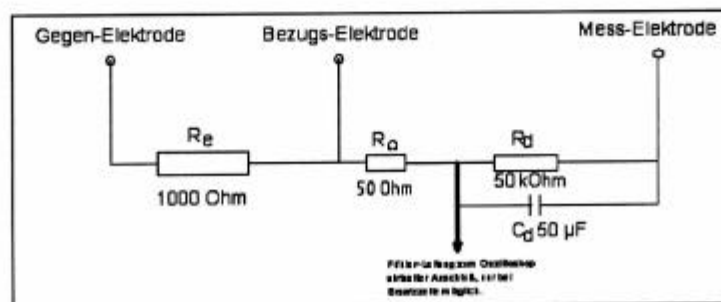


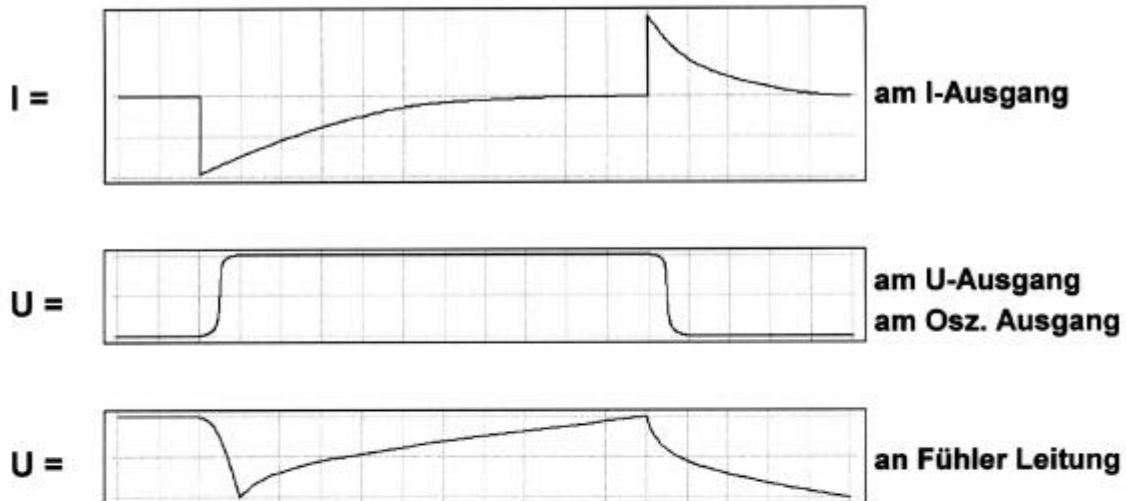
Abb. Ersatz Zelle mit Fühlerleitung

Eine Ersatzzelle mit den Werten

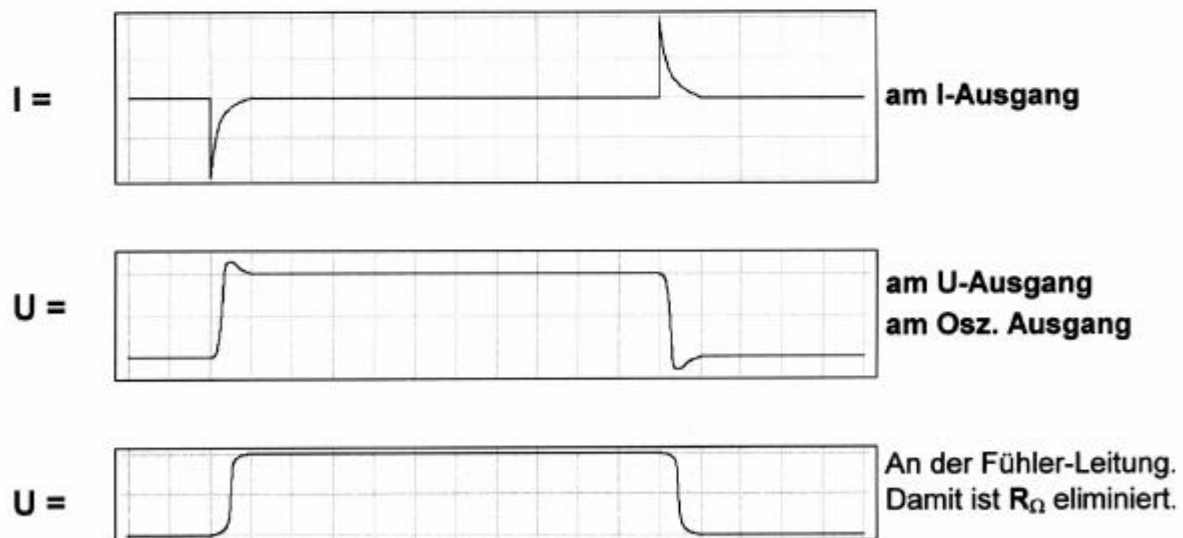
$$R_e = 1000 \text{ Ohm}, R_\Omega = 50 \text{ Ohm}, R_d = 50 \text{ K Ohm und Cd} = \text{ca. } 50 \text{ }\mu\text{F}$$

kann einer Elektrochemischen Meßzelle entsprechen.

Legen Sie am U-Eingang ein Rechtecksignal mit einer Amplitude zwischen 100 und 500 mV mit einer Frequenz zwischen 100 und 500 Hz an. Am Oszilloskop sieht man ohne IR-Kompensation folgendes Bild:



Nach Einschalten der IR-Kompensation und aufdrehen am Potentiometer wird



Beim weiteren aufdrehen des Potentiometers IR-Kompensation [6] neigt das Gerät zum schwingen (Überkompensation).

Dieser Punkt wird bei der echten elektrochemischen Zelle, bei der keine Fühler-Leitung angeschlossen werden kann, als Indikator benutzt. Tritt das Überspringen auf, ist das Potentiometer IR-Kompensation etwas zurückzudrehen. Nun ist R_Ω praktisch eliminiert.

Computer-Unterstützung

Wenn Sie den Potentiostaten mit dem Computer steuern und die Meßwerte aufzeichnen wollen, so müssen Sie Ihren Arbeitsplatzcomputer über das serielle Interfacekabel mit dem Potentiostaten verbinden.

Das Interface muß eingeschaltet und hochgelaufen sein.

Alle Signale werden an das Modul übertragen. Außerdem stehen sie auch an den Frontbuchsen für Kontrollmessungen oder zusätzliche Aufzeichnungen zur Verfügung.

Weitere Hinweise können Sie auch im Kapitel Installation der Systembeschreibung zu unserer Software **EcmWin** entnehmen (sofern Sie ein ELCM-Kit erworben haben).

Elektrische Daten

Aufbau:	
• Instrumente zur Potentialmessung	Digital, 3 ½ stellig, ± 1999 mV
• Instrument U-Ausgang Gegen-Elektrode Mess-Elektrode	Indikator LED und Analoganzeige der Aussteuer-Spannung
• Instrumente zur Strommessung	analog, 0 - ± 100%, proportional zum eingestellten I-Bereich
• Sollspannung Potentiostat	2 Eingänge für extern, 2 Sollspannungsgeber intern
• Sollspannung Galvanostat	Die gleichen Elemente wie für Potentiostat
• I-Bereich	manuell, 8 Bereiche
• Betriebsart Potentiostat/Galvanostat	Manuell/Automatisch
• U-Ruhe/I-Zelle	Manuell und automatisch
• empfohlener Frequenzbereich	0 bis 10 kHz (je nach eingestelltem Strombereich)
• IR-Kompensation	Ja
Maße: (BxHxT)	

Aussteuerbereich	Intern
• U-Soll für Potential	± 1000 mV und ± 2000 mV
• U-Soll für I-Konstant	± 1000 mV
	Sollspannung fremd
• U-Eingang	± 10 V
• I-Eingang	Gleiche Eingangs-Buchse max ± 1 V für Vollaussteuerung
	Ausgänge
• U-Ausgang	± 10 V
• I-Ausgang	± 1000mA max. als proportionales Spannungssignal
Ein-/Ausgangswiderstände	
Innenwiderstand der Strommessung	Ca. 10 ⁻⁴ Ω
Eingangswiderstand Bezugselektrode	Ca. 10 ¹² Ω
Eingangswiderstand Sollspannung fremd	10 KΩ (U- / I-Eingang)
Anstiegsgeschwindigkeit	100.000V/sec.
Strommessung	Analog
• I-Bereiche	1000mA bis 100nA
• Genauigkeit	0,25 %, 1µA = 1%, 100nA = 10%.
• I-Ausgang	8 Bereiche, 10000mV
Spannungsmessung	Analog
• U-Ausgang	± 10V, 0,2%
• Digitalvoltmeter	3 ½ stellig, bis ± 1999 mV, 0,25%
U-Gegen Elektrode-Mess-Elektrode	± 23 V
Nullpunktstabilität:	
• Bei Netzschwankung um 10%	Ca. 50 µV
Brumm-Rauschen	Ca. 100 µV (50 Hz)
Drift	Ca. 200 µV/Tag ca. 50 µV/°C
Phasenverschiebung	
Log. Ausgang	Nein
Automatische I-Bereichumschaltung	Ja