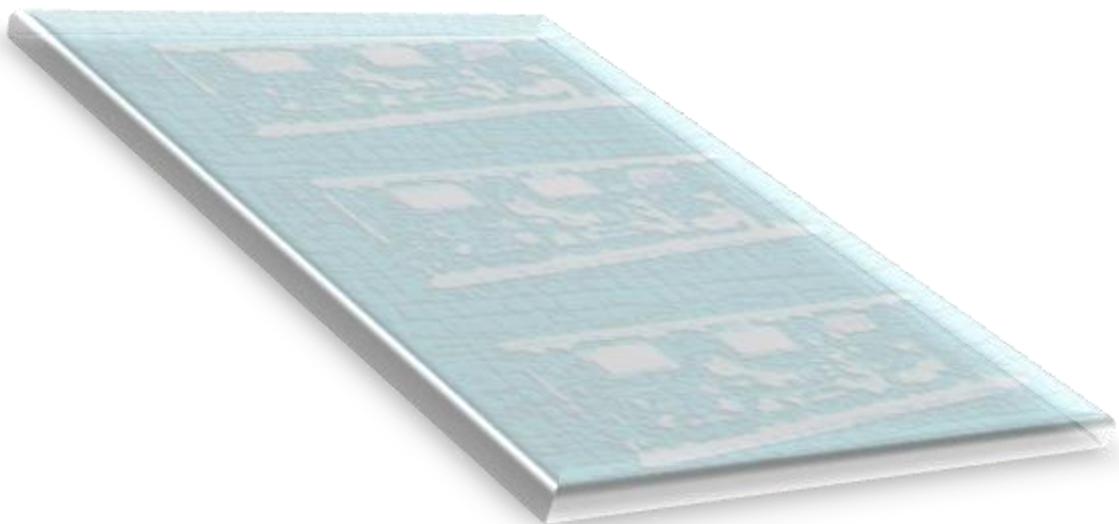


# DATENBLATT

## EcmWin Software



## Überblick

Die Software **EcmWin** ist in der Programmiersprache C++ geschrieben. Die Bedienoberfläche hält sich an den Windows Standard und bietet somit optimalen Bedienkomfort. Durch die Verwendung von standardisierten Dialogen findet sich der Anwender leicht in der Bedienung zurecht.

**EcmWin** unterstützt verschiedene Messsysteme, welche historisch bedingt zur Automatisierung von Potentiostaten verwendet werden. Die Entwicklung dieser Systeme hat 1990 für damals verfügbare ISA-Karten begonnen (die Software war noch eine MS-DOS Software), wurde dann unter Windows für PCI-Karten adaptiert und wird heute im Wesentlichen für eingebaute (embedded) Module auf ARM Cortex Basis verwendet. Der Anschluss an den Computer erfolgt vorzugsweise über Ethernet. Für ältere Jaissle Geräte der IMP-Serie haben wir mittlerweile ein kompaktes Interface entwickelt, welches die heute üblichen Automatisierungsvarianten für die IMP-Geräte bereitstellt. Das Interface ist in ein kleines Aluminiumgehäuse eingebaut und wird rückseitig an den Potentiostaten angeflanscht. Der Potentiostat bekommt dadurch eine „Ethernet-Schnittstelle“.

Basierend auf den Fähigkeiten des Windows-Betriebssystems können heute mehrere Geräte an einen Computer angeschlossen und völlig separat gesteuert werden. **EcmWin** wird dazu einfach mehrmals gestartet, im Prinzip beliebig oft, es hängt lediglich von der verfügbaren Hardware ab. Sinnvollerweise hat sich aber eine Anzahl von vier Geräten als praktikabel herausgestellt. Bei einem 24 Zoll Monitor kann man damit jede Anwendung so auf den Schirm legen, dass eine vernünftige Bedienung gewährleistet ist.

**EcmWin** bietet im Wesentlichen folgende Messmethoden:

- Freies Korrosionspotential (OCP)
- Halteversuche (Constant Value)
- Linear und zyklischer Sweep (Potentiostat und Galvanostat)
- Pulsmessung (Potentiostat und Galvanostat)
- Dateibasierende Messung für die Kombination von Halteversuch, Scan und Sprung
- Sequenzbasierende Messung mit nahezu beliebigen Kombinationen incl. Lade- und Entladefunktionen für Batterietests mit variablen Speicherraten und beliebigem Dateiwechsel nach jeder Sequenz.
- Messung des elektrochemischen Rauschens (geräteabhängig)
- Messung an Scheiben- und Ring-Scheiben Elektroden (geräteabhängig)
- Impedanzmessung (geräteabhängig)

Alle Messungen beinhalten eine Grenzwertüberwachung mit Abschaltfunktion oder Polarisationsumkehr.

Die Abspeicherung der Messwerte erfolgt im ASCII-Format, so dass Auswertung mit ORIGIN, EXCEL oder anderen Programmen möglich ist.

## Funktionen

**EcmWin** zeigt nach dem Starten eine Menüzeile unter der entsprechende Icons liegen.



Die erste Icon-Gruppe dient der Konfiguration der angeschlossenen Hardware. Die damit verbundenen Einstellungen sind in der Regel einmalig. Der zweite Icon-Block dient der Erzeugung von Steuerdateien, die eine komfortable und automatisierte Messung ermöglichen. Der dritte Block ruft die Messfunktionen auf.

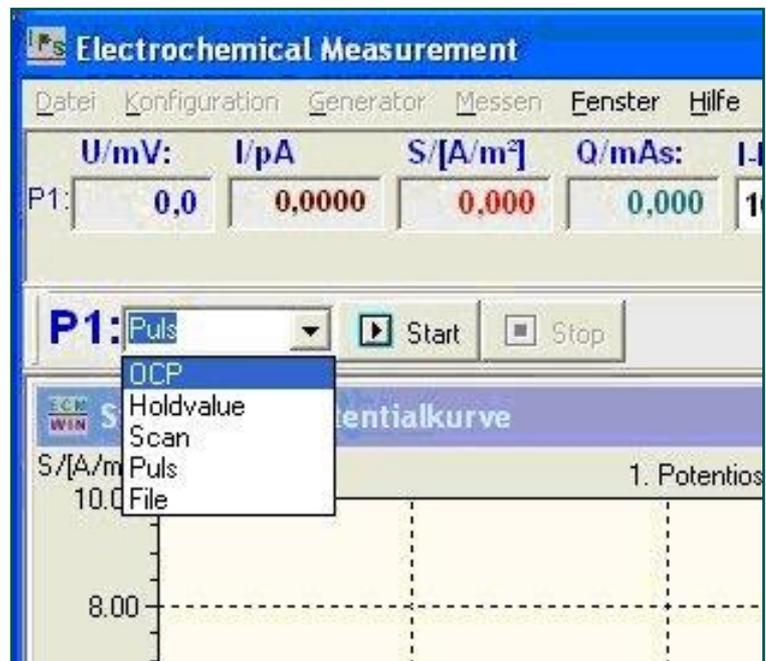
**EcmWin** gliedert sich dabei in verschiedene Methodengruppen. Die erste Gruppe sind Standardmethoden, die einfach parametrisiert werden können, jedoch keine Komplexität beinhalten. Es handelt sich dabei um Standardfunktionen wie Ruhepotentialmessung, Halteversuch, linearer und zyklischer Sweep und Pulsmessung. Alle Polarisationsfunktionen können in der Betriebsart Potentiostat oder Galvanostat durchgeführt und vorher und/oder nachher mit einer Ruhepotentialmessung verknüpft werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der einfachen Möglichkeit, Grundfunktionen mit wenigen Bedienschritten einzustellen.

Die Auswahl einer dieser Grundfunktionen zeigt das nächste Bild bei geöffnetem Messdialog:

Sie sehen oben eine Zeile mit den Messwerten in Zahlenformat und links darunter ein Dropdown Menu. Diese Menü ist rechts noch mal größer abgebildet. Es bietet die Auswahl der Messfunktion. So kann hier zwischen

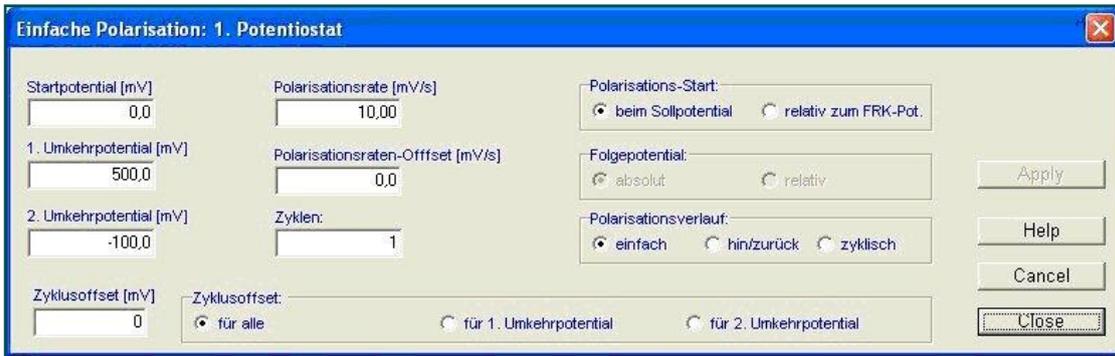
- einer Ruhepotentialmessung (OCP),
- einem Halteversuch,
- einer Scanmessung,
- einer Pulsmessung,
- und die Messung mit einer Datei

ausgewählt werden.



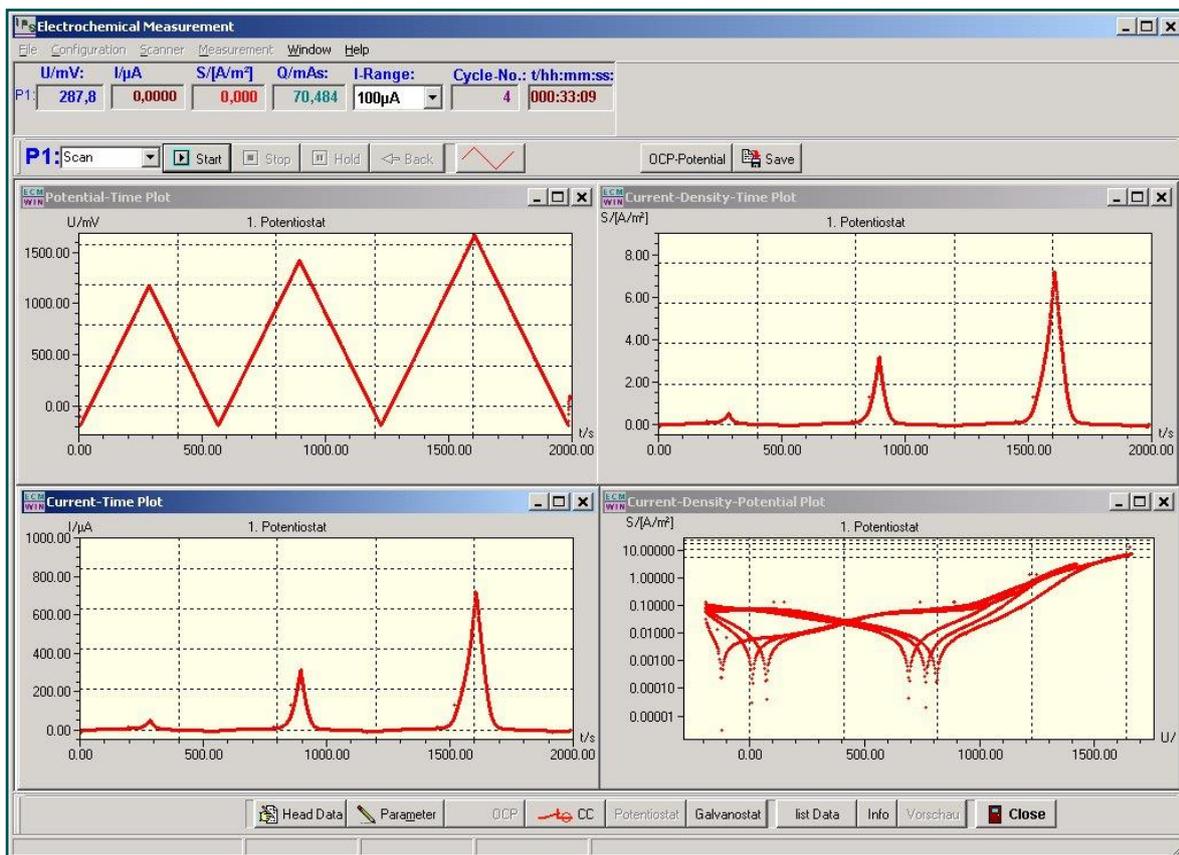
Auf die Erläuterung von Ruhepotentialmessung und Halteversuch wird hier verzichtet. Scan- und Pulsmessung sollten die einfache Bedienung erläutern.

Wird die Scan-Methode ausgewählt, so erscheint in der oberen Schalterzeile der folgende Dialog:



Sie stellen in dem obigen Fenster ein Start-, ein 1. und 2. Umkehrpotential, die Polarisationsrate und die Anzahl der Zyklen ein und starten eine CV-Messung.

Das folgende Bild zeigt eine solche CV-Messung mit diversen Varianten auf einem Blick:



Messdialog

Die vier Fenster mit der grafischen Anzeige der Messung ordnen sich in den Rahmen des Hauptfensters *Electrochemical Measurement* ein. Sie können vergrößert oder verkleinert werden. Über den Hauptmenüpunkt Fenster kann die Anwahl eines einzelnen Fensters, die gleichmäßige oder die überlappende Darstellung gewählt werden. Auch kann ein einzelnes Fenster vollständig in den Hauptrahmen gelegt werden, so dass die anderen nicht mehr zu sehen sind.

Jede Polarisation kann vorher und nachher mit einer Ruhepotentialmessung ergänzt werden. Dadurch kann der Zustand der Probe vorher und/oder nachher registriert werden.

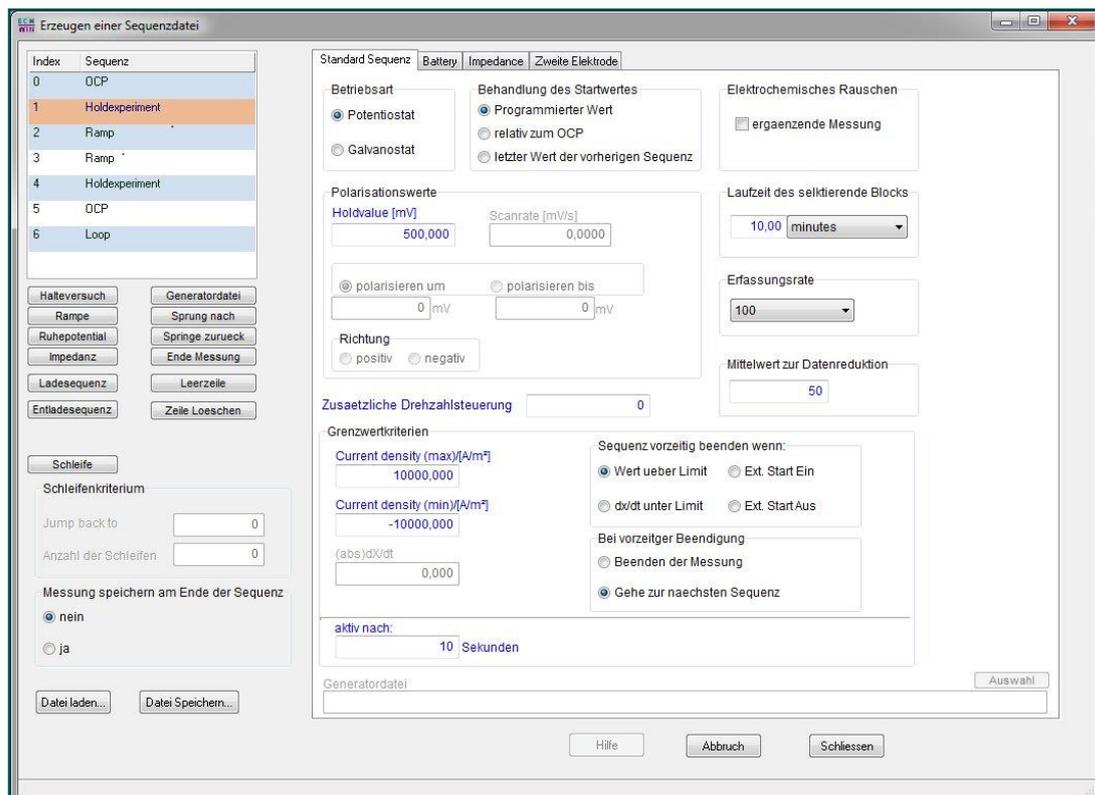
## Interaktive Steuerung

- Jede Messung kann manuell durch den Benutzer abgebrochen werden.
- Die Schalter *Start*, *Stop*, *Halt*, *Zurück* dienen der interaktiven Ablaufsteuerung der Messung.
- Die Schalter *Kopfdaten* und *Parameter* dienen der Eingabe von Beschreibungstexten bzw. von Messparametern.
- Der Schalter *Save* dient zur Speicherung der Messung, *Ende* zum Schließen aller Messfenster.
- Die Betriebsarten Potentiostat/Galvanostat und Freies Korrosionspotential / I-Zelle können auch manuell umgeschaltet werden.

## Sequenzmessung

Die Sequenzmessung ist ein leistungsstarkes Werkzeug zum Verbinden verschiedener Messmethoden, die dann in einem Durchgang abgearbeitet werden.

Im entsprechenden Bildschirmdialog können die gewünschten Methoden, deren Parameter und die Ablaufsteuerung ausgewählt werden. Hier ist auch ein Betriebsartenwechsel zwischen Potentiostat und Galvanostat von einer zur anderen Sequenz möglich.



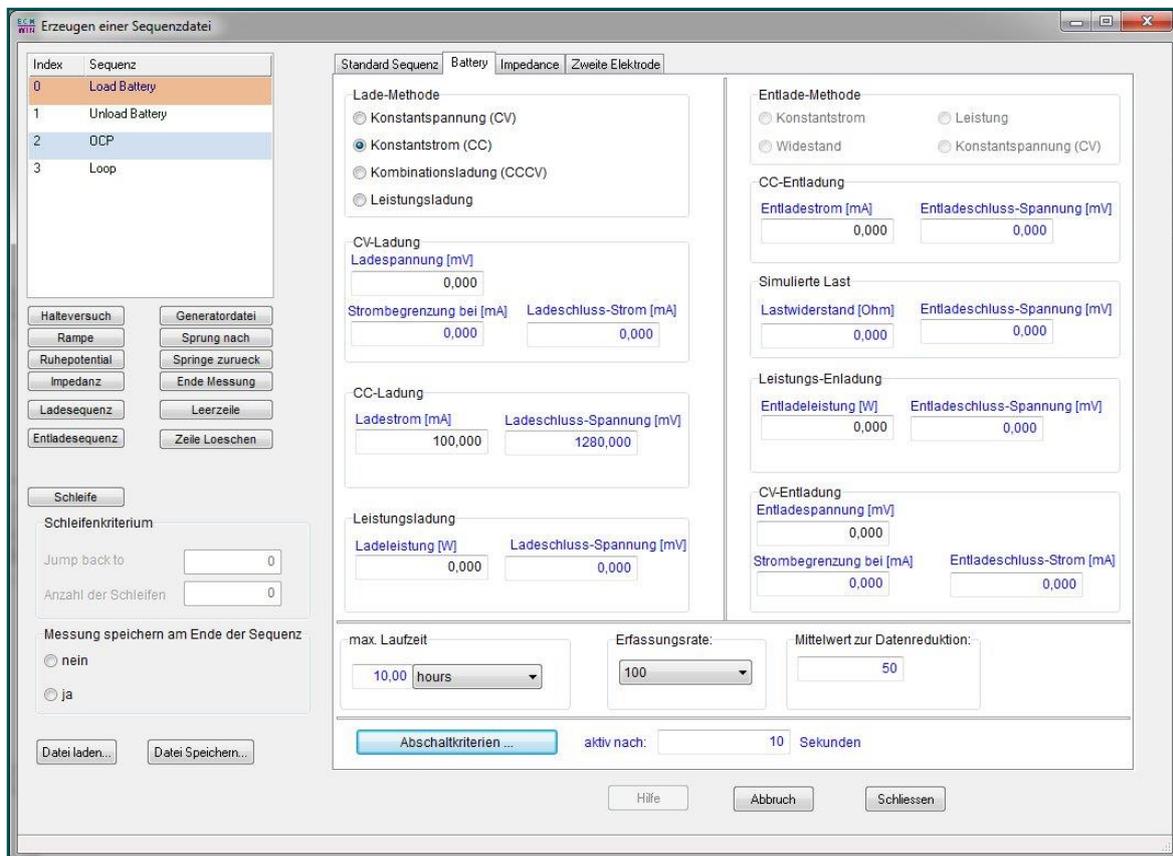
Zur besseren Übersicht ist der Dialog in mehrere Registerseiten gegliedert. Die erste Seite Standard-Sequenz beinhaltet die Definitionen zu dem Methoden OCP, Halteversuch, Rampe und Sprung. Für jeden Abschnitt (Sequenz) werden eine separate Erfassungsrate und separate Grenzwerte eingestellt. Bei OCP und Halteversuch wird die Laufzeit eingegeben, bei Rampen errechnet sich die Laufzeit aus der Potentialdifferenz und der Polarisationsrate. Für komplexere Anwendungen kann auch mit Schleifen und Sprüngen gearbeitet werden.

## Lade- und Entladefunktionen

Zur Untersuchung von Akkumulatoren und Brennstoffzellen haben wir einen separaten Funktionsabschnitt erstellt. In diesem Dialog können allen gängigen Methoden zum Beladen und Entladen eingestellt werden. Besonders zu erwähnen ist bei den Beladungsmethoden die Leistungsladung. Damit wird der Ladevorgang durch Solarmodule simuliert.

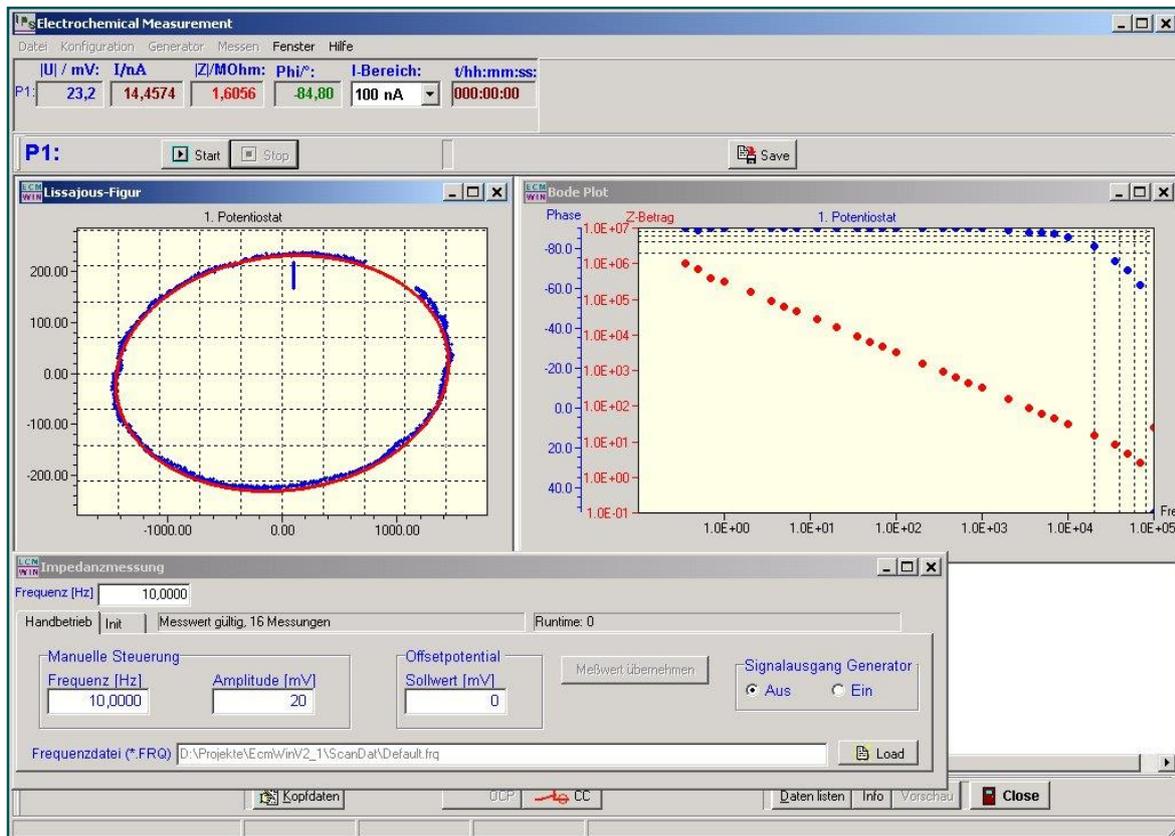
Bei den Entlademethoden steht ebenfalls eine Leistungsbezogene Methode und auch eine Widerstandsbezogene Entladung zur Verfügung. Basierend auf den vorgegebenen Widerstand wird in Abhängigkeit von der Zellenspannung der Entladestrom berechnen und mit dem Absinken der Zellenspannung korrigiert.

Selbstverständlich können die Lade- und Entlademethoden auch mit den Standardmethoden kombiniert werden. Ein Beispiel dafür wäre eine OCP Messung nach dem Laden und nach dem Entladen. Damit kann z.B. geprüft werden, wie eine Zelle die Ladespannung hält oder ob nach dem Entladen eine Erholung stattfindet oder die Zellenspannung weiter zusammenbricht.



## Impedanzmessung

Die Impedanzmessung ist ein Zusatzmodul der **EcmWin** Software. Sie funktioniert nur mit dem entsprechenden Potentiostaten und externer oder eingebauter Zusatzhardware. Wie in anderen Funktionsmodulen unterscheiden wir auch hier zwischen einem automatischen und einem manuellen Betrieb.



Im manuellen Betrieb kann die gewünschte Frequenz eingegeben werden. Auf dem Bildschirm werden die Sinussignale von Strom und Spannung, der Betrag der Impedanz und die Phasenverschiebung angezeigt. Sind die Messwerte gültig, wird ein Schalter zur Übernahme des Messpunktes freigegeben. Durch Betätigen dieses Schalters durch den Anwender wird der aktuelle Messpunkt mit der Frequenz, Phase, U, I, Z-Betrag Real- und Imaginärteil der Impedanz gespeichert. Außerdem wird der Messpunkt in die Grafik **Ortskurve** eingetragen.

Im automatischen Betrieb wird eine Datei mit voreingestellten Frequenzen geladen und abgearbeitet. Das Programm stellt die Frequenzen ein, misst Potential und Strom, zeigt die Werte an und berechnet die gewünschten Größen. Dann wird der nächste Frequenzwert eingestellt.

### Vorteile dieses Messprinzips

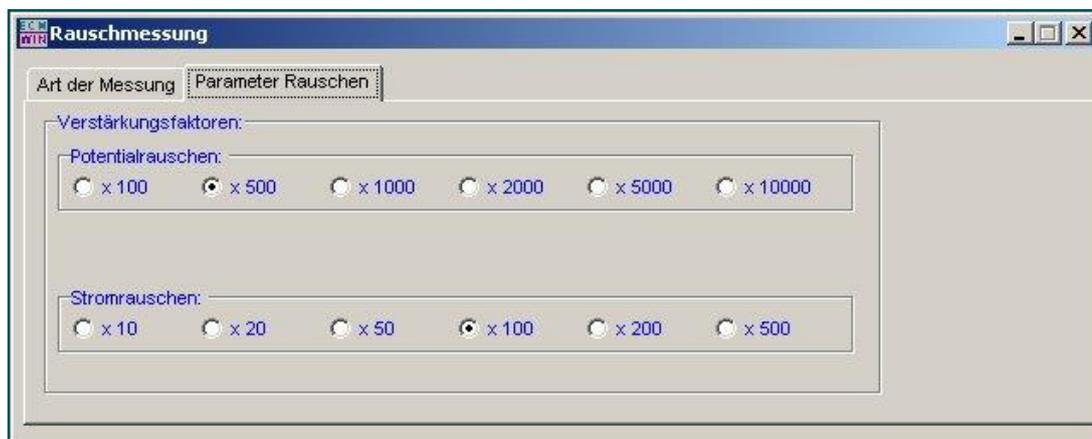
- alle Messvorgänge werden transparent dargestellt.
- Sollen bestimmte Messpunkte (Frequenzen) genauer untersucht werden, so können diese im manuellen Betrieb noch einmal eingestellt und analysiert werden.

## Elektrochemisches Rauschen

Die Software stellt entsprechende Module zur Messung der verschiedenen Rauschereignisse zur Verfügung. Auf den einzelnen Registerseiten des Bediendialogs werden die entsprechenden Einstellungen vorgenommen:



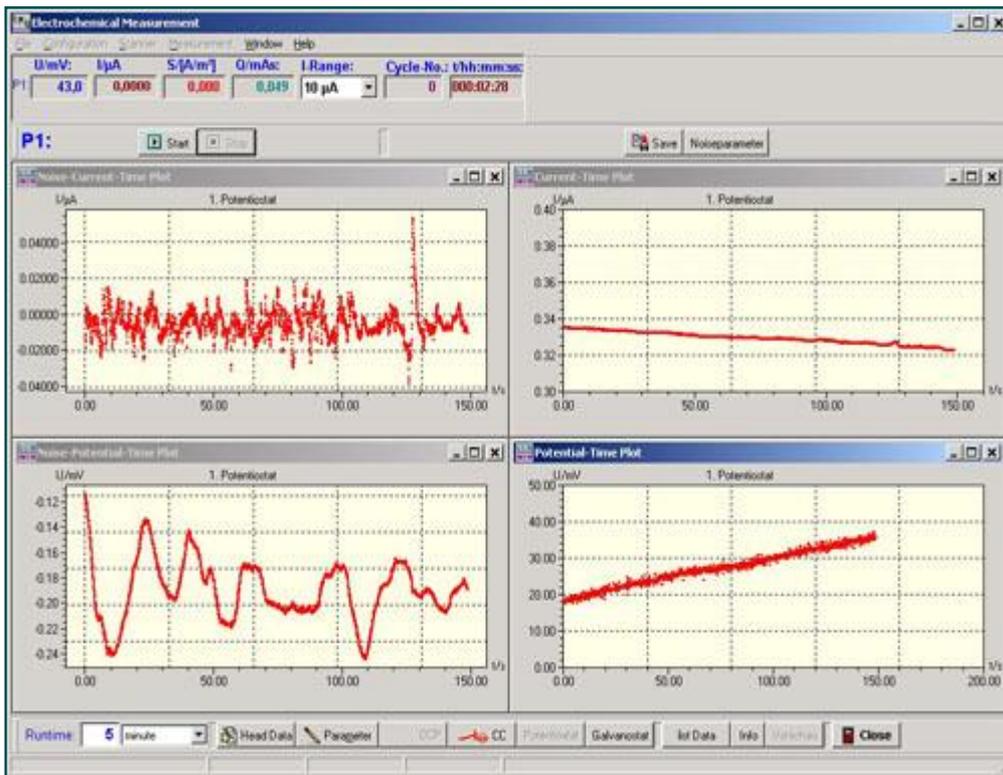
Zunächst erfolgt die Einstellung der Messart über die Registerkarte *Art der Messung*. Bei den letzten beiden Methoden kann eine aktive Polarisation durch den Potentiostaten erfolgen. Die Betriebsart wird mit der Auswahl automatisch eingestellt.



Auf der Registerseite *Parameter Rauschen* werden die Verstärkungsfaktoren für das Potential- und das Stromrauschen eingestellt. Diese Einstellungen müssen mit den Geräteeinstellungen übereinstimmen.

Entsprechend den Voreinstellungen werden die Messwerte normiert und als ASCII-Daten abgespeichert. Die Abtastung kann, je nach Messhardware, mit bis zu 2000 Werten pro Sekunde erfolgen, so dass alle relevanten Rauschsignale erfasst werden können. Alle Auswertungen wie Ereigniszählung, Min- / Max-Bestimmung oder das Ermitteln der Anstiegszeit sind mit dem Auswerteprogramm vorzunehmen.

Das folgende Bild zeigt den Messdialog des Strom- und Potentialrauschens:



In den vier verschiedenen Grafikenfenstern werden das Potential-, das Stromrauschen, das aktuelle DC-Potential und der DC-Strom (Rohmesswerte) angezeigt. Je nach gewählter Methode können nicht immer alle Messgrößen erfasst werden. Entsprechend werden die Fenster nicht aktualisiert. Das obige Bild zeigt eine außenstromlose Messung an zwei kurzgeschlossenen Metallproben in Verbindung mit einer Referenzelektrode, so dass alle relevanten Größe wie DC-Strom, DC-Potential, elektrochemisches Potentialrauschen und Rauschstrom gemessen werden können.