

Computergestützte Instrumentierung für EMS

FESTO

Elektrische Energietechnik

Benutzerhandbuch



Elektrotechnik und erneuerbare Energie

Computergestützte Instrumentierung für EMS

Benutzerhandbuch

52962-EG

Bestell-Nr.: 52962-EG

Erste Auflage

Änderungsstand:06/2017

Von den Festo Didactic Mitarbeitern

© Festo Didactic Ltée/Ltd, Québec, Kanada 2017

Internet: www.festo-didactic.com

E-Mail: did@de.festo.com

Gedruckt in Kanada

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-2-89747-989-3 (Druckversion)

ISBN 978-2-89747-992-3 (CD-ROM)

Gesetzliche Aufbewahrungspflicht – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

Gesetzliche Aufbewahrungspflicht – Library and Archives Canada, 2017

Der Käufer erhält ein einfaches, nicht-ausschließliches, zeitlich unbeschränktes und geografisch nur auf die Nutzung innerhalb des Standortes/Sitz des Käufers beschränktes Nutzungsrecht wie folgt.

Der Käufer ist berechtigt, die Inhalte des Werkes zur Fortbildung seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Standortes zu nutzen und hierzu auch Teile der Inhalte zur Erstellung eigener Fortbildungsunterlagen zur Fortbildung seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Standortes unter Angabe der Quelle zu verwenden und für die Fortbildung am Standort zu kopieren. Bei Schulen/Hochschulen und Ausbildungsstätten umfasst das Nutzungsrecht auch die Nutzung durch deren Schüler, Lehrgangsteilnehmer und Studenten des Standortes für den Unterricht.

Ausgeschlossen ist in jedem Fall das Recht zur Veröffentlichung sowie zur Einstellung und Nutzung in Intranet- und Internet- sowie LMS-Plattformen und Datenbanken wie z. B. Moodle, die den Zugriff einer Vielzahl von Nutzern auch außerhalb des Standortes des Käufers ermöglichen.

Weitere Rechte zu Weitergabe, Vervielfältigungen, Kopien, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Übertragung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, unabhängig ob ganz oder in Teilen, bedürfen der vorherigen Zustimmung der Festo Didactic.




















Informationen in diesem Handbuch können ohne Vorankündigung geändert werden und stellen keine Verpflichtung seitens Festo Didactic dar. Die in diesem Dokument beschriebenen Festo Materialien unterliegen einer Lizenz- oder Geheimhaltungsvereinbarung.

Festo Didactic erkennt Produktnamen als Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Titelhälter an.










Alle anderen Markenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Andere Warenzeichen und Handelsnamen können in diesem Dokument verwendet werden, um entweder auf die juristischen Personen, welche die Marken oder Namen beanspruchen, oder deren Produkte Bezug nehmen. Festo Didactic verzichtet auf Eigentumsansprüche bezüglich Marken und Namen von Dritten.

Sicherheits- und allgemeine Symbole

Die folgenden Sicherheits- und allgemeinen Symbole können in diesem Handbuch verwendet werden und an den Geräten angebracht sein:

Symbol	Beschreibung
	GEFAHR weist auf eine Gefährdung mit hohem Risiko hin. Die Nichtbeachtung kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.
	WARNUNG weist auf eine Gefährdung mit mittlerem Risiko hin. Die Nichtbeachtung kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.
	VORSICHT weist auf eine Gefährdung mit geringem Risiko hin. Die Nichtbeachtung kann zu leichten oder moderaten Verletzungen Tod führen.
	VORSICHT ohne das Symbol für <i>Vorsicht, Gefahr</i>  weist auf eine Gefährdung in einer potenziell gefährlichen Situation hin. Die Nichtbeachtung kann zu Sachschäden führen.
	Vorsicht, Risiko eines elektrischen Schlags
	Vorsicht, heiße Oberfläche
	Vorsicht, mögliche Gefährdung. Lesen Sie die zugehörige Anwenderdokumentation.
	Vorsicht, Gefahr beim Heben
	Vorsicht, Gefährdung durch Erfassen oder Aufwickeln an Riemenantrieb
	Vorsicht, Gefährdung durch Erfassen oder Aufwickeln an Kettenantrieb
	Vorsicht, Gefährdung durch Erfassen oder Aufwickeln an Verzahnung
	Vorsicht, Handquetschgefahr
	Hinweis, nichtionisierende Strahlung
	Lesen Sie die zugehörige Anwenderdokumentation.
	Gleichstrom
	Wechselstrom
	Gleich- und Wechselstrom
	Dreiphasen-Wechselstrom

Sicherheits- und allgemeine Symbole

Symbol	Beschreibung
	Erdanschlussklemme (Masse)
	Schutzleiterklemme
	Rahmen- oder Gehäuseanschlussklemme
	Äquipotential
	Ein (Einspeisung)
	Aus (Einspeisung)
	Gerät vollständig durch doppelte oder verstärkte Isolierung geschützt
	Eingefahrene Position eines bistabilen Druckschalters
	Ausgefahrene Position eines bistabilen Druckschalters

Inhaltsverzeichnis

Über dieses Handbuch.....	VII
1 LVDAC-EMS Software.....	1
1.1 Installation der LVDAC-EMS Software	1
1.2 Ausführung der LVDAC-EMS Software.....	1
2 Einführung in das Fenster Messung und die Datentabelle.....	12
2.1 Einrichtung der Geräte	12
2.2 Messung elektrischer Kenngrößen mit dem Messfenster.....	14
2.3 Datenaufzeichnung in der Datentabelle	16
2.4 Ein Diagramm aus aufgezeichneten Daten erstellen	16
2.5 Messung mechanischer Kenngrößen mit dem Messfenster	17
3 Einführung in das Oszilloskop	19
3.1 Einrichtung der Geräte	19
3.2 Horizontale, vertikale und Trigger-Einstellungen	21
3.3 Kontinuierliche und Einzel-Aktualisierung.....	22
3.4 Funktion "Automatische Skalierung"	23
3.5 Bereich "Signalform-Daten"	23
3.6 Speicherung von Signalformen	24
3.7 Ansicht gespeicherter Signalformen	24
4 Einführung in das Zeigerdiagramm	25
4.1 Einrichtung der Geräte	25
4.2 Zeigerdiagramm – Auswahl und Skaleneinstellungen.....	26
4.3 Auswahl des Referenz-Zeigers	27
4.4 Beobachtung der Zeiger	28
4.5 Zeigerdiagramm-Datenbereich.....	28
5 Einführung in den Oberschwingungs-Analysator	29
5.1 Einrichtung der Geräte	29
5.2 Einstellungen Oberschwingungs-Analysator	30
5.3 Beobachtung der der Oberschwingungs-Anteile	31
5.4 Cursors.....	32
6 Messung von Drehstrom mit dem Messfenster	33
6.1 Einrichtung der Geräte	33
6.2 Leistungsmessung in symmetrischen Drehstrom-Schaltungen mit dem Messfenster.....	34
6.3 Leistungsmessung in Drehstrom-Schaltungen mit dem Messfenster (Zwei-Wattmeter-Methode)...	36

Über dieses Handbuch

Computergestützte Unterrichtstechnologien setzen sich im Ausbildungsbereich immer mehr durch. Die Datenerfassungs- und Steuerungssoftware für elektromechanische Systeme (LVDAC-EMS) ist ein Beispiel für diesen neuen Ansatz.

Das LVDAC-EMS System ist ein vollständiger Satz computergestützter Instrumente, darunter [Messfenster](#), [Oszilloskop](#), [Zeigerdiagramm](#) und [Oberschwingungs-Analysator](#). Das System läuft auf PC unter dem Microsoft® Windows® Betriebssystem. LVDAC-EMS erlaubt unter anderem die Messung von Spannung, Stromstärke, Leistung, Leistungsfaktor, Drehzahl und Drehmoment. Es ermöglicht auch die Beobachtung elektrischer Signale im Hinblick auf Zeit sowie Frequenz. Damit erhalten Studenten wie Dozenten die nötigen Hilfsmittel, um Konzepte der Stromtechnologie klar darzustellen.

Das LVDAC-EMS System basiert auf dem Modul [Mess- und Steuerinterface](#). Das Modul [Mess- und Steuerinterface](#) stellt die Verbindung her zwischen den Modulen der Lehrgeräte für Stromtechnologie und dem PC und verarbeitet alle Signale. Diese Signale bestehen unter anderem aus hohen Spannungs- und Stromwerten. Diese Signale werden vor ihrer Speicherung im Computer in Daten umgewandelt. Mithilfe dieser Signale stellt die LVDAC-EMS Software alle Informationen und zugehörigen Messwerte dar. Das LVDAC-EMS System gestattet auch die Aufzeichnung und grafische Darstellung der Daten und den Stand-alone-Betrieb. Es bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten und ein hohes Maß an Vielseitigkeit bei der Vermittlung der Stromtechnologie.

Die vorliegende Bedienungsanleitung macht Sie mit den verschiedenen computergestützten Instrumenten vertraut, darunter [Messfenster](#), [Oszilloskop](#), [Zeigerdiagramm](#) und [Oberschwingungs-Analysator](#). Sie gliedert sich in fünf Abschnitte.

Jeder Abschnitt von 2 bis 5 behandelt ein anderes computergestütztes Instrument. Abschnitt 2 dient dazu, mit der Bedienung des [Messfensters](#) vertraut zu werden. Er zeigt auch, wie Daten in der [Datentabelle](#) aufgezeichnet werden und die aufgezeichneten Daten als Grafik dargestellt werden. Abschnitt 3 handelt von der Bedienung des [Oszilloskops](#). Abschnitt 4 beschreibt die Funktion des [Zeigerdiagramms](#). Abschnitt 5 dient dazu, mit der Bedienung des [Oberschwingungs-Analysators](#) vertraut zu werden. In jedem Abschnitt zeigt eine Praxisübung Schritt für Schritt die Verwendung des entsprechenden computergestützten Instruments.

Abschnitt 6 ist eine Praxisübung, die Schritt für Schritt die Messung elektrischer Leistung in Drehstrom-Schaltungen mithilfe des [Messfensters](#) zeigt.

Diese Bedienungsanleitung ist gleichermaßen für Studenten wie Dozenten vorgesehen. Es wird empfohlen, dass alle Studenten zunächst die Praxisübungen in dieser Anleitung durchführen, bevor sie mit weiteren Praxisübungen mit den Lehrgeräten für Stromtechnologie beginnen.

Dieses Lernsystem arbeitet mit Komponenten in Industriequalität, damit die Lernerfahrung der Vor-Ort-Ausbildung unter realen Bedingungen möglichst nahekommt. Das bedeutet allerdings, dass bei der Verwendung des Systems auch die Komplexität und die Gefahren, die mit Komponenten in Industriequalität verbunden sind, zum Tragen kommen können. Daher müssen Auszubildende und Ausbilder das Funktionsprinzip der Lehrgeräte für Stromtechnologie verstanden haben, bevor sie das System verwenden.

1 LVDAC-EMS Software

Falls Sie das [Mess- und Steuerinterface](#) und/oder die [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) verwenden, dann die [LVDAC-EMS](#) Software wie unten beschrieben installieren und ausführen.

1.1 Installation der LVDAC-EMS Software

1. Eine Windows-Sitzung als Administrator öffnen.
2. Prüfen Sie, ob auf dem Host-Rechner eine ältere Version der [LVDAC-EMS](#) Software installiert ist, und entfernen Sie diese gegebenenfalls.

Falls Sie nicht über die Installations-DVD-ROM verfügen, so führen Sie diesen Vorgang nicht weiter aus. Laden Sie stattdessen die [LVDAC-EMS](#) Software von der Festo Didactic Website herunter. Zu diesem Zweck rufen Sie die Informationsseite für das [Mess- und Steuerinterface](#) und/oder die [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) auf. Klicken Sie im Download-Bereich der Informationsseite auf "LVDAC-EMS (Software und Firmware nur für Modell 9063)". Zum Download speichern Sie dann die Datei `LVDacEms*****.zip` auf Ihre Festplatte. Nach Abschluss des Downloads extrahieren Sie alle komprimierten (Zip) Dateien in den gewünschten Ordner auf Ihrem Computer. Suchen Sie in den extrahierten Dateien nach der Datei „Setup.exe“ und führen Sie diese aus. Folgen Sie dann den Anweisungen im LVDAC-EMS Installationsassistenten, um die Software-Installation abzuschließen.

3. Legen Sie die DVD-ROM der [LVDAC-EMS](#) Software in das DVD-ROM-Laufwerk ein.
4. Starten Sie das Setup-Programm durch Doppelklick im Windows Explorer auf die Setup.exe Datei im Hauptverzeichnis Ihrer DVD-ROM.
5. Folgen Sie den Anweisungen im LVDAC-EMS Installationsassistenten, um die Software-Installation abzuschließen.
6. Damit ist die Installation abgeschlossen.

1.2 Ausführung der LVDAC-EMS Software

Die [LVDAC-EMS](#) Software kann in den folgenden Betriebsarten genutzt werden: mit Hardware verbunden oder Stand-alone. In der mit Hardware verbundenen Betriebsart kommen die Werte für die Parameter, die von [LVDAC-EMS](#) dargestellt werden, von Signalproben, die vom [Mess- und Steuerinterface](#) erfasst werden, und/oder von der [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#). Im Stand-alone-Betrieb kommen die Werte für die Parameter, die von [LVDAC-EMS](#) dargestellt werden, von computersimulierten Signalen. Daher sind das [Mess- und Steuerinterface](#) und die [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) nicht erforderlich.

Beim hier beschriebenen Vorgang wird angenommen, dass sowohl das [Mess- und Steuerinterface](#) als auch die [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) eingesetzt werden, und dass [LVDAC-EMS](#) in der mit Hardware verbundenen Betriebsart läuft.

Weitere Informationen zum [Mess- und Steuerinterface](#) und der [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie sowie in der Betriebsanleitung zu jedem dieser Module.

1. Installieren Sie das [Mess- und Steuerinterface](#), die [24 V Wechselstromversorgung](#) und die [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) im Arbeitsplatz.
2. Stellen Sie die erforderlichen Verbindungen für ordnungsgemäße Erdung der Geräte her.

Weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Erdung der Geräte finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

3. Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) in der Stellung *O* (aus) ist. Verbinden Sie dann den [Stromeingang](#) der Steuereinheit mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der [24 V Wechselstromversorgung](#) in der Stellung *O* (aus) ist. Verbinden Sie dann den [Stromeingang](#) der [24 V Wechselstromversorgung](#) mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Lesen Sie den Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie, um zu erfahren, wie Sie sicherstellen, dass die Netzsteckdosen, an die Sie die Geräte anschließen, ordnungsgemäß geschützt sind.

4. Verbinden Sie den [Stromeingang](#) des [Mess- und Steuerinterface](#) mit dem [Stromausgang](#) der [24 V Wechselstromversorgung](#).
5. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz ein (d. h. entriegeln).

Stellen Sie den Hauptschalter der [24 V Wechselstromversorgung](#) in die Stellung *I* (ein). Beachten Sie, dass die [Stromeingangs](#)-LED am [Mess- und Steuerinterface](#) als Hinweis darauf aufleuchtet, dass das Modul mit Strom versorgt wird.

6. Schalten Sie die [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) ein, indem Sie den [Stromeingangs](#)-Schalter in die Stellung *I* (ein) schalten.
7. Verbinden Sie die USB-Schnittstellen des [Mess- und Steuerinterface](#) und der [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) mit den USB-Schnittstellen am Host-Rechner.

Wenn das [Mess- und Steuerinterface](#) und/oder die [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) zum ersten Mal an den Host-Rechner angeschlossen wird/werden, so konfiguriert Windows das/die neue(n) USB-Peripheriegerät(e) mit dem/den vorinstallierten Gerätetreiber(n).

- Schalten Sie den Host-Rechner ein und starten Sie die **LVDAC-EMS** Software. Daraufhin erscheint für einige Sekunden das **LVDAC-EMS** Eingabefenster, gefolgt vom **LVDAC-EMS** Startfenster. Unterdessen versucht **LVDAC-EMS** die Verbindung mit dem **Mess- und Steuerinterface** und der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** herzustellen.

Nun kann eine Nachricht auf dem Bildschirm des Host-Rechners erscheinen, dass auf Ihrem Computer nicht die neueste Version von **LVDAC-EMS** installiert ist. Bevor sie fortfahren, müssen Sie dann zunächst ein Software-Update durchführen. Laden Sie in diesem Fall die neueste Version der **LVDAC-EMS** Software von der Festo Didactic Website herunter. Zu diesem Zweck rufen Sie die Informationsseite für das **Mess- und Steuerinterface** oder die **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** auf. Klicken Sie im Download-Bereich der Informationsseite auf "LVDAC-EMS Firmware". Zum Download speichern Sie dann die Datei LVDacEms*****.zip auf Ihre Festplatte. Nach Abschluss des Downloads extrahieren Sie alle komprimierten (Zip) Dateien in den gewünschten Ordner auf Ihrem Computer. Suchen Sie in den extrahierten Dateien nach der Datei „Setup.exe“ und führen Sie diese aus. Folgen Sie dann den Anweisungen im LVDAC-EMS Installationsassistenten, um die Software-Installation abzuschließen.

Wenn **LVDAC-EMS** geeignete Verbindungen mit dem **Mess- und Steuerinterface** und der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** herstellen konnte, zeigt das **LVDAC-EMS** Startfenster die Module sowie deren Seriennummer und verfügbare Funktionssätze an. Das **LVDAC-EMS** Startfenster zeigt dann die Namen und Seriennummern dieser Module sowie die verfügbaren Funktionssätze für jedes dieser Module an (siehe Abbildung 1). Die verfügbaren Funktionssätze werden im **Mess- und Steuerinterface** aktiviert. Möglicherweise enthält das Startfenster auf Ihrem Computerbildschirm weniger Funktionssätze als in Abbildung 1 gezeigt.

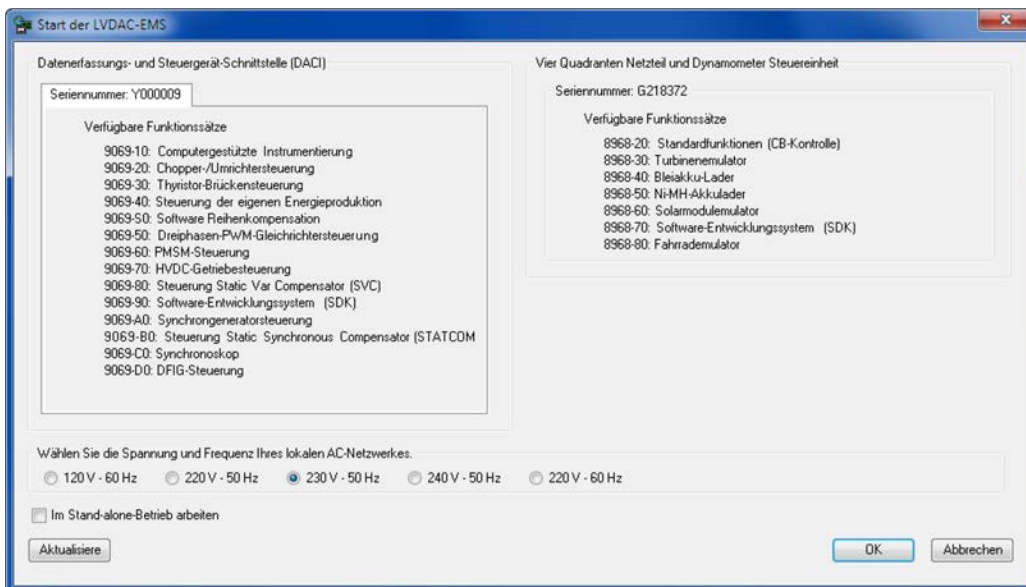


Abbildung 1. LVDAC-EMS Startfenster (Beispiel).

Falls LVDAC-EMS keine geeignete Verbindung mit dem Mess- und Steuerinterface herstellen konnte, zeigt das LVDAC-EMS Startfenster keine Informationen über das Mess- und Steuerinterface an. Ähnlich ist es, falls LVDAC-EMS keine geeignete Verbindung mit der Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit herstellen konnte, so zeigt das LVDAC-EMS Startfenster keine Informationen über die Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit an.

Beispielsweise zeigt die Informationen, die vom LVDAC-EMS Startfenster angezeigt werden, falls keine Verbindung mit dem Mess- und Steuerinterface hergestellt wurde, jedoch eine geeignete Verbindung mit der Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit hergestellt wurde. In diesem Fall führen Sie die folgenden Aktionen aus, um eine geeignete Verbindung mit beiden Modulen herzustellen.

Versuchen Sie erneut, eine Verbindung zwischen der Software und den Modulen herzustellen, indem Sie die Schaltfläche *Aktualisierung* im LVDAC-EMS Startfenster anklicken. Falls LVDAC-EMS noch immer keine Verbindung mit einem der Module oder beiden Modulen herstellen kann, achten Sie darauf, dass die Module ausreichend mit Strom versorgt sind. Überprüfen Sie anschließend die USB-Verbindung zwischen den Modulen und dem Host-Rechner.

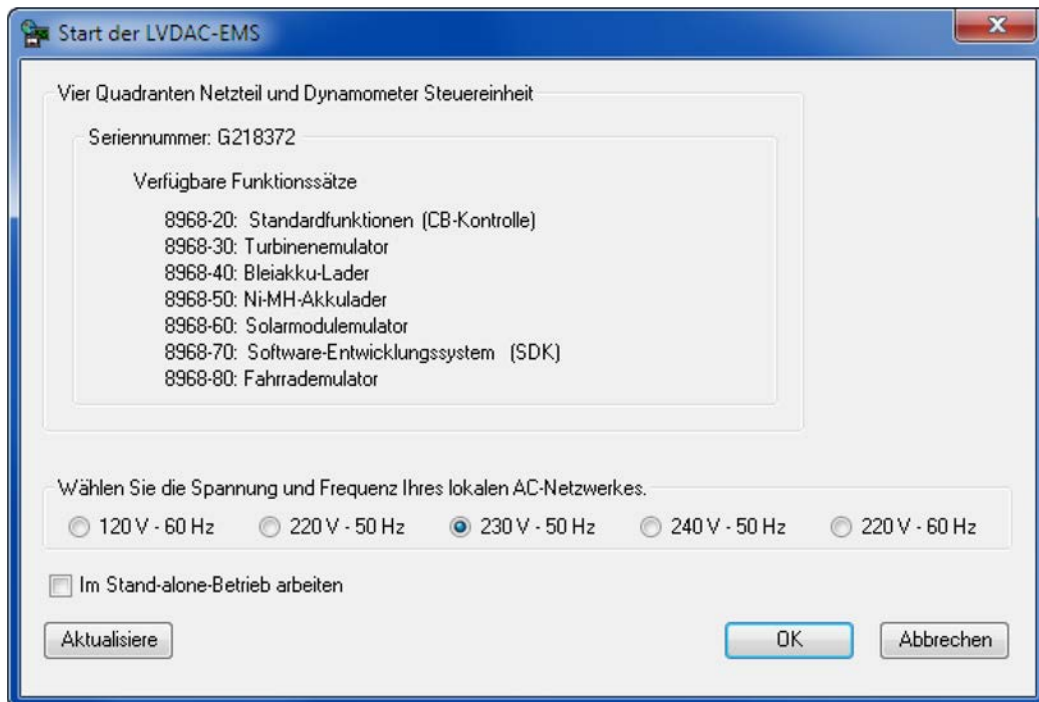


Abbildung 2. LVDAC-EMS Startfenster in dem Fall, dass keine Verbindung mit dem Modul Mess- und Steuerinterface hergestellt wurde, jedoch eine geeignete Verbindung mit der Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit hergestellt wurde.

Falls ein (zweites) Mess- und Steuerinterface als Erweiterung verwendet wird, um bestimmte fortgeschrittene Steuerfunktionen zu realisieren, so sieht das LVDAC-EMS Startfenster für dieses Mess- und Steuerinterface aus wie in Abbildung 3 gezeigt. Wie diese Abbildung zeigt, wird für ein Mess- und Steuerinterface zur Erweiterung kein Funktionssatz dargestellt.

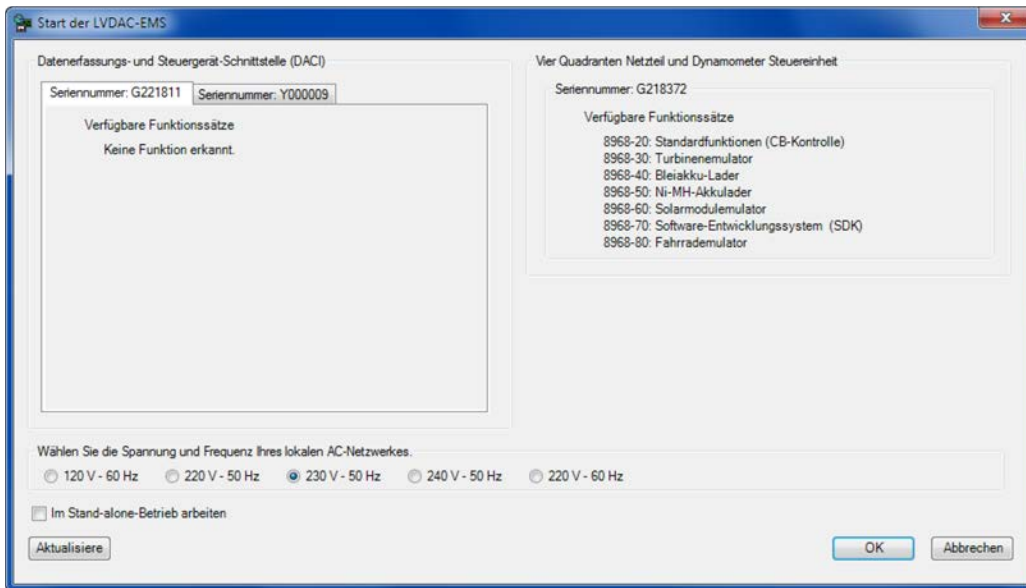


Abbildung 3. LVDAC-EMS Startfenster in dem Fall, dass eine geeignete Verbindung mit einem Mess- und Steuerinterface zur Erweiterung hergestellt wurde und eine geeignete Verbindung mit der Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit hergestellt wurde.

9. Wählen Sie im LVDAC-EMS Startfenster die Netzspannung und Frequenz, die der Spannung und Frequenz Ihres lokalen Wechselstrom-Netzwerkes entspricht, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche **OK**. Dadurch wird das LVDAC-EMS Startfenster geschlossen und das LVDAC-EMS Hauptfenster erscheint (Abbildung 5).

Nach dem Schließen des LVDAC-EMS Startfensters erscheint möglicherweise ein Dialogfenster wie in Abbildung 4 gezeigt mit der Aufforderung, die Firmware im Modul Mess- und Steuerinterface oder in der Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit zu aktualisieren. In Abbildung 4 fordert beispielsweise das Dialogfenster *Firmware-Aktualisierung erforderlich* den Benutzer auf, die Firmware im Mess- und Steuerinterface zu aktualisieren. In diesem Fall die Schaltfläche **OK** im Dialogfenster *Firmware-Aktualisierung erforderlich* anklicken. Folgen Sie dann den Anweisungen am Bildschirm, um die Firmware des Moduls zu aktualisieren. (Dazu müssen Sie die Stromversorgung sowohl für das Mess- und Steuerinterface als auch die Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit ausschalten).

Nach dem Aktualisieren der Firmware das Mess- und Steuerinterface und die Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit einschalten. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche *Aktualisierung* im LVDAC-EMS Startfenster. Achten Sie darauf, dass beide Module erkannt werden. Wiederholen Sie dann die Aktion, um ins LVDAC-EMS Hauptfenster zu gelangen.



Abbildung 4. LVDAC-EMS Dialogfenster mit Aufforderung zur Firmware-Aktualisierung im Mess- und Steuerinterface.

10. Abbildung 5 zeigt das LVDAC-EMS Hauptfenster. Die Anzeige "Mit Hardware verbundene Betriebsart" in der rechten unteren Ecke dieses Fensters zeigt an, dass LVDAC-EMS ordnungsgemäß mit dem Mess- und Steuerinterface und der Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit verbunden ist. Die Symbolleiste ermöglicht die schnelle Auswahl eines Instruments oder einer Steuerfunktion, die mit dem Mess- und Steuerinterface umgesetzt sind, oder den Aufruf der Vier-Quadranten-Dynamometer/Stromversorgung, welche den Zugriff auf die Funktionen erlaubt, die mit der Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit umgesetzt sind.

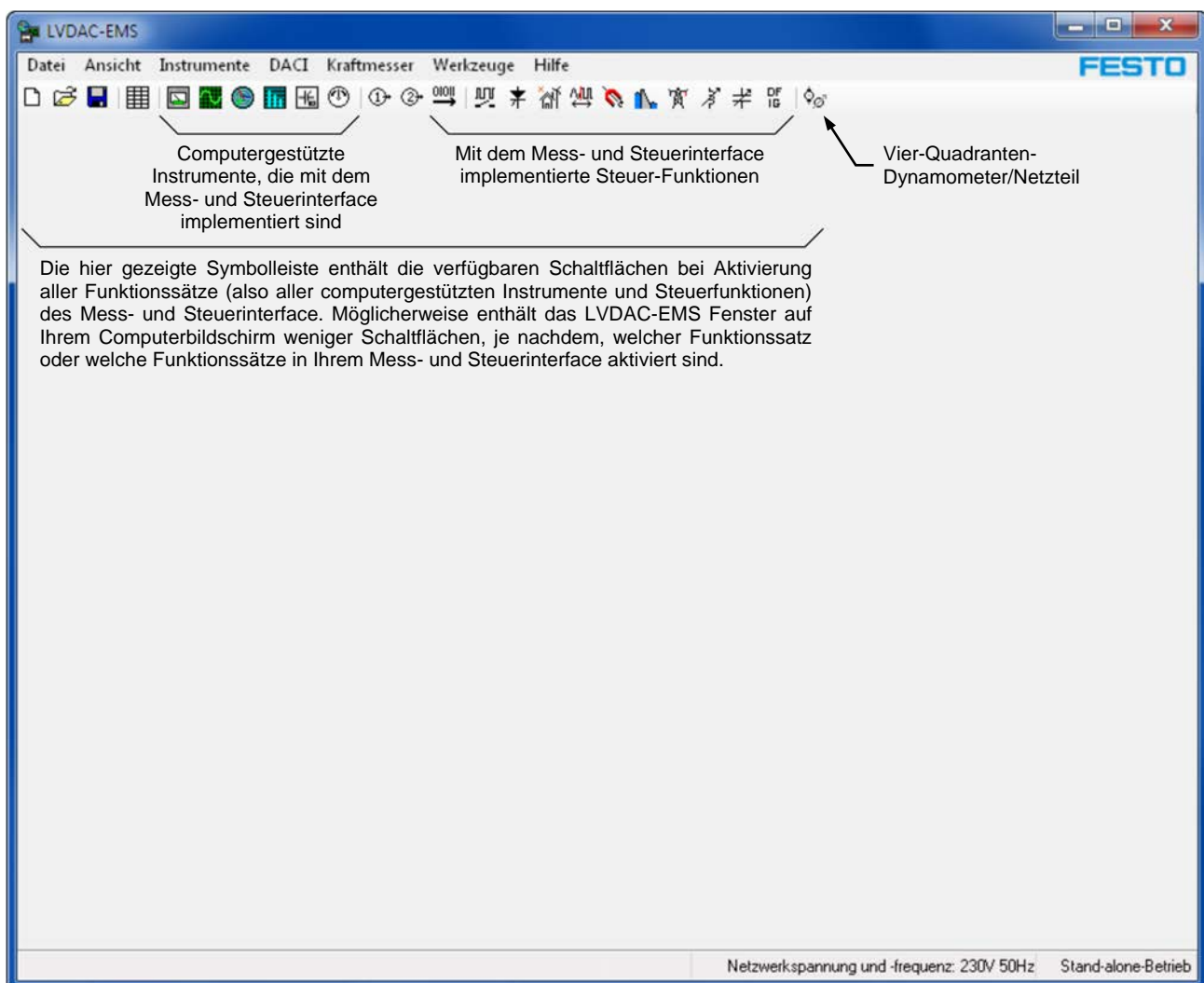


Abbildung 5. Hauptfenster der LVDAC-EMS Software.

11. Zum Ändern der in LVDAC-EMS verwendeten Sprache und Einheiten *Optionen* im Menü *Extras* wählen. Dies öffnet das Dialogfenster *Optionen* (Abbildung 6). Wählen Sie in diesem Fenster die gewünschte Sprache und Einheiten aus. Klicken Sie *OK*, um die Änderungen zu übernehmen und das Dialogfenster *Optionen* zu schließen.

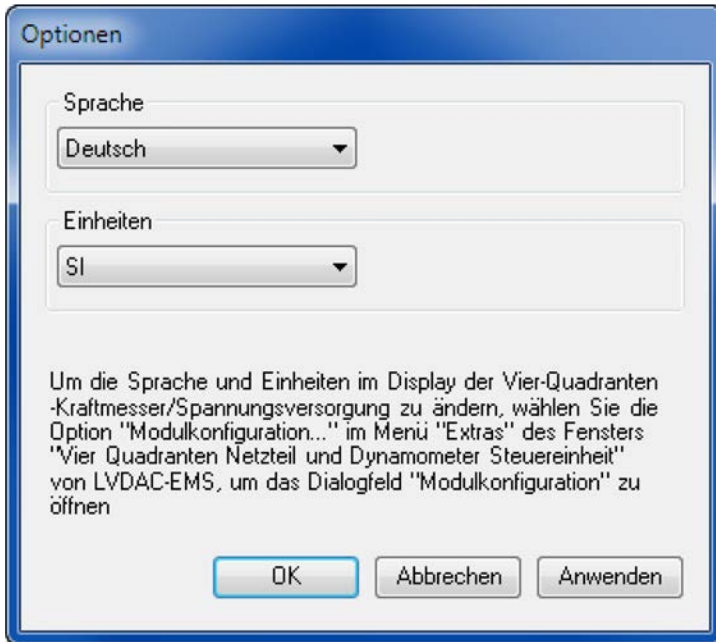


Abbildung 6. Zum Ändern der in LVDAC-EMS verwendeten Sprache und Einheiten wählen Sie *Optionen* im Menü *Extras*, um das Dialogfenster *Optionen* aufzurufen.

12. Zum Starten eines computergestützten Instruments, das mit dem *Mess- und Steuerinterface* implementiert ist, dieses Instrument im LVDAC-EMS Menü *Instrumente* wählen (siehe Abbildung 7) oder die entsprechende Schaltfläche in der LVDAC-EMS Symbolleiste anklicken. Das gewählte Instrument erscheint auf dem Computerbildschirm. Beispielsweise zeigt Abbildung 8 das Fenster, welches erscheint, wenn das Instrument *Messen* geöffnet wird.

Immer, wenn ein computergestütztes Instrument gestartet wird, erscheint das Feld *Datenerfassungs- und Steuerungseinstellungen* im rechten Abschnitt des LVDAC-EMS Hauptfensters. Dieses Feld ermöglicht ihnen am *Mess- und Steuerinterface* das Ändern der Einstellungen der Analogeingänge und des digitalen Eingangs sowie des Bereichs der Spannungs- und Stromeingänge am *Mess- und Steuerinterface*.

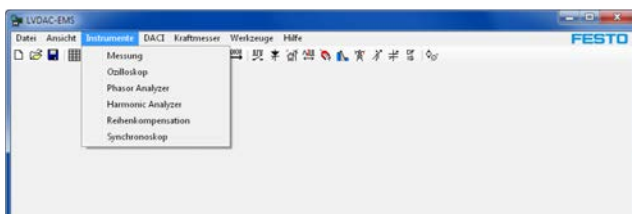


Abbildung 7. Zum Starten eines computergestützten Instruments dieses Instrument im LVDAC-EMS Menü *Instrumente* wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der LVDAC-EMS Symbolleiste anklicken.



Abbildung 8. Beim Start des Instruments **Messen** erscheint das Fenster **Messung**.

13. Zum Starten einer Steuerfunktion, die mit dem **Mess- und Steuerinterface** implementiert ist, diese Funktion im **LVDAC-EMS Menü *Mess- und Steuerinterface*** wählen (Abbildung 9) oder die entsprechende Schaltfläche in der **LVDAC-EMS Symbolleiste** anklicken. Das Fenster für die gewählte Steuerfunktion erscheint auf dem Computerbildschirm.

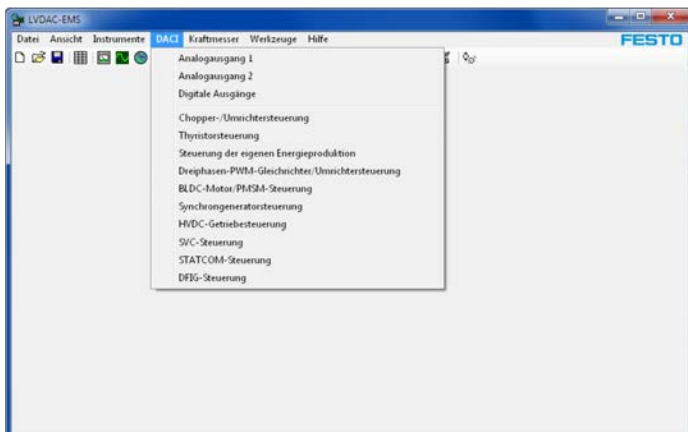


Abbildung 9. Zum Starten einer Steuerfunktion, die mit dem **Mess- und Steuerinterface** implementiert ist, diese Funktion im Menü ***Mess- und Steuerinterface*** wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der **Symbolleiste** anklicken.

14. Beim Start einer Steuerfunktion erscheint ein Steuerungsfenster, in dem Sie die Funktion wählen können, die implementiert werden soll, und deren Parameter einstellen können. Beispielsweise zeigt Abbildung 10 das Fenster, welches erscheint, wenn die Funktion ***Steuerung der eigenen Energieproduktion*** gewählt wird.

- Im Feld *Steuerungseinstellungen* im Steuerungsfenster können Sie die Funktion wählen, die implementiert werden soll, und die Parameter für diese Funktion einstellen. In Abbildung 10 ist beispielsweise die Funktion *Einphasiger Einzelumrichter* gewählt. Um irgendeinen Parameter für diese Funktion einzustellen, auf den Parameter-Namen klicken und den gewünschten Wert eingeben, oder im Feld neben dem Parameter die gewünschte Option wählen. Der untere Bereich des Feldes *Steuerungseinstellungen* zeigt Informationen über die Funktion oder den Parameter, die derzeit ausgewählt sind.

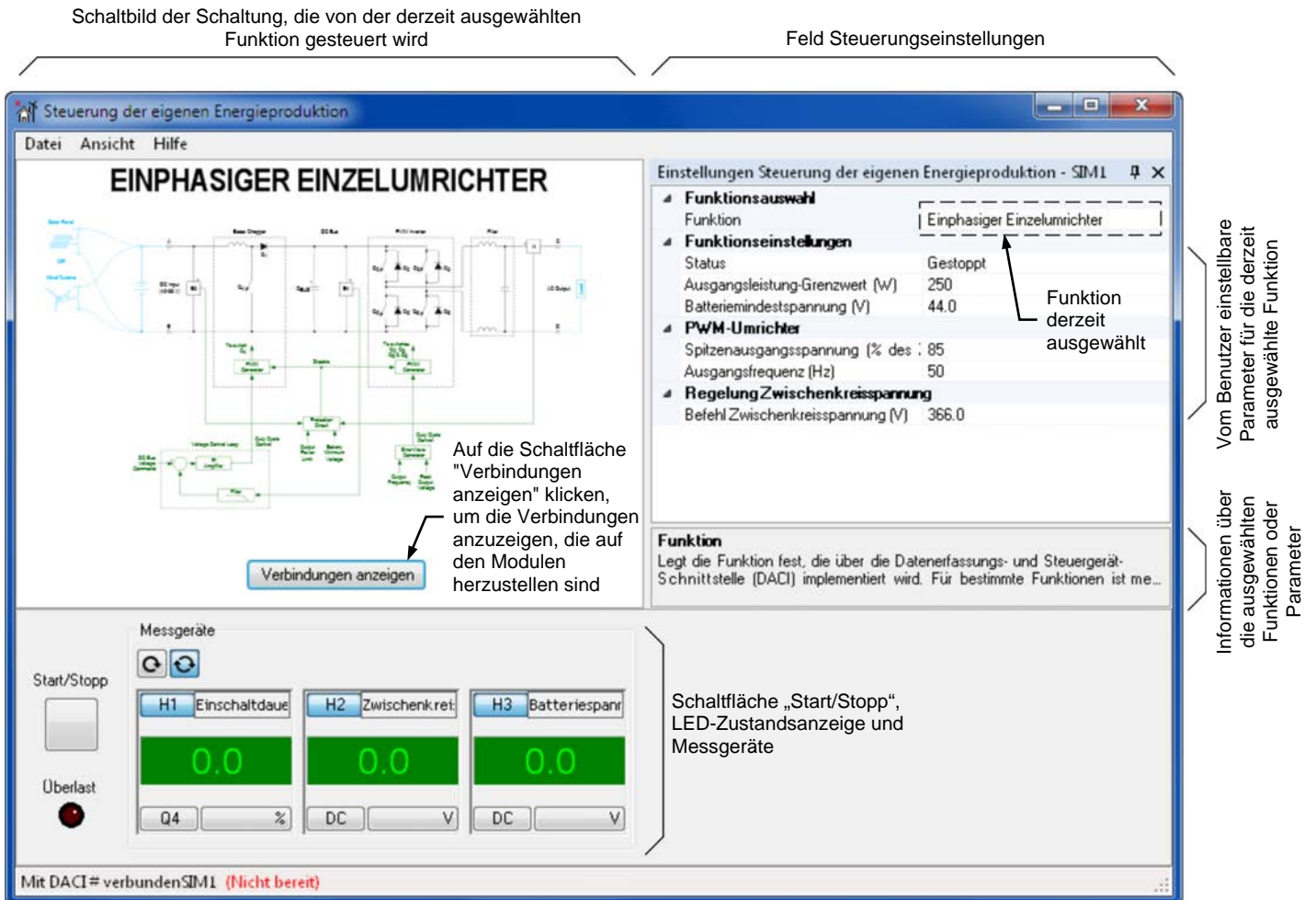


Abbildung 10. Fenster *Steuerung der eigenen Energieproduktion*.

- Der untere Bereich des Steuerungsfensters enthält eine Schaltfläche *Start/Stopp* zum Ein- und Ausschalten der gewählten Funktion. Möglicherweise enthält der untere Bereich des Steuerungsfensters auch weitere Elemente wie Messgeräte zur Echtzeit-Überwachung von Parameter-Werten, LED-Zustandsanzeigen, Drehknöpfe zur manuellen Einstellung von Parameter-Werten und andere. Dies hängt von der gewählten Funktion ab.
- Schließlich zeigt das Steuerungsfenster den Schaltplan des Kreises, der von der Funktion gesteuert wird, die im Feld *Steuerungseinstellungen* ausgewählt ist. Durch Klick auf die Schaltfläche *Verbindungen anzeigen* unterhalb des Schaltplans erscheint das Fenster *Verbindungen*. Es zeigt die Verbindungen, die an den Modulen herzustellen sind, um die Geräte für die gewählte Funktion einzurichten (siehe Abbildung 11). Die im Fenster *Verbindungen* angezeigten Verbindungen entsprechen den schwarzen Linien in Abbildung 10.

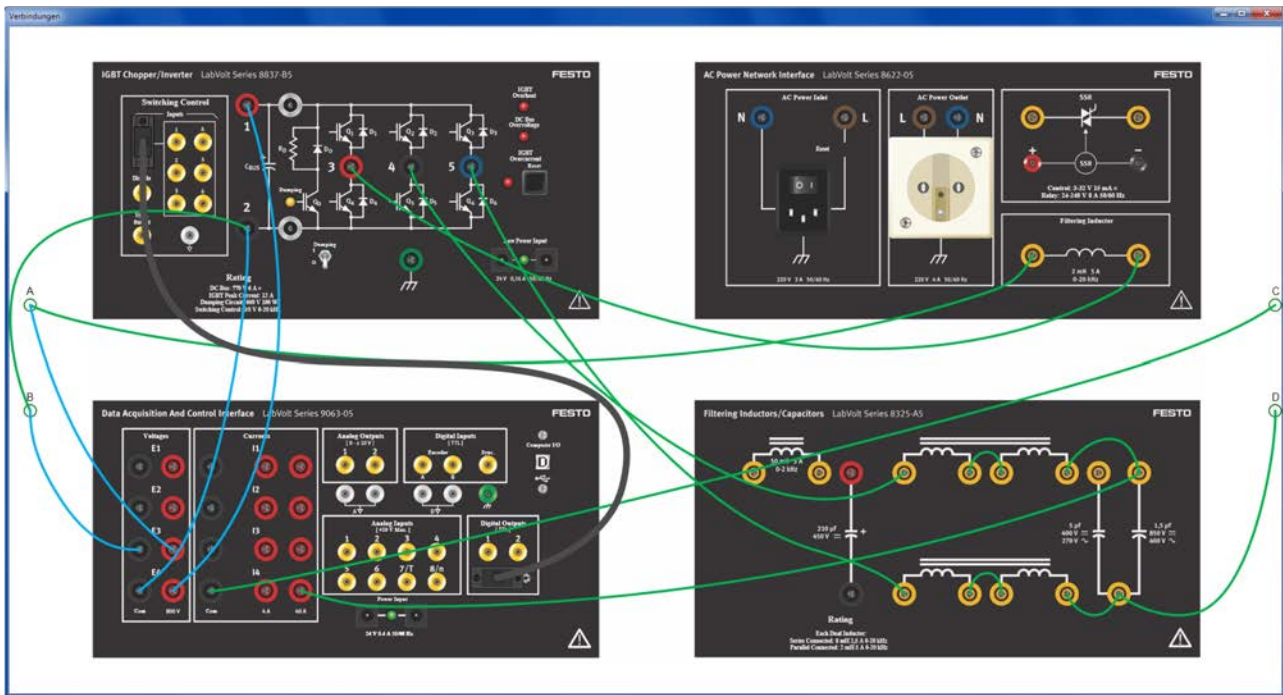


Abbildung 11. Das Fenster **Verbindungen** zeigt die Verbindungen, die an den Modulen herzustellen sind, um die Funktion *Einphasiger Einzelumrichter* zu implementieren.

Für bestimmte Funktionen, bei denen ein komplexer Controller verwendet wird, erscheint möglicherweise eine Schaltfläche *Controller-Schaltkreis* unter dem Schaltplan des Kreises im Steuerungsfenster. Durch Klick auf diese Schaltfläche erscheint ein Fenster **Controller** mit dem Blockschaltbild des Controllers. Abbildung 12 zeigt ein Beispiel dafür.

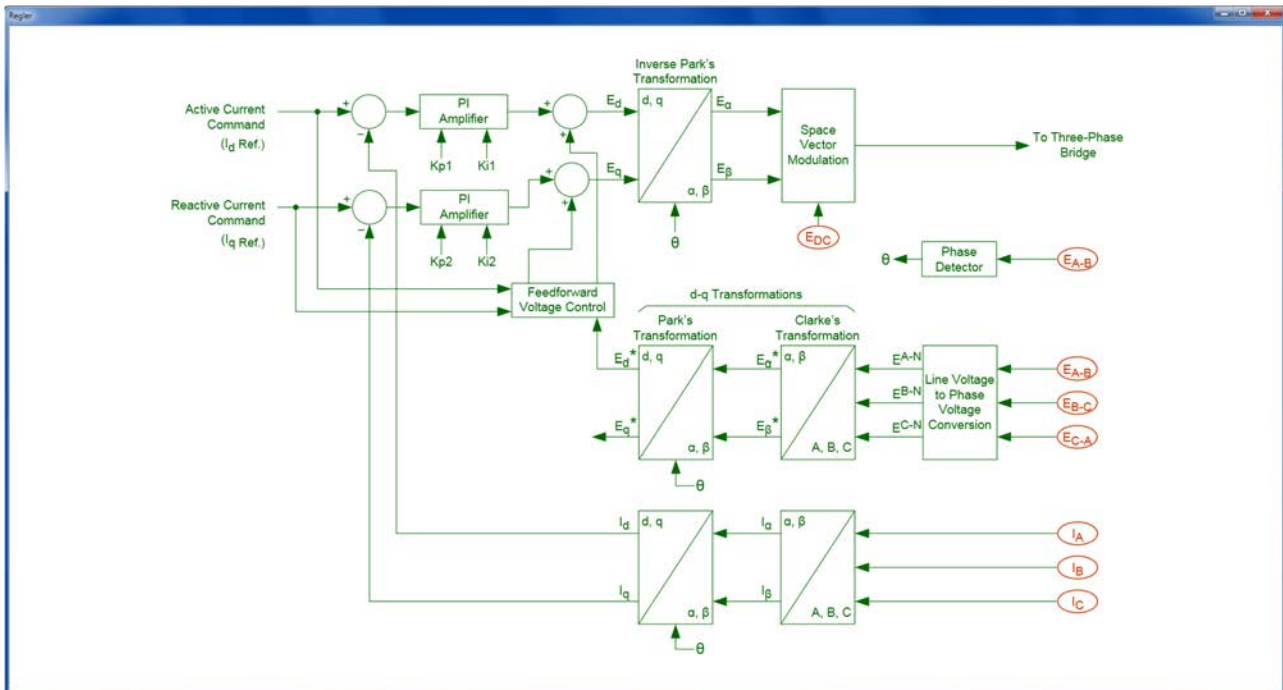


Abbildung 12. Fenster **Controller** mit Blockschaltbild des Controllers in der Funktion *Drehstrom-PWM-Gleichrichter/Umrichtersteuerung*.

Bei fortgeschrittenen Funktionen wie der Funktion *Wasserkraftgenerator (tote Sammelschiene - symmetrische Belastung)*, welche im Fenster *Synchrongeneratorsteuerung* verfügbar ist, können auch mehrere Schaltflächen unter dem Schaltplan erscheinen, wie in Abbildung 13 gezeigt.

- Durch Klicken auf die Schaltfläche *ASR zeigen* erscheint ein Fenster mit dem Blockschaltbild des Automatischen Spannungsreglers des Wasserkraftgenerators.
- Durch Klicken auf die Schaltfläche *Drehzahlregler zeigen* erscheint ein Fenster mit dem Blockschaltbild des Drehzahlreglers des Wasserkraftgenerators.
- Durch Klicken auf die Schaltfläche *SCADA-Ansicht zeigen* erscheint eine SCADA-Ansicht des Wasserkraftgenerators, wie in Abbildung 14 gezeigt. In dieser Ansicht gibt es weitere Schaltflächen, unter anderem für Start und Stopp des Emulators und des Controllers für den Generator.

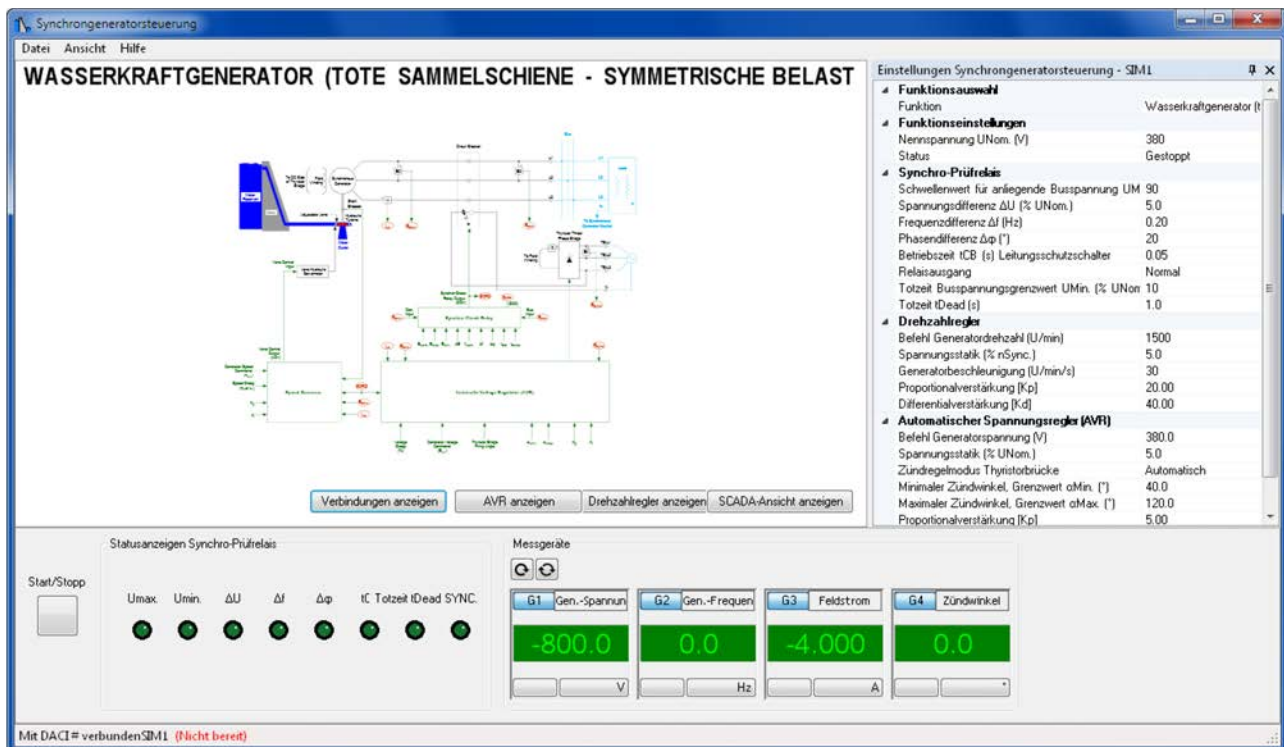


Abbildung 13. Fenster *Synchrongeneratorsteuerung* bei Auswahl der Funktion *Wasserkraftgenerator (tote Sammelschiene - symmetrische Belastung)*.

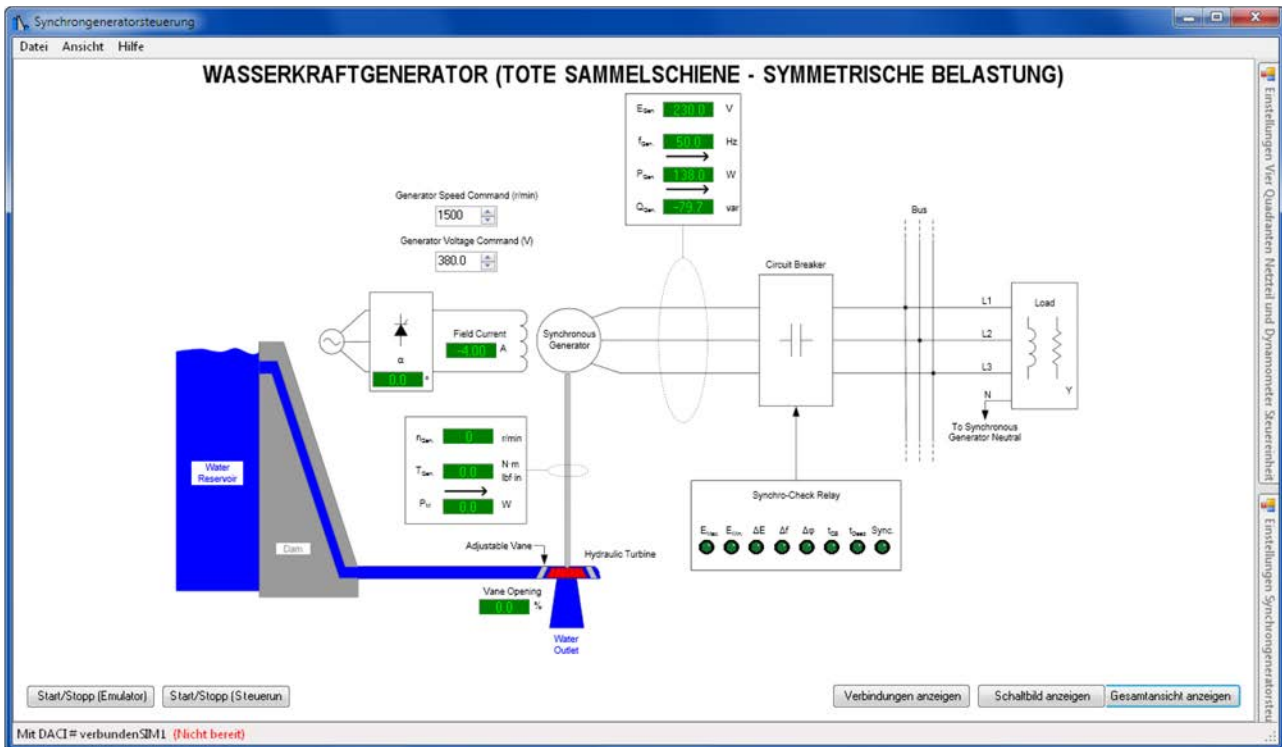


Abbildung 14. SCADA-Ansicht der Funktion *Wasserkraftgenerator (tote Sammelschiene - symmetrische Belastung)*.

In den Bedienungsanleitungen zum [Mess- und Steuerinterface](#) und zur [Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit](#) finden Sie weitere Informationen über die Instrumente und Funktionen, die in LVDAC-EMS für diese Module verfügbar sind.

2 Einführung in das Fenster Messung und die Datentabelle



In dieser Praxisübung kommen hohe Spannungen vor. In eingeschaltetem Zustand dürfen Bananenstecker-Verbindungen weder hergestellt noch verändert werden, sofern nicht anders angegeben.

2.1 Einrichtung der Geräte

1. Installieren Sie die 400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung, die 24 V Wechselstromversorgung, das Modul Ohmsche Last sowie das Mess- und Steuerinterface in Ihrem Arbeitsplatz.
2. Stellen Sie die für eine ordnungsgemäße Erdung der Geräte erforderlichen Verbindungen her.

Weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Erdung der Geräte finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

3. Achten Sie darauf, dass die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** ausgeschaltet ist. Anschließend verbinden Sie die Anschlussklemmen L1, L2, L3 und N der **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Drehstromquelle.

Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in der Stellung *O* (aus) ist. Verbinden Sie dann den *Stromeingang* der **24 V Wechselstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Lesen Sie den Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie, um zu erfahren, wie Sie sicherstellen, dass die Netzsteckdosen, an die Sie die Geräte anschließen, ordnungsgemäß geschützt sind.

4. Verbinden Sie den *Stromeingang* des **Mess- und Steuerinterface** mit dem *Stromausgang* der **24 V Wechselstromversorgung**.
5. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz ein (d. h. entriegeln).

Stellen Sie den Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in die Stellung *I* (ein). Beachten Sie dabei, dass die *Stromeingangs*-LED am **Mess- und Steuerinterface** als Hinweis darauf aufleuchtet, dass das Modul mit Strom versorgt wird.

6. Verbinden Sie die Geräte, wie in Abbildung 15 gezeigt. Zur Implementierung des Widerstands R_1 die drei Widerstands-Abschnitte des Moduls **Ohmsche Last** parallel verbinden.

Die roten Anschlussklemmen der Eingänge *U1* und *I1* am **Mess- und Steuerinterface** entsprechenden Anschlussklemmen, die in Abbildung 15 mit einem Pluszeichen (+) gekennzeichnet sind.

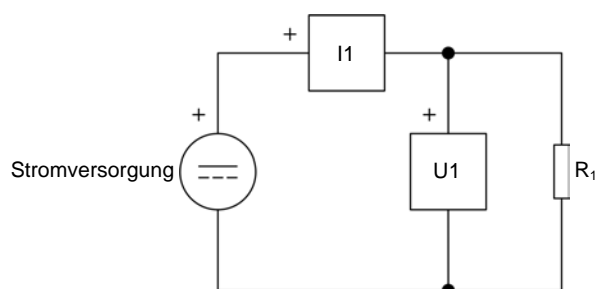


Abbildung 15. Einfache DC-Widerstandsschaltung.

Verbinden Sie den USB-Anschluss des **Mess- und Steuerinterface** mit einem USB-Anschluss des Host-Rechners.

Stellen Sie im Modul **Ohmsche Last** den Wert von Widerstand R_1 auf 1100Ω ein.

2.2 Messung elektrischer Kenngrößen mit dem Messfenster

1. Schalten Sie den Host-Rechner ein und starten Sie die **LVDAC-EMS** Software.

Achten Sie darauf im Fenster Start der **LVDAC-EMS**, dass das **Mess- und Steuerinterface** erkannt wird. Achten Sie darauf, dass die **Computergestützte Instrumentierung** für das **Mess- und Steuerinterface** verfügbar ist. Wählen Sie im **LVDAC-EMS Startfenster** die Netzspannung und -frequenz, die der Spannung und Frequenz Ihres lokalen AC-Netzwerks entspricht, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche **OK**, um das **LVDAC-EMS Startfenster** zu schließen.

Siehe bei Bedarf Abschnitt 1.2 dieser Anleitung für weitere Informationen zum Starten der **LVDAC-EMS** Software.

2. Rufen Sie das Fenster **Messung** auf, indem Sie den entsprechenden Befehl im Menü **Instrumente** wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der **LVDAC-EMS** Software anklicken.
3. Achten Sie darauf, dass im Fenster **Messung** das **Fenster Erweiterte Abtastung** ausgewählt ist. Gehen Sie dazu ins Menü **Optionen** und wählen Sie **Erfassungseinstellungen**. Unter dem Hilfethema **Menüs/Optionen/Erfassungseinstellungen** erfahren Sie Näheres zu diesem Merkmal.

Das Fenster **Messung** ist nun bereit für die Messung von Kenngrößen im Schaltkreis von Abbildung 15.

4. Im Fenster **Messung** richten Sie Messgerät **U1** als DC-Voltmeter und Messgerät **I1** als DC-Amperemeter ein. Schalten Sie Messgerät **PQS1** ein und richten Sie es als Wirkleistungsmesser (P) ein. Schalten Sie die Messgeräte **U2**, **U3**, **U4**, **I2**, **I3** und **I4** aus. Unter dem Hilfethema **Tastaturkürzel für Messgeräteeinstellungen** erfahren Sie, wie Sie die Messgeräteeinstellungen ändern können.
5. Wählen Sie im Fenster **Messung** die kontinuierliche Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü **Ansicht** oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Unter dem Hilfethema **Menüs/Ansicht** finden Sie weiterführende Informationen zur einzelnen und kontinuierlichen Aktualisierung des Fensters **Messen**.

Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** ein und beobachten Sie Folgendes:

- Messgerät **U1** zeigt die Spannung der Gleichstromquelle an.
- Messgerät **I1** zeigt die Stromstärke des Gleichstroms an, der durch die Schaltung fließt.
- Messgerät **PQS1** zeigt die Wirkleistung an, die in Widerstand R_1 abgeleitet wird.

Verringern Sie den Wert von Widerstand R_1 durch Schließen der Widerstandsschalter am Modul **Ohmsche Last**. Beobachten Sie dabei, wie sich die von den Messgeräten **U1**, **I1** und **PQS1** angezeigten Werte verändern und so die Verringerung von Widerstand R_1 widerspiegeln. Der Grund dafür ist, dass die Anzeigen der Messgeräte in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden, wenn die kontinuierliche Aktualisierung gewählt ist.

6. Wählen Sie im Fenster **Messung** die Einzel-Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü **Ansicht** oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Stellen Sie im Modul [Ohmsche Last](#) den Wert von Widerstand R_1 auf den Wert ein, der in Abbildung 15 gezeigt wird. Beobachten Sie dabei, wie sich die von den Messgeräten $U1$, $I1$ und $PQS1$ angezeigten Werte verändern und so die Verringerung von Widerstand R_1 widerspiegeln. Der Grund dafür ist, dass die Anzeigen der Messgeräte nicht in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden, wenn die Einzel-Aktualisierung gewählt ist.

Aktualisieren Sie die Anzeige im Fenster [Messung](#). Wählen Sie dazu den Befehl [Einzel-Aktualisierung](#) im Menü [Ansicht](#) oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Beobachten Sie, wie die Anzeige der Messgeräte aktualisiert wird und die angezeigten Werte die Veränderung von Widerstand R_1 widerspiegeln.

7. Schalten Sie die [400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung](#) aus.

Ersetzen Sie die Festspannungs-Gleichstromquelle durch eine Festspannungs-Wechselstromquelle, wie in Abbildung 16 gezeigt.

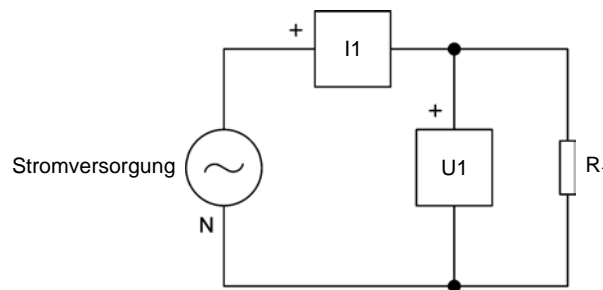


Abbildung 16. Einfache Wechselstrom-Widerstandsschaltung.

Achten Sie darauf, dass im Modul [Ohmsche Last](#) der Wert von Widerstand R_1 auf 1100Ω eingestellt ist.

8. Richten Sie im Fenster [Messung](#) Messgerät $U1$ als Wechselstrom-Voltmeter und Messgerät $I1$ als Wechselstrom-Amperemeter ein. Unter dem Hilfethema [Tastaturkürzel für Messgeräteinstellungen](#) erfahren Sie, wie Sie die Messgeräteinstellungen ändern können.

Öffnen Sie das Dialogfenster [Messgeräteinstellungen](#) im Fenster [Messung](#). Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü [Ansicht](#) oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Richten Sie das programmierbare Messgerät M5 als Frequenzmessgerät ein (Funktion $f(U1)$) und das programmierbare Messgerät M11 als Ohmmeter (Impedanzfunktion $RXZ(U1, I1)$). Schalten Sie beide Messgeräte ein und schließen Sie das Dialogfenster [Messgeräteinstellungen](#). Unter dem Hilfethema [Menüs/Ansicht/Messgeräteinstellungen](#) finden Sie weiterführende Informationen zum Dialogfenster [Messgeräteinstellungen](#).

9. Wählen Sie im Fenster **Messung** die kontinuierliche Aktualisierung.

Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** ein. Ändern Sie die Schalter-Einstellungen am Modul **Ohmsche Last**, sodass der Widerstandswert in kleinen Schritten abnimmt. Der Eingangs-Wechselstrom (angezeigt durch Amperemeter I_1) sollte in kleinen Schritten zunehmen. Beobachten Sie dabei, wie die Anzeigen der Messgeräte kontinuierlich aktualisiert werden und so die Änderungen der gemessenen Parameter widerspiegeln. Beobachten Sie auch, wie die programmierbaren Messgeräte M5 und M11 jeweils die Wechselstrom-Netzfrequenz und den Wert von Widerstand R_1 anzeigen.

Stellen Sie im Modul **Ohmsche Last** den Wert von Widerstand R_1 auf 1100 Ω ein.

2.3 Datenaufzeichnung in der Datentabelle

1. Öffnen Sie das Fenster **Datentabelle**. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü **Extras** oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der **LVDAC-EMS** Software. Unter dem Hilfethema **Übersicht Datentabelle** finden Sie weiterführende Informationen zum Fenster **Datentabelle**.
2. Zeichnen Sie im Fenster **Datentabelle** die Werte auf, die im Fenster **Messung** von den Messgeräten angezeigt werden. Wählen Sie dazu **Datenaufzeichnung** im **Edit**-Menü oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Das Dialogfenster **Aufzeichnungseinstellungen** öffnet sich. In diesem Fenster können Sie die Parameter auswählen, deren Werte im Fenster **Datentabelle** aufgezeichnet werden sollen. Die Parameter, die von den Messgeräten gemessen werden, die im Fenster **Messung** eingeschaltet sind, sollten im Dialogfenster **Aufzeichnungseinstellungen** ausgewählt sein (neben jedem ausgewählten Parameter steht ein Haken). Im vorliegenden Fall sind die Parameter U_1 , I_1 , $PQS1(U_1, I_1)$, $f(U_1)$ und $RXZ(U_1, I_1)$ auszuwählen. Unter dem Hilfethema **Menüs/Optionen/Aufzeichnungseinstellungen** finden Sie weiterführende Informationen zur Datenaufzeichnung und zum Dialogfenster **Aufzeichnungseinstellungen**.

Klicken Sie die Schaltfläche **OK** im Dialogfenster **Aufzeichnungseinstellungen**. Dadurch schließt sich das Dialogfenster, und die Anzeigewerte der ausgewählten Messgeräte im Fenster **Messung** in der ersten Reihe des Fensters **Datentabelle** werden aufgezeichnet.

3. Ändern Sie die Schalter-Einstellungen am Modul **Ohmsche Last**, sodass der Wert von Widerstand R_1 in etwa 10 Schritten auf 210 Ω abnimmt. Zeichnen Sie im Fenster **Datentabelle** für jeden Widerstandswert die Werte auf, die im Fenster **Messung** von den Messgeräten angezeigt werden. Beobachten Sie, wie sich im Fenster **Datentabelle** bei jeder Ausführung des Befehls **Datenaufzeichnung** eine neue Reihe mit Daten füllt.

Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** aus.

2.4 Ein Diagramm aus aufgezeichneten Daten erstellen

1. Rufen Sie das Fenster **Diagramm** auf, indem Sie im Fenster **Datentabelle** den entsprechenden Befehl im Menü **Ansicht** wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste anklicken. Unter dem Hilfethema **Diagramm-Übersicht** finden Sie allgemeine Informationen zum Fenster **Diagramm** der **Datentabelle**.

2. Erstellen Sie im Fenster **Diagramm** ein **Diagramm** für den Strom, der als Funktion des Widerstands R_1 durch den Widerstand R_1 fließt. Wählen Sie dazu die Impedanz $RXZ(U_1, I_1)$ als Parameter der X-Achse und den Strom I_1 als ersten Parameter der Vertikalachse (1-Y). Beobachten Sie, wie eine Kurve zur Darstellung der Veränderung des Stroms als Funktion des Widerstands im Fenster **Diagramm** erscheint, wenn beide Parameter ausgewählt sind. Unter dem Hilfethema **Diagramm-Übersicht** finden Sie weiterführende Informationen zum Fenster **Diagramm** der **Datentabelle**.
3. Schließen Sie das Fenster **Diagramm**.

Schließen Sie das Fenster **Datentabelle**, ohne die aufgezeichneten Daten zu speichern.

2.5 Messung mechanischer Kenngrößen mit dem Messfenster

1. Installieren Sie die **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** in Ihrem Arbeitsplatz.

Stellen Sie den **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motor** auf eine waagrechte Oberfläche in der Nähe des Arbeitsplatzes.

Beachten Sie das Kennzeichnungsschild (ID) an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** und am **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motor**. Für einen optimalen Betrieb sollten die ID des **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motors** und der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** übereinstimmen.

2. Achten Sie darauf, dass am **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motor** die Schutzabdeckung installiert ist. Diese Abdeckung dient zum Schutz gegen Verletzungen durch unbeabsichtigten Kontakt mit der Welle des **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motors**. Der Betrieb des **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motors** ist nur mit installierter Abdeckung möglich.

Informationen zur Installation der Schutzabdeckung am **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motor** finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

3. Stellen Sie die Verbindungen her, die für eine ordnungsgemäße Erdung des **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motors** und der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** erforderlich sind.

Weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Erdung der Geräte finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

4. Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** in der Stellung **0** (aus) ist. Verbinden Sie dann den **Stromeingang** der Steuereinheit mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Lesen Sie den Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie, um zu erfahren, wie Sie sicherstellen, dass die Netzsteckdosen, an die Sie die Geräte anschließen, ordnungsgemäß geschützt sind.

5. Verbinden Sie das Kabel am **Vier-Quadranten-Dynamometer-Motor** mit der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit**.
6. Verbinden Sie die **Analog-Ausgänge T** und **n** der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** jeweils mit den **Analog-Eingängen 7/T** (Drehmoment) und **8/n** (Drehzahl) des Moduls **Mess- und Steuerinterface**. Verbinden Sie eine der gemeinsamen Analog-Anschlussklemmen der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** mit einer der gemeinsamen Analog-Anschlussklemmen des **Mess- und Steuerinterface**. Diese Verbindungen sind zur Messung des Drehmoments und der Drehzahl erforderlich.

Schalten Sie die **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** ein, indem Sie den **Stromeingangs**-Schalter in die Stellung **I** (ein) schalten.

Stellen Sie an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** den **Betriebsmodus**-Schalter auf **Dynamometer**. Bei dieser Einstellung kann das Modul, je nach gewählter Funktion, als Dynamometer oder als Antriebsmaschine arbeiten.

Wählen Sie an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** die Funktion "Rechtsdrehende Antriebsmaschine". Halten Sie dazu die Taste **Funktion** gedrückt, bis in der Anzeige des Moduls die Funktion **Rechtsdrehende Antriebsmaschine/Bremse** erscheint.

7. Setzen Sie im **LVDAC-EMS-Fenster Datenerfassungs- und Steuerungseinstellungen** den Parameter **AI-7 Parametertyp** auf **Drehmoment-Korr. (Nm)**.

Schalten Sie im Fenster **Messung** alle Messgeräte aus. Schalten Sie anschließend die Messgeräte für Drehmoment (**AI-7/T**) und Drehzahl (**AI-8/n**) ein.

Stellen Sie an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** den Drehzahlregler für die Antriebsmaschine mithilfe der Befehlstaste auf etwa 1500 U/min. Der Wert für den Drehzahlregler erscheint in der Anzeige des Moduls. Beachten Sie, dass der Wert für den Drehzahlregler in der Anzeige des Moduls blinkt.

Starten Sie an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** die Antriebsmaschine. Drücken Sie dazu kurz die Schaltfläche **Start/Stop**. Die Antriebsmaschine sollte sofort beginnen sich zu drehen. Beachten Sie, dass der Drehzahlwert in der Anzeige des Moduls nicht mehr blinkt. Dies zeigt an, dass die angezeigte Drehzahl nun der tatsächlichen Drehzahl der Antriebsmaschine entspricht.

Um die unkorrigierten Drehmomentwerte am Modul anzuzeigen, halten Sie die Taste **Funktion** an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** für ca. 3 Sekunden gedrückt. Die Anzeige "NC" erscheint neben dem Namen der Funktion in der Anzeige des Moduls, wenn unkorrigierte Drehmomentwerte angezeigt werden.

Standardmäßig ist an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** die Funktion der Drehmomentkorrektur aktiviert. Um diese Funktion zu deaktivieren, halten Sie die Taste **Funktion** für 3 Sekunden gedrückt. Um die Funktion der Drehmomentkorrektur wieder zu aktivieren, halten Sie die Taste **Funktion** nochmals für 3 Sekunden gedrückt. Der Status der Drehmomentkorrektur (aktiviert oder deaktiviert) bleibt unverändert, wenn mit der Taste **Funktion** eine andere Funktion ausgewählt ist.

Achten Sie darauf, dass im Fenster **Messung** die kontinuierliche Aktualisierung ausgewählt ist. Beobachten Sie, wie Messgerät **AI 8/n** die Drehzahl der Antriebsmaschine anzeigt. Messgerät **AI-7/T** zeigt das Drehmoment an, das die Antriebsmaschine erzeugt, um das der Drehung entgegenstehende Drehmoment zu überwinden. Die Hauptursache für dieses Drehmoment ist die Reibung.

8. Starten Sie an der **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** die Antriebsmaschine durch kurzes Drücken der Schaltfläche **Start/Stop**. Beobachten Sie, wie Drehmoment und Drehzahl, angezeigt von den Messgeräten **AI-7/T** und **AI-8/n**, auf null zurückgehen.

Wählen Sie im Fenster **Messung** die Einzel-Aktualisierung.

9. Schließen Sie das Fenster **Messung**.
10. Schließen Sie **LVDAC-EMS**.
11. Schalten Sie die **24 V Wechselstromversorgung** aus.
12. Schalten Sie die **Vier-Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit** aus.
13. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz aus. Trennen Sie alle stromführenden Verbindungen, zuletzt die Erdungsverbindungen der Geräte. Bringen Sie alle Geräte an ihren Lagerort zurück.

3 Einführung in das Oszilloskop



In dieser Praxisübung kommen hohe Spannungen vor. In eingeschaltetem Zustand dürfen Bananenstecker-Verbindungen weder hergestellt noch verändert werden, sofern nicht anders angegeben.

3.1 Einrichtung der Geräte

1. Installieren Sie die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung**, die **24 V Wechselstromversorgung**, das Modul **Ohmsche Last**, das Modul **Induktive Last** sowie das **Mess- und Steuerinterface** in Ihrem Arbeitsplatz.

2. Stellen Sie die für eine ordnungsgemäße Erdung der Geräte erforderlichen Verbindungen her.

Weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Erdung der Geräte finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

3. Achten Sie darauf, dass die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** ausgeschaltet ist. Anschließend verbinden Sie Anschlussklemmen L1, L2, L3 und N der **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Drehstromquelle.

Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in der Stellung *O* (aus) ist. Verbinden Sie dann den *Stromeingang* der **24 V Wechselstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Lesen Sie den Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie, um zu erfahren, wie Sie sicherstellen, dass die Netzsteckdosen, an die Sie die Geräte anschließen, ordnungsgemäß geschützt sind.

4. Verbinden Sie den *Stromeingang* des **Mess- und Steuerinterface** mit dem *Stromausgang* der **24 V Wechselstromversorgung**.
5. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz ein (d. h. entriegeln).

Stellen Sie den Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in die Stellung *I* (ein). Beachten Sie, dass die *Stromeingangs*-LED am Modul **Mess- und Steuerinterface** als Hinweis darauf aufleuchtet, dass das Modul mit Strom versorgt wird.

6. Verbinden Sie die Geräte, wie in Abbildung 17 gezeigt.

Die roten Anschlussklemmen der Eingänge *U1* und *I1* am Modul **Mess- und Steuerinterface** entsprechenden Anschlussklemmen, die in Abbildung 17 mit einem Pluszeichen (+) gekennzeichnet sind.

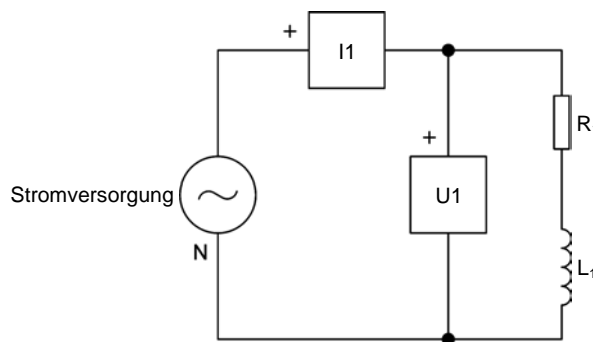


Abbildung 17. Einfache induktive Widerstandsschaltung.

Verbinden Sie den USB-Anschluss des [Mess- und Steuerinterface](#) mit einem USB-Anschluss des Host-Rechners.

Stellen Sie im Modul [Ohmsche Last](#) den Wert von Widerstand R_1 auf 1100 Ω ein.

Stellen Sie am Modul [Induktive Last](#) die Induktivität von Induktor L_1 auf 3,5 H.

Schalten Sie die [400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung](#) ein.

3.2 Horizontale, vertikale und Trigger-Einstellungen

1. Schalten Sie den Host-Rechner ein und starten Sie die [LVDAC-EMS](#) Software.

Achten Sie darauf im Fenster Start der [LVDAC-EMS](#), dass das [Mess- und Steuerinterface](#) erkannt wird. Achten Sie darauf, dass die [Computergestützte Instrumentierung](#) für das [Mess- und Steuerinterface](#) verfügbar ist. Wählen Sie im [LVDAC-EMS Startfenster](#) die Netzspannung und -frequenz, die der Spannung und Frequenz Ihres lokalen Wechselstrom-Netzwerks entspricht, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche [OK](#), um das [LVDAC-EMS Startfenster](#) zu schließen.

Siehe bei Bedarf Abschnitt 1.2 dieser Anleitung für weitere Informationen zum Starten der [LVDAC-EMS](#) Software.

2. Starten Sie das Oszilloskop. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü [Instrumente](#) oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der [LVDAC-EMS](#) Software.
3. Richten Sie das [Oszilloskop](#) gemäß den Einstellungen in Tabelle 1 ein.

Parameter		Einstellungen
Kanal 1	Eingang (beobachteter Parameter)	U1
	Maßstab	200 V/div
	Invertieren	Aus
	Kupplung	DC
Kanal 2	Eingang (beobachteter Parameter)	I1
	Maßstab	0,2 A/div
	Invertieren	Aus
	Kupplung	DC
Zeitbasis		2 ms/div
Trigger	Quelle	Kan 1
	Pegel	0
	Gefälle	Steigend

Tabelle 1. [Oszilloskop-Einstellungen](#).

Unter dem Hilfethema [Oszilloskop-Einstellungen](#) erfahren Sie, wie Sie diese Einstellungen vornehmen können.

- Wählen Sie am **Oszilloskop** die kontinuierliche Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü *Ansicht* oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Unter dem HilfetHEMA *Menüs/Ansicht* finden Sie weiterführende Informationen zur einzelnen und kontinuierlichen Aktualisierung des **Oszilloskop**-Bildschirms.

Die Signalformen der Wechselstrom-Spannungsquelle (*U1*) und des Stroms, der durch die Schaltung fließt (*I1*) sollten auf dem **Oszilloskop**-Bildschirm dargestellt werden. Beobachten Sie, wie jede Signalform in einer anderen Farbe dargestellt wird.

Beobachten Sie auch, wie die Wechselstrom-Spannungsquelle zu Beginn der Kurve mit positiver Steigung durch Null verläuft. Dies entspricht den Trigger-Einstellungen des **Oszilloskops**. Beachten Sie, dass Sie die horizontale Lage des Triggerpunkts verschieben können. Unter dem HilfetHEMA *Oszilloskop-Einstellungen/Trigger* erfahren Sie, wie Sie die horizontale Lage des Triggerpunkts verschieben können.

Unter dem HilfetHEMA *Technische Informationen über den Trigger-Betrieb* finden Sie weiterführende Informationen zum Trigger-Betrieb.

- Verändern Sie auf dem **Oszilloskop** die vertikale Lage der Kurven, sodass die Signalform der Wechselstrom-Spannungsquelle (Kurve Kanal 1) und die Signalform des Schaltkreis-Stroms (Kurve Kanal 2) jeweils in der Mitte des oberen und unteren Teils des **Oszilloskop**-Bildschirms liegen. Unter dem HilfetHEMA *Oszilloskop-Einstellungen/Kanal 1 bis 8* erfahren Sie, wie Sie die vertikale Lage der Kurven auf dem **Oszilloskop**-Bildschirm verändern können.
- Richten Sie am **Oszilloskop** einen dritten Kanal (Kanal 3) gemäß den Einstellungen in Tabelle 2 ein.

Parameter		Einstellungen
Kanal 3	Eingang (beobachteter Parameter)	<i>U1, I1</i>
	Maßstab	20 W/div
	Invertieren	Aus
	Kupplung	DC

Tabelle 2. Weitere **Oszilloskop**-Einstellungen.

Beobachten Sie, wie auf dem **Oszilloskop**-Bildschirm eine dritte sinusförmige Signalform erscheint. Diese Signalform stellt die Leistung dar, die von der Wechselstromquelle geliefert wird. Die Leistung ergibt sich aus der Spannung und dem Strom, die an Eingang *U1* und *I1* des **Moduls** Mess- und Steuerinterface gemessen werden.

3.3 Kontinuierliche und Einzel-Aktualisierung.

- Schließen Sie Schalter am Modul **Ohmsche Last**, um den Wert von Widerstand R_1 schrittweise zu erhöhen. Beobachten Sie dabei, wie sich die Signalformen auf dem **Oszilloskop**-Bildschirm jedes Mal verändern, wenn der Wert von Widerstand R_1 abnimmt. Der Grund dafür ist, dass der **Oszilloskop**-Bildschirm in regelmäßigen Abständen aktualisiert wird, wenn die kontinuierliche Aktualisierung gewählt ist.

2. Wählen Sie am Oszilloskop die Einzel-Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü *Ansicht* oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Beobachten Sie, wie auf dem *Oszilloskop*-Bildschirm die zuletzt erhaltenen Signalformen in der Anzeige verbleiben.

Öffnen Sie Schalter am Modul *Ohmsche Last*, um den Wert von Widerstand R_1 auf $4400\ \Omega$ einzustellen. Beobachten Sie dabei, dass sich die Signalformen auf dem *Oszilloskop*-Bildschirm nicht verändern. Der *Oszilloskop*-Bildschirm wird nicht in regelmäßigen Abständen aktualisiert, wenn die Einzel-Aktualisierung gewählt ist.

Aktualisieren Sie die Anzeige am *Oszilloskop* manuell. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü *Ansicht* oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Beobachten Sie, wie dadurch die Signalformen aktualisiert werden. Beachten Sie, dass die Höhe der Signalformen für Strom und Leistung auf dem *Oszilloskop*-Bildschirm relativ niedrig ist, da der Wert von Widerstand R_1 nun $4400\ \Omega$ beträgt.

Wählen Sie am *Oszilloskop* die kontinuierliche Aktualisierung.

3.4 Funktion "Automatische Skalierung"

1. Wählen Sie am *Oszilloskop* im Menü *Optionen* die Funktion *Automatische Skalierung*. Beobachten Sie, wie sich die Skalierung der Kanäle 1 bis 3 automatisch auf die Amplitude der beobachteten Parameter einstellt. Unter dem Hilfethema *Menüs/Optionen* finden Sie weiterführende Informationen zur Funktion *Automatische Skalierung*.
2. Stellen Sie mithilfe der Schalter-Einstellungen am Modul *Ohmsche Last* den Wert von Widerstand R_1 auf $1100\ \Omega$ ein.

Wählen Sie am *Oszilloskop* die Funktion *Automatische Skalierung*, damit sich die Skalierung der Kanäle 1 bis 3 automatisch einstellt.

3.5 Bereich "Signalform-Daten"

1. Beachten Sie, dass der Bereich *Kanaldaten* unterhalb des *Oszilloskop*-Bildschirms den Effektivwert (RMS), den Mittelwert und die Frequenz für die beobachteten Parameter darstellt.
2. Unter dem Hilfethema *Oszilloskop-Einstellungen / Tabelle Kanaldaten* finden Sie weiterführende Informationen zu den Daten, die in diesem Bereich dargestellt werden.
3. Um die vertikalen Cursors am *Oszilloskop* anzuzeigen, klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Beobachten Sie, dass auf dem *Oszilloskop*-Bildschirm zwei vertikale Linien erscheinen. Diese Linien sind die vertikalen Cursors. Jeder vertikale Cursor lässt sich horizontal verschieben, um ihn mit einem bestimmten Punkt an den beobachteten Signalformen auszurichten. Beachten Sie auch, dass sich die Art der Informationen im *Oszilloskop*-Bereich *Kanaldaten* ändert, um Werte anzuzeigen, die sich auf die Cursors beziehen. Unter dem Hilfethema *Menüs/Extras* erfahren Sie, wie Sie die Cursors anzeigen und verschieben können.
4. Verschieben Sie am *Oszilloskop* den Cursor 1 so, dass er zwei Teilstriche vom linken Bildschirmrand entfernt liegt. Beobachten Sie dabei, wie die Spalte *Cur 1* im Bereich *Kanaldaten* in Echtzeit die Lage von Cursor 1 anzeigt, sowie den momentanen Wert jedes Parameters am Schnittpunkt zwischen Cursor 1 und der entsprechenden Signalform.

Verschieben Sie Cursor 2 so, dass er sechs Teilstriche vom linken Rand des **Oszilloskop**-Bildschirms entfernt liegt. Beobachten Sie, wie die Lage von Cursor 2 in Echtzeit sowie der momentane Wert jedes Parameters am Schnittpunkt von Cursor 2 in der Spalte *Cur 2* im Bereich *Kanaldaten* angezeigt wird.

5. Beobachten Sie, wie die Spalte *Diff* im Bereich *Kanaldaten* die Differenz anzeigt zwischen den momentanen Werten jedes Parameters, die mit den beiden Cursors gemessen werden, sowie das Zeitintervall zwischen diesen Cursors. Unter dem Hilfethema *Oszilloskop-Einstellungen / Tabelle Kanaldaten* finden Sie alle Informationen zum Bereich *Kanaldaten* und zu den Cursors.

Beachten Sie, dass sämtliche Daten im Bereich *Kanaldaten* in der *Datentabelle* aufgezeichnet werden können. Unter den Hilfethemen zur *Datentabelle Menüs/Edit* und *Menüs/Optionen* erfahren Sie, wie Sie Daten aufzeichnen können. Das Fenster *Datentabelle* ermöglicht es, die aufgezeichneten Daten schnell und problemlos als Grafik darzustellen.

Entfernen Sie die Cursors am **Oszilloskop**.

3.6 Speicherung von Signalformen

1. Wählen Sie am **Oszilloskop** die Einzel-Aktualisierung. Auf dem **Oszilloskop**-Bildschirm verbleiben die zuletzt erhaltenen Signalformen in der Anzeige.
2. Um die dargestellten Signalformen am **Oszilloskop** in Speicher 1 zu speichern, klicken Sie auf die Schaltfläche *M1* in der Symbolleiste. Unter dem Hilfethema *Menüs/Extras* erfahren Sie, wie Sie Signalformen speichern können.

3.7 Ansicht gespeicherter Signalformen

1. Wählen Sie am **Oszilloskop** die kontinuierliche Aktualisierung.

Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** aus.

Schließen Sie Widerstand R_1 mithilfe eines Bananenstecker-Kabels kurz.

Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** ein. Beobachten Sie, wie auf dem **Oszilloskop**-Bildschirm neue Signalformen erscheinen. Verwenden Sie die Funktion *Automatische Skalierung*, damit sich die Skalierung der Kanäle 1 bis 3 automatisch einstellt.

Wählen Sie am **Oszilloskop** die Einzel-Aktualisierung, um die dargestellten Signalformen "einzufrieren".

2. Um die Signalformen, die kurz zuvor in dieser Übung in Speicher 1 gespeichert wurden, anzuzeigen, klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Dadurch können Sie auf einfache Weise die Signalformen vor und nach dem Kurzschließen von Widerstand R_1 miteinander vergleichen. Unter dem Hilfethema *Menüs/Extras* erfahren Sie, wie Sie gespeicherte Signalformen ansehen können.
3. Schließen Sie das **Oszilloskop**.
4. Schließen Sie **LVDAC-EMS**.
5. Schalten Sie die **24 V Wechselstromversorgung** aus.

- Schalten Sie die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** aus.
- Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz aus. Trennen Sie alle stromführenden Verbindungen, zuletzt die Erdungsverbindungen der Geräte. Bringen Sie alle Geräte an ihren Lagerort zurück.

4 Einführung in das Zeigerdiagramm



In dieser Praxisübung kommen hohe Spannungen vor. In eingeschaltetem Zustand dürfen Bananenstecker-Verbindungen weder hergestellt noch verändert werden, sofern nicht anders angegeben.

4.1 Einrichtung der Geräte

- Installieren Sie die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung**, die **24 V Wechselstromversorgung**, das Modul **Ohmsche Last**, das Modul **Induktive Last** sowie das **Mess- und Steuerinterface** in Ihrem Arbeitsplatz.
- Stellen Sie die für eine ordnungsgemäße Erdung der Geräte erforderlichen Verbindungen her.

Weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Erdung der Geräte finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

- Achten Sie darauf, dass die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** ausgeschaltet ist. Anschließend verbinden Sie Anschlussklemmen L1, L2, L3 und N der **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Drehstromquelle.

Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in der Stellung *O* (aus) ist. Verbinden Sie dann den **Stromeingang** der **24 V Wechselstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Lesen Sie den Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie, um zu erfahren, wie Sie sicherstellen, dass die Netzsteckdosen, an die Sie die Geräte anschließen, ordnungsgemäß geschützt sind.

- Verbinden Sie den **Stromeingang** des **Mess- und Steuerinterface** mit dem **Stromausgang** der **24 V Wechselstromversorgung**.
- Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz ein (d. h. entriegeln).

Stellen Sie den Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in die Stellung *I* (ein). Beachten Sie, dass die **Stromeingangs**-LED am Modul **Mess- und Steuerinterface** als Hinweis darauf aufleuchtet, dass das Modul mit Strom versorgt wird.

- Verbinden Sie die Geräte, wie in Abbildung 18 gezeigt.

Die roten Anschlussklemmen der Eingänge U_1 , U_2 , U_3 und I_1 am Modul **Mess- und Steuerinterface** entsprechen den Anschlussklemmen, die in Abbildung 18 mit einem Pluszeichen (+) gekennzeichnet sind.

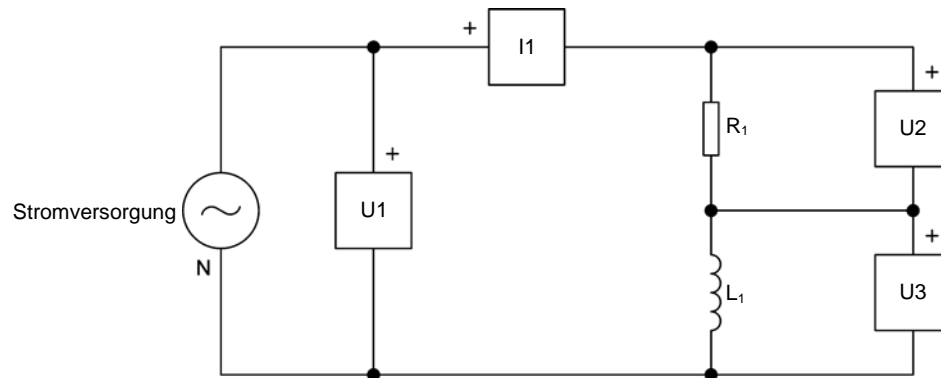


Abbildung 18. Einfache induktive Widerstandsschaltung.

Verbinden Sie den USB-Anschluss des **Mess- und Steuerinterface** mit einem USB-Anschluss des Host-Rechners.

Stellen Sie im Modul **Ohmsche Last** den Wert von Widerstand R_1 auf 1100Ω ein.

Stellen Sie am Modul **Induktive Last** die Induktivität von Induktor L_1 auf $3,5 \text{ H}$.

Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** ein.

4.2 Zeigerdiagramm – Auswahl und Skaleneinstellungen

- Schalten Sie den Host-Rechner ein und starten Sie die **LVDAC-EMS** Software.

Achten Sie darauf im Fenster Start der **LVDAC-EMS**, dass das **Mess- und Steuerinterface** erkannt wird. Achten Sie darauf, dass die *Computergestützte Instrumentierung* für das **Mess- und Steuerinterface** verfügbar ist. Wählen Sie im **LVDAC-EMS Startfenster** die Netzspannung und -frequenz, die der Spannung und Frequenz Ihres lokalen Wechselstrom-Netzwerks entspricht, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche **OK**, um das **LVDAC-EMS Startfenster** zu schließen.

Siehe bei Bedarf Abschnitt 1.2 dieser Anleitung für weitere Informationen zum Starten der **LVDAC-EMS** Software.

- Starten Sie das Zeigerdiagramm. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü **Instrumente** oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der **LVDAC-EMS** Software.

3. Richten Sie das Zeigerdiagramm gemäß den Einstellungen in Tabelle 3 ein.

Parameter	Einstellungen
Spannungsskala	100 V/div
Stromskala	0,1 A/div

Tabelle 3. Zeigerdiagramm-Einstellungen.

Mit diesen Einstellungen legen Sie die Intervalle für Spannung und Strom zwischen jeder kreisförmigen Unterteilung auf der Anzeige des **Zeigerdiagramms** fest. Unter dem Hilfethema **Zeigerdiagramm-Einstellungen** erfahren Sie, wie Sie diese Einstellungen vornehmen können.

4. Achten Sie darauf, dass am **Zeigerdiagramm** nur die Spannung **U1** (Eingangsspannung) ausgewählt ist. Unter dem Hilfethema **Zeigerdiagramm-Einstellungen** erfahren Sie, wie Sie die Spannungen und Ströme auswählen können, die dargestellt werden sollen.
5. Wählen Sie am Zeigerdiagramm die kontinuierliche Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü **Ansicht** oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Unter dem Hilfethema **Menüs/Ansicht** finden Sie weiterführende Informationen zur einzelnen und kontinuierlichen Aktualisierung der Anzeige des **Zeigerdiagramms**.

Beobachten Sie, wie auf der Anzeige des **Zeigerdiagramms** eine Linie erscheint. Diese Linie ist ein rotierender Zeiger, der die Spannung **U1** darstellt (Eingangsspannung). Die Radiuslänge des Zeigers **U1** entspricht dem Effektivwert (RMS) der Wechselstrom-Komponente der Eingangsspannung.

4.3 Auswahl des Referenz-Zeigers

1. Wählen Sie am **Zeigerdiagramm** die Spannung **U1** (Eingangsspannung) als Referenz-Zeiger. Unter dem Hilfethema **Zeigerdiagramm-Einstellungen** erfahren Sie, wie Sie diese Auswahl vornehmen können.

Beobachten Sie, wie auf der Anzeige des **Zeigerdiagramms** der Zeiger **U1** unter einem Winkel von 0° erscheint. Der Grund dafür ist, dass der Zeiger, welcher der Spannung **U1** entspricht, als Referenz-Zeiger ausgewählt wurde. Der Referenz-Zeiger erscheint auf der Anzeige des **Zeigerdiagramms** stets unter einem Winkel von 0° . Alle weiteren Zeiger sind im Hinblick auf den Referenz-Zeiger auf der Anzeige des **Zeigerdiagramms** angeordnet.

2. Wählen Sie auf dem **Zeigerdiagramm** den Strom **I1** (Schaltkreis-Strom). Beobachten Sie, wie auf der Anzeige des Zeigerdiagramms ein weiterer Zeiger unter einem Winkel von etwa -42° erscheint. Dieser Zeiger stellt den Strom (**I1**) dar, der durch die induktive Widerstandsschaltung fließt. Die Radiuslänge des Zeigers **U1** entspricht dem Effektivwert (RMS) der Wechselstrom-Komponente des Schaltkreis-Stroms. Indem sich die Zeiger auf der Anzeige des **Zeigerdiagramms** gegen den Uhrzeigersinn drehen, machen sie deutlich, dass der Strom in einer induktiven Widerstandsschaltung der Spannung mit einem Zeitverzug folgt.

3. Wählen Sie auf dem [Zeigerdiagramm](#) den Strom I_1 (Schaltkreis-Strom) als Referenz-Zeiger. Beobachten Sie, wie sich auf der Anzeige des [Zeigerdiagramms](#) die Lage der Zeiger U_1 und I_1 verändert hat. Der Zeiger I_1 erscheint unter einem Winkel von 0° , da er als Referenz-Zeiger ausgewählt wurde. Folglich erscheint Zeiger U_1 unter einem Winkel von etwa 42° .

4.4 Beobachtung der Zeiger

1. Schließen Sie Schalter am Modul [Ohmsche Last](#), um den Wert von Widerstand R_1 schrittweise zu verringern. Beobachten Sie dabei, wie sowohl die Länge von Zeiger I_1 (Schaltkreis-Strom) als auch der Winkelabstand zwischen Zeiger I_1 und U_1 (Phasenverschiebung zwischen Schaltkreis-Strom und Eingangsspannung) infolge der Veränderung der Schaltkreis-Impedanz zunehmen.
2. Wählen Sie am [Zeigerdiagramm](#) die Spannung U_2 (Spannung am Widerstand R_1) und U_3 (Spannung am Induktor L_1) aus.

Beobachten Sie, wie der Zeiger für Spannung U_2 in einem Winkel von 0° erscheint, da die Spannung am Widerstand phasengleich ist mit dem Schaltkreis-Strom (Zeiger I_1).

Beobachten Sie, wie der Zeiger für Spannung U_3 in einem Winkel von etwa 90° erscheint, da die Spannung am Induktor dem Schaltkreis-Strom (Zeiger I_1) um 90° vorausgeht.

4.5 Zeigerdiagramm-Datenbereich

1. Beobachten Sie, wie die [Zeigerdiagramm-Datentabelle](#) unter der Anzeige des [Zeigerdiagramms](#) für jeden der dargestellten Zeiger den Effektivwert (RMS) der Wechselstrom-Komponente von Spannung oder Strom, den Phasenwinkel und die Frequenz darstellt.

Unter dem Hilfethema [Zeigerdiagramm-Datentabelle](#) finden Sie weiterführende Informationen zu den Daten, die in diesem Bereich dargestellt werden.

2. Stellen Sie im Modul [Ohmsche Last](#) den Wert von Widerstand R_1 auf den Wert ein, der in [Abbildung 18](#) gezeigt wird. Beobachten Sie dabei, wie sich die Werte in der [Zeigerdiagramm-Datentabelle](#) verändern und so die Veränderung der Schaltkreis-Impedanz widerspiegeln.
3. Wählen Sie die Einzel-Aktualisierung am [Zeigerdiagramm](#), indem Sie den entsprechenden Befehl im Menü [Ansicht](#) wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste anklicken.
4. Schließen Sie das Zeigerdiagramm.
5. Schließen Sie [LVDAC-EMS](#).
6. Schalten Sie die [24 V Wechselstromversorgung](#) aus.
7. Schalten Sie die [400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung](#) aus.
8. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz aus. Trennen Sie alle stromführenden Verbindungen, zuletzt die Erdungsverbindungen der Geräte. Bringen Sie alle Geräte an ihren Lagerort zurück.

5 Einführung in den Oberschwingungs-Analysator



In dieser Praxisübung kommen hohe Spannungen vor. In eingeschaltetem Zustand dürfen Bananenstecker-Verbindungen weder hergestellt noch verändert werden, sofern nicht anders angegeben.

5.1 Einrichtung der Geräte

1. Installieren Sie die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung**, die **24 V Wechselstromversorgung**, das Modul **Ohmsche Last** sowie das **Mess- und Steuerinterface** in Ihrem Arbeitsplatz.
2. Stellen Sie die für eine ordnungsgemäße Erdung der Geräte erforderlichen Verbindungen her.

Weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Erdung der Geräte finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

3. Achten Sie darauf, dass die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** ausgeschaltet ist. Anschließend verbinden Sie Anschlussklemmen L1, L2, L3 und N der **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Drehstromquelle.

Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in der Stellung *O* (aus) ist. Verbinden Sie dann den *Stromeingang* der **24 V Wechselstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Lesen Sie den Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie, um zu erfahren, wie Sie sicherstellen, dass die Netzsteckdosen, an die Sie die Geräte anschließen, ordnungsgemäß geschützt sind.

4. Verbinden Sie den *Stromeingang* des **Mess- und Steuerinterface** mit dem *Stromausgang* der **24 V Wechselstromversorgung**.
5. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz ein (d. h. entriegeln).

Stellen Sie den Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in die Stellung *I* (ein). Beachten Sie dabei, dass die *Stromeingangs*-LED am **Mess- und Steuerinterface** als Hinweis darauf aufleuchtet, dass das Modul mit Strom versorgt wird.

6. Verbinden Sie die Geräte, wie in Abbildung 19 gezeigt.

Die rote Anschlussklemme von Eingang *U1* am *Mess- und Steuerinterface* entspricht der Anschlussklemme, die in Abbildung 19 mit einem Pluszeichen (+) gekennzeichnet ist.

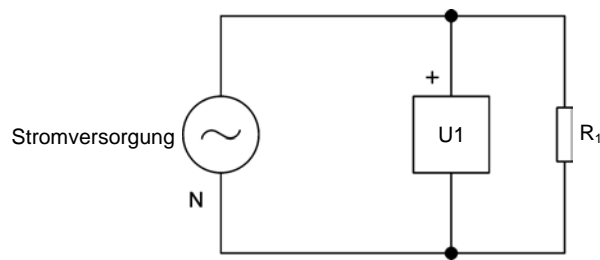


Abbildung 19. Schaltkreis zur Messung der Oberschwingungs-Anteile am Wechselstrom-Ausgang der 400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung.

Verbinden Sie den USB-Anschluss des *Mess- und Steuerinterface* mit einem USB-Anschluss des Host-Rechners.

Stellen Sie im Modul *Ohmsche Last* den Wert von Widerstand R_1 auf 1100 Ω ein.

Schalten Sie die 400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung ein.

5.2 Einstellungen Oberschwingungs-Analysator

1. Schalten Sie den Host-Rechner ein und starten Sie die *LVDAC-EMS* Software.

Achten Sie darauf im Fenster Start der *LVDAC-EMS*, dass das *Mess- und Steuerinterface* erkannt wird. Achten Sie darauf, dass die *Computergestützte Instrumentierung* für das *Mess- und Steuerinterface* verfügbar ist. Wählen Sie im *LVDAC-EMS* Startfenster die Netzspannung und -frequenz, die der Spannung und Frequenz Ihres lokalen Wechselstrom-Netzwerks entspricht, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche *OK*, um das *LVDAC-EMS* Startfenster zu schließen.

Siehe bei Bedarf Abschnitt 1.2 dieser Anleitung für weitere Informationen zum Starten der *LVDAC-EMS* Software.

2. Starten Sie den *Oberschwingungs-Analysator*. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü *Instrumente* oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der *LVDAC-EMS* Software.
3. Richten Sie den *Oberschwingungs-Analysator* gemäß den Einstellungen in Tabelle 4 ein.

Parameter	Einstellungen
Eingang	U1
Skalierungsart	% von 1f
Skaleneinstellung	10 %/div
Art der Grundfrequenz	Netzwerk
Anzahl Oberschwingungen	40 Oberschwingungen

Tabelle 4. Einstellungen Oberschwingungs-Analysator.

Unter dem Hilfethema *Einstellungen Oberschwingungs-Analysator* erfahren Sie, wie Sie diese Einstellungen vornehmen können.

Beobachten Sie, dass die Horizontalachse (Frequenzachse) in der Anzeige des *Oberschwingungs-Analysators* dafür eingerichtet ist, die ersten 40 Oberschwingungen des gewählten Eingangsparameters darzustellen (Spannung *U1*, d. h. die Wechselstrom-Eingangsspannung).

Beobachten Sie, dass die Vertikalskala in der Anzeige des *Oberschwingungs-Analysators* in Prozent der Grundfrequenz-Komponente (% von 1f) unterteilt ist, mit einer Abstufung von 10% pro Teilstrich.

5.3 Beobachtung der der Oberschwingungs-Anteile

1. Wählen Sie am *Oberschwingungs-Analysator* die kontinuierliche Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü *Ansicht* oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste. Unter dem Hilfethema *Menüs/Ansicht* finden Sie weiterführende Informationen zur einzelnen und kontinuierlichen Aktualisierung der Anzeige des *Oberschwingungs-Analysators*.

Beobachten Sie, wie auf der Anzeige des *Oberschwingungs-Analysators* ein vertikaler Balken erscheint. Der Balken entspricht der Grundfrequenzkomponente der Wechselstrom-Eingangsspannung, also die Komponente der Wechselstrom-Netzfrequenz.

2. Erhöhen Sie am *Oberschwingungs-Analysator* Schritt für Schritt die Empfindlichkeit (durch Verringerung der *Skalen*-Einstellung). Beobachten Sie dabei, wie auf der Anzeige des *Oberschwingungs-Analysators* allmählich einige weitere Oberschwingungs-Komponenten erscheinen. Diese Komponenten sollten ziemlich niedrige Pegel haben, da die Signalform der Wechselstrom-Netzspannung einer reinen Sinuswelle nahe kommt.
3. Beobachten Sie, wie der Bereich *Pegel und Verzerrung* im *Oberschwingungs-Analysator* den Wert der DC-Komponente sowie die ersten 40 Oberschwingungen des gewählten Eingangsparameters (Spannung *U1*, d. h. die Wechselstrom-Eingangsspannung) darstellt.

Beobachten Sie auch, wie jeder Wert als Prozentsatz der Grundfrequenz-Komponente angegeben wird, wie in der Anzeige des *Oberschwingungs-Analysators*. Unter dem Hilfethema *Einstellungen Oberschwingungs-Analysator* finden Sie weiterführende Informationen zum Bereich *Pegel und Verzerrung*.

4. Beobachten Sie, wie die Anzeigen für *THD* und *THD1 Verzerrung* die gesamte harmonische Verzerrung (total harmonic distortion, THD) im gewählten Eingangsparameter (Spannung *U1*) darstellen. Beide Werte sollten niedrig und annähernd identisch sein, da die THD in der Netzspannung im Allgemeinen niedrig ist. Unter den Hilfethemen *Menüs/Ansicht* und *Technische Informationen über den Oberschwingungs-Analysator* finden Sie weiterführende Informationen zu den Werten, die in den Anzeigen für *THD* und *THD1 Verzerrung* dargestellt werden.
5. Stellen Sie am *Oberschwingungs-Analysator* die Anzahl der Oberschwingungen auf 20 ein.

Beobachten Sie, wie der *Oberschwingungs-Analysator* jetzt nur noch die ersten 20 Oberschwingungen des gewählten Eingangsparameters (Spannung *U1*) darstellt.

5.4 Cursors

1. Stellen Sie am **Oberschwingungs-Analysator** die vertikalen Cursors mithilfe des Menüs *Zeigen* in den *Einstellungen Oberschwingungs-Analysator*. Beobachten Sie, wie auf der Anzeige des **Oberschwingungs-Analysators** zwei vertikale Linien erscheinen. Diese Linien sind die vertikalen Cursors. Jeder vertikale Cursor lässt sich horizontal verschieben, um ihn mit einer bestimmten Oberschwingungs-Komponente auszurichten. Unter dem Hilfethema *Cursors* erfahren Sie, wie Sie die vertikalen Cursors anzeigen und verschieben können.
2. Richten Sie am **Oberschwingungs-Analysator** den Cursor 1 mit der ersten harmonischen Schwingung aus (Grundfrequenz-Komponente) und Cursor 2 mit der dritten Oberschwingung.

Beobachten Sie, wie die Spalte *Cur 1* im Bereich *Cursors* unterhalb der Anzeige des **Oberschwingungs-Analysators** die Zahl, die Frequenz und den Pegel der Oberschwingung anzeigt, mit welcher Cursor 1 ausgerichtet ist. Die Spalte *Cur 2* zeigt die gleichen Informationen über die Oberschwingung, mit welcher Cursor 2 ausgerichtet ist.

Unter dem Hilfethema *Cursors* finden Sie weiterführende Informationen zum Bereich *Cursors*.

Beachten Sie, dass sämtliche Werte, die im **Oberschwingungs-Analysator** in den Bereichen *Cursors* sowie *Pegel und Verzerrung* dargestellt werden, in der *Datentabelle* aufgezeichnet werden können. Unter den Hilfethemen zur *Datentabelle* *Menüs/Edit* und *Menüs/Optionen* erfahren Sie, wie Sie Daten aufzeichnen können. Das Fenster *Datentabelle* ermöglicht es, die aufgezeichneten Daten schnell und problemlos als Grafik darzustellen.

3. Stellen Sie am **Oberschwingungs-Analysator** die *Skalierungsart* auf *V* (Spannung) ein.

Beobachten Sie, dass die Vertikalskala des **Oberschwingungs-Analysators** in Volt (RMS-Werte) unterteilt ist. Beachten Sie, dass sämtliche Werte im Bereich *Pegel und Verzerrung* und in den Datenfeldern *Pegel* des Bereichs *Cursors* ebenfalls in Volt (RMS-Werte) dargestellt werden.

4. Entfernen Sie die vertikalen Cursors am **Oberschwingungs-Analysator**. Beachten Sie, dass auch horizontale Cursors, ähnlich den vertikalen Cursors, verfügbar sind. Unter dem Hilfethema *Cursors* erfahren Sie, wie Sie die horizontalen Cursors anzeigen und verschieben können.
5. Wählen Sie am **Oberschwingungs-Analysator** die Einzel-Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü *Ansicht* oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.
6. Schließen Sie den **Oberschwingungs-Analysator**.
7. Schließen Sie **LVDAC-EMS**.
8. Schalten Sie die **24 V Wechselstromversorgung** aus.
9. Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** aus.

10. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz aus. Trennen Sie alle stromführenden Verbindungen, zuletzt die Erdungsverbindungen der Geräte. Bringen Sie alle Geräte an ihren Lagerort zurück.

6 Messung von Drehstrom mit dem Messfenster



In dieser Praxisübung kommen hohe Spannungen vor. In eingeschaltetem Zustand dürfen Bananenstecker-Verbindungen weder hergestellt noch verändert werden, sofern nicht anders angegeben.

6.1 Einrichtung der Geräte

1. Installieren Sie die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung**, die **24 V Wechselstromversorgung**, das Modul **Ohmsche Last** sowie das **Mess- und Steuerinterface** in Ihrem Arbeitsplatz.
2. Stellen Sie die für eine ordnungsgemäße Erdung der Geräte erforderlichen Verbindungen her.

Weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Erdung der Geräte finden Sie im Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie.

3. Achten Sie darauf, dass die **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** ausgeschaltet ist. Anschließend verbinden Sie Anschlussklemmen L1, L2, L3 und N der **400 V Drehstrom-** und **230 V Gleichstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Drehstromquelle.

Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in der Stellung *O* (aus) ist. Verbinden Sie dann den *Stromeingang* der **24 V Wechselstromversorgung** mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose.

Lesen Sie den Leitfaden über Sicherheitshinweise und Inbetriebnahme der Lehrgeräte für Stromtechnologie, um zu erfahren, wie Sie sicherstellen, dass die Netzsteckdosen, an die Sie die Geräte anschließen, ordnungsgemäß geschützt sind.

4. Verbinden Sie den *Stromeingang* des **Mess- und Steuerinterface** mit dem *Stromausgang* der **24 V Wechselstromversorgung**.
5. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz ein (d. h. entriegeln).

Stellen Sie den Hauptschalter der **24 V Wechselstromversorgung** in die Stellung *I* (ein). Beachten Sie dabei, dass die *Stromeingangs*-LED am **Mess- und Steuerinterface** als Hinweis darauf aufleuchtet, dass das Modul mit Strom versorgt wird.

- Verbinden Sie die Geräte, wie in Abbildung 20 gezeigt.

Die roten Anschlussklemmen der Eingänge $U1$ und $I1$ am Mess- und Steuerinterface entsprechen den Anschlussklemmen, die in Abbildung 20 mit einem Pluszeichen (+) gekennzeichnet sind.

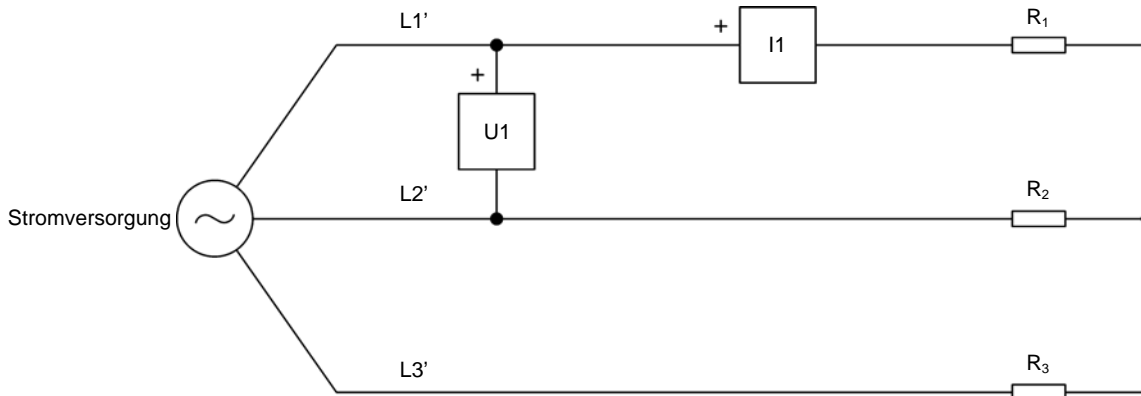


Abbildung 20. Anschlüsse am Mess- und Steuerinterface zur Leistungsmessung in symmetrischen Drehstrom-Schaltungen.

Verbinden Sie den USB-Anschluss des Mess- und Steuerinterface mit einem USB-Anschluss des Host-Rechners.

Stellen Sie im Modul Ohmsche Last den Wert von Widerstand R_1 , R_2 und R_3 auf 1100Ω ein.

6.2 Leistungsmessung in symmetrischen Drehstrom-Schaltungen mit dem Messfenster

- Schalten Sie den Host-Rechner ein und starten Sie die LVDAC-EMS Software.

Achten Sie darauf im Fenster Start der LVDAC-EMS, dass das Mess- und Steuerinterface erkannt wird. Achten Sie darauf, dass die Computergestützte Instrumentierung für das Mess- und Steuerinterface verfügbar ist. Wählen Sie die Netzspannung und Frequenz, die der Spannung und Frequenz Ihres lokalen Wechselstrom-Netzwerks entspricht, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche OK, um das LVDAC-EMS Startfenster zu schließen.

Siehe bei Bedarf Abschnitt 1.2 dieser Anleitung für weitere Informationen zum Starten der LVDAC-EMS Software.

- Rufen Sie das Fenster Messung auf, indem Sie den entsprechenden Befehl im Menü Instrumente wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der LVDAC-EMS Software anklicken.
- Achten Sie darauf, dass im Fenster Messung das Fenster Erweiterte Abtastung ausgewählt ist. Gehen Sie dazu ins Menü Optionen und wählen Sie Erfassungseinstellungen. Unter dem Hilfethema Menüs/Optionen/Erfassungseinstellungen erfahren Sie Näheres zu diesem Merkmal.

Das Fenster Messung ist nun bereit für die Messung von Kenngrößen im Drehstrom-Schaltkreis von Abbildung 20.

4. Richten Sie im Fenster **Messung** Messgerät **U1** als Wechselstrom-Voltmeter und Messgerät **I1** als Wechselstrom-Amperemeter ein. Schalten Sie die Messgeräte **U2, U3, U4, I2, I3** und **I4** aus. Unter dem Hilfethema **Tastaturkürzel für Messgeräteinstellungen** erfahren Sie, wie Sie die Messgeräteinstellungen schnell ändern können.
5. Wählen Sie im Fenster **Messung** die kontinuierliche Aktualisierung, indem Sie den entsprechenden Befehl im Menü **Ansicht** wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste anklicken. Bei Bedarf finden Sie unter dem Hilfethema **Menüs/Ansicht** weiterführende Informationen zur einzelnen und kontinuierlichen Aktualisierung des Fensters **Messen**.
6. Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** ein.

Tragen Sie in den folgenden freien Feldern die verkettete Spannung (angezeigt durch Voltmeter **U1**) und den Leitungsstrom (angezeigt durch Amperemeter **I1**) ein.

Verkettete Spannung (U_{L-L}): _____ V

Leitungsstrom (I_L): _____ A

7. Berechnen Sie anhand der gemessenen Parameter und der folgenden Gleichung die Wirkleistung, die in der Schaltung abgeleitet wird.

$$P = U_{L-L} \times I_L \times \cos \varphi \times 1,73$$

$$P = \text{_____ W}$$

$\cos \varphi$ ist gleich 1, da die Last in der Schaltung eine rein ohmsche Last ist.

8. Öffnen Sie im Fenster **Messung** das Dialogfenster **Messgeräteinstellungen**, indem Sie den entsprechenden Befehl im Menü **Ansicht** wählen oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste anklicken.

Richten Sie das programmierbare Messgerät M5 als Drehstrom-Wirkleistungsmesser ein, indem Sie die Leistungsfunktion **PQS1 (U1, I1) 3~** und den Wirkleistungs-Modus (P) wählen. Schalten Sie das programmierbare Messgerät M5 ein und schließen Sie das Dialogfenster **Messgeräteinstellungen**. Unter dem Hilfethema **Menüs/Ansicht/Messgeräteinstellungen** finden Sie weiterführende Informationen zum Dialogfenster **Messgeräteinstellungen**.

Beobachten Sie, wie das programmierbare Messgerät M5 die Wirkleistung anzeigt, und dass der angezeigte Wert sehr nahe an der im vorigen Schritt berechneten Drehstrom-Wirkleistung liegt. Diese Methode zur Messung der Drehstromleistung mittels einer einzelnen verketteten Spannung und eines einzelnen Leitungsstroms ist nur dann aussagekräftig, wenn der Drehstromkreis symmetrisch ist.

Die Drehstromleistung in symmetrischen Schaltungen lässt sich auch berechnen mit der Leistungsfunktion $PQS2 (U2, I2)$ 3~ und den Eingängen $U2$ und $I2$ des Moduls **Mess- und Steuerinterface**, mit der Leistungsfunktion $PQS3 (U3, I3)$ 3~ und den Eingängen $U3$ und $I3$ des Moduls **Mess- und Steuerinterface** oder mit der Leistungsfunktion $PQS4 (U4, I4)$ 3~ und den Eingängen $U4$ und $I4$ des Moduls **Mess- und Steuerinterface**.

9. Richten Sie das programmierbare Messgerät M5 als Blindleistungsmesser (Q) ein.

Beobachten Sie, dass der vom programmierbaren Messgerät M5 angezeigte Wert für die Drehstrom-Blindleistung nahe Null liegt. Dies ist normal, da ein **Ohmsche-Last-Modul** nur eine vernachlässigbare Menge von Blindleistung aus der Drehstromquelle bezieht.

10. Richten Sie das programmierbare Messgerät M5 als Scheinleistungsmesser (S) ein.

Beobachten Sie, dass die vom programmierbaren Messgerät M5 angezeigte Drehstrom-Scheinleistung gleich der zuvor gemessenen Drehstrom-Wirkleistung ist. Dies ist normal, da ein Ohmsche-Last-Modul nur eine vernachlässigbare Menge von Blindleistung aus der Drehstromquelle bezieht.

6.3 Leistungsmessung in Drehstrom-Schaltungen mit dem Messfenster (Zwei-Wattmeter-Methode)

1. Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** aus.

Verändern Sie die Anschlüsse so, dass das **Mess- und Steuerinterface** verbunden ist wie in Abbildung 21 gezeigt.

Die roten Anschlussklemmen der Eingänge $U1, U2, I1$ und $I2$ am **Mess- und Steuerinterface** entsprechen den Anschlussklemmen, die in Abbildung 21 mit einem Pluszeichen (+) gekennzeichnet sind.

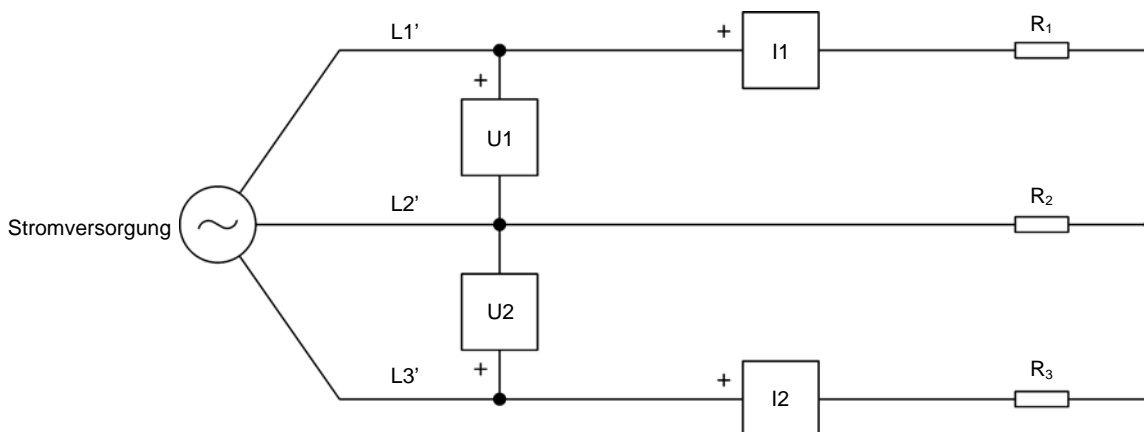


Abbildung 21. Anschlüsse am **Mess- und Steuerinterface** zur Leistungsmessung in Drehstrom-Schaltungen (Zwei-Wattmeter-Methode).

Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** ein.

Achten Sie darauf, dass im Modul **Ohmsche Last** der Wert von Widerstand R_1 , R_2 und R_3 auf 1100Ω eingestellt ist.

2. Öffnen Sie das Dialogfenster **Messgeräteinstellungen**.

Richten Sie das programmierbare Messgerät M11 als Drehstrom-Wirkleistungsmesser ein (Zwei-Wattmeter-Methode), indem Sie die Leistungsfunktion **$P_{QS1} + P_{QS2}$** und den Wirkleistungs-Modus (P) wählen. Anschließend schalten Sie das programmierbare Messgerät M11 ein.

Richten Sie das programmierbare Messgerät M5 als Wirkleistungsmesser (P) ein. Anschließend schließen Sie das Dialogfenster **Messgeräteinstellungen**.

Beobachten Sie, wie das programmierbare Messgerät M11 die Wirkleistung anzeigt, dass dieser angezeigte Wert praktisch gleich der vom programmierbaren Messgerät M5 angezeigten Wirkleistung ist und sehr nahe an der zuvor berechneten Drehstrom-Wirkleistung liegt.

3. Stellen Sie im Modul **Ohmsche Last** den Wert von Widerstand R_1 auf 2200Ω ein, um die Symmetrie der dreiphasigen Last aufzuheben. Beobachten Sie dabei, wie sich die von den programmierbaren Messgeräten M5 und M11 angezeigten Werte für die Wirkleistung verändern, da die Symmetrie der dreiphasigen Last nun aufgehoben ist.

Beobachten Sie, dass sich die von den programmierbaren Messgeräten M5 und M11 angezeigten Werte für die Wirkleistung unterscheiden. Der korrekte Wert wird vom programmierbaren Messgerät M11 angezeigt, da die Zwei-Wattmeter-Methode zur Leistungsmessung unabhängig davon aussagekräftig ist, ob der Drehstromkreis symmetrisch ist oder nicht.

4. Wählen Sie im Fenster **Messung** die Einzel-Aktualisierung. Wählen Sie dazu den entsprechenden Befehl im Menü **Ansicht** oder klicken Sie auf die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.
5. Schließen Sie das Fenster **Messung**.
6. Schließen Sie **LVDAC-EMS**.
7. Schalten Sie die **24 V Wechselstromversorgung** aus.
8. Schalten Sie die **400 V Drehstrom- und 230 V Gleichstromversorgung** aus.
9. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz aus. Trennen Sie alle stromführenden Verbindungen, zuletzt die Erdungsverbindungen der Geräte. Bringen Sie alle Geräte an ihren Lagerort zurück.

CE Importeur:

Festo Didactic SE
Rechbergstr. 3
73770 Denkendorf
Deutschland
Tel.: +49 711 3467-0
did@festo.com

US Importeur:

Festo Didactic Inc.
607 Industrial Way West
Eatontown, NJ 07724
Vereinigte Staaten
Tel.: +1 732 938-2000
Kostenlos: +1-800-522-8658
services.didactic@festo.com

CA Hersteller:

Festo Didactic Ltée/Ltd
675, rue du Carbone
Québec (Québec) G2N 2K7
Kanada
Tel.: +1 418 849-1000
Kostenlos: +1-800-522-8658
services.didactic@festo.com

UK Importeur:

Festo Ltd
Applied Automation Centre
Brackmills
Northampton, NN4 7PY
Vereinigtes Königreich
T +44 800 626 422
info_gb@festo.com

www.festo-didactic.com



0010000000006795650000

CE Importeur:

Festo Didactic SE
Rechbergstr. 3
73770 Denkendorf
Deutschland
Tel.: +49 711 3467-0
did@festo.com

US Importeur:

Festo Didactic Inc.
607 Industrial Way West
Eatontown, NJ 07724
Vereinigte Staaten
Tel.: +1 732 938-2000
Kostenlos: +1-800-522-8658
services.didactic@festo.com

CA Hersteller:

Festo Didactic Ltée/Ltd
675, rue du Carbone
Québec (Québec) G2N 2K7
Kanada
Tel.: +1 418 849-1000
Kostenlos: +1-800-522-8658
services.didactic@festo.com

UK Importeur:

Festo Ltd
Applied Automation Centre
Brackmills
Northampton, NN4 7PY
Vereinigtes Königreich
T +44 800 626 422
info_gb@festo.com

www.festo-didactic.com



0010000000006795650000