

Lehrgerät für Stromtechnologie – A4 Format

FESTO

Elektrische Energietechnik

Benutzerhandbuch



Elektrische Energietechnik

**Lehrgerät für Stromtechnologie –
A4 Format**

Benutzerhandbuch

595150

Bestell-Nr.: 595150 (Druckversion) 595770 (Elektronische Version)
Erste Auflage
Stand: 2023/03

Verfasst und gedruckt von Festo Didactic

© Festo Didactic Ltée/Ltd, Québec, Kanada 2017
Internet: www.festo-didactic.com
E-Mail: services.didactic@festo.com

Gedruckt in Kanada

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-2-89747-966-4 (Druckversion)

ISBN 978-2-89747-967-1 (Elektronische Version)

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 Dokument 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 Rechteinhaber 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.

Inhalt

Allgemeine Informationen zum Dokument	5
Lerneinheit 1 - Allgemeine Voraussetzungen zum Betreiben der Geräte	9
Lerneinheit 2 - Bestimmungsgemäße Verwendung	11
Lerneinheit 3 - Gewährleistung und Haftung	13
Lerneinheit 4 - Für Ihre Sicherheit	15
Wichtige Hinweise	15
Pflichten des Betreibers	15
Pflichten der Auszubildenden	15
Lerneinheit 5 - Arbeits- und Sicherheitshinweise	17
Allgemein	17
Elektrik	19
Mechanik	23
Lerneinheit 6 - Installation und Inbetriebnahme der Anlage	25
Anforderungen an die Umgebung	25
Strombedarf	25
Handhabung und Installation der Module	27
Handhabung von Modulen	27
Einbau eines Moduls in einem A4-Arbeitsplatz	28
Geräte an Netzsteckdosen anschließen	28
Überprüfung der Verdrahtung von Einphasen- Netzsteckdosen	31
Überprüfung der Verdrahtung von Dreiphasen- Netzsteckdosen	32
Phasenfolge der dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum überprüfen	34
Überprüfen, ob alle dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum auf die gleiche Weise verdrahtet sind	36
Anweisungen zur Schutzerdung	39
Für Festo Didactic Geräte	39
Für Geräte von Festo Didactic in Kombination mit Geräten anderer Hersteller	42
Aufstellung von rotierenden Maschinen	43
Nebeneinanderaufstellung von rotierenden Maschinen	43
Gegenüberliegende Aufstellung von rotierenden Maschinen	50
Eigenständige Aufstellung einer rotierenden Maschine	55
Abkoppeln von rotierenden Maschinen	58
Schnellstart	60
Installieren und Einschalten der Geräte	61
Abschalten, Trennen und Entfernen der Geräte	62
Lerneinheit 7 - Konformitätsangabe	63
Lerneinheit 8 - Sicherheitshinweise	65
Sicherheitshinweise	65

Vorwarnung	65
Allgemeine Warnungen	66
Schutzart gegen Eindringen (IP)	67
Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	67
Umbau der Geräte	68
Lerneinheit 9 - Beschreibung der Geräte	69
Mess- und Steuerinterface (594500)	71
4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit (594828)	73
Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung (594826)	75
Spezifikationen	78
400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung (594825)	79
Spezifikationen	81
230-V-Wechselstromversorgung (595930)	82
Variable 230-V-Wechsel- und 325-V-Gleichstromversorgung (8089266)	84
24-V-Wechselstromversorgung (772050)	86
DC-Motor-Stromversorgung (8111319)	87
Ohmsche Last (594820)	90
Intermittierender Betrieb bei Spannungen über dem Nennwert hinaus	91
Ohmsche Last für Windturbine (594819)	92
Induktive Last (594821)	93
Kapazitive Last (594822)	94
4-Quadranten-Dynamometermotor (595062)	95
Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine (595064)	97
Synchronmaschine (595802)	99
Permanenterregte Gleichstrommaschine (8100085)	101
48-V-PWM-Gleichstrom-Laderegler (595051)	103
48-V-MPPT-Gleichstrom-Laderegler (595050)	105
230-V-Einphasen-Inselwechselrichter (595052)	107
Netzgebundener 230-V-Einphasen-Umrichter (595053)	109
Gleichrichter und Filterinduktoren/Kondensatoren (8243905)	110
IGBT-Chopper/-Wechselrichter (8167609)	111
Spezifikationen	113
Drehstromfilter (8166653)	115
Spezifikationen	116
Leistungsthyristoren (8167245)	117
Spezifikationen	118
Windturbinengenerator mit Steuereinheit (595061)	119
Solarmodul-Prüfstand (595057)	122
Austausch der Glühbirne	123
Monokristallines Siliziumsolarmodul (595058)	124
230-V-Einphasen-Energiezähler (594904)	125
Pyranometer (579784)	126
Drehstromtransformatorenbank (594823)	127
Einphasen-Wechselstromtransformator (594824)	129
48-V-Gleichstromlampen (595055)	130

Austausch der Glühbirne.....	131
230-V-Wechselstromlampen (595056 und 595149).....	132
Austausch der Glühbirne.....	134
Spezifikationen.....	135
Synchronisierungslampen und Schütz (8100086).....	136
12-V-Bleiakkus (595060)	138
Parallelladeeingang	140
Wartung	140
Austausch der Batterie.....	140
48-V-Bleiakkusatz (595059 und 8174051)	141
Parallelladeeingang	143
Wartung	143
Akkuaustausch	144
Spezifikationen	144
Kommunikations-Gateway (595054)	145
Sanftstarter (8121090)	147
Lerneinheit 10 - Instandhaltung der Geräte	149
Allgemeine Instandhaltung	149
Instandhaltung von drehenden Maschinen	149
Verbrauchsmaterialien und sonstige Ersatzteile	150
Entsorgung des Lehrgeräts	154
Instandhaltung und Entsorgung von Batterien.....	155
Reinigung.....	156

Allgemeine Informationen zum Dokument

Sicherheitssymbole und -verfahren

In der folgenden Tabelle sind die Sicherheits- und allgemeinen Symbole aufgeführt, die in diesem Dokument und auf dem Gerät verwendet werden können. Bevor Sie Verfahren mit dem Gerät vornehmen, sollten Sie alle Abschnitte über die Sicherheit im Benutzerhandbuch lesen, das dem Gerät beiliegt. Vor jeder Aufgabe, die besondere Sicherheitsvorkehrungen erfordert, werden zusätzliche Sicherheitsverfahren angegeben.

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 mittelschweren Verletzungen führen.
	ACHTUNG Gefahr weist auf eine Gefährdung in einer potenziell gefährlichen Situation hin. Die Nichtbeachtung kann zu Sachschäden führen.
	Vorsicht, mögliche Gefährdung. Die relevante Anwenderdokumentation beachten.
	Vorsicht, Risiko eines elektrischen Schlags.
	Vorsicht, Gefahr beim Heben.
	Vorsicht, heiße Oberfläche.

Symbol	Beschreibung
	Vorsicht, Brandgefahr.
	Vorsicht, Explosionsgefahr.
	Vorsicht, Quetschgefahr im Riemenantrieb.
	Vorsicht, Quetschgefahr im Kettenantrieb.
	Vorsicht, Quetschgefahr im Zahnrad.
	Vorsicht, Handquetschgefahr.
	Statisch empfindlicher Inhalt. Die Vorschriften für die Handhabung von elektrostatisch gefährdeten Geräten beachten.
	Hinweis, nichtionisierende Strahlung.
	Die relevante Anwenderdokumentation beachten.
	Geografische Einschränkungen der Radio Equipment Directive (RED) – Die relevante Anwenderdokumentation beachten.

Symbol	Beschreibung
	Gleichstrom.
	Wechselstrom.
	Gleich- und Wechselstrom.
	Dreiphasen-Wechselstrom.
	Erdungsanschluss (Masse).
	Schutzleiterklemme.
	Schutzleiterklemme.
	Äquipotential.
	Ein (Einspeisung).
	Aus (Einspeisung).
	Gerät vollständig durch doppelte oder verstärkte Isolierung geschützt.

Symbol	Beschreibung
	Innere Position einer Taste mit Raste.
	Äußere Position einer Taste mit Raste.

Der Bediener sollte sich vor der Installation und dem Betrieb des Lehrgeräts mit dem Inhalt dieses Dokuments vertraut machen.

In der Tabelle der Sicherheitssymbole vorn im vorliegenden Dokument sind Sicherheitssymbole aufgeführt, die in diesem Dokument vorkommen oder an den Geräten angebracht sind.

Dieses Dokument kann kostenlos von der Festo Didactic Internetseite heruntergeladen werden.

Druckversionen dieses Dokuments sind auf Anfrage frei erhältlich. Wenden Sie sich diesbezüglich an Ihren Vertriebsvertreter von Festo Didactic.



Wichtig. In diesem Dokument beziehen sich die Begriffe "das Gerät" und/oder "das Trainingssystem" ausdrücklich auf das Lehrgerät für Stromtechnologie.

Allgemeine Voraussetzungen zum Betreiben der Geräte

Allgemeine Anforderungen für den sicheren Betrieb elektrischer Geräte:

- In gewerblichen Einrichtungen sind die nationalen Vorschriften für den Betrieb elektrischer Systeme und Geräte zu beachten.
- Der Labor- oder Unterrichtsraum muss durch einen Arbeitsverantwortlichen überwacht werden.
 - Ein Arbeitsverantwortlicher ist eine Elektrofachkraft oder eine elektrotechnisch unterwiesene Person mit Kenntnis von Sicherheitsanforderungen und Sicherheitsvorschriften mit aktenkundiger Unterweisung.
- Installation und Inbetriebnahme müssen gemäß den Anweisungen der beiliegenden Dokumentation ausgeführt werden, bevor die Geräte bestimmungsgemäß verwendet werden können.
- Beschädigte oder mangelhafte Geräte dürfen niemals benutzt werden.
 - Schadhafte Geräte sind zu sperren und aus dem Labor- oder Unterrichtsraum zu entnehmen.

In bestimmten Ländern ist vorgeschrieben, dass das Labor oder der Unterrichtsraum mit folgenden Einrichtungen ausgestattet sein muss:

- Die Netzsteckdosen im Labor- oder Unterrichtsraum müssen durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) abgesichert sein.
 - Elektrische Geräte (z. B. Netzgeräte, Verdichter, Hydraulikaggregate) dürfen nur in Ausbildungsräumen betrieben werden, die mit einer Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) ausgestattet sind.
 - Reststrom-Leitungsschutzschalter von Typ B mit einem gemäß den vor Ort geltenden Bestimmungen eingestellten Reststrom (generell $\leq 30 \text{ mA}$) müssen zum Schutz der Netzsteckdosen im Labor oder Unterrichtsraum eingesetzt werden. Wenn ein Motorantrieb mit dem Gerät verwendet wird, dürfen nur Fehlerstromschutzschalter des Typs B eingesetzt werden.
- Die Netzsteckdosen im Labor oder Unterrichtsraum müssen durch Überstromschutzeinrichtungen geschützt werden.
 - Leitungsschutzschalter oder Sicherungen.

Für zusätzliche Sicherheit muss das Labor oder der Unterrichtsraum mit folgenden Einrichtungen ausgestattet sein:

- Eine oder mehrere Energieabschaltvorrichtungen können bereitgestellt werden.
 - Eine Not-Aus-Einrichtung zur Abschaltung der Stromversorgung für den gesamten Labor- oder Unterrichtsraum kann bereitgestellt werden.
 - Eine Not-Aus-Einrichtung kann an jedem Arbeitsplatz bereitgestellt werden, um nur die Stromversorgung dieses Arbeitsplatzes abzuschalten.
- Der Labor- oder Unterrichtsraum ist gegen unbefugtes Einschalten der Betriebsspannung bzw. der Druckluftversorgung zu sichern.
 - Abschließbare Netzschalter.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Geräte dürfen nur verwendet werden:

- Für die bestimmungsgemäße Verwendung im Lehr- und Ausbildungsbetrieb.
- In sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand benutzt werden.

Die Komponenten des Geräts wurden nach dem heutigen Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei deren unsachgemäßer Verwendung Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter sowie Beeinträchtigungen der Geräte entstehen.

Das Lernprogramm von Festo Didactic wurde ausschließlich für Ausbildungszwecke entwickelt und hergestellt. Das Ausbildungsunternehmen und/oder die Auszubildenden müssen sicherstellen, dass die Auszubildenden das Gerät gemäß den begleitenden Lehrbüchern von Festo Didactic benutzen, und dass sie die Sicherheitsvorkehrungen beachten, die im vorliegenden Dokument beschrieben sind.

	 WARNUNG
	Die Nutzung der Geräte in anderer Weise als von Festo Didactic vorgeschrieben stellt eine Gefährdung dar! • Die Nutzung der Geräte in anderer Weise als in der in den begleitenden Schulungshandbüchern von Festo Didactic beschriebenen oder die Nutzung der Geräte mit Geräten von anderen Herstellern kann die Gefährdung der Anwender der Geräte erhöhen. • Um die Gefährdung in den oben beschriebenen Situationen zu minimieren, sind die Spezifikationen an den Geräten sowie die Spezifikationen in den Datenblättern von Festo Didactic für die Geräte stets einzuhalten. • Wenn die Geräte eine Komponente eines Drittanbieters enthalten, müssen die Spezifikationen und Richtlinien in der Bedienungsanleitung dieser Komponenten immer eingehalten werden, um eine Gefährdung in der oben beschriebenen Situation zu minimieren.

Gewährleistung und Haftung

Grundsätzlich gelten unsere „Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen“. Diese stehen dem Betreiber spätestens nach Abschluss des Kaufvertrags zur Verfügung. Gewährleistungs- und Haftungsansprüche bei Personen- und Sachschäden sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- Verwendung der Geräte für einen anderen als den vorgesehenen Zweck.
- Unsachgemäße Inbetriebnahme und/oder unsachgemäßer Betrieb der Geräte.
- Verwendung der Geräte trotz defekter Sicherheitseinrichtungen oder nicht ordnungsgemäß angebrachter oder nicht funktionsfähiger Sicherheits- und Schutzeinrichtungen.
- Nichtbeachten der in der Kerndokumentation enthaltenen Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb.
- Unbefugte Änderungen an den Geräten.
- Unsachgemäß durchgeführte Reparaturen.
- Katastrophenfälle durch Fremdkörpereinwirkung und Naturereignisse.

Festo Didactic schließt hiermit jegliche Haftung für Schäden des Auszubildenden, des Ausbildungsunternehmens und Dritter aus, die im Rahmen der Verwendung der Geräte außerhalb einer Ausbildungssituation oder außerhalb der beruflichen Bildung auftreten; es sei denn, Festo Didactic hat solche Schäden vorsätzlich oder grob fahrlässig verursacht.

Für Ihre Sicherheit

Wichtige Hinweise

Grundvoraussetzung für den sicherheitsgerechten Umgang und den störungsfreien Betrieb des Lehrgeräts ist die Kenntnis der grundlegenden Sicherheitshinweise und der Sicherheitsvorschriften. Dieses Handbuch enthält wichtige Hinweise für die sicherheitsgerechte Nutzung des Lehrgeräts.

Insbesondere die Sicherheitshinweise sind von allen Personen zu beachten, die mit dem Lehrgerät arbeiten. Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

Pflichten des Betreibers

Der Betreiber gestattet nur Personen mit folgenden Qualifikationen die Arbeit mit dem Lehrgerät:

- Personen, die mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit vertraut und in die Handhabung des Lehrgeräts eingewiesen sind
- Personen, die das Sicherheitskapitel und die Warnhinweise in diesem Handbuch gelesen und verstanden haben.

Das sicherheitsbewusste Arbeiten des Personals sollte in regelmäßigen Abständen überprüft werden.

Pflichten der Auszubildenden

Alle Personen, die mit Arbeiten am Lehrgerät beauftragt sind, verpflichten sich, vor Arbeitsbeginn:

- das Sicherheitskapitel und die Warnhinweise in diesem Handbuch zu lesen.
- sich mit den grundlegenden Vorschriften zu Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut zu machen.

Arbeits- und Sicherheitshinweise

Allgemein

	 WARNUNG Vorhandensein gefährlicher Spannung und drehender Maschinen! Das Lehrgerät führt gefährliche Spannungen und steuert rotierende Maschinen, die ebenfalls eine Gefahr darstellen können. Wenn die in diesem Handbuch enthaltenen Warnungen missachtet oder die Sicherheitsanweisungen in diesem Dokument nicht befolgt werden, kann dies zu Lebensgefahr, schweren Verletzungen oder schweren Sachschäden führen.
	 VORSICHT • Die Auszubildenden dürfen die Geräte nur unter Aufsicht einer qualifizierten Aufsichtsperson benutzen. • Verwenden Sie das Gerät immer so, wie es in der begleitenden Dokumentation von Festo Didactic beschrieben ist. • Beachten Sie die Spezifikationen und Sicherheitshinweise, die in den technischen Daten der einzelnen Komponenten enthalten sind. • Stellen Sie die Geräten so auf, dass das Betätigen von Schaltern und Trenneinrichtungen nicht erschwert wird. • Störungen an den Geräten, die die Sicherheit beeinträchtigen können, sind umgehend zu beseitigen. • Tragen Sie Ihre persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, Sicherheitsschuhe usw.), wenn Sie mit den Geräten arbeiten.

	 VORSICHT Verletzungsgefahr bei der Handhabung von schwerem Gerät! • Schweres Gerät ist mit dem unten links dargestellten Symbol gekennzeichnet. • Um das oben genannte Verletzungsrisiko zu minimieren, gehen Sie beim Umgang mit schweren Geräten vorsichtig vor. • Die Sicherheitsrichtlinien zur Handhabung von schwerem Gerät finden Sie in Lerneinheit 6 (Handhabung und Installation der Module) in diesem Dokument.
	 VORSICHT • Achten Sie beim Aufstellen der Geräte darauf, dass die Betätigung von Schaltern, Tasten und Leitungsschutzschaltern nicht erschwert wird. Eingreifende Geräte könnten die rechtzeitige Betätigung eines Schalters, einer Taste oder eines Leitungsschutzschalters im Notfall verhindern und so Verletzungen verursachen.

Elektrik

	 WARNUNG
	Lebensgefahr bei fehlendem oder unterbrochenem Schutzleiter! • Geräte mit Schutzerdungsanschlüssen müssen immer geerdet sein. • Schutzleiteranschlüsse müssen immer zuerst (d.h. vor dem Anschluss von Stromversorgungen) hergestellt und zuletzt getrennt werden (d.h. nach dem Trennen aller Anschlüsse von den Energiequellen). • Die Schutzleiter (grün-gelb) dürfen weder innerhalb noch außerhalb eines Geräts unterbrochen werden. • Die Isolierung der Schutzleiter darf unter keinen Umständen beschädigt oder entfernt werden. • Geräte mit hohem Kriechstrom müssen zusätzlich mit einem separaten Schutzleiter geerdet werden. Solche Geräte sind für diesen Zweck generell mit einer zusätzlichen Schutzerdungsanschluss versehen. Lebensgefahr durch Stromschlag bei Verwendung des Geräts mit offenem Netzeingang! • An den Kontakten eines nicht angeschlossenen Netzkabels des Geräts kann gefährliche Spannung anliegen. • Eine gefährliche Spannung kann an den männlichen Anschlüssen eines Stromeingangssteckers der Geräte anliegen, wenn diese nicht angeschlossen sind. • An den männlichen Anschlüssen des Netzkabels des Vier-Quadranten-Dynamometermotors kann eine gefährliche Spannung anliegen, wenn es nicht angeschlossen ist. • Um das oben genannte Risiko eines Stromschlags zu vermeiden, vergewissern Sie sich vor der Verwendung des Geräts, dass alle Netzkabel, Stromeingangsstecker und Stromkabel des Geräts an eine ordnungsgemäße Stromquelle angeschlossen sind. Lebensgefahr durch Reihenschaltung von Netzteilen! Schalten Sie niemals Stromversorgungen in Reihe. Lebensgefahr durch elektrischen Schlag! • Spannungen von mehr als 30 V ac rms oder 60 V dc können bei Berührung tödlich sein.

	• Die Ausgänge der Netzgeräte (Ausgangsbuchsen/Anschlüsse) und daran angeschlossene Kabel oder Leitungen müssen vor direkter Berührung geschützt werden. • Verwenden Sie für die elektrischen Anschlüsse nur Kabel oder Leitungen mit Sicherheitssteckern (d.h. mit vollständig geschützten Kontaktstellen). • Verwenden Sie für elektrische Verbindungen nur Kabel oder Leitungen mit ausreichender Isolierung und elektrischer Festigkeit (CAT II). • Schalten Sie vor dem Arbeiten an Stromkreisen alle Netzgeräte ab. Elektrische Verbindungen dürfen nur in spannungslosem Zustand hergestellt oder getrennt werden.
--	--

	 VORSICHT
	Bei Nichteinhaltung der Eingangsleistung der Geräte besteht das Risiko von elektrischer Schläge oder Feuer und Verbrennungen! • Eine Überschreitung der Eingangsleistung der Geräte kann zu Überspannung und damit zur Beschädigung der Geräte führen und die Gefahr elektrischer Schläge beinhalten. • Eine Überschreitung der Eingangsleistung der Geräte kann zu Überstrom und damit zur Überhitzung der Geräte führen und die Gefahr eines Feuers und von Verbrennungen beinhalten. • Um die oben beschriebenen Gefahren zu vermeiden, muss gewährleistet werden, dass die Eingangsleistung der Geräte eingehalten wird, bevor die Geräte an eine Stromversorgung angeschlossen werden.

	 VORSICHT
	• Nach dem Trennen der Geräte von allen Stromquellen können Teile in der elektrischen Ausstattung (z.B. große Kondensatoren) für einen gewissen Zeitraum weiterhin hohe Spannungen führen. Solche Teile sind nach dem Öffnen des Gehäuses der Geräte zugänglich, daher besteht Verletzungsgefahr durch Stromschlag. Warten Sie deshalb nach dem Trennen von den Stromversorgungen einige Minuten, bevor Sie Arbeiten an einem Gerät.

	⚠ VORSICHT Verwenden Sie nur SELV-Netzteile der Klasse II oder doppelt isolierte Netzteile zur Versorgung von Niederspannungsschaltungen (z. B. 24-V-Wechselstrom-Hilfsspannungseingänge und 24-V-Gleichstrom-Steuerschaltungen). Die Netzteile von Festo Didactic erfüllen diese Anforderung.
	⚠ VORSICHT • Der gefahrlose Betrieb der Geräte ist bei sichtbarer Beschädigung, Störung, unsachgemäßer Lagerung oder unsachgemäßem Transport nicht mehr möglich. Schalten Sie in einem dieser Fälle alle Stromversorgungen sofort ab und schützen Sie die Geräte vor versehentlicher Nutzung.
ACHTUNG • Verlegen Sie Kabel und Leitungen so, dass sie nicht geknickt oder gequetscht werden. • Verlegen Sie Kabel und Leitungen nicht über heißen Oberflächen. Heiße Oberflächen an den Geräten sind mit dem entsprechenden Sicherheitssymbol gekennzeichnet. • Ziehen Sie beim Trennen der Anschlusskabel oder -leitungen stets am Stecker. Niemals an den Kabeln oder Leitungen ziehen.	

ACHTUNG

- Lüftungsschlitze an den Geräten dürfen nicht abgedeckt werden! Das Lehrgerät muss so in einem A4-Arbeitsplatz installiert oder auf einer harten, flammbeständigen Oberfläche platziert werden, dass Luft ungehindert durch die Lüftungsschlitze strömen kann. Die Kühlung der Geräte erfolgt überwiegend durch Konvektion.
- Achten Sie darauf, dass Verbindungskabel und -leitungen nicht dauerhaft unter Zug stehen.
- Die zulässigen Lastströme für Geräte und Verbindungskabel oder -leitungen dürfen nicht überschritten werden.
 - Vergleichen Sie stets die Stromwerte des Geräts, der Kabel oder Leitungen und des Überstromschutzes (Sicherung oder Trennschalter). Verwenden Sie bei Bedarf eine vorgeschaltete Sicherung oder einen vorgeschalteten Leitungsschutzschalter, um einen ordnungsgemäßen Überstromschutz zu erreichen.
- Verwenden Sie abziehbare Netzkabel mit ausreichender Leistung.
- Verwenden Sie beim Ersetzen von Sicherungen in der Anlage nur vorgeschriebene Sicherungen mit der richtigen Nennstromstärke und Auslösecharakteristik.
- In einer Wohnumgebung kann das Lehrgerät hochfrequente Störungen verursachen, die Entstöurmaßnahmen erforderlich machen.

Mechanik

	 WARNUNG
	Risiko von schweren Verletzungen durch sich bewegende Teile in den Geräten! • Die Spannungsversorgung immer abschalten, bevor sich rotierende Maschinen mechanisch gekuppelt werden. • Bringen Sie immer die Schutzvorrichtung an den rotierenden Maschinen an. Schrauben Sie die obere Schraube der Schutzvorrichtung mit dem mitgelieferten Sechskantschlüssel in das entsprechende Loch des Antriebsmaschinenrahmens. Dadurch wird die Schutzvorrichtung an ihrem Platz gesichert und das Risiko einer schweren Verletzung durch versehentlichen Kontakt mit beweglichen Teilen ausgeschlossen. Für mehr Sicherheit wird der Betrieb der rotierenden Maschinen automatisch verhindert, solange keine Schutzvorrichtung installiert ist. • Greifen Sie nur in die Geräte, wenn alle beweglichen Teile stillstehen.

	 WARNUNG
	Wenn die Geräte ohne Schutzvorrichtung betrieben werden, besteht Quetschgefahr für die Hände oder die Gefahr von Schürfverletzungen! • Bringen Sie immer die Schutzvorrichtung an den rotierenden Maschinen an. Schrauben Sie die obere Schraube der Schutzvorrichtung mit dem mitgelieferten Sechskantschlüssel in das entsprechende Loch des Antriebsmaschinenrahmens. Dadurch wird die Schutzvorrichtung an ihrem Platz gehalten und Quetschgefahr für die Hände oder die Gefahr von Schürfverletzungen vermieden. Für mehr Sicherheit wird der Betrieb der rotierenden Maschinen automatisch verhindert, solange keine Schutzvorrichtung installiert ist. Wenn die Geräte mit beschädigter Schutzvorrichtung betrieben werden, besteht Quetschgefahr für die Hände oder die Gefahr von Schürfverletzungen! • Die Schutzvorrichtung muss immer vor der Installation von rotierenden Maschinen untersucht werden, um sicherzustellen, dass die Vorrichtung nicht beschädigt ist. Eine beschädigte Schutzvorrichtung muss sofort aus dem Labor oder Unterrichtsraum entfernt werden.

	 VORSICHT
	• Rotierenden Maschinen erzeugen einen hohen Schallpegel, der bei längerem Betrieb zu Ermüdung oder Kopfschmerzen führen kann. Tragen Sie bei der Benutzung dieser Maschinen eine Lärmschutzausrüstung, z. B. einen Gehörschutz.
ACHTUNG	
Befolgen Sie stets alle Anweisungen zur Installation und Positionierung drehender Maschinen, um deren ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen.	

Installation und Inbetriebnahme der Anlage

Anforderungen an die Umgebung

Die Geräte sind für die Aufstellung im Innenbereich ausgelegt. Um die Sicherheit der Bediener zu gewährleisten, sind im Betrieb folgende Umgebungsbedingungen einzuhalten:

- Höhe bis max. 2000 m (6560 ft)
- Temperatur zwischen 5 °C und 40 °C (41 °F und 104 °F)
- maximale relative Luftfeuchtigkeit 80% bei Temperaturen bis zu 31 °C (88 °F), linear absteigend bis auf 50% bei 40 °C (104 °F)
- Schwankungen in der Netzspannung von max. $\pm 10\%$ der Nennspannung
- transiente Überspannungen bis zu den Werten der Überspannungskategorie II
- vorübergehende Überspannung der Netzversorgung: 1500 V bei 120-V-Netzen und 2500 V bei 230-V-Netzen
- Verschmutzungsgrad 2 nach IEC 60664-1



Der Begriff Verschmutzung bezieht sich in diesem Zusammenhang auf jegliche Fremdkörper, ob fest, flüssig oder gasförmig (Plasma), die eine Herabsetzung der Durchschlagsfestigkeit oder des Oberflächenwiderstands bewirken können.

Darauf achten, dass der geplante Aufstellort der Geräte die oben aufgeführten Bedingungen erfüllt. Zum sicheren Aufbau und Betrieb der Geräte die nachfolgenden Anweisungen beachten.

Strombedarf

400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung:

- Maximalstrom: 3 A
- Spannung und Frequenz des WS-Netzwerkes: 230/400 V – 50 Hz
- Elektrische Installation: 3 Phasen, Sternkonfiguration, einschließlich Nullleiter und Masseverbindung, durch einen 20-A-Leitungsschutzschalter geschützt.

Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung:

- Maximalstrom: 10 A
- Spannung und Frequenz des WS-Netzwerkes: 230/400 V – 50 Hz
- Elektrische Installation: 3 Phasen, Sternkonfiguration, einschließlich Nullleiter und Masseverbindung, durch einen 20-A-Leitungsschutzschalter geschützt.

230-V-Wechselstromversorgung:

- Maximalstrom: 3 A
- Netzspannung und Frequenz des AC-Netzwerkes: 230 V – 50/60 Hz
- Elektrische Installation: 1 Phase, einschließlich Leitung, Nullleiter und Masseverbindung, geschützt durch einen 16-A-Leitungsschutzschalter.

Variable 230-V-Wechsel- und 325-V-Gleichstromversorgung:

- Maximalstrom: 3 A
- Netzspannung und Frequenz des AC-Netzwerkes: 230 V – 50/60 Hz
- Elektrische Installation: 1 Phase, einschließlich Leitung, Nullleiter und Masseverbindung, geschützt durch einen 16-A-Leitungsschutzschalter.

24-V-Wechselstromversorgung:

- Maximalstrom: 0,3 A
- Netzspannung und Frequenz des AC-Netzwerkes: 230 V – 50/60 Hz
- Elektrische Installation: 1 Phase, einschließlich Leitung, Nullleiter und Masseverbindung, geschützt durch einen 16-A-Leitungsschutzschalter.

DC-Motor-Stromversorgung:

- Maximalstrom: 16 A
- Spannung und Frequenz des WS-Netzwerkes: 230/400 V – 50 Hz
- Elektrische Installation: 3 Phasen, Sternkonfiguration, einschließlich Nullleiter und Masseverbindung, durch einen 20-A-Leitungsschutzschalter geschützt.

Solarmodul-Prüfstand:

- Maximalstrom: 1,5 A
- Netzspannung und Frequenz des AC-Netzwerkes: 230 V – 50/60 Hz
- Elektrische Installation: 1 Phase, einschließlich Leitung, Nullleiter und Masseverbindung, geschützt durch einen 16-A-Leitungsschutzschalter.

Kommunikations-Gateway:

- Maximalstrom: 0,11 A
- Spannung und Frequenz des AC-Netzwerkes: 230 V – 50/60 Hz

- Elektrische Installation: 1 Phase, einschließlich Leitung, Nullleiter und Masseverbindung, geschützt durch einen 16-A-Leitungsschutzschalter.

4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit:

- Maximalstrom: 3 A
- Netzspannung und Frequenz des AC-Netzwerkes: 230 V – 50/60 Hz
- Elektrische Installation: 1 Phase, einschließlich Leitung, Nullleiter und Masseverbindung, geschützt durch einen 16-A-Leitungsschutzschalter.

Handhabung und Installation der Module

Handhabung von Modulen

Das Lehrgerät besteht überwiegend aus A4-Modulen, die für den Betrieb in einem A4-Arbeitsplatz ausgelegt sind. Bei den folgenden Sicherheitsrichtlinien wird davon ausgegangen, dass die Module in einer solchen Umgebung installiert sind.

Stellen Sie vor der Handhabung eines A4-Moduls Folgendes sicher:

- Sie wissen, wo das Modul installiert oder wohin es bewegt werden soll.
- Es stehen keine Hindernisse im Weg. Der Boden ist weder uneben, noch versperrt oder rutschig.
- Sie haben genug Kraft, um das Modul anzuheben und an den vorgesehenen Ort zu transportieren. Schätzen Sie das Modul bei Bedarf vor dem Transport ab.

Achten Sie beim Transportieren eines A4-Moduls auf Folgendes:

- Sorgen Sie für gute Griffbarkeit am Modul.
- Halten Sie das Modul bei geraden Schultern möglichst nahe an der Taille. Tragen Sie das Modul nicht auf Armlänge vom Körper entfernt.
- Bewegen Sie sich langsam und halten Sie dabei Ihren Körper und Ihre Füße in einer stabilen Position.
- Drehen Sie sich mit den Füßen, nicht mit dem Rücken.

	 VORSICHT
	Wenn ein Modul schwerer als 5 kg (10 lb) ist, sind gewisse Vorsichtsmaßnahmen erforderlich. • Bei schweren Modulen ist die Wahrscheinlichkeit größer, dass sie körperlichen Stress verursachen. • A4-Module, die 5 kg (10 lb) oder mehr wiegen, werden mit einem Beutel mit Unterböden geliefert, damit sie bei Bedarf auf dem Tisch verwendet werden können. • Die Motormodule sind in der Regel schwerer und wiegen mehr als 10 kg (20 lb). Achten Sie darauf, dass Sie diese Module an ihrer Länge anfassen und die konkaven Teile des Sockels als Griffe verwenden. Heben Sie diese Module nicht höher als nötig.

Jedem A4-Modul, das in einen A4-Arbeitsplatz eingebaut werden kann und 5 kg (10 lb) oder mehr wiegt, liegt ein Beutel mit Unterböden für die Verwendung auf dem Tisch bei. Wenn der Arbeitsplatz die oben genannten Anforderungen nicht erfüllt, sollten die Unterböden so auf dem Modul installiert werden, dass es auf einer Tischplatte steht.

Einbau eines Moduls in einem A4-Arbeitsplatz

Zur Installation eines Moduls in einem A4-Arbeitsplatz platzieren Sie das Modul zunächst zwischen die unteren und oberen Schienen einer Arbeitsplatzreihe. Setzen Sie dann die Oberkante des Moduls in die obere Schiene der Arbeitsplatzreihe ein. Zum Schluss setzen Sie die Unterkante des Moduls in die unteren Schienen, sodass das Modul aufrecht und gerade steht. Nach der ordnungsgemäßen Installation gleitet das Modul auf den Schienen.

Befolgen Sie stets die nachstehenden Empfehlungen bei der Installation von Modulen in einem A4-Arbeitsplatz.

- Wenn der A4-Arbeitsplatz mehr als eine Reihe enthält, sollten Wärme abgebende Module in der obersten Reihe installiert werden. Wärme abgebende Module sind mit einem Warnzeichen als Hinweis auf heiße Oberflächen in der Oberseite des Moduls gekennzeichnet.
- Der Hersteller gibt die maximale Belastungsgrenze der Schienen eines A4-Arbeitsplatzes an. Vor der Installation der Module muss das Dokument des A4-Arbeitsplatzes zu Rate gezogen werden, um eine Überlastung der Schienen zu vermeiden.

Geräte an Netzsteckdosen anschließen

Das Lehrgerät besteht überwiegend aus A4-Modulen, die für den Betrieb in einem A4-Arbeitsplatz ausgelegt sind. Wenn mehrere A4-Arbeitsplätze im gleichen Labor-/Unterrichtsraum installiert werden, verwenden Sie je eine Netzsteckdose für die Versorgung jedes A4-Arbeitsplatzes.

	! VORSICHT
Wenn der Neutraleiter einer Wandsteckdose unterbrochen ist, kann die Nichteinhaltung der obigen Anforderung die Stärke elektrischer Schläge aufgrund des Kriechstroms der Geräte erhöhen.	

Außerdem ist in bestimmten Ländern vorgeschrieben, dass Geräte in Labor-/Unterrichtsräumen mit Netzsteckdosen verbunden werden, die mit einem Überstromschutz (Sicherungen oder Leitungsschutzschalter) und Schutz vor Reststrom (Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ A oder Typ B) ausgestattet sind. Stellen Sie sicher, dass die Netzsteckdosen in Ihrem Labor-/Unterrichtsraum gemäß den in Ihrem Land geltenden Bestimmungen abgesichert sind, bevor Sie das Gerät nutzen.

Wenn die Netzsteckdosen in Ihrem Laborunterrichtsraum nicht über die von den örtlichen Vorschriften geforderten Schutzvorrichtungen verfügen, verwenden Sie eine Stromversorgung von Festo Didactic, die an jedem Arbeitsplatz im Unterrichtsraum eine Sicherheitseinheit enthält.

Schließen Sie dreiphasig betriebene Geräte an eines der verfügbaren dreiphasigen Netzteile an, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Beachten Sie, dass vier Anschlussleitungen (oder Steckbrücken) den Strom vom dreiphasigen Netzteil zu jedem dreiphasig betriebenen Modul leiten. Beachten Sie auch, dass ein fünfter Schutzerdungsleiter (PE) den PE-Anschluss des dreiphasigen Netzteils mit einem PE-Anschluss des gespeisten Moduls verbindet.

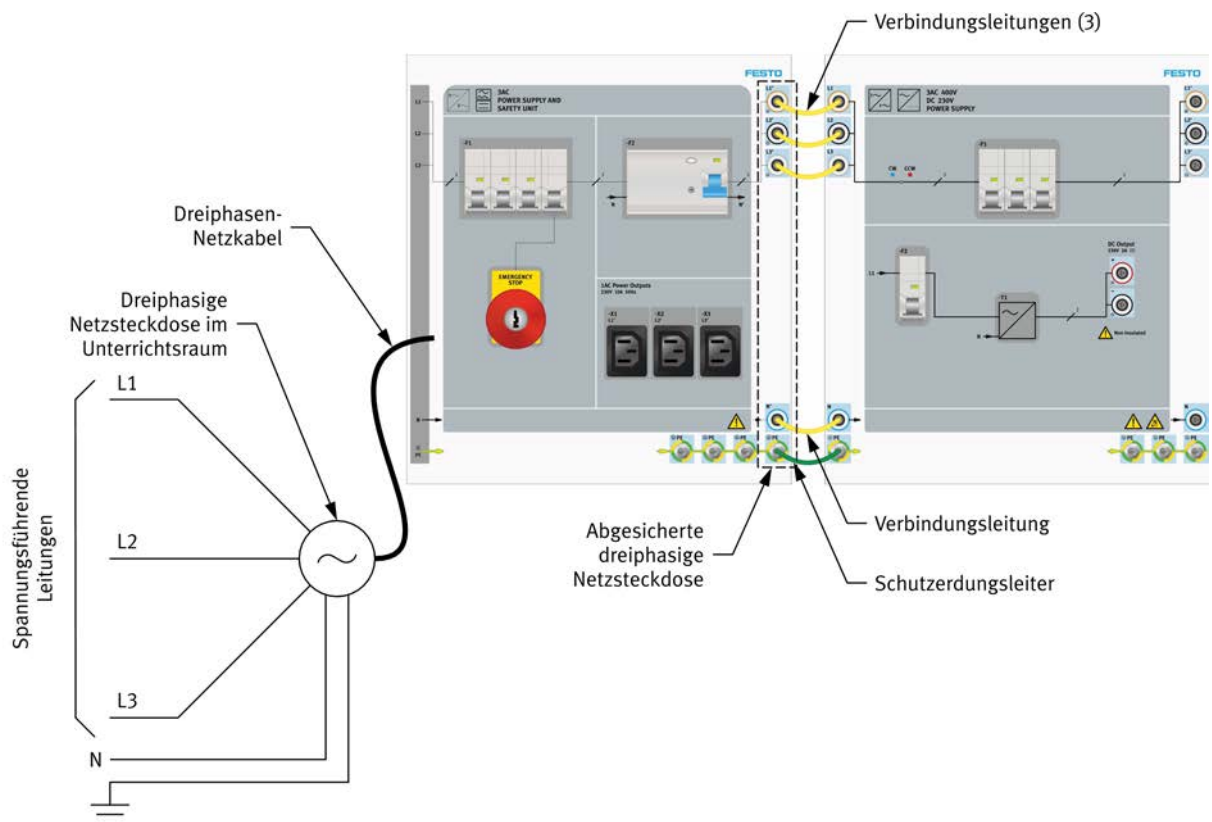


Abbildung 1: Dreiphasig betriebene Geräte, die über einen dreiphasigen Netzteil an eine Netzsteckdose angeschlossen sind.

Schließen Sie einphasig betriebene Geräte an eines der verfügbaren dreiphasigen Netzteile an, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Beachten Sie, dass ein dreipoliges, gepoltes Netzkabel den Strom vom dreiphasigen Netzteil zu jedem einphasig betriebenen Modul leitet. Gepolte Netzkabel verhindern die Vertauschung von Leitungs- und Nullleiter beim Anschluss von Geräten. Beachten Sie auch, dass der Schutzerdungsanschluss (PE) des dreiphasigen Netzteils nicht mit den PE-Anschlüssen der gespeisten Module verbunden werden müssen. Der Grund dafür ist, dass die Schutzerdung dieser Module über den dritten Pol des jeweiligen Netzkabels erfolgt.

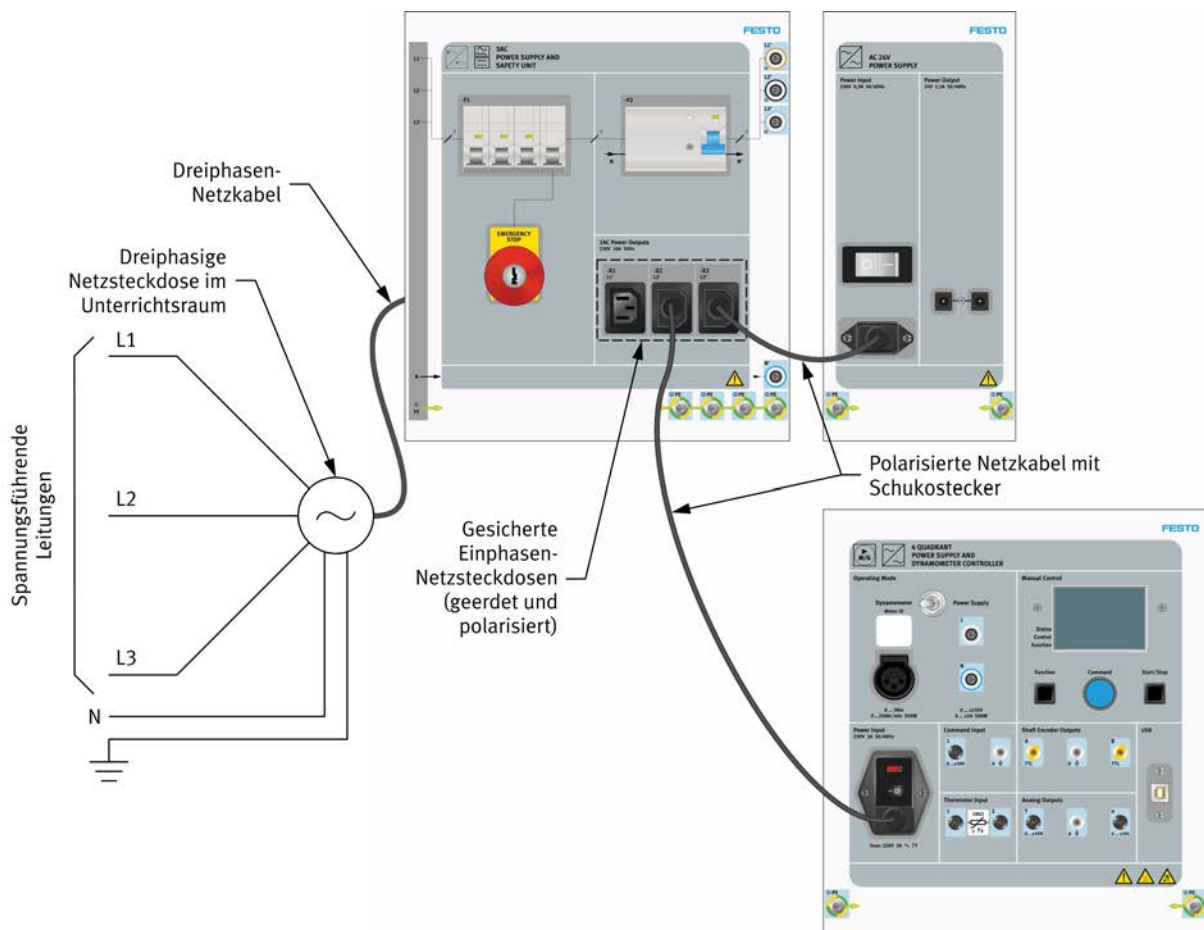


Abbildung 2: Einphasig betriebene Geräte, die über einen dreiphasigen Netzteil an eine Netzsteckdose angeschlossen sind.

Vor der Benutzung des Lehrgeräts für Stromtechnologie müssen die folgenden Prüfverfahren durchgeführt werden, um die ordnungsgemäße Verdrahtung der elektrischen Installation im Labor-/Unterrichtsraum sicherzustellen. Mit diesen Prüfverfahren wird sichergestellt, dass jedes Einspeisemodul (z. B. 24-V-Wechselstromversorgung, 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung, 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit) im Lehrgerät für Stromtechnologie ordnungsgemäß funktioniert und der Anlage ausreichend Strom zuführt.

ACHTUNG

Die Geräte können beschädigt werden, wenn nicht alle in diesem Abschnitt beschriebenen Prüfverfahren durchgeführt werden.

Überprüfung der Verdrahtung von Einphasen-Netzsteckdosen

Führen Sie das folgende Verfahren mit jeder Einphasen-Netzsteckdose im Labor-/Unterrichtsraum durch, um ihre ordnungsgemäße Verdrahtung sicherzustellen. Dieses Verfahren gilt nur für geerdete Drehstromsteckdosen, die ordnungsgemäß abgesichert sind. Informationen finden Sie bei Bedarf in Lerneinheit 6 (Geräte an Netzsteckdosen anschließen). Um dieses Verfahren durchzuführen, ist ein 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit erforderlich.



Dieses Verfahren gilt nicht für Einphasen-Netzsteckdosen an der Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung von Festo Didactic. Überspringen Sie dieses Verfahren, wenn Sie an jedem Arbeitsplatz im Labor-Klassenzimmer eine Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung verwenden, um die Geräte zu versorgen, die einphasigen Strom benötigen.

Wenn kein 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit für das nachfolgende Verfahren zur Verfügung steht, lassen Sie jede Einphasen-Netzsteckdose im Labor-/Unterrichtsraum von Fachpersonal auf ordnungsgemäße Verdrahtung überprüfen.

1. Achten Sie darauf, dass der Hauptschalter der 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit in der Stellung O (aus) ist.

Verbinden Sie das 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit mit einer ordnungsgemäß geerdeten und abgesicherten Netzsteckdose.

2. Schalten Sie das 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit ein. Wenn keine Fehlermeldung an der LCD-Anzeige des Moduls erscheint, ist die Netzsteckdose, mit der die Einheit verbunden ist, ordnungsgemäß verdrahtet. Fahren Sie in diesem Fall mit dem letzten Schritt dieses Verfahrens fort.

Wenn andererseits eine Fehlermeldung bezüglich des Stromeingangs an der Anzeige des 4 Quadranten Netzteils und Dynamometer Steuereinheit erscheint, fahren Sie mit dem nächsten Schritt des Verfahrens fort, da die Netzsteckdose eventuell nicht ordnungsgemäß verdrahtet ist.

3. Wenn Sie das 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit über ein polarisiertes Netzkabel mit der Netzsteckdose verbinden, fahren Sie mit Lerneinheit 6 des Verfahrens fort. Andernfalls fahren Sie mit dem nächsten Schritt des Verfahrens fort.

4. Sie haben das 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit über ein nicht polarisiertes Netzkabel mit der Netzsteckdose verbunden. Schalten Sie die Einheit aus, vertauschen Sie den Anschluss des Netzkabels an der Netzsteckdose, und schalten Sie die Einheit wieder ein. Wenn keine Fehlermeldung an der LCD-Anzeige des 4 Quadranten Netzteils und Dynamometer Steuereinheit erscheint, ist die Netzsteckdose, mit der die Einheit verbunden ist, ordnungsgemäß

verdrahtet. Fahren Sie in diesem Fall mit dem letzten Schritt dieses Verfahrens fort. Andernfalls fahren Sie mit dem nächsten Schritt des Verfahrens fort.

5. Die Netzsteckdose, an die das 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit angeschlossen ist, ist nicht richtig verdrahtet. Der Grund dafür sind entweder vertauschte Verbindungsleitungen und Neutralleiter oder eine fehlende Masseverbindung.
6. Schalten Sie das 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit aus und trennen Sie sie von der Netzsteckdose. Lassen Sie die Netzsteckdose von qualifiziertem und autorisiertem Personal reparieren und wiederholen Sie das gesamte Verfahren, bevor Sie das Lehrgerät für Stromtechnologie mit der Netzsteckdose verbinden.

	 WARNUNG
	Nur qualifiziertes und autorisiertes Personal darf eine Netzsteckdose reparieren, da sie ein hohes Risiko elektrischer Schläge birgt.

7. Schalten Sie das 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit aus und trennen Sie sie von der Netzsteckdose.

Überprüfung der Verdrahtung von Dreiphasen-Netzsteckdosen

Führen Sie das folgende Verfahren mit jeder Dreiphasen-Netzsteckdose im Labor-/Unterrichtsraum durch, um ihre ordnungsgemäße Verdrahtung sicherzustellen. Für dieses Verfahren sind eine 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung, eine Ohmsche Last, ein Drehstrom-Amperemeter mit einem Bereich von mindestens 1 A und ein Drehstrom-Voltmeter erforderlich.



Wenn die oben angegebenen Geräte für das nachfolgende Verfahren nicht zur Verfügung stehen, lassen Sie jede Dreiphasen-Netzsteckdose im Labor-/Unterrichtsraum von Fachpersonal auf ordnungsgemäße Verdrahtung überprüfen.

1. Stellen Sie sicher, dass die elektrischen Geräte in Ihrem Labor-/Unterrichtsraum den Stromanforderungen der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung entsprechen. Diese Anforderungen sind im Abschnitt Strombedarf dieses Dokuments beschrieben.

ACHTUNG

Achten Sie insbesondere auf die Konfiguration (Stern oder Dreieck) Ihrer elektrischen Installation. Die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung ist für die Verbindung mit einer elektrischen Installation mit Sternkonfiguration ausgelegt. Wenn die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit einer elektrischen Installation mit Dreieckskonfiguration verbunden wird, kann die Installation erheblich beschädigt werden.

2. Vergewissern Sie sich, dass die Leitungsschutzschalter F1 und F2 der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung in der Stellung O (aus) sind.

Verbinden Sie dann die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose. Informationen finden Sie bei Bedarf in Lerneinheit 6 (Geräte an Netzsteckdosen anschließen).



Achten Sie beim Herstellen der Verbindungen unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Netzsteckdose verbinden. Wenn eine Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung (oder eine gleichwertige Sicherheitseinheit) erforderlich ist, achten Sie unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Sicherheitseinheit verbinden.

3. Verbinden Sie einen Schutzerdungsanschluss des Moduls Ohmsche Last mit einem der Schutzerdungsanschlüsse der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung.

Verbinden Sie das Modul Ohmsche Last und das Drehstrom-Amperemeter zwischen Anschlüssen L1' und N der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung.

4. Setzen Sie den Leitungsschutzschalter F1 der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung in die Stellung I (ein) und vergewissern Sie sich, dass die LED-Anzeigen L1', L2' und L3' aufleuchten.

5. Stellen Sie den Widerstand des Moduls Ohmsche Last so ein, dass ein Strom von 1 A zwischen den Anschlüssen L1' und N der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung fließt.

6. Stellen Sie mithilfe des Drehstrom-Voltmeters sicher, dass die Spannung zwischen den Anschlüssen L2' und N sowie die Spannung zwischen den Anschlüssen L3' und N die Erfordernisse erfüllen, die im Abschnitt Strombedarf in diesem Dokument beschrieben sind.

Wenn beide gemessenen Spannungen die Anforderungen im Abschnitt Strombedarf dieses Dokuments entsprechen, fahren Sie mit dem letzten Schritt

des Verfahrens fort. Andernfalls fahren Sie mit dem nächsten Schritt des Verfahrens fort.

7. Die Netzsteckdose, an die die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung angeschlossen ist, ist nicht richtig verdrahtet. Setzen Sie den Leitungsschutzschalter F1 in die Stellung O (aus) und trennen Sie die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung von der Netzsteckdose. Lassen Sie die Netzsteckdose von qualifiziertem und autorisiertem Personal reparieren und wiederholen Sie das gesamte Verfahren, bevor Sie das Lehrgerät für Stromtechnologie mit der Netzsteckdose verbinden.

	 WARNUNG
	Nur qualifiziertes und autorisiertes Personal darf eine Netzsteckdose reparieren, da sie ein hohes Risiko elektrischer Schläge birgt.

8. Die Netzsteckdose, an die die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung angeschlossen ist, ist nicht richtig verdrahtet.

Setzen Sie den Leitungsschutzschalter F1 der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung in die Stellung O (aus).

9. Trennen Sie das Modul Ohmsche Last, das Drehstrom-Amperemeter und das Drehstrom-Voltmeter von der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung.

Trennen Sie die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung von der Netzsteckdose.

Phasenfolge der dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/ Unterrichtsraum überprüfen

Führen Sie das folgende Verfahren mit jeder Dreiphasen-Netzsteckdose im Labor-/ Unterrichtsraum durch, um die richtige Phasenfolge sicherzustellen. Für dieses Verfahren ist eine 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung erforderlich. Bevor Sie das folgende Verfahren durchführen, sollten Sie die Dreiphasen-Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum mit dem zuvor beschriebenen Verfahren überprüft haben.



Wenn keine 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung für das folgende Verfahren verfügbar ist, lassen Sie jede Dreiphasen-Netzsteckdose im Labor-/Unterrichtsraum von Fachpersonal auf ordnungsgemäße Verdrahtung überprüfen.

1. Stellen Sie sicher, dass die elektrische Installation in Ihrem Labor-/ Unterrichtsraum den Stromanforderungen der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung entspricht. Diese Anforderungen sind im Abschnitt Strombedarf dieses Dokuments beschrieben.

ACHTUNG

Achten Sie insbesondere auf die Konfiguration (Stern oder Dreieck) Ihrer elektrischen Installation. Die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung ist für die Verbindung mit einer elektrischen Installation mit Sternkonfiguration ausgelegt. Wenn die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit einer elektrischen Installation mit Dreieckskonfiguration verbunden wird, kann die Installation erheblich beschädigt werden.

2. Vergewissern Sie sich, dass die Leitungsschutzschalter F1 und F2 der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung in der Stellung O (aus) sind.

Verbinden Sie dann die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit einer ordnungsgemäß geschützten Netzsteckdose. Informationen finden Sie bei Bedarf in Lerneinheit 6 (Geräte an Netzsteckdosen anschließen).



Achten Sie beim Herstellen der Verbindungen unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Netzsteckdose verbinden. Wenn eine Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung (oder eine gleichwertige Sicherheitseinheit) erforderlich ist, achten Sie unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Sicherheitseinheit verbinden.

3. Beobachten Sie die LED-Anzeige für die Phasenfolge an der Frontplatte der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung.

Wenn sie blau leuchtet, ist die Phasenfolge der Netzsteckdose korrekt. Fahren Sie mit dem letzten Schritt dieses Verfahrens fort.

Wenn sie rot leuchtet, ist die Phasenfolge der Netzsteckdose falsch. Fahren Sie mit dem nächsten Schritt dieses Verfahrens fort.

4. Die Netzsteckdose, an die die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung angeschlossen ist, ist nicht richtig verdrahtet (falsche Phasenfolge). Das Problem kann durch Vertauschen von zwei der drei Anschlussleitungen gelöst werden, die Strom an die Steckdose anlegen.

Trennen Sie die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung von der Netzsteckdose. Lassen Sie die Netzsteckdose von qualifiziertem und autorisiertem Personal reparieren und wiederholen Sie das gesamte Verfahren, bevor Sie das Lehrgerät für Stromtechnologie mit der Netzsteckdose verbinden.



WARNUNG

Nur qualifiziertes und autorisiertes Personal darf eine Netzsteckdose reparieren, da sie ein hohes Risiko elektrischer Schläge birgt.

5. Trennen Sie die 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung von der Netzsteckdose.

Überprüfen, ob alle dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum auf die gleiche Weise verdrahtet sind

Wenn mehrere Arbeitsplätze im Labor-/Unterrichtsraum installiert sind, müssen alle dreiphasigen Netzsteckdosen in diesem Raum auf die gleiche Weise verdrahtet sein. Führen Sie das folgende Verfahren mit jeder Dreiphasen-Netzsteckdose im Labor-/Unterrichtsraum durch, um die gleiche Verdrahtungsmethode sicherzustellen. Für dieses Verfahren sind zwei Module 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung und ein Drehstrom-Voltmeter erforderlich.



Wenn die oben angegebenen Geräte für das nachfolgende Verfahren nicht zur Verfügung stehen, lassen Sie alle Dreiphasen-Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum von Fachpersonal überprüfen, um die gleiche Verdrahtungsmethode sicherzustellen.

1. Vergewissern Sie sich, dass die Leitungsschutzschalter F1 und F2 der beiden Module 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung in der Stellung 0 (aus) sind.
2. Wählen Sie eine der dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum als Referenz aus. Die gewählte dreiphasige Netzsteckdose muss mit Lerneinheit 6 (Überprüfung der Verdrahtung von Dreiphasen-Netzsteckdosen) und Lerneinheit 6 (Phasenfolge der dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum überprüfen) überprüft worden sein.

In den übrigen Schritten dieses Verfahrens wird die als Referenz gewählte dreiphasige Netzsteckdose als „Referenzsteckdose“ bezeichnet.

3. Verbinden Sie eine 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit der Referenzsteckdose. Informationen finden Sie bei Bedarf in Lerneinheit 6 (Geräte an Netzsteckdosen anschließen).



Achten Sie beim Herstellen der Verbindungen unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Netzsteckdose verbinden. Wenn eine Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung (oder eine gleichwertige Sicherheitseinheit) erforderlich ist, achten Sie unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Sicherheitseinheit verbinden.

In den übrigen Schritten dieses Verfahrens wird die mit der Referenzsteckdose verbundene 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung als „Referenzstromversorgung“ bezeichnet.

4. Wählen Sie die zu prüfende dreiphasige Netzsteckdose aus. Die gewählte dreiphasige Netzsteckdose muss mit Lerneinheit 6 (Überprüfung der Verdrahtung von Dreiphasen-Netzsteckdosen) und Lerneinheit 6 (Phasenfolge der

dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum überprüfen) überprüft worden sein.

In den übrigen Schritten dieses Verfahrens wird die für die Prüfung gewählte dreiphasige Netzsteckdose als „zweite Netzsteckdose“ bezeichnet.

5. Verbinden Sie die zweite 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit der zweiten Netzsteckdose. Informationen finden Sie bei Bedarf in Lerneinheit 6 (Geräte an Netzsteckdosen anschließen).



Achten Sie beim Herstellen der Verbindungen unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Netzsteckdose verbinden. Wenn eine Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung (oder eine gleichwertige Sicherheitseinheit) erforderlich ist, achten Sie unbedingt darauf, dass Sie die Anschlüsse L1, L2, L3, N und PE (Schutzerdung) der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung mit den entsprechenden Anschlüssen der Sicherheitseinheit verbinden.

In den übrigen Schritten dieses Verfahrens wird die mit der zweiten Netzsteckdose verbundene 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung als „zweite Stromversorgung“ bezeichnet.

6. Setzen Sie den Leitungsschutzschalter F1 der Referenzstromversorgung in die Stellung I (ein). Die LED-Anzeigen L1', L2' und L3' sollten aufleuchten. Außerdem sollte die LED-Anzeige für die Phasenfolge blau leuchten.

Setzen Sie den Leitungsschutzschalter F1 der zweiten Stromversorgung in die Stellung I (ein). Die LED-Anzeigen L1', L2' und L3' sollten aufleuchten. Außerdem sollte die LED-Anzeige für die Phasenfolge blau leuchten.

7. Messen Sie die Spannung zwischen Anschluss L1' der Referenzstromversorgung und Anschluss L1' der zweiten Stromversorgung mit dem Drehstrom-Voltmeter. Die folgende Abbildung zeigt den Anschluss des Drehstrom-Voltmeters. Fahren Sie mit Lerneinheit 6 fort, wenn die gemessene Spannung nicht nahezu 0 V ist. Andernfalls fahren Sie mit dem nächsten Schritt des Verfahrens fort.
8. Messen Sie die Spannung zwischen Anschluss L2' der Referenzstromversorgung und Anschluss L2' der zweiten Stromversorgung mit dem Drehstrom-Voltmeter. Fahren Sie mit Lerneinheit 6 fort, wenn die gemessene Spannung nicht nahezu 0 V ist. Andernfalls fahren Sie mit dem nächsten Schritt des Verfahrens fort.

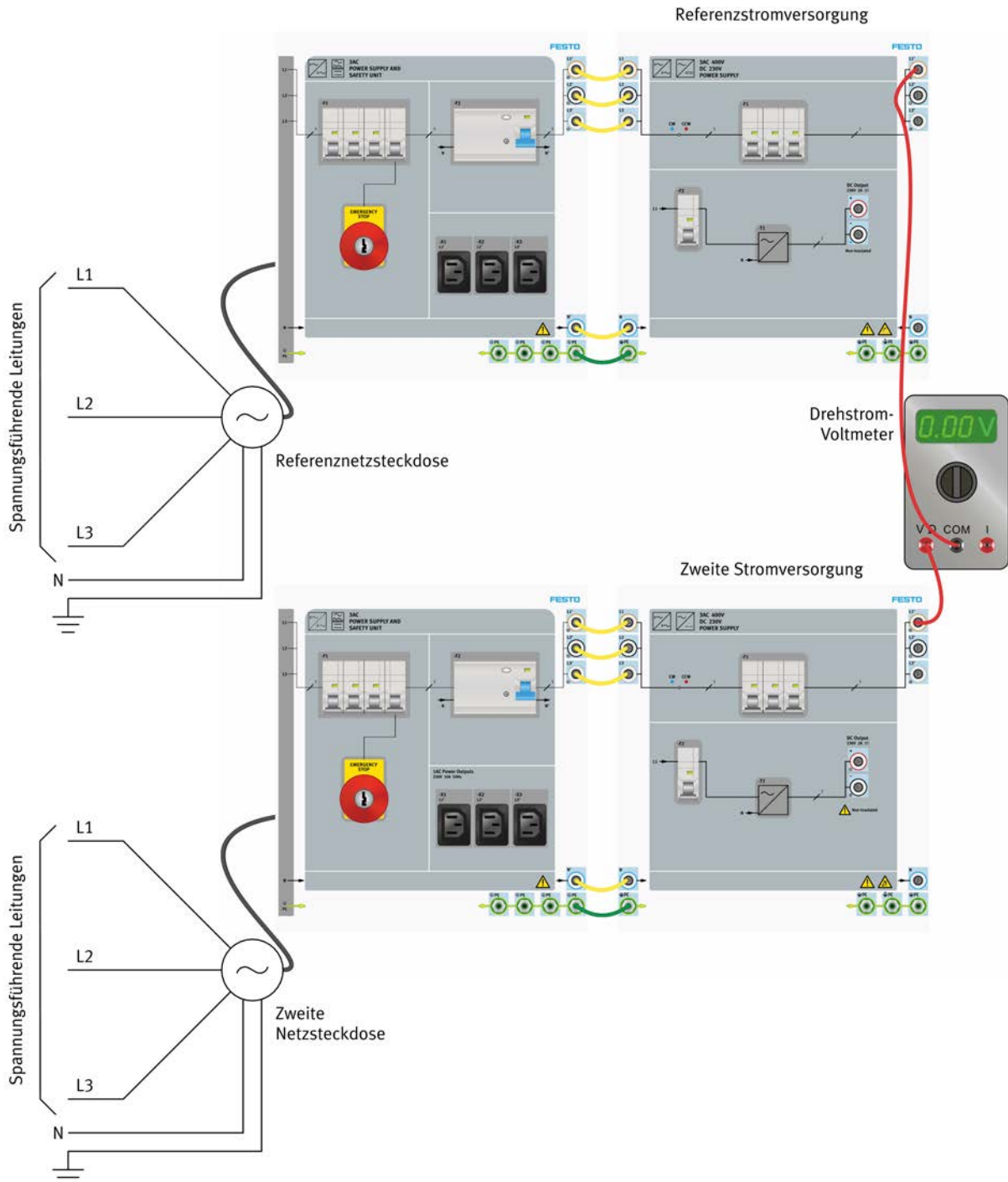


Abbildung 3: Konfiguration zur Überprüfung, ob alle dreiphasigen Netzsteckdosen im Labor-/ Unterrichtsraum auf die gleiche Weise verdrahtet sind.

9. Messen Sie die Spannung zwischen Anschluss L3' der Referenzstromversorgung und Anschluss L3' der zweiten Stromversorgung mit dem Drehstrom-Voltmeter. Fahren Sie mit Lerneinheit 6 fort, wenn die gemessene Spannung nicht nahezu 0 V ist. Andernfalls fahren Sie mit Lerneinheit 6 des Verfahrens fort.
10. Die zweite Netzsteckdose ist nicht auf die gleiche Weise wie die Referenzsteckdose verdrahtet.

Trennen Sie die beiden Module 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung von der Referenzsteckdose und der zweiten Netzsteckdose. Lassen Sie die zweite Netzsteckdose von qualifiziertem und autorisiertem Personal reparieren und wiederholen Sie das gesamte Verfahren, bevor Sie das Lehrgerät für Stromtechnologie mit der zweiten Netzsteckdose verbinden.

	 WARNUNG
	Nur qualifiziertes und autorisiertes Personal darf eine Netzsteckdose reparieren, da sie ein hohes Risiko elektrischer Schläge birgt.

11. Die zweite Netzsteckdose ist auf die gleiche Weise wie die Referenzsteckdose verdrahtet.

Setzen Sie den Leitungsschutzschalter F1 der zweiten Stromversorgung in die Stellung 0 (aus). Trennen Sie die zweite Stromversorgung von der zweiten Netzsteckdose.

Wiederholen Sie Lerneinheit 6 bis zum jetzigen Schritt des Verfahrens, um alle anderen Dreiphasen-Netzsteckdosen im Labor-/Unterrichtsraum zu prüfen.

Anweisungen zur Schutzerdung

Für Festo Didactic Geräte

Führen Sie vor der Verwendung von Geräten, die ausschließlich von Festo Didactic zur Verfügung gestellt werden, immer die in diesem Abschnitt beschriebene Schutzerdung durch.

Die Schutzerdung der Geräte erfolgt über die Netzteilmodule, einschließlich:

- 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung
- 24-V-Wechselstromversorgung
- 4-Quadranten-Netzteil und Dynamometer-Steuereinheit
- Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung

Jedes dieser Netzteilmodule hat zwei oder mehr Schutzerdungsanschlüsse (PE). Diese PE-Anschlüsse werden bei Erdpotential geführt, wenn das Netzteilmodul mit einer Netzsteckdose verbunden ist, wie im Abschnitt "Geräte an Netzsteckdosen anschließen" beschrieben.

Was die Netzmodule betrifft, so hat jedes andere Modul des Geräts zwei PE-Anschlüsse. Diese PE-Anschlüsse müssen mit den mitgelieferten Schutzleitern zu Modulsträngen zusammengeschaltet werden. Es sind Stränge von bis zu zwanzig in Reihe geschalteten Modulen zulässig. Jeder Modulstrang muss dann an den PE-Anschluss eines Netzteilmoduls angeschlossen werden.

ACHTUNG

Wenn Sie andere Schutzerdungsleiter als die mit den Geräten gelieferten verwenden, müssen diese gemäß EN60204-1 einen Querschnitt von mindestens 1,5 mm² haben.

Die Art und Weise, wie die PE-Anschlüsse der Netzteilmodule und der Lernmodule miteinander verbunden werden müssen, um eine wirksame Schutzerdung zu erreichen, hängt von der Anzahl der im Geräteaufbau verwendeten Netzteilmodule ab. Bei Verwendung eines einzigen Netzteilmoduls müssen die Stränge der Lernmodule an die am Netzteilmodul vorhandenen PE-Anschlüsse angeschlossen werden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

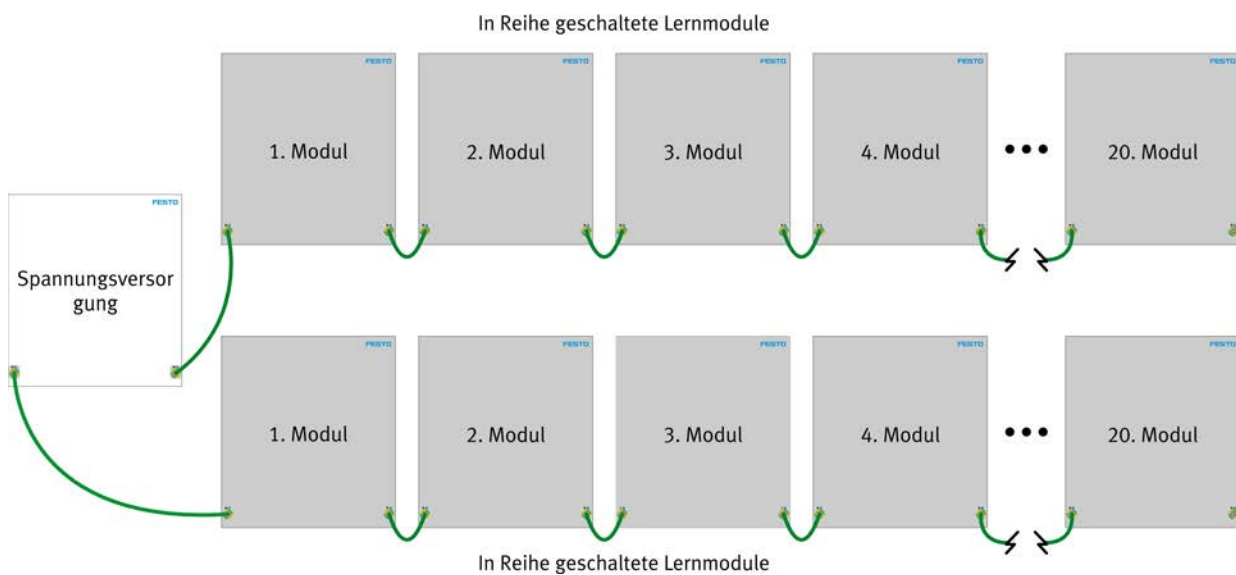


Abbildung 4: Schutzerdung in einem Aufbau mit einem einzigen Netzteilmodul.

Bei Verwendung von zwei Netzteilmodulen muss einer der PE-Anschlüsse des ersten Netzteilmoduls mit einem der PE-Anschlüsse des zweiten Netzteilmoduls verbunden werden. Anschließend müssen die Stränge der Lernmodule an die noch vorhandenen PE-Anschlüsse der Netzteilmodule angeschlossen werden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

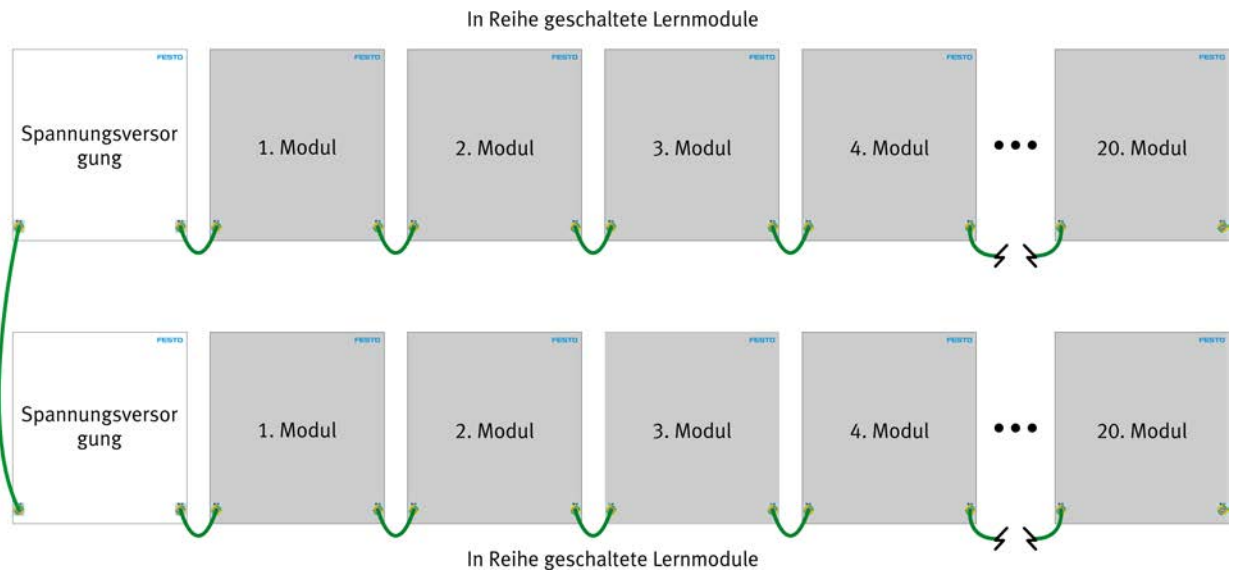


Abbildung 5: Schutzterdung in einem Aufbau mit zwei Netzteilmodulen.

Bei Verwendung von drei Netzteilmodulen muss einer der PE-Anschlüsse des ersten Netzteilmoduls mit einem der PE-Anschlüsse des zweiten Netzteilmoduls verbunden werden. Dann muss ein zweiter PE-Anschluss des zweiten Netzteilmoduls mit einer der PE-Anschlüsse des dritten Netzteils verbunden werden. Zuletzt müssen die Lerngerätestränge mit den verbleibenden PE-Anschlüssen der Module verbunden werden, wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

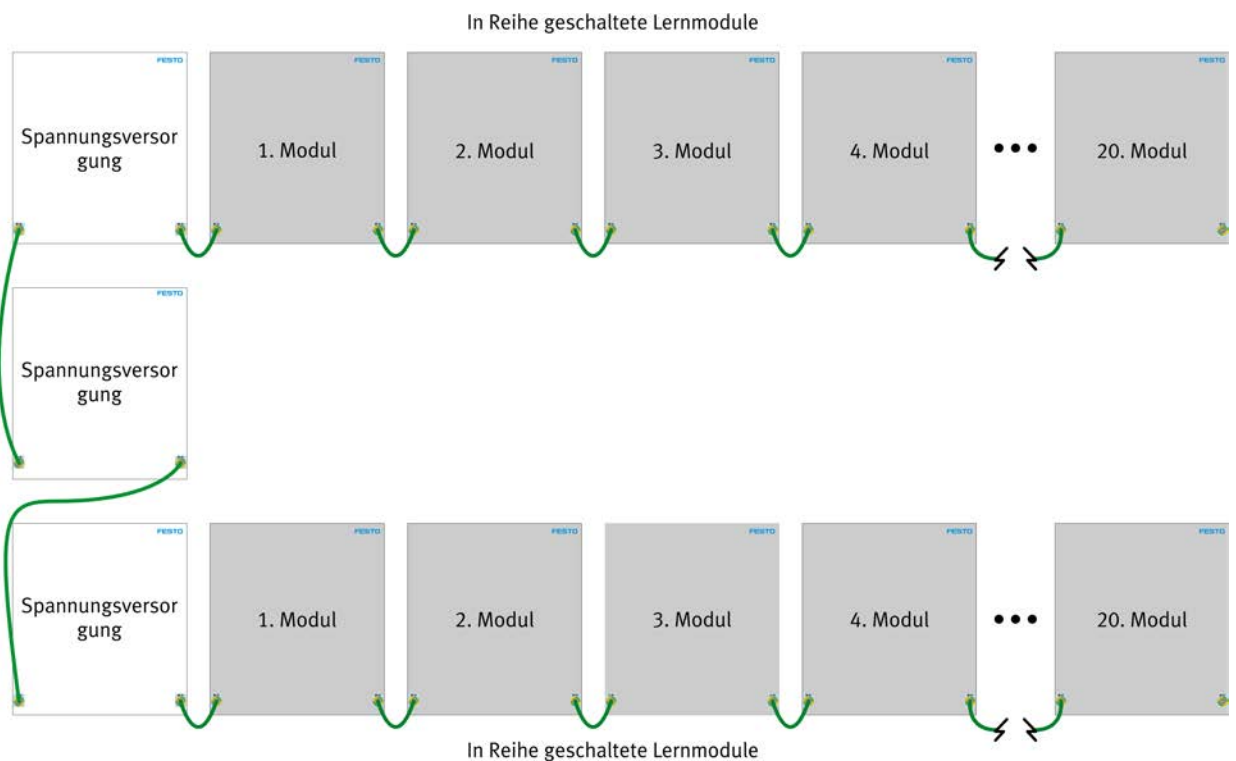


Abbildung 6: Schutzterdung in einem Aufbau mit drei Netzteilmodulen.

Für Geräte von Festo Didactic in Kombination mit Geräten anderer Hersteller

Führen Sie vor der Verwendung von Geräten von Festo Didactic und anderen Herstellern immer die in diesem Abschnitt beschriebene Schutzterdung durch.

Jeder Schutzterdungsanschluss an den Geräten besteht aus einem 6-mm-POAG-Steckverbinder, der in eine grün gefärbte Sicherheits-Bananenbuchse eingesetzt ist. Der POAG-Steckverbinder verhindert aufgrund seines Designs, dass ein Schutzterdungsanschluss mithilfe der mit den Geräten gelieferten Kabel mit einer Sicherheits-Bananensteckdose verbunden wird. Anders ausgedrückt: Ein Schutzterdungsanschluss kann auf keinen Fall mit einem spannungsführenden Anschluss der Geräte (d. h. einem Anschluss, an dem eine hohe Spannung wie 230 V anliegt) verbunden werden. Auf diese Weise wird verhindert, dass Spannung an den Metallgehäusen der Geräte anliegt und die Gefahr von elektrischen Schlägen wird vermieden.

Bei Geräten von anderen Herstellern bestehen die Schutzterdungsanschlüsse häufig aus Sicherheitsbananenbuchsen (im Allgemeinen grün). Dadurch ist es nicht möglich, die Schutzterdungsanschlüsse solcher Geräte mit den Schutzterdungsanschlüssen der Geräte über die mitgelieferten Leitungen zu verbinden. Festo Didactic empfiehlt in diesem Fall die Nachrüstung von Geräten anderer Hersteller durch den Einbau eines POAG-Steckverbinders in jeden Schutzterdungsanschluss dieser Geräte. Dies ermöglicht einfache Schutzterdungsanschlüsse zwischen dem Gerät und Geräten anderer Hersteller. Dies hat auch den Vorteil, dass die Gefahr eines Stromschlags durch den versehentlichen Anschluss eines Schutzterdungsanschlusses an einen stromführenden Anschluss ausgeschlossen ist. POAG-Steckverbinder zur Umrüstung von Geräten anderer Hersteller sind bei Festo Didactic unter der Bestell-Nr. 8067500 (Satz aus POAG-Steckverbindern mit Standard-Allen-Gabelschlüssel und Montageanleitung) erhältlich.

Alternativ ist es möglich, die POAG-Steckverbinder aus den Schutzterdungsanschlüssen der Geräte zu entfernen (dazu ist ein Standard-Allen-Maulschlüssel erforderlich), damit die Schutzterdungsverbindungen zu den Geräten anderer Hersteller mithilfe der mitgelieferten Verbindungskabel hergestellt werden können. Allerdings rät Festo Didactic von dieser Vorgehensweise ab, da auf diese Weise ein Schutzterdungsanschluss mit einem spannungsführenden Anschluss der Geräte verbunden werden kann. Es besteht dann die Gefahr, dass an den Metallgehäusen der Geräte Spannung anliegt und es zu Stromschlägen kommen kann.

	 WARNUNG
	Gefahr von elektrischen Schlägen bei Betrieb von Geräten ohne POAG-Steckverbinder in den Schutzerdungsanschlüssen! • Durch Entfernen der POAG-Steckverbinder aus den Schutzerdungsanschlüssen der Geräte besteht die Gefahr elektrischer Schläge aufgrund der unbeabsichtigten Verbindung zwischen einem Schutzerdungsanschluss und einem spannungsführenden Anschluss. • POAG-Steckverbinder in den Schutzerdungsanschlüssen der Geräte sollten nur entfernt werden, wenn für Schutzerdungsverbindungen zu Geräten anderer Hersteller absolut erforderlich ist. • Um die Gefahr von elektrischen Schlägen in der oben beschriebenen Situation zu vermeiden, lassen Sie die Schutzerdungsverbindung immer von seiner sachkundigen Person (z. B. dem Ausbilder oder Laborleiter) überprüfen, bevor Sie die Stromversorgung zu den Geräten einschalten.

Aufstellung von rotierenden Maschinen

Mehrere rotierende Maschinen sind Teil der Geräte. Für diese rotierenden Maschinen gibt es drei Aufstellungsarten:

1. **Nebeneinander.** Die rotierenden Maschinen werden nebeneinander aufgestellt und mechanisch über einen Zahnriemen gekoppelt.
2. **Gegenüberliegend.** Die rotierenden Maschinen werden gegenüberliegend aufgestellt und über eine Direktkupplung mechanisch gekoppelt.



Bei dieser Aufstellungsart handelt es sich häufig um das Vier-Quadranten-Dynamometer/Netzteil, bestehend aus dem 4-Quadranten-Netzteil und Dynamometer-Steuereinheit sowie Vier-Quadranten-Dynamometermotor. Diese Aufstellungsart wird auch im Kurs Grundlegende Motorsteuerungen verwendet.

3. **Eigenständig.** Die meisten rotierenden Maschinen können auch für den Betrieb als eigenständige Maschine aufgestellt werden. In diesem Abschnitt wird Schritt für Schritt beschrieben, wie rotierende Maschinen für jede der drei oben genannten Situationen richtig aufgestellt werden.

In den folgenden Unterabschnitten wird die Aufstellung der Geräte für die einzelnen Aufstellungsarten schrittweise beschrieben.

Nebeneinanderaufstellung von rotierenden Maschinen

Mehrere rotierende Maschinen in der Geräte sind für die Aufstellung nebeneinander konzipiert. Eine an der Welle jeder dieser rotierenden Maschinen angebrachte

Zahnriemenscheibe ermöglicht die mechanische Kopplung mit einer Antriebsmaschine über einen Zahnriemen. Ein Beispiel für eine solche Antriebsmaschine ist der Vier-Quadranten-Dynamometermotor.

Das folgende schrittweise Verfahren beschreibt, wie eine Antriebsmaschine und eine rotierende Maschine richtig nebeneinander aufgestellt werden. Außerdem wird beschrieben, wie die rotierende Maschine mit einem Zahnriemen mechanisch an die Antriebsmaschine gekoppelt wird und wie eine Schutzvorrichtung angebracht wird, um eine versehentliche Berührung mit rotierenden Maschinenteilen zu verhindern.

	 WARNUNG
	Vergewissern Sie sich vor dem Ankuppeln rotierender Maschinen unbedingt, dass die Maschinen von jeder Stromquelle getrennt sind, um ein unbeabsichtigtes Anlaufen der Maschinen zu verhindern. Wenn diese Situation nicht vermieden wird, besteht Verletzungsgefahr der Hände oder Arme.

1. Stellen Sie die Antriebsmaschine auf eine waagerechte Fläche und achten Sie darauf, dass sie sich in der Nähe des A4-Arbeitsplatzes befindet, auf dem die übrigen Geräte untergebracht sind. Dies erleichtert die Verbindung der Antriebsmaschine mit den Geräten.



Wenn die Antriebsmaschine bereits in der Nähe des A4-Arbeitsplatzes vorhanden war, vergewissern Sie sich, dass sie nicht an eine Stromquelle angeschlossen ist.

Stellen Sie sicher, dass die Antriebsmaschine so ausgerichtet ist, dass die Umlenkrolle zu Ihnen zeigt.

2. Lokalisieren Sie die für diese Labor-Aufgabe erforderliche rotierende Maschine. Vergewissern Sie sich, dass eine Riemenscheibe an der Welle der rotierenden Maschine montiert ist.

Stellen Sie die rotierende Maschine so auf die Arbeitsfläche, dass sie sich rechts von der Antriebsmaschine befindet.



Wenn die rotierende Maschine bereits rechts von der Antriebsmaschine platziert wurde, vergewissern Sie sich, dass sie nicht an ein Gerät angeschlossen ist, das auf dem A4-Arbeitsplatz installiert ist.

Achten Sie darauf, dass die rotierende Maschine so ausgerichtet ist, dass ihre Riemenscheibe in Ihre Richtung zeigt.

3. Beachten Sie, dass an der rechten Seite der Grundplatte der Antriebsmaschine zwei Führungsstifte angebracht sind. Beachten Sie auch, dass sich auf der linken Seite der Grundplatte der rotierenden Maschine zwei Führungsnuten befinden.

Schieben Sie die rotierende Maschine in Richtung der Antriebsmaschine, so dass die Führungsstifte vollständig in die Führungsnuten eingreifen (siehe folgende Abbildung). Die beiden Maschinen sind ordnungsgemäß aufgestellt, wenn sich ihre Grundplatten über ihre gesamte Länge berühren.

	 VORSICHT Versuchen Sie nicht, zwei rotierende Maschinen zusammen anzuheben, da dies zu Verletzungen und/oder Beschädigung der Maschinen führen kann.
---	---

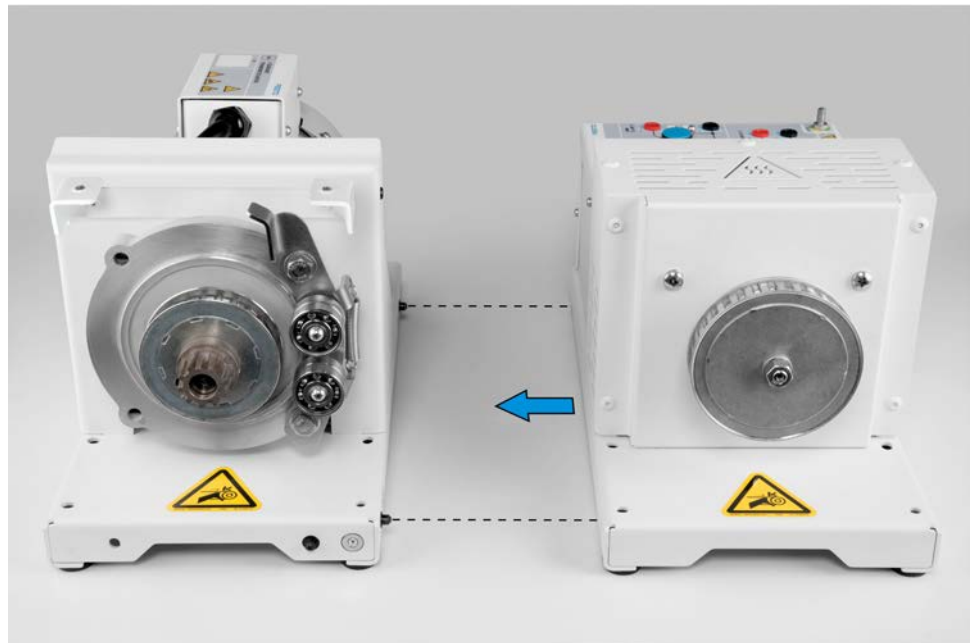


Abbildung 7: Aufstellung der Antriebsmaschine und einer rotierenden Maschine nebeneinander.

4. Legen Sie ein Ende eines Zahnriemens der richtigen Länge um die Zahnriemensscheibe der Antriebsmaschine (siehe (a) der folgenden Abbildung). Legen Sie dann das andere Ende des Zahnriemens um die Riemenscheibe der rotierenden Maschine (siehe (b) der folgenden Abbildung).
5. Ziehen Sie den Zahnriemen an der in (c) der folgenden Abbildung gezeigten Stelle zu sich heran (mit etwas Drehung) und drücken Sie mit der anderen Hand das untere Lager des Riemenspanners an der Antriebsmaschine nach unten, wie in (d) der folgenden Abbildung gezeigt. Drücken Sie dann den Zahnriemen so zu den Maschinen, dass er sich über dem unteren Lager des Riemenspanners befindet (siehe (e) der folgenden Abbildung).
6. Ziehen Sie den Zahnriemen an der in (f) der folgenden Abbildung gezeigten Stelle zu sich heran und heben Sie das obere Lager des Riemenspanners an der Antriebsmaschine an, indem Sie den Metallhebel mit einem Finger der anderen Hand drücken, wie in (g) der folgenden Abbildung gezeigt. Drücken Sie dann den Zahnriemen zu den Maschinen, sodass er unter das obere Lager rutscht (siehe (h) der folgenden Abbildung).

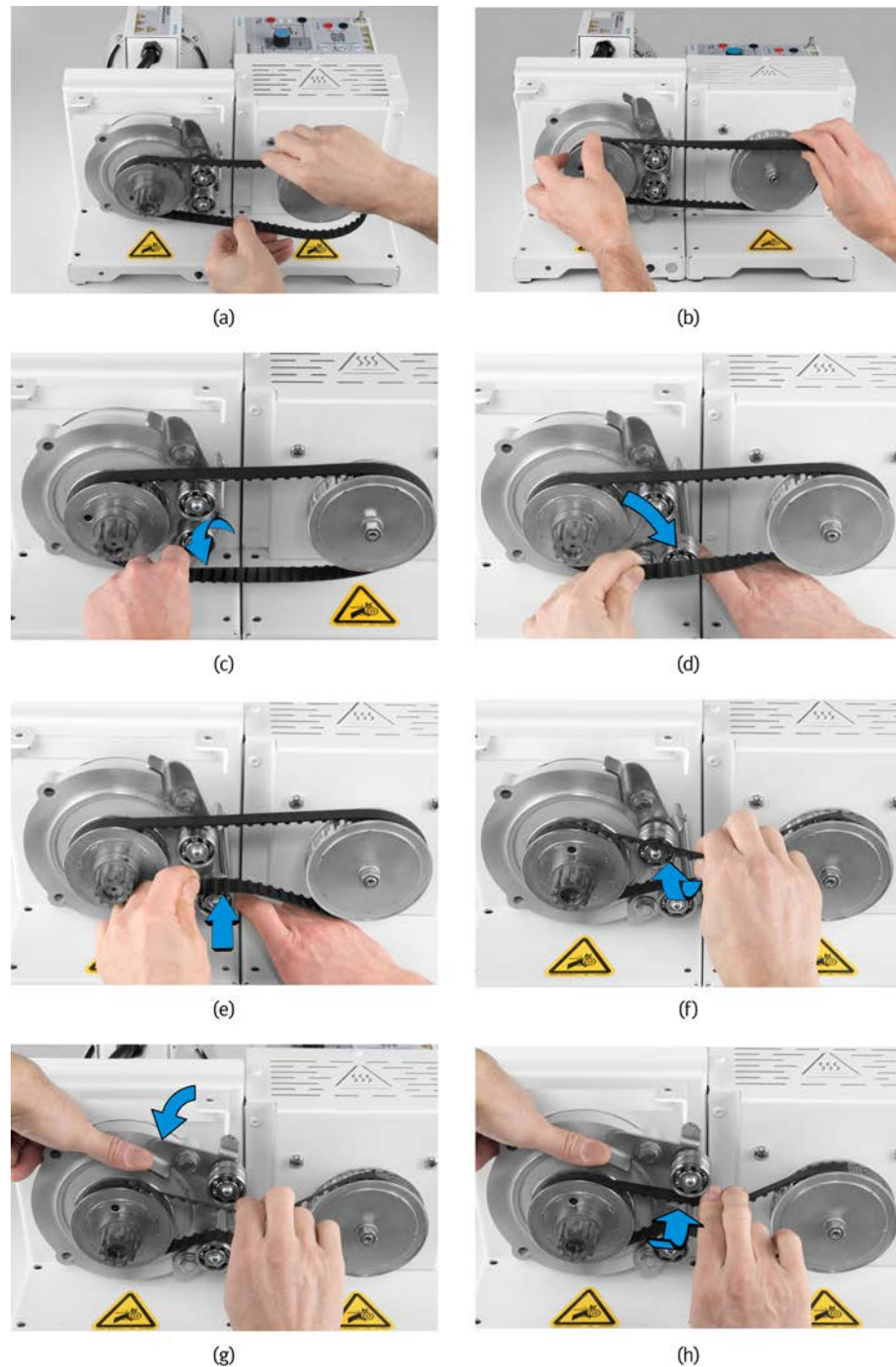


Abbildung 8: Mechanische Kopplung einer rotierenden Maschine mit der Antriebsmaschine über einen Zahnriemen.

7. Um sicherzustellen, dass der Zahnriemen die richtige Länge hat und korrekt installiert ist, drehen Sie die Welle der Antriebsmaschine oder der rotierenden Maschine von Hand. Der Zahnriemen hat die richtige Länge und ist ordnungsgemäß installiert, wenn sich beide Maschinen drehen und der Zahnriemen von beiden Lagern des Riemenspanners gespannt wird. Außerdem muss der Zahnriemen über seine ganze Breite Kontakt mit beiden Lagern des Riemenspanners haben. Siehe die folgende Abbildung.



Abbildung 9: Um sicherzustellen, dass der Zahnriemen korrekt installiert ist, drehen Sie die Welle der Antriebsmaschine oder der rotierenden Maschine von Hand. Beide Maschinen sollten sich dabei drehen und der Zahnriemen sollte von beiden Lagern des Riemenspanners gespannt werden.

8. Ein Endschalter (siehe folgende Abbildung), der sich in der Grundplatte jeder rotierenden Maschine (einschließlich der Antriebsmaschine) der Geräte befindet, verhindert den Betrieb der Maschine, solange keine Schutzvorrichtung installiert ist. Diese Schutzvorrichtung dient dazu, mögliche Verletzungen durch unbeabsichtigten Kontakt mit den drehenden Teilen der Maschine zu verhindern.



Abbildung 10: Ein Endschalter in der Grundplatte jeder rotierenden Maschine verhindert den Betrieb der Maschinen, solange keine Schutzvorrichtung ordnungsgemäß installiert ist.

9. Lokalisieren Sie die Schutzvorrichtung für die nebeneinander aufgestellten rotierenden Maschinen. Beachten Sie die Führungsstifte an der Unterseite der Schutzvorrichtung (siehe die folgende Abbildung).

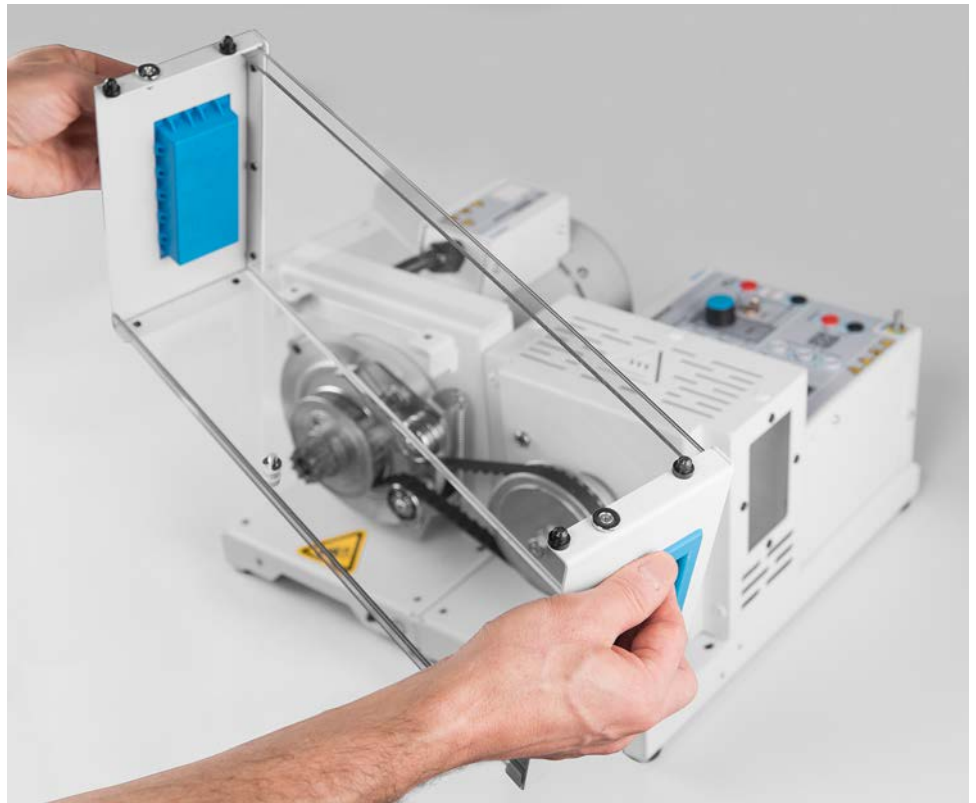


Abbildung 11: Führungsstifte an der Unterseite der Schutzvorrichtung für nebeneinander aufgestellte rotierende Maschinen.

10. Um die Schutzvorrichtung an der Antriebsmaschine und der rotierenden Maschine anzubringen, richten Sie die Führungsstifte der Schutzvorrichtung auf die Löcher in den Grundplatten beider Maschinen aus. Setzen Sie die Schutzvorrichtung in die Grundplatten ein (siehe folgende Abbildung). Alle Führungsstifte müssen vollständig in die Führungsnuten der Grundplatten eingreifen.

Schrauben Sie die obere Schraube der Schutzvorrichtung mit dem mitgelieferten Sechskantschlüssel in das entsprechende Loch des Antriebsmaschinenrahmens. Dadurch wird die Schutzvorrichtung an ihrem Platz gesichert.

Durch Anbringen der Schutzvorrichtung an der Antriebsmaschine und der rotierenden Maschine wird der Endschalter in der Grundplatte jeder Maschine betätigt, so dass beide Maschinen in Betrieb genommen werden können.

 WARNUNG	
	Es besteht die Gefahr schwerer Verletzungen durch unbeabsichtigtes Berühren beweglicher Teile rotierender Maschinen, die ohne eine durch die obere Schraube gesicherte Schutzvorrichtung betrieben werden. Versuchen Sie nie, rotierende Maschinen ohne Schutzvorrichtung zu betreiben, indem Sie Objekte in die Löcher der Grundplatten stecken, um die Endschalter zu betätigen.

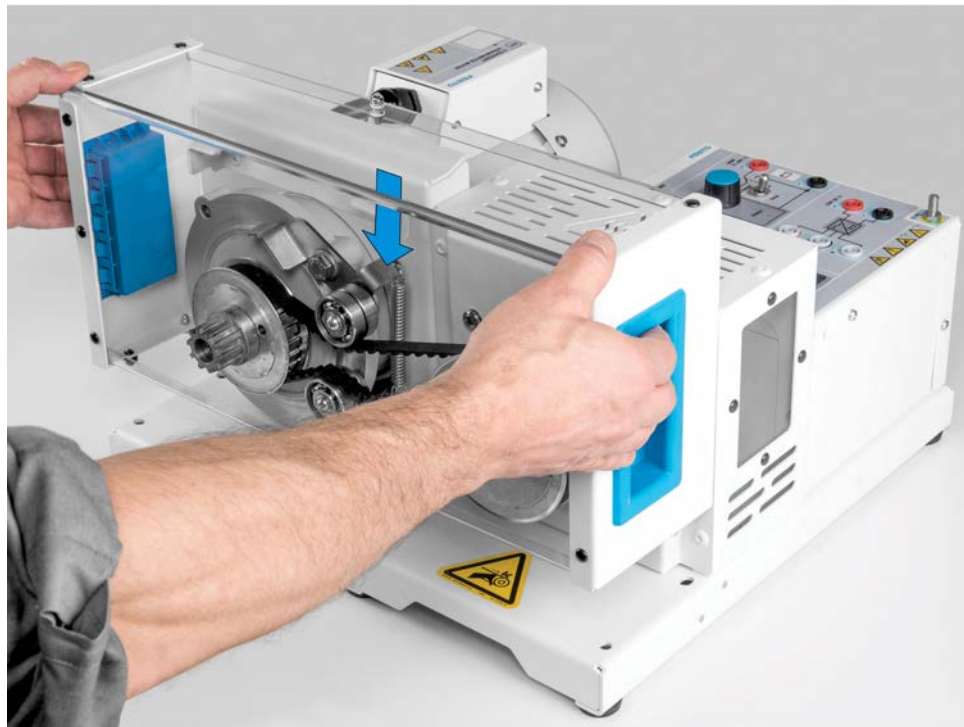


Abbildung 12: Installation der Schutzvorrichtung an nebeneinander installierten rotierenden Maschinen.

Gegenüberliegende Aufstellung von rotierenden Maschinen

Mehrere rotierende Maschinen in den Geräten sind so konstruiert, dass sie gegenüberliegend aufgestellt werden können. Eine am Ende der Welle jeder dieser rotierenden Maschinen angebrachte Zahnkupplung ermöglicht die direkte mechanische Kopplung mit einer Antriebsmaschine. Beispiele für eine solche Antriebsmaschine sind der Vier-Quadranten-Dynamometermotor und die Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine.

Das folgende schrittweise Verfahren beschreibt, wie man eine rotierende Maschine gegenüber einer Antriebsmaschine richtig aufstellt. Außerdem wird beschrieben, wie die rotierende Maschine mechanisch mit der Antriebsmaschine gekoppelt wird und wie eine Schutzvorrichtung angebracht wird, um eine versehentliche Berührung mit rotierenden Maschinenteilen zu verhindern.

	WARNUNG
	Vergewissern Sie sich vor dem Ankuppeln rotierender Maschinen unbedingt, dass die Maschinen von jeder Stromquelle getrennt sind, um ein unbeabsichtigtes Anlaufen der Maschinen zu verhindern. Wenn diese Situation nicht vermieden wird, besteht Verletzungsgefahr der Hände oder Arme.

1. Stellen Sie die Antriebsmaschine auf eine horizontale Fläche. Achten Sie darauf, dass sie sich in der Nähe des A4-Arbeitsplatzes befindet, an dem die übrigen Geräte untergebracht sind. Dies erleichtert die Verbindung zwischen den Modulen.



Wenn die Antriebsmaschine bereits in der Nähe des A4-Arbeitsplatzes vorhanden war, vergewissern Sie sich, dass sie nicht an eine Stromquelle angeschlossen ist.

Stellen Sie sicher, dass die Antriebsmaschine so ausgerichtet ist, dass ihre Welle zur rechten Seite der Arbeitsfläche zeigt.

2. Lokalisieren Sie die für diese Labor-Aufgabe erforderliche rotierende Maschine. Vergewissern Sie sich, dass ein Getriebe am Ende der Welle der rotierenden Maschine montiert ist.

Stellen Sie die rotierende Maschine so auf die Arbeitsfläche, dass sie sich rechts von der Antriebsmaschine befindet.



Wenn die rotierende Maschine bereits rechts von der Antriebsmaschine platziert wurde, vergewissern Sie sich, dass sie nicht an ein Gerät angeschlossen ist, das auf dem A4-Arbeitsplatz installiert ist.

Vergewissern Sie sich, dass die rotierende Maschine so ausgerichtet ist, dass ihre Welle der Antriebsmaschine zugewandt ist.

3. Beachten Sie, dass sich an der Vorderseite der Grundplatte der Antriebsmaschine ein Führungsstift und eine Führungsnut befinden. Beachten Sie, dass auch an der Vorderseite der Grundplatte der rotierenden Maschine ein Führungsstift und eine Führungsnut angebracht sind. Richten Sie die rotierende Maschine mit der Antriebsmaschine so aus, dass die Führungsstifte auf die Führungsnute ausgerichtet sind (siehe folgende Abbildung).

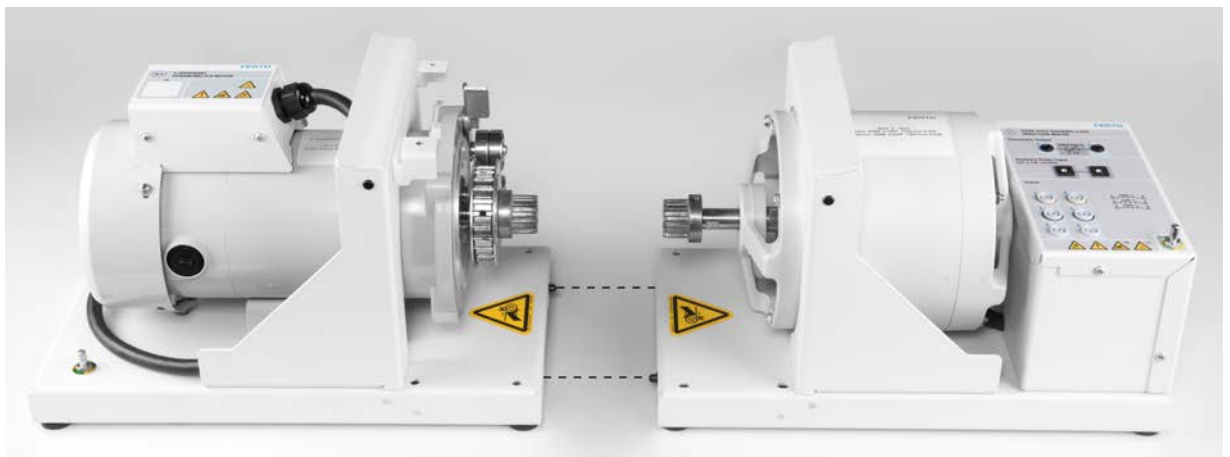


Abbildung 13: Ausrichten der rotierenden Maschine mit der Antriebsmaschine.

4. Schieben Sie die mit dem Gerät gelieferte Direktkupplung auf das an der Welle der Antriebsmaschine befestigte Getriebe.

Schieben Sie die rotierende Maschine in Richtung der Antriebsmaschine, so dass das an ihrer Welle befestigte Zahnrad in die Direktkupplung eintritt (die Kupplung muss eventuell leicht gedreht werden) und die Führungsstifte vollständig in die Führungsnute eingreifen (siehe folgende Abbildung). Die beiden Maschinen sind

ordnungsgemäß montiert, wenn sich die beiden Grundplatten über die gesamte Breite berühren.

	 VORSICHT
	Versuchen Sie nicht, zwei rotierende Maschinen zusammen anzuheben, da dies zu Verletzungen und/oder Beschädigung der Maschinen führen kann.

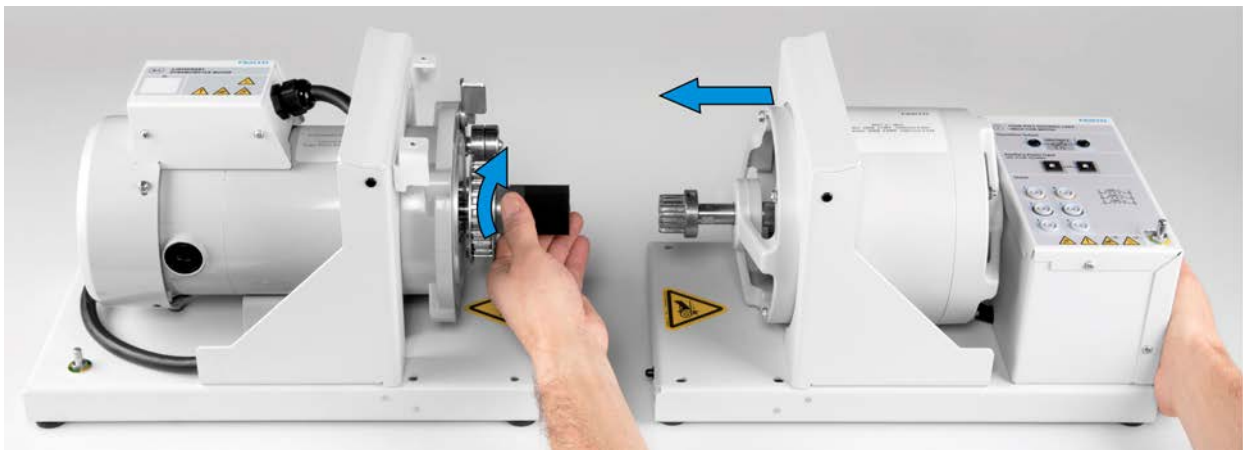


Abbildung 14: Mechanische Kopplung einer rotierenden Maschine mit der Antriebsmaschine durch Direktkupplung.

5. Ein Endschalter (siehe folgende Abbildung), der sich in der Grundplatte jeder rotierenden Maschine (einschließlich der Antriebsmaschine) der Geräte befindet, verhindert den Betrieb der Maschine, solange keine Schutzvorrichtung installiert ist. Diese Schutzvorrichtung dient dazu, mögliche Verletzungen durch unbeabsichtigten Kontakt mit den drehenden Teilen der Maschine zu verhindern.



Abbildung 15: Ein Endschalter in der Grundplatte jeder rotierenden Maschine verhindert den Betrieb der Maschinen, solange keine Schutzvorrichtung ordnungsgemäß installiert ist.

6. Bringen Sie die Schutzvorrichtung für gegenüberliegende rotierende Maschinen an. Beachten Sie die Führungsstifte an der Unterseite der Schutzvorrichtung (siehe die folgende Abbildung).



Abbildung 16: Führungsstifte an der Unterseite der Schutzvorrichtung für gegenüberliegende installierte rotierende Maschinen.

7. Um die Schutzvorrichtung an der Antriebsmaschine und der rotierenden Maschine anzubringen, richten Sie die Führungsstifte der Schutzvorrichtung auf die Löcher in den Grundplatten beider Maschinen aus. Setzen Sie die Schutzvorrichtung in die Grundplatten ein (siehe folgende Abbildung). Alle Führungsstifte müssen vollständig in die Führungsnuten der Grundplatten eingreifen.

Schrauben Sie die obere Schraube der Schutzvorrichtung mit dem mitgelieferten Sechskantschlüssel in das entsprechende Loch des Antriebsmaschinenrahmens. Dadurch wird die Schutzvorrichtung an ihrem Platz gesichert.

Durch Anbringen der Schutzvorrichtung an der Antriebsmaschine und der rotierenden Maschine wird der Endschalter in der Grundplatte jeder Maschine betätigt, so dass beide Maschinen in Betrieb genommen werden können.

	 WARNUNG
	Es besteht die Gefahr schwerer Verletzungen durch unbeabsichtigtes Berühren beweglicher Teile rotierender Maschinen, die ohne eine durch die obere Schraube gesicherte Schutzvorrichtung betrieben werden. Versuchen Sie nie, rotierende Maschinen ohne Schutzvorrichtung zu betreiben, indem Sie Objekte in die Löcher der Grundplatten stecken, um die Endschalter zu betätigen.

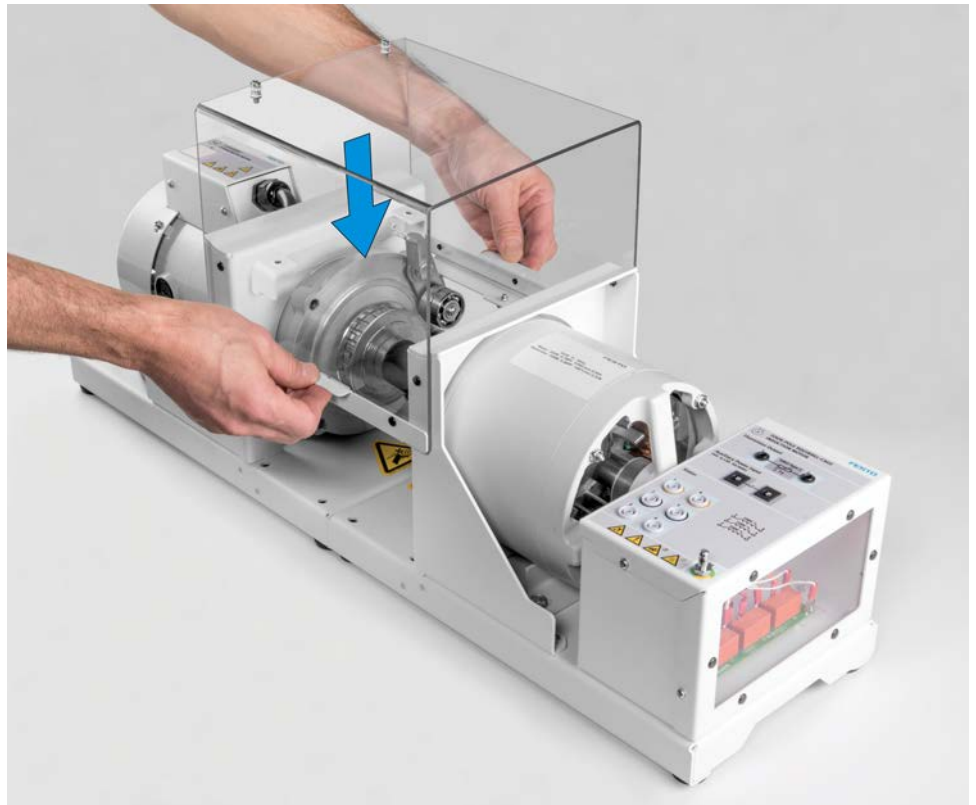


Abbildung 17: Installation der Schutzvorrichtung an gegenüberliegenden rotierenden Maschinen.

Eigenständige Aufstellung einer rotierenden Maschine

Die meisten rotierenden Maschinen in den Geräten können für den Betrieb als eigenständige Maschine aufgestellt werden. Das folgende schrittweise Verfahren beschreibt, wie eine rotierende Maschine ordnungsgemäß für den eigenständigen Betrieb aufgestellt wird. Außerdem wird beschrieben, wie eine Schutzvorrichtung montiert wird, um unbeabsichtigten Kontakt mit den drehenden Teilen der Maschine zu verhindern.

1. Lokalisieren Sie die für diese Labor-Aufgabe erforderliche rotierende Maschine.
2. Stellen Sie die rotierende Maschine auf eine waagerechte Fläche und achten Sie darauf, dass sie sich in der Nähe des A4-Arbeitsplatzes befindet, auf dem die übrigen Geräte untergebracht sind. Dies erleichtert die Verbindung der rotierenden Maschine mit den Geräten.



Wenn die rotierende Maschine bereits auf einer horizontalen Fläche steht, stellen Sie sicher, dass sie von den auf dem A4-Arbeitsplatz installierten Geräten getrennt ist.

Schließlich muss die rotierende Maschine so ausgerichtet sein, dass ihre Riemenscheibe in Ihre Richtung zeigt.

3. Ein Endschalter (siehe die folgende Abbildung) in der Grundplatte jeder drehenden Maschine (einschließlich des 4 Quadranten Dynamometermotors) in den Geräten verhindert den Betrieb der Maschinen, solange keine

Schutzvorrichtung installiert ist. Diese Schutzvorrichtung dient dazu, mögliche Verletzungen durch unbeabsichtigten Kontakt mit den drehenden Teilen der Maschine zu verhindern.



Abbildung 18: Ein Endschalter in der Grundplatte jeder rotierenden Maschine verhindert den Betrieb der Maschinen, solange keine Schutzvorrichtung ordnungsgemäß installiert ist.

4. Lokalisieren Sie die Schutzvorrichtung für autarke rotierende Maschinen. Beachten Sie die Führungsstifte an der Unterseite der Schutzvorrichtung (siehe die folgende Abbildung).

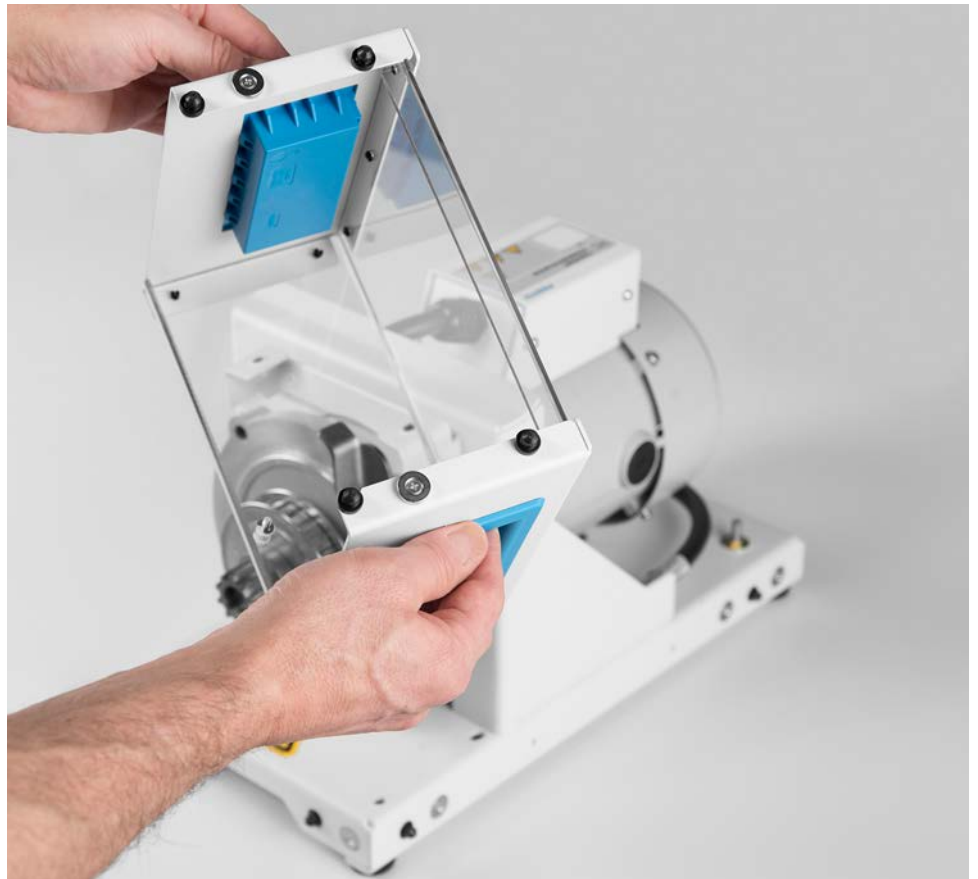


Abbildung 19: Führungsstifte an der Unterseite der Schutzvorrichtung für eine eigenständige rotierende Maschine.

5. Um die Schutzvorrichtung an der rotierenden Maschine zu montieren, richten Sie die Führungsstifte der Schutzvorrichtung an den Löchern in der Grundplatte der Maschine aus und setzen dann die Vorrichtung in die Grundplatte (siehe die folgende Abbildung). Die Schutzvorrichtung ist ordnungsgemäß installiert, wenn alle Führungsstifte vollständig in die Löcher der Grundplatte eingerastet sind. Durch die Montage der Schutzvorrichtung an der rotierenden Maschine wird der Endschalter in der Grundplatte betätigt, damit die Maschine in Betrieb genommen werden können.

	 WARNUNG
	Es besteht Verletzungsgefahr durch unbeabsichtigten Kontakt mit sich bewegenden Teilen einer rotierenden Maschine, wenn die Maschine ohne Schutzvorrichtung betrieben wird. Versuchen Sie nie, eine sich drehende Maschine ohne Schutzvorrichtung zu bedienen, indem Sie einen Gegenstand in das Loch der Grundplatte einführen, um den Endschalter zu betätigen.

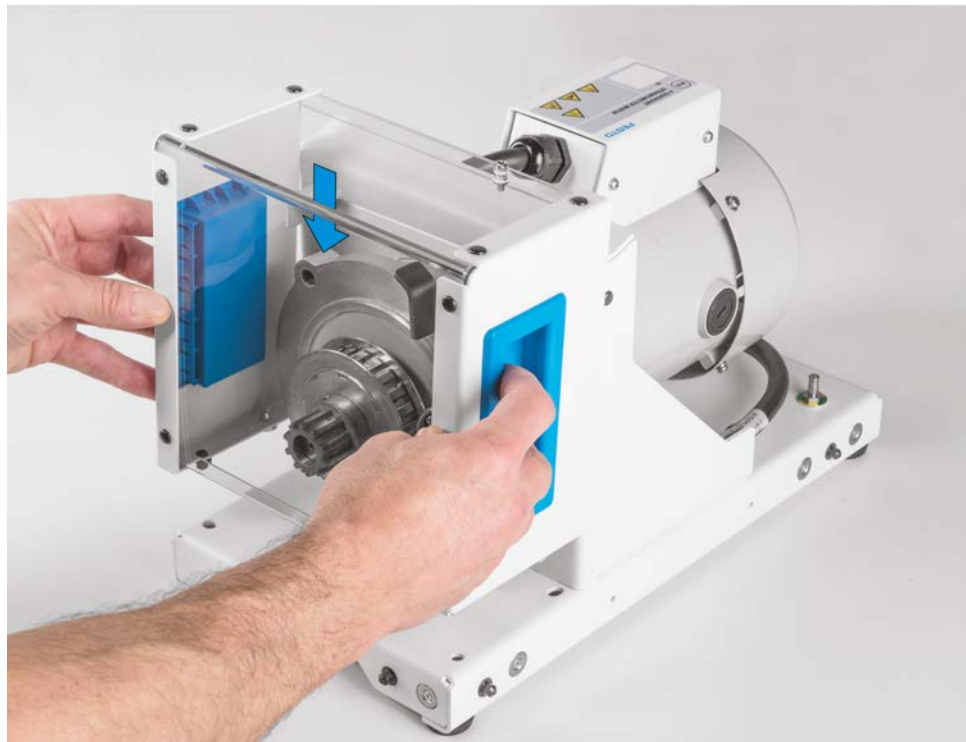


Abbildung 20: Installation der Schutzvorrichtung an einer eigenständigen rotierenden Maschine.

Abkoppeln von rotierenden Maschinen

Das folgende schrittweise Verfahren beschreibt, wie rotierende Maschinen sicher abgekoppelt werden können.

	 WARNUNG Vergewissern Sie sich vor dem Abkoppeln rotierender Maschinen unbedingt, dass die Maschinen von jeder Stromquelle getrennt sind, um ein unbeabsichtigtes Anlaufen der Maschinen zu verhindern. Wenn diese Situation nicht vermieden wird, besteht Verletzungsgefahr der Hände oder Arme.
---	--

1. Schalten Sie alle Stromversorgungen im System aus.
2. Trennen Sie alle Verbindungen zu den rotierenden Maschinen.
3. Schrauben Sie die obere Schraube der Schutzvorrichtung mit dem mitgelieferten Sechskantschlüssel ab. Ziehen Sie die Schutzvorrichtung hoch, um sie von den rotierenden Maschinen zu entfernen. Bringen Sie die Schutzvorrichtung an ihren Lagerort zurück.

4. Wenn die rotierenden Maschinen mit einem Zahnriemen gekoppelt sind, fahren Sie mit dem nächsten Schritt fort. Andernfalls setzen Sie den aktuellen Schritt fort.

Schieben Sie eine der beiden rotierenden Maschinen zur Seite, bis das Getriebe am Ende ihrer Welle aus der direkten Kopplung herauskommt (siehe die folgende Abbildung). Entfernen Sie direkte Kopplung von der Welle der rotierenden Maschine und bringen Sie sie zu ihrem Lagerort zurück.

Fahren Sie mit dem letzten Schritt dieses Verfahrens fort.

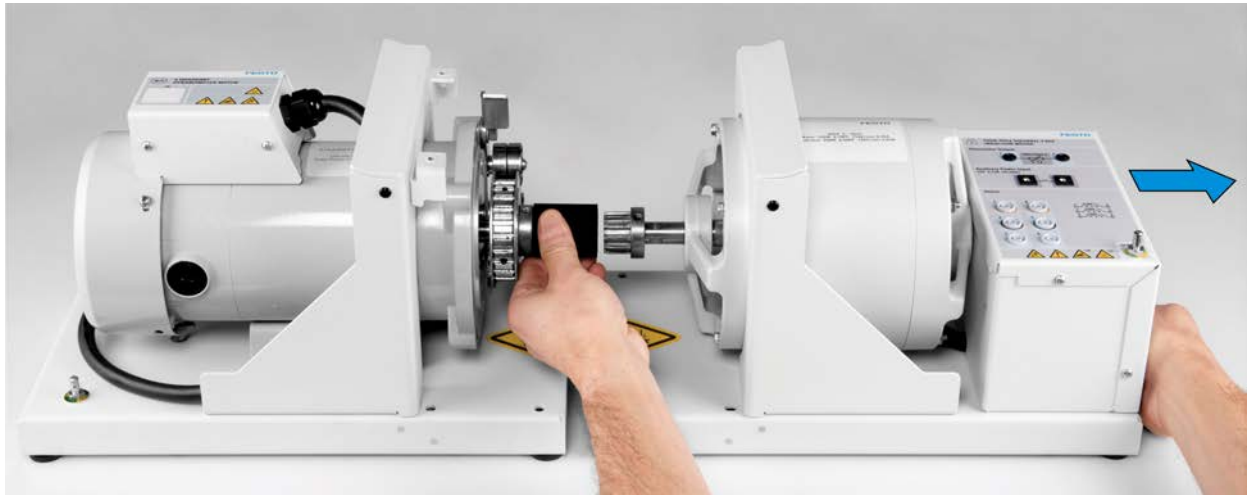


Abbildung 21: Abkoppeln von gegenüberliegenden rotierenden Maschinen.

5. Heben Sie das obere Lager des Riemenspanners an der Antriebsmaschine an, indem Sie mit einer Hand gegen den Metallhebel drücken wie in (a) der folgenden Abbildung gezeigt. Ziehen Sie dann den Zahnriemen mit der anderen Hand zu sich in die in (a) der Abbildung gezeigte Position, bis er von den Lagern des Riemenspanners rutscht. Nehmen Sie schließlich den Zahnriemen von der Riemenscheibe jeder drehenden Maschine ab (siehe (b) der folgenden Abbildung) und bringen Sie ihn zu seinem Lagerort zurück.



(a)



(b)

Abbildung 22: Abkoppeln von nebeneinander aufgestellten rotierenden Maschinen.

Schnellstart

Dieser Abschnitt enthält einen Schnelleinstieg für die Installation und das Einschalten des Lehrgeräts zu Beginn eines Praxisteils. Außerdem wird in diesem Abschnitt ein allgemeines Verfahren zum Abschalten, Trennen und Entfernen der Geräte am Ende eines Praxisteils beschrieben.

ACHTUNG

Um sicherzustellen, dass die Installation ordnungsgemäß von den Netzteilmodulen mit Strom versorgt wird, müssen die im Abschnitt Elektrische Installation im Labor-/Unterrichtsraum überprüfen beschriebenen Prüfverfahren durchgeführt werden. Die Nichtbeachtung kann zu Schäden an den Geräten führen.

Installieren und Einschalten der Geräte

1. Sie müssen die Anweisungen im Abschnitt Sicherheitshinweise in diesem Dokument gelesen und verstanden haben, bevor Sie mit dem Lehrgerät arbeiten.
2. Installieren Sie alle Module, die Sie für Ihre Praxis benötigen, je nach Modul in oder in der Nähe des A4-Arbeitsplatzes. Lesen Sie dazu bei Bedarf den Abschnitt Handhabung und Installation der Module.

Installieren Sie alle für das Praxisteil erforderlichen rotierenden Maschinen gemäß den Anweisungen im Abschnitt Aufstellung von rotierenden Maschinen.

3. Stellen Sie die für die Schutzterdung der Geräte erforderlichen Verbindungen gemäß den Anweisungen im Abschnitt Anweisungen zur Schutzterdung her.
4. Stellen Sie sicher, dass alle Netzteilmodule ausgeschaltet sind.

Verbinden Sie jedes Netzteilmodul mit einer ordnungsgemäß geerdeten Netzsteckdose. Weitere Informationen finden Sie bei Bedarf im Abschnitt Geräte an Netzsteckdosen anschließen.
5. Schließen Sie die Geräte so an, wie es für Ihren Praxisteil erforderlich ist. Verwenden Sie die mit dem Gerät gelieferten Sicherheitsanschlusskabel.

	 WARNUNG
	Verwenden Sie keine Verbindungskabel anderer Hersteller. Verwenden Sie für alle Verbindungen immer die mit den Geräten gelieferten Verbindungskabel. Die stromführenden Teile dieser Kabel sind mit ihren Steckern verdeckt und so isoliert, dass sie nicht versehentlich berührt werden können, so dass ein sicherer Anschluss der Geräte ohne die Gefahr eines Stromschlags möglich ist.

6. Überprüfen Sie die Verbindungen Ihrer Geräte.
7. Schalten (d. h. entriegeln) Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz ein (falls zutreffend).



Bitten Sie Ihren Ausbilder um Hilfe, sofern erforderlich.

8. Schalten Sie alle Netzteilmodule ein. Wenn mehr als ein Gerät vorhanden ist, gehen Sie in der Reihenfolge der Nennleistung vor, beginnend mit dem niedrigsten.

	 WARNUNG
	Um Verletzungen durch elektrische Schläge zu vermeiden, beachten Sie nach dem Einschalten der Geräte folgende Hinweise: • Lassen Sie die Geräte niemals unbeaufsichtigt. • Sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, dürfen die Verbindungen der Geräte niemals bei eingeschalteter Stromversorgung verändert werden. • Bewegen Sie ein Modul niemals, nachdem es eingeschaltet wurde.

Abschalten, Trennen und Entfernen der Geräte

9. Schalten Sie alle Netzteilmodule aus. Wenn mehr als ein Modul vorhanden ist, gehen Sie in der Reihenfolge der Nennleistung vor, beginnend mit dem höchsten.
10. Schalten Sie die Stromversorgung an Ihrem Arbeitsplatz aus (falls zutreffend).
11. Trennen Sie alle Aufbauverbindungen, als letztes die Schutzleiteranschlüsse. Entfernen Sie die Schutzvorrichtung, dann abkoppeln Sie die rotierenden Maschinen, falls zutreffend. Legen Sie alle Verbindungsleitungen an ihren Aufbewahrungsort zurück.

Konformitätsangabe

Die folgenden EU-Richtlinien sind für die CE-Kennzeichnung des Geräts wichtig:

- Niederspannungsrichtlinie
 - Die Niederspannungsrichtlinie schreibt vor, dass von Produkten keine elektrischen Gefahren ausgehen dürfen.
- Richtlinie über elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
 - Die EMV-Richtlinie schreibt vor, dass sich elektrische Geräte nur in begrenztem Umfang gegenseitig beeinflussen dürfen.
- Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe (RoHS)
 - Die RoHS-Richtlinie schreibt eine Begrenzung von gefährlichen Stoffen wie Blei, Quecksilber, Cadmium oder Chrom vor.
- Funkanlagenrichtlinie (RED)
 - Die Funkanlagenrichtlinie schafft einen Rechtsrahmen für die Bereitstellung von Funkanlagen auf dem Markt und ihre Inbetriebnahme in der EU.

Die Konformitätserklärungen (CE oder UKCA) für die Geräte sind auf Anfrage erhältlich.

Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise

Vorwarnung

Die Geräte wurden sorgfältig so konzipiert, dass die Sicherheit der Auszubildenden gewährleistet ist. Trotzdem gibt es Restrisiken, die mit technischen Lösungen nicht vermindert werden können, ohne den Lernprozess zu beeinträchtigen. Die erste und vordringlichste Sicherheitsmaßnahme, die jederzeit ergriffen werden muss, ist die ordnungsgemäße Beaufsichtigung der Auszubildenden.

Die Aufsicht und Anleitung eines qualifizierten Ausbilders sind durch nichts zu ersetzen. Auszubildende beherrschen die Thematik nur unvollständig. Sie können Fehler machen und werden höchstwahrscheinlich auch Fehler machen. Dies macht den Lernprozess wesentlich mit aus.

Der Ausbilder hat somit die Aufgabe, die Auszubildenden Fehler machen zu lassen, die sich nicht auf ihre Sicherheit auswirken, und sie gleichzeitig vor Fehlern zu bewahren, die unheilvolle Folgen haben können.

	 VORSICHT
	Die Aufsicht und Anleitung eines qualifizierten Ausbilders sind durch nichts zu ersetzen.

Allgemeine Warnungen

	 WARNUNG - Vergewissern Sie sich vor der Inbetriebnahme des Geräts, dass die Leitungen, die die Schutzerdungsanschlüsse der Module miteinander verbinden, einen ununterbrochenen Schutzerdungsleiter bilden. Vergewissern Sie sich außerdem, dass die Isolierung dieser Leiter nicht beschädigt ist oder entfernt wurde. - Vergewissern Sie sich vor dem Herstellen oder Ändern von Anschlüssen an den Geräten, dass das Netzteil ausgeschaltet ist. - Stellen Sie eine Schutzerdungsverbindung her, bevor Sie ein Netzteilmodul anschließen. Der Mindestquerschnitt des Schutzleiteranschlusses beträgt 1,5 mm² gemäß EN 60204-1. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt Anweisungen zur Schutzerdung. - Verwenden Sie keine Verbindungskabel anderer Hersteller. Verwenden Sie für alle Verbindungen immer die mit den Geräten gelieferten Verbindungskabel. Die stromführenden Teile dieser Kabel sind mit ihren Steckern verdeckt und so isoliert, dass sie nicht versehentlich berührt werden können, so dass ein sicherer Anschluss der Geräte ohne die Gefahr eines Stromschlags möglich ist.
	 VORSICHT - Stellen Sie die Module so auf, dass das Betätigen von Schaltern und Trenneinrichtungen nicht erschwert wird. - Tragen Sie Ihre persönliche Schutzausrüstung, wenn Sie an elektrischen Schaltungen arbeiten. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt Persönliche Schutzausrüstung (PSA).
	 VORSICHT Einige Module können bei längerem Betrieb sehr heiß werden. Um Verbrennungen zu vermeiden, warten Sie daher vor der Handhabung, bis sie sich abgekühlt haben.

	 VORSICHT
	Es besteht Verletzungsgefahr, zum Beispiel Verletzung der Bandscheibe beim Transport oder der Montage von Modulen, die mehr als 15 kg wiegen. Bitten Sie um Hilfe, oder legen Sie die Module auf der Tischplatte ab.

ACHTUNG
• Installieren Sie Wärme abgebende Module stets in der obersten Reihe des Arbeitsplatzes, um eine optimale Wärmeableitung zu erreichen. Dies verhindert eine Erwärmung von Geräten, die nicht hitzebeständig konstruiert sind. • Überprüfen Sie stets das maximale Gewicht, für das der A4-Arbeitsplatz ausgelegt ist, und stellen Sie sicher, dass es nicht überschritten wird.

Schutzart gegen Eindringen (IP)

ACHTUNG
Die Geräte entsprechen IP20. Die Geräte sind nicht vor Infiltration von oder Immersion in Flüssigkeiten geschützt. Sie dürfen nicht in Kontakt mit Flüssigkeiten kommen. Die Nichtbeachtung kann zu Schäden an den Geräten führen.

Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Auch wenn alle Sicherheitsfunktionen an dem Lerngerät gegeben sind, bestehen Restrisiken durch missbräuchliche Verwendung oder ein defektes Teil oder mehrere defekte Teile. Beachten Sie bei der Verwendung der Geräte stets die folgenden Regeln, um das Verletzungsrisiko weiter zu verringern:

- Tragen Sie Sicherheitsschuhe, wenn die Module häufig vom Lagerraum zum Arbeitsplatz oder von einem Arbeitsplatz zu einem anderen transportiert werden müssen.
- Tragen Sie bei Arbeiten an Modulen, die einen erheblichen Geräuschpegel erzeugen, wie z. B. rotierende Maschinen, eine geeignete Lärmschutzausrüstung.
- Tragen Sie keine Gegenstände, die sich in den Geräten verfangen könnten, wie z. B. Krawatten, Schmuck oder lose Kleidung.
- Binden Sie langes Haar zusammen.
- Reinigen Sie den Arbeitsbereich; dieser muss frei von Öl und Wasser sein.

Umbau der Geräte

Verändern Sie das Lehrgerät nicht ohne die vorherige schriftliche Zustimmung von Festo Didactic. Diese Geräte arbeiten mit komplexen Industriekomponenten, und manche Veränderungen können unerwünschte Folgen für die Unversehrtheit und Sicherheit des Produkts haben.

Beschreibung der Geräte

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Komponenten (Anschlüsse, Bedienelemente, Displays, Anzeigen usw.) der Geräte beschrieben. Sie können auch Sicherheitsanweisungen und/oder Betriebsanweisungen speziell für bestimmte Ausrüstungsteile sowie Anweisungen für den Austausch von Teilen in den Geräten enthalten.

Die folgenden Module werden behandelt:

- **Steuerungsmodule**
 - Mess- und Steuerinterface (594500)
 - 4-Quadranten-Netzteil und Dynamometer-Steuereinheit (594828)
- **Netzteile**
 - Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung (594826)
 - 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung (594825)
 - 230-V-Wechselstromversorgung (595930)
 - Variable 230-V-Wechsel- und 325-V-Gleichstromversorgung (8089266)
 - 24-V-Wechselstromversorgung (772050)
 - DC-Motor-Stromversorgung (8111319)
- **Lasten**
 - Ohmsche Last (594820)
 - Ohmsche Last für Windturbine (594819)
 - Induktive Last (594821)
 - Kapazitive Last (594822)
- **Rotierenden Maschinen**
 - 4-Quadranten-Dynamometermotor (595062)
 - Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine (595064)
 - Synchronmaschine (595802)
 - Permanenterregte Gleichstrommaschine (8100085)

- **Leistungselektronik**
 - 48-V-PWM-Gleichstrom-Laderegler (595051)
 - 48-V-MPPT-Gleichstrom-Laderegler (595050)
 - 230-V-Einphasen-Inselwechselrichter (595052)
 - Netzgekoppelter 230-V-Einphasen-Wechselrichter (595053)
 - Gleichrichter und Filterinduktoren/Kondensatoren (8136516)
 - IGBT-Chopper/-Wechselrichter (8167609)
 - Drehstromfilter (8166653)
 - Leistungsthyristoren (8167245)
- **Erneuerbare Energien**
 - Windturbinengenerator und -regler (595061)
 - Solarmodul-Prüfstand (595057)
 - Monokristallines Siliziumsolarmodul (595058)
 - 230-V-Einphasen-Energiezähler (594904)
 - Pyranometer (579784)
- **Transformatoren**
 - Drehstromtransformatorenbank (594823)
 - Einphasen-Wechselstromtransformator (594824)
- **Lampen**
 - 48-V-Gleichstromlampen (595055)
 - 230-V-Wechselstromlampen (595056 und 595149)
 - Synchronisierungslampen und Schütz (8100086)
- **Akkus**
 - 12-V-Bleiakkus (595060)
 - 48-V-Bleiakkusatz (595059 und 8174051)
- **Verschiedenes**
 - Kommunikations-Gateway (595054)
 - Sanftstarter (8121090)

Mess- und Steuerinterface (594500)

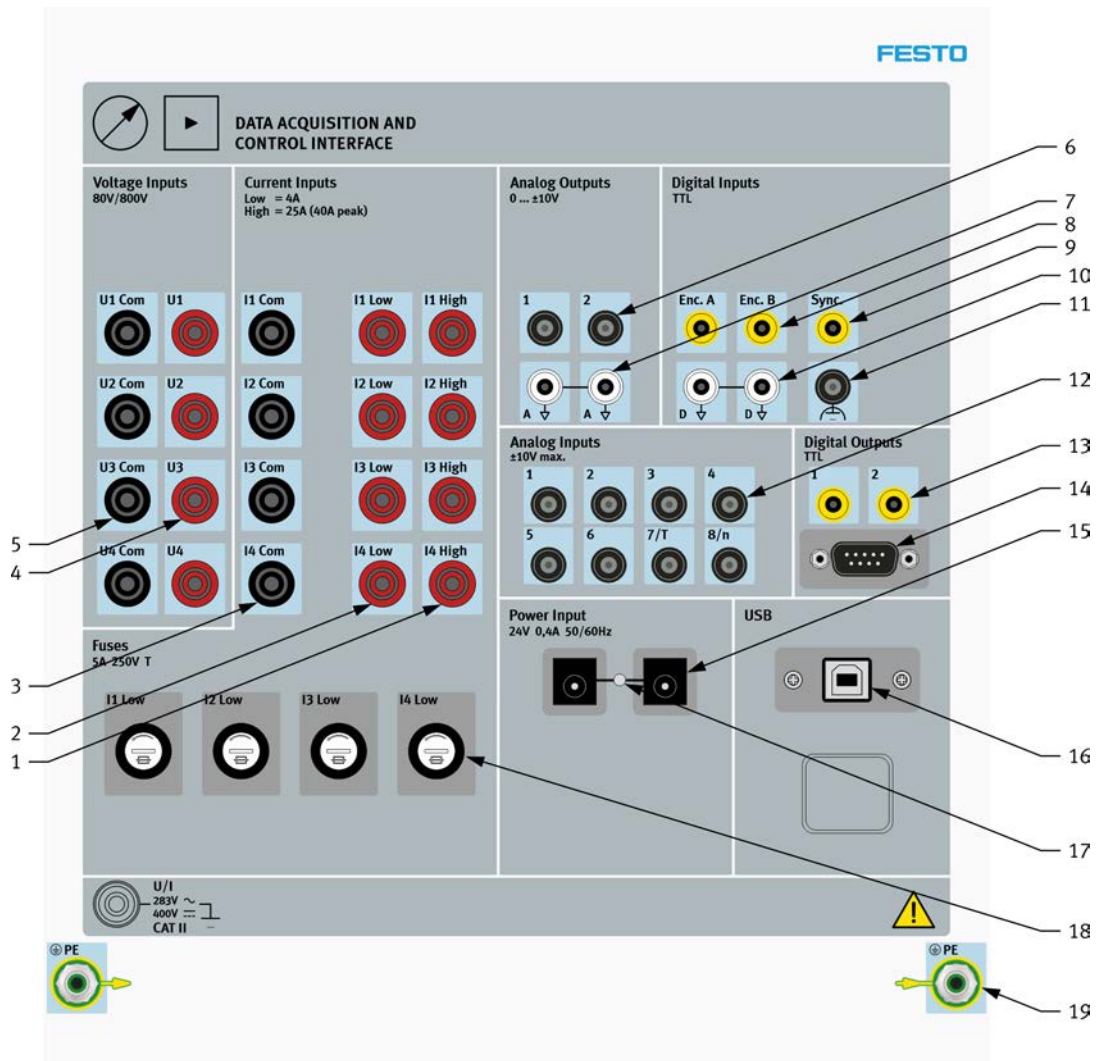


Abbildung 23: Frontplatte des Moduls Mess- und Steuerinterface.

Tabelle 1: Beschreibung des Moduls Mess- und Steuerinterface.

Nummer	Komponentenname
1	Stromeingänge, hoher Bereich (25-A-Anschlüsse I1, I2, I3 und I4)
2	Stromeingänge, niedriger Bereich (4-A-Anschlüsse I1, I2, I3 und I4)
3	Gemeinsame Anschlüsse (4) der Stromeingänge
4	Spannungseingänge (Anschlüsse U1, U2, U3 und U4)

Nummer	Komponentenname
5	Gemeinsame Anschlüsse (4) der Spannungseingänge
6	Analogausgänge 1 und 2
7	Gemeinsame Anschlüsse (2) der Analogausgänge 1 und 2
8	Signalgeber Digitaleingänge A und B
9	Sync. Digitaleingang
10	Gemeinsame Anschlüsse (2) der digitalen Ein- und Ausgänge
11	Funktionserdanschluss
12	Analogeingänge 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7/T und 8/n
13	Anschlüsse der Digitalausgänge 1 und 2
14	Anschluss der Digitalausgänge 1 und 2
15	Netz-Anschlüsse (2)
16	USB-Schnittstelle
17	Betriebs-LED-Anzeige
18	Sicherungen (4) Stromeingänge (niedriger Bereich)
19	Schutzerdungsanschlüsse (2)

	 WARNUNG
	Es besteht die Gefahr von elektrischen Schlägen, wenn eine Hilfsspannungsversorgung von einer 24-V-Wechselstromversorgung kommt, die nicht für den Betrieb mit CAT II-Schaltkreisen zugelassen ist! Verwenden Sie immer eine doppelt isolierte 24-V-Wechselstromversorgung wie die von Festo Didactic, um die Geräte mit einer Hilfsspannung zu versorgen.

ACHTUNG

Das Mess- und Steuerinterface gehört zur Messkategorie II (CAT II), d. h. das Modul ist für die Messung von Schaltkreisen ausgelegt, die mit einer Niedervoltanlage wie Betriebsmittel verbunden sind, die über die Gebäudeverdrahtung gespeist werden.

Austausch von Sicherungen

Verwenden Sie nur die vorgeschriebenen Sicherungen mit der richtigen Nennstromstärke und Auslösecharakteristik.

4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit (594828)

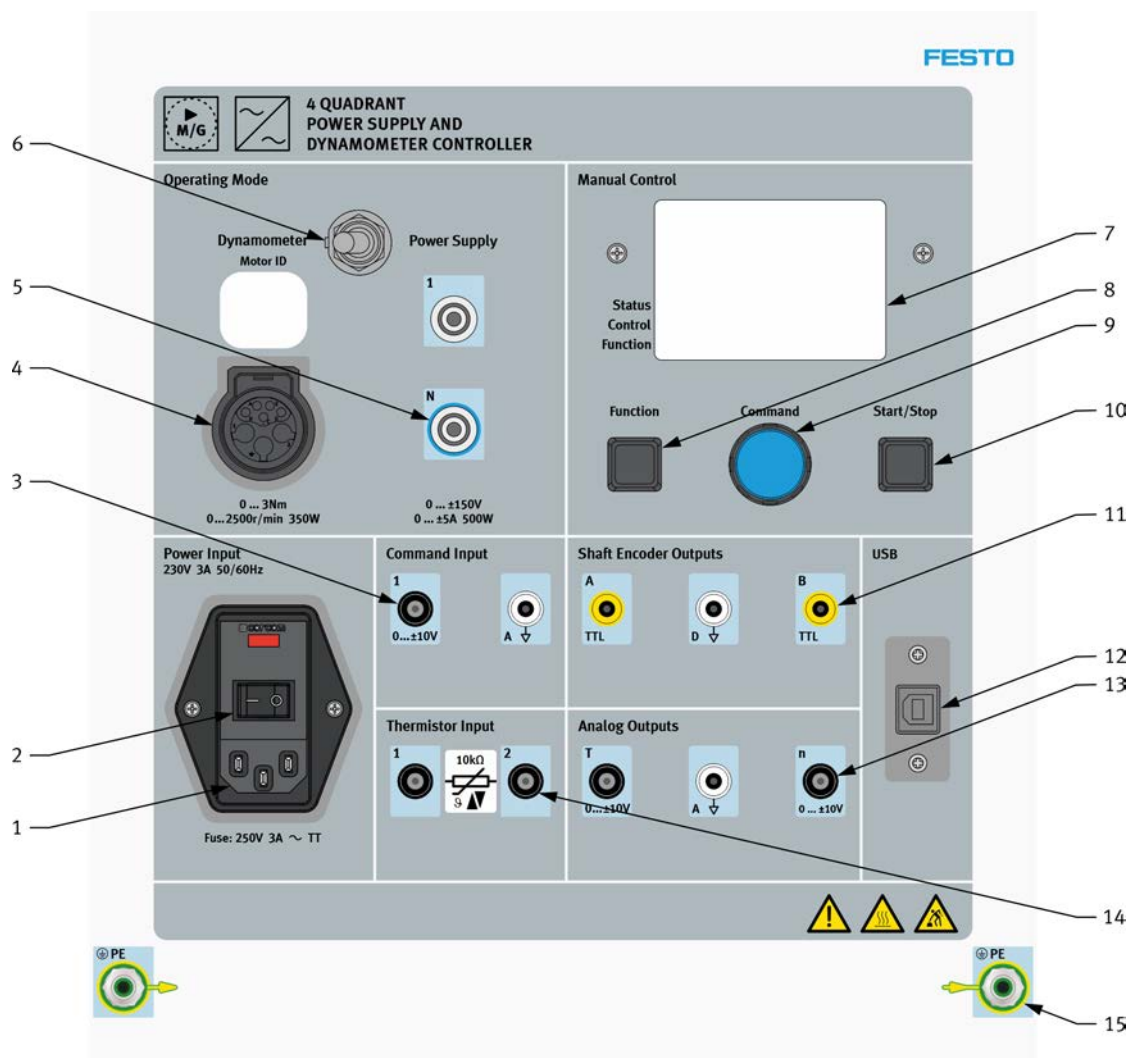


Abbildung 24: Frontplatte des Moduls s4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit.

Tabelle 2: Beschreibung des Moduls s4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit.

Nummer	Komponentenname
1	Netzanschluss mit Sicherungshalter
2	Hauptnetzscharter
3	Steuereingang
4	Anschluss 4 Quadranten Dynamometermotor
5	Netzteil-Anschlüsse (Anschlüsse 1 und N)
6	Betriebsart-Scharter
7	Flüssigkristallanzeige (LED)
8	Funktion-Taste
9	Befehl-Drehknopf
10	Start/Stopp-Taste
11	Drehgeberausgänge A und B
12	USB-Schnittstelle
13	Analogausgänge T und n
14	Thermistoreingang
15	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Sicherungen auswechseln

Entfernen Sie das abziehbare Netzkabel vom Modul, um den Sicherungshalter öffnen zu können. Verwenden Sie nur die vorgeschriebenen Sicherungen mit der richtigen Nennstromstärke und Auslösecharakteristik.

	WARNUNG
	Beim Versuch, nicht aufladbare Batterien zu laden, besteht Feuer- bzw. Explosionsgefahr! • Beim Laden von nicht aufladbaren Batterien können gefährliche Chemikalien aus den Batterien freigesetzt werden, die eine Feuer- bzw. Explosionsgefahr darstellen. • Versuchen Sie nie, nicht aufladbare Batterien mit dem 4 Quadranten Netzteil und Dynamometer Steuereinheit aufzuladen.

Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung (594826)

Die Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung versorgt die Stromkreise mit Strom. Sie kann wie folgt funktionieren:

- Dreiphasige Wechselstromquelle
- Einphasige Wechselstromquelle

Die Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung versorgt die Stromkreise in den Praxisteilen mit Strom und entzieht ihnen Strom. Sie muss an eine dreiphasige Steckdose angeschlossen werden. Das Modul ist mit zwei Arten von Schutzschaltern und einem Notschalter-Taster ausgestattet.

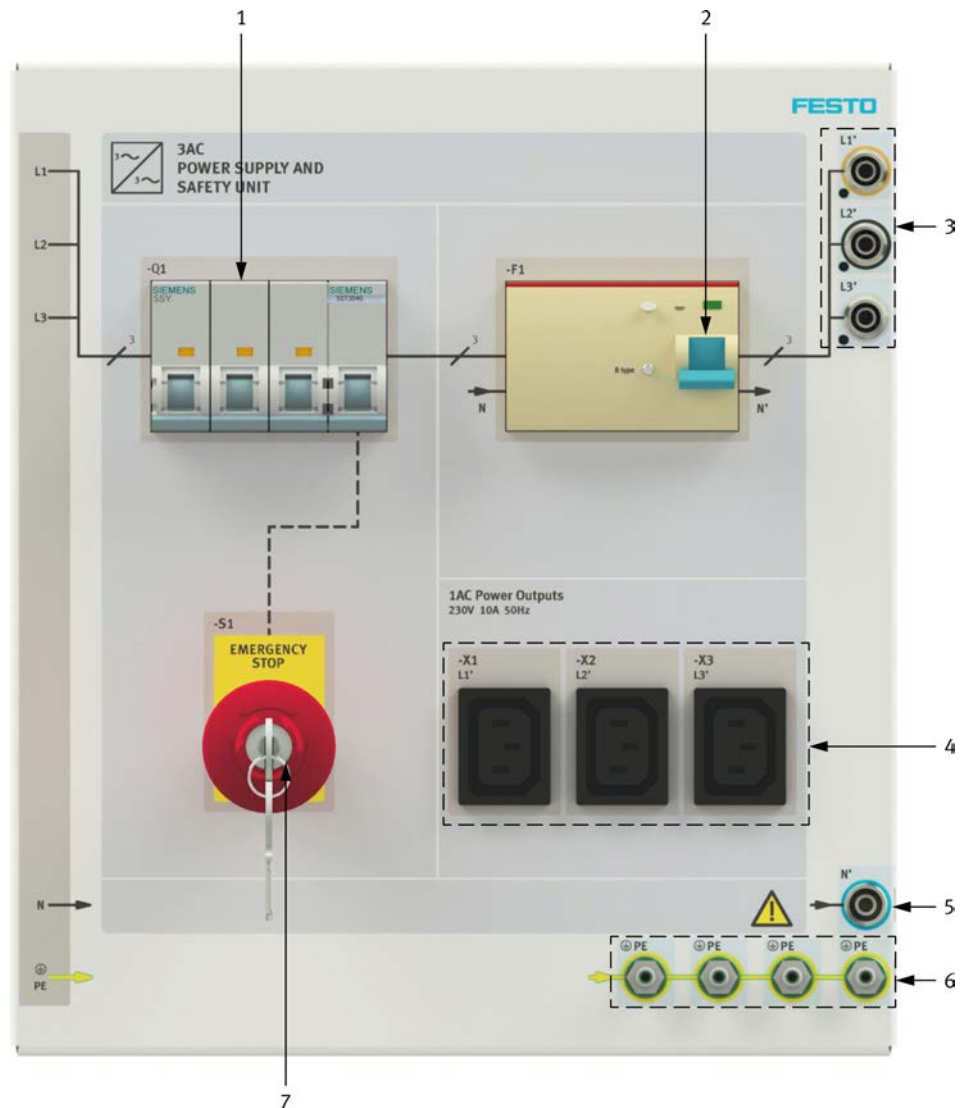


Abbildung 25: Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung.

Tabelle 3: Komponenten der Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung.

Nummer	Bauteil	Beschreibung
1	Dreipoliger Leitungsschutzschalter mit Unterspannungsauslöser	Schutz gegen Kurzschlüsse.
2	Fehlerstromschutzschalter	Schutz, der den Stromkreis im Falle eines Fehlerstroms unterbricht.

Nummer	Bauteil	Beschreibung
3	Dreiphasen-Wechselstromausgang	Ausgangsanschlüsse für jede der drei Leitungen (L1', L2', L3'). Neben jedem Anschluss befindet sich eine LED, die aufleuchtet, wenn der Anschluss mit Strom versorgt wird.
4	Einphasen-Wechselstromausgang	Standard-Steckdosen.
5	Neutralleiter Anschluss	Ausgangsanschluss für den Neutralleiter.
6	Schutzerdungsanschlüsse	Anschlüsse, die die Schutzerdung des Moduls und aller angeschlossenen Module gewährleisten.
7	Verriegelbarer Netzschalter und Notausschalter	Schutz, der den Stromkreis unterbricht, wenn er gedrückt wird. Zum Zurücksetzen des Druckknopfes ist ein Schlüssel erforderlich.

	 WARNUNG
	Verbinden Sie immer einen Erdungsanschluss jedes Moduls in Ihrem Aufbau mit einem Erdungsanschluss einer Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung.
	 VORSICHT
	Lassen Sie den Schlüssel nach dem Ver- oder Entriegeln nicht im Einschaltknopf stecken. Wenn Sie den Notausschalter schnell betätigen müssen, könnte ein Schlüssel im Schalter eine Verletzung der Hand verursachen.

Spezifikationen

Tabelle 4: Wichtigsten Spezifikationen der Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung.

Bestandteile und Parameter	Wichtigste Spezifikationen
Eingangsleistung	3 AC 400 V, 50 Hz über CEE-Stecker 16 A
Ausgangsleistung	3 AC 400 V, 50 Hz, 10 A (max.)
Schutzmaßnahmen	Kurzschluss und Überlast
RCD-Schutz	Typ B, 30 mA
Ausgänge	• Dreiphasen-Ausgang über 4-mm-Sicherheitsanschlüsse mit Kontrollleuchten zur Anzeige der anliegenden Spannung • Drei einphasige IEC-C13-Ausgänge
Montage	Ausgelegt für DIN-A4-Aufnahmerahmen
Abmessungen (H x B x T)	297 x 266 x 140 mm (11,69 x 10,47 x 5,51 in)
Gewicht	4,6 kg (10,14 lb)

400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung (594825)

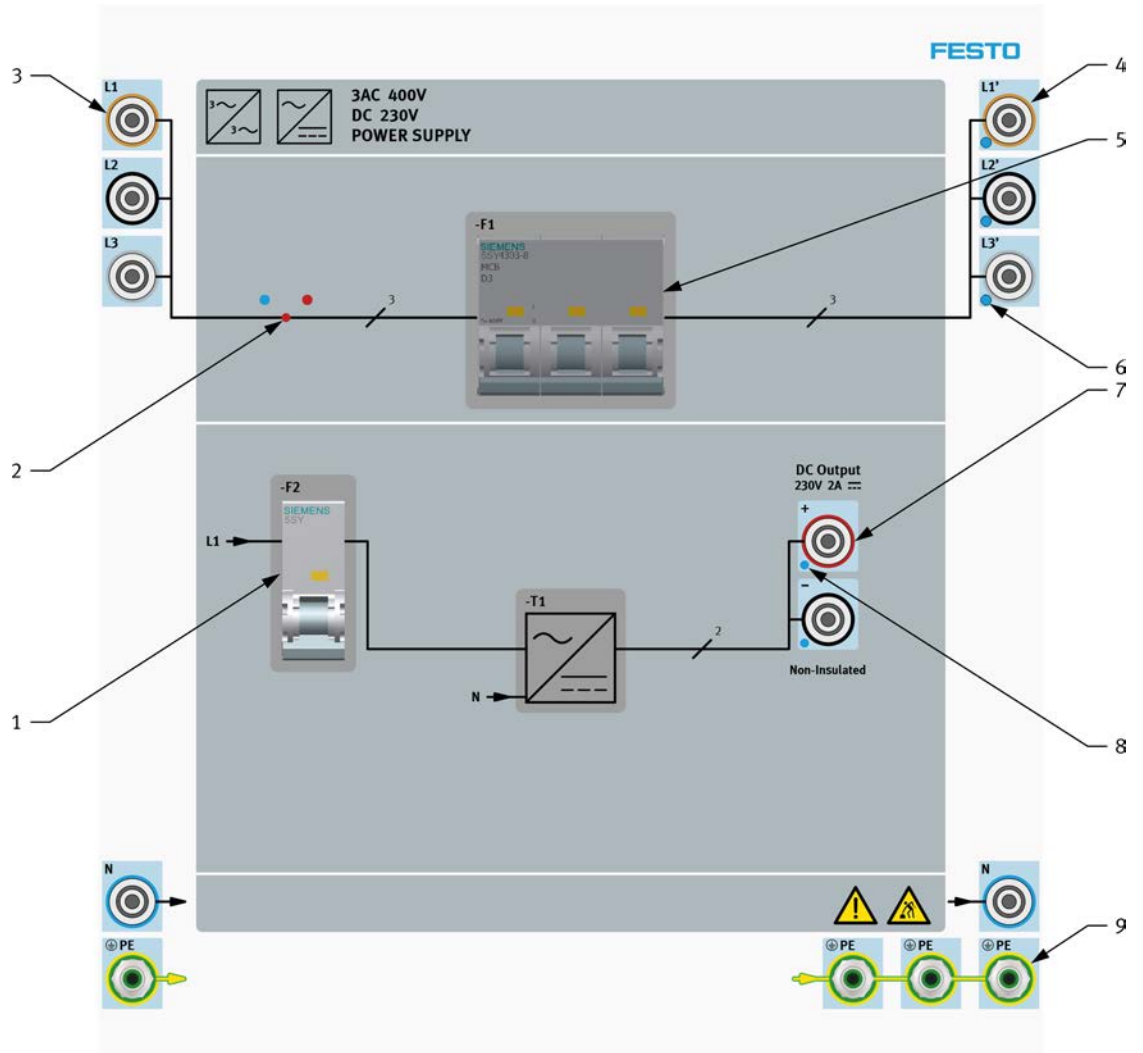


Abbildung 26: Frontplatte der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung.

Tabelle 5: Beschreibung der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung.

Nummer	Komponentenname
1	Einpoliger Leitungsschutzschalter, Klasse C, 3 A
2	Drehfeldrichtungs-LED-Anzeige
3	Dreiphasen-Wechselstromeingang (Anschlüsse L1, L2, L3 und N)
4	Dreiphasen-Wechselstromausgang (Anschlüsse L1', L2', L3' und N')
5	Dreipoliger Leitungsschutzschalter, Klasse C, 3 A
6	LED-Betriebsanzeigen Wechselstromausgang (L1', L2' und L3')
7	DC-Ausgang (Anschlüsse + und -)
8	LED-Betriebsanzeigen Gleichstromausgang (2)
9	Schutzerdungsanschlüsse (4)

Spezifikationen

Tabelle 6: Wichtigsten Spezifikationen der 400-V-Drehstrom- und 230-V-Gleichstromversorgung.

Bestandteile und Parameter	Wichtigste Spezifikationen
Eingang	3 AC, 400 V, 50 Hz
Ausgang	• 3 AC, 400 V, 3 A (max.), geschützt gegen Kurzschluss und Überlast • DC, 230 V, 2 A (max.), geschützt gegen Kurzschluss und Überlast
Eigenschaften	• Anzeige der Phasenfolge • Anzeige des Vorhandenseins von Ausgangsspannung pro Phase • Abschließbarer Notausschalter
Montage	Ausgelegt für DIN-A4-Aufnahmerahmen
Abmessungen (H x B x T)	297 x 266 x 140 mm (11,69 x 10,47 x 5,51 in)
Gewicht	5,9 kg (13 lb)

230-V-Wechselstromversorgung (595930)

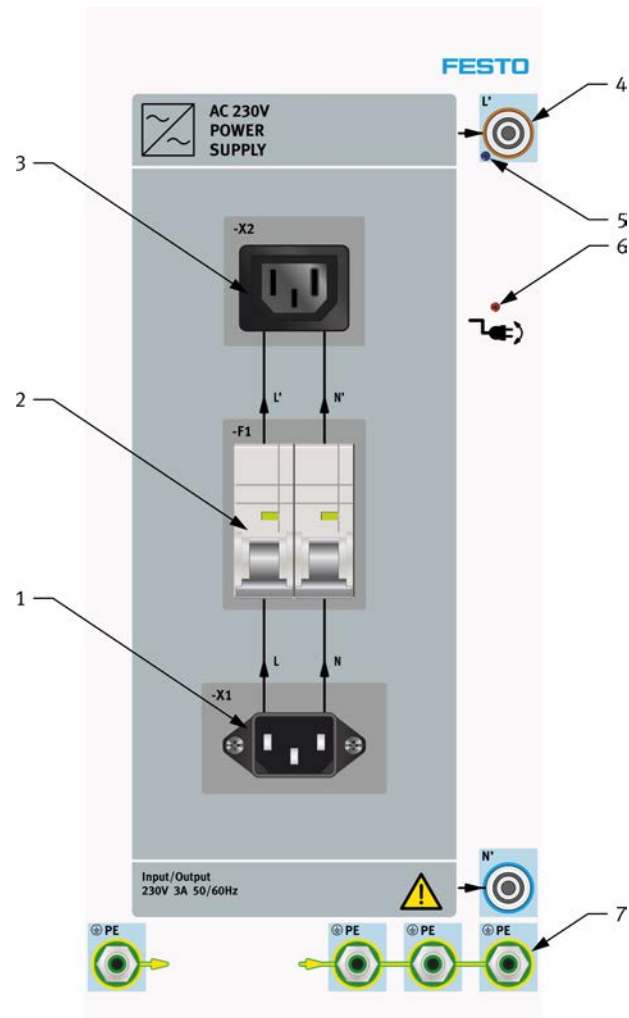


Abbildung 27: Frontplatte des Moduls 230-V-Wechselstromversorgung.

Tabelle 7: Beschreibung des Moduls 230-V-Wechselstromversorgung.

Nummer	Komponentenname
1	Netzanschlussstecker
2	Zweipoliger Leitungsschutzschalter, Klasse C, 3 A
3	Einphasen-Netzsteckdose
4	Einphasen-Wechselstromausgang (Anschlüsse L' und N')
5	Betriebs-LED-Anzeige
6	LED-Anzeige „Phase-Neutralleiter vertauscht“. Betreiben Sie das Modul nicht, wenn diese LED leuchtet.
7	Schutzerdungsanschlüsse (4)

Variable 230-V-Wechsel- und 325-V-Gleichstromversorgung (8089266)

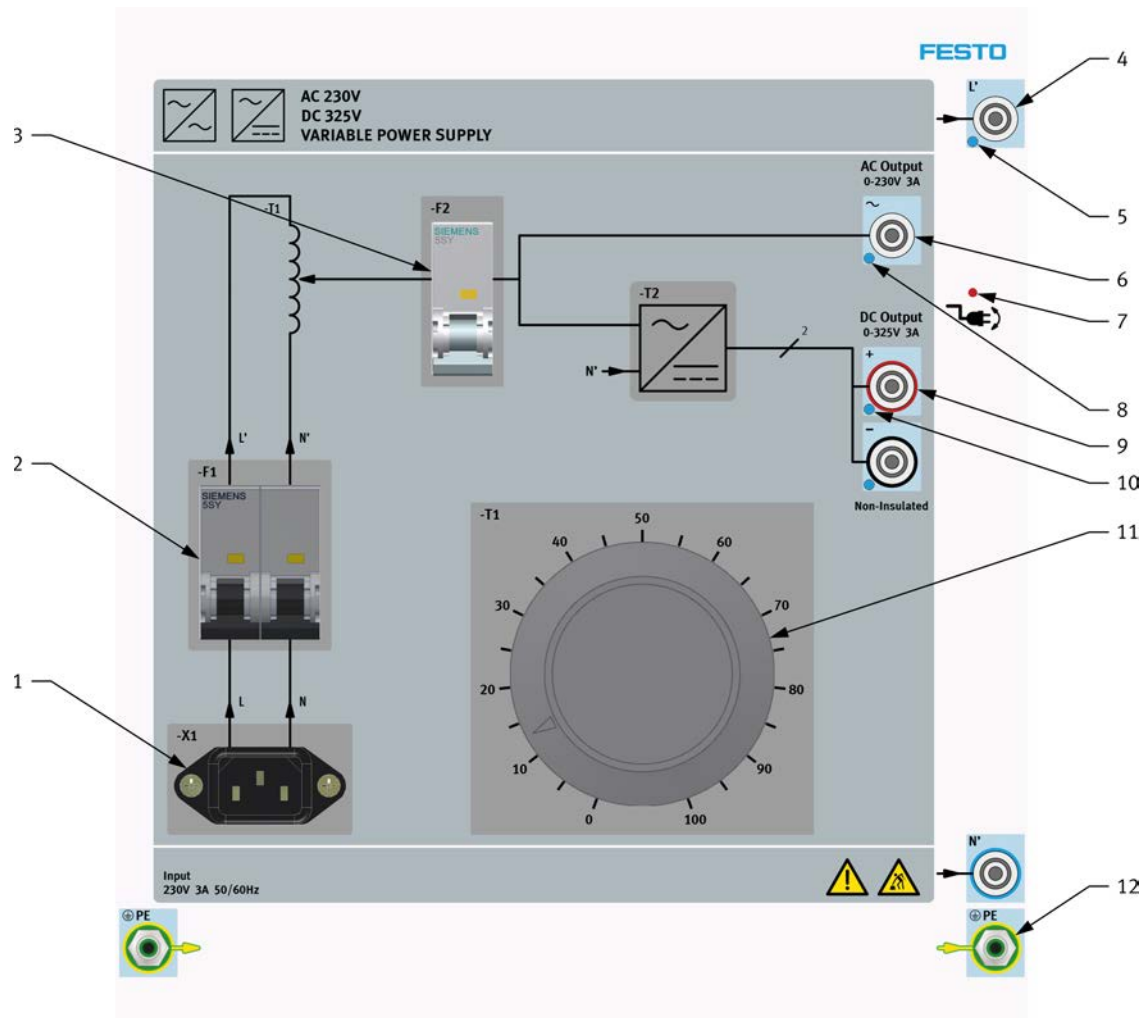


Abbildung 28: Frontplatte des Moduls Variable 230-V-Wechsel- und 325-V-Gleichstromversorgung.

Tabelle 8: Beschreibung des Moduls Variable 230-V-Wechsel- und 325-V-Gleichstromversorgung.

Nummer	Komponentenname
1	Netzanschlussstecker
2	Zweipoliger Leitungsschutzschalter, Klasse C, 3 A
3	Eipoliger Leitungsschutzschalter, Klasse C, 3 A
4	Wechselstromausgang mit fester Spannung (Anschlüsse L' und N')
5	LED-Betriebsanzeige Wechselstromausgang mit fester Spannung
6	Wechselstromausgang mit variabler Spannung (Anschlüsse ~ und N')
7	LED-Anzeige „Phase-Neutralleiter vertauscht“. Betreiben Sie das Modul nicht, wenn diese LED leuchtet.
8	LED-Betriebsanzeige Wechselstromausgang mit variabler Spannung
9	Gleichstromausgang mit variabler Spannung (Anschlüsse + und -)
10	LED-Betriebsanzeigen Gleichstromausgang mit variabler Spannung (2)
11	Drehknopf für Variable Ausgangsspannung
12	Schutzerdungsanschlüsse (2)

24-V-Wechselstromversorgung (772050)

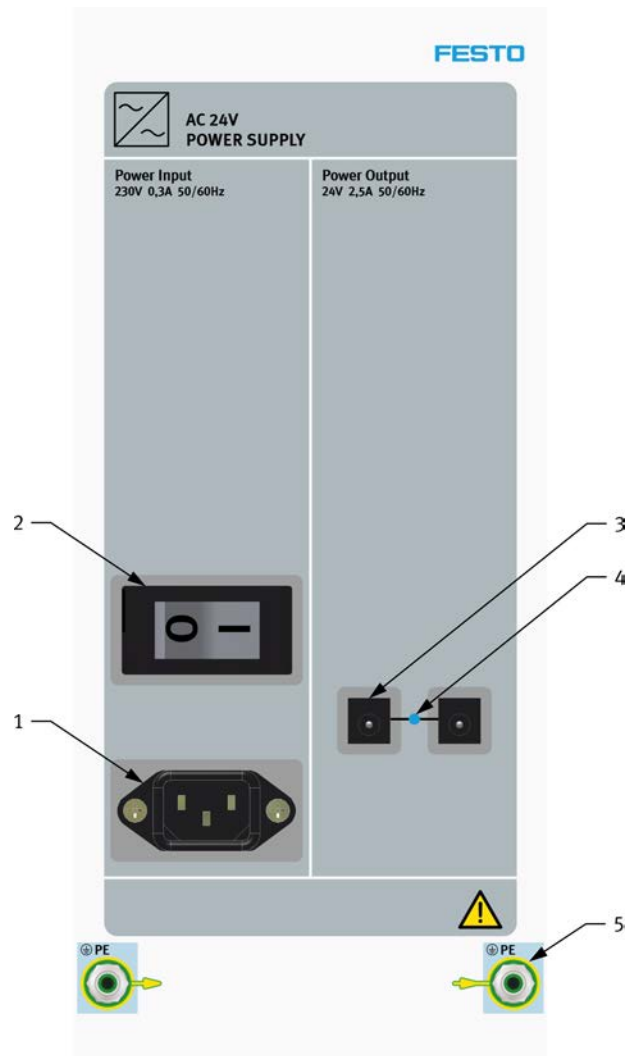


Abbildung 29: Frontplatte des Moduls 24-V-Wechselstromversorgung.

Tabelle 9: Beschreibung des Moduls 24-V-Wechselstromversorgung.

Nummer	Komponentenname
1	Netzanschlussstecker
2	Hauptkreis-Stromversorgung mit Thermoschutzschalter
3	Ausgangsleistungsanschlüsse (2)
4	Betriebs-LED-Anzeige
5	Schutzerdungsanschlüsse (2)

DC-Motor-Stromversorgung (8111319)

Die DC-Motor-Stromversorgung ist ein A4-Modul zur Stromversorgung von elektrischen Maschinen, für die Gleichstrom benötigt wird. Es ist nur für Motoranwendungen bestimmt und nicht als Standard-Gleichstromversorgung für andere Anwendungen gedacht. Es bietet Folgendes:

- Eine feste 210-V-Gleichstromversorgung.
- Eine variable Gleichstromversorgung von 0 V bis 240 V. Diese Versorgung ist über den Drehknopf und die Digitalanzeige an der Frontplatte einstellbar.

Ein zweiter Drehknopf auf der Frontplatte ermöglicht die Begrenzung des Stroms während des Anlaufs bei Motoranwendungen. Er ist nicht dafür ausgelegt, Überströme über einen längeren Zeitraum (etwa drei Sekunden oder mehr) zu begrenzen. Sollte dies der Fall sein (z. B. wenn der Rotor klemmt oder ein unerwarteter Motorüberstrom auftritt), löst der Begrenzer einen Fehler aus und die Stromversorgung wird abgeschaltet.

Die Strombegrenzung sollte knapp über der Nennleistung des Motors oder der gewünschten Lastleistung eingestellt werden. Auf diese Weise wird der Begrenzer nur kurzzeitig beim Anlaufen des Motors und bei kurzen Überströmen aktiviert, ohne einen Fehler auszulösen.

Tabelle 10: Beschreibung des Moduls DC-Motor-Stromversorgung.

Nummer	Komponentenname
1	Spannungsregelknopf (Vset)
2	Reset-Drucktaste. Diese Taste setzt den Überlastungsschutz zurück, wenn er ausgelöst wurde.
3	LED-Anzeige für Überlast (OL)

Nummer	Komponentenname
4	Drehknopf der Strombegrenzung ($I_{\max}$)
5	Sicherungshalter der variablen Gleichstromversorgung
6	Dreiphasiger Wechselstrombus (Anschlüsse L1, L2, L3 und N)
7	Fester Gleichstromversorgungsausgang (Anschlüsse + und -)
8	LED-Anzeigen für die Ausgänge der festen Gleichstromversorgung (2)
9	Variabler Gleichstromversorgungsausgang (Anschlüsse + und -)
10	LED-Anzeigen für die Ausgänge der variablen Gleichstromversorgung (2)
11	Voltmeter-Anzeige
12	Ein/Aus-Schalter (I/O) der variablen Gleichstromversorgung
13	Schutzerdungsanschlüsse (2)
14	LED-Anzeige der variablen Gleichstromversorgung (eingeschaltet)

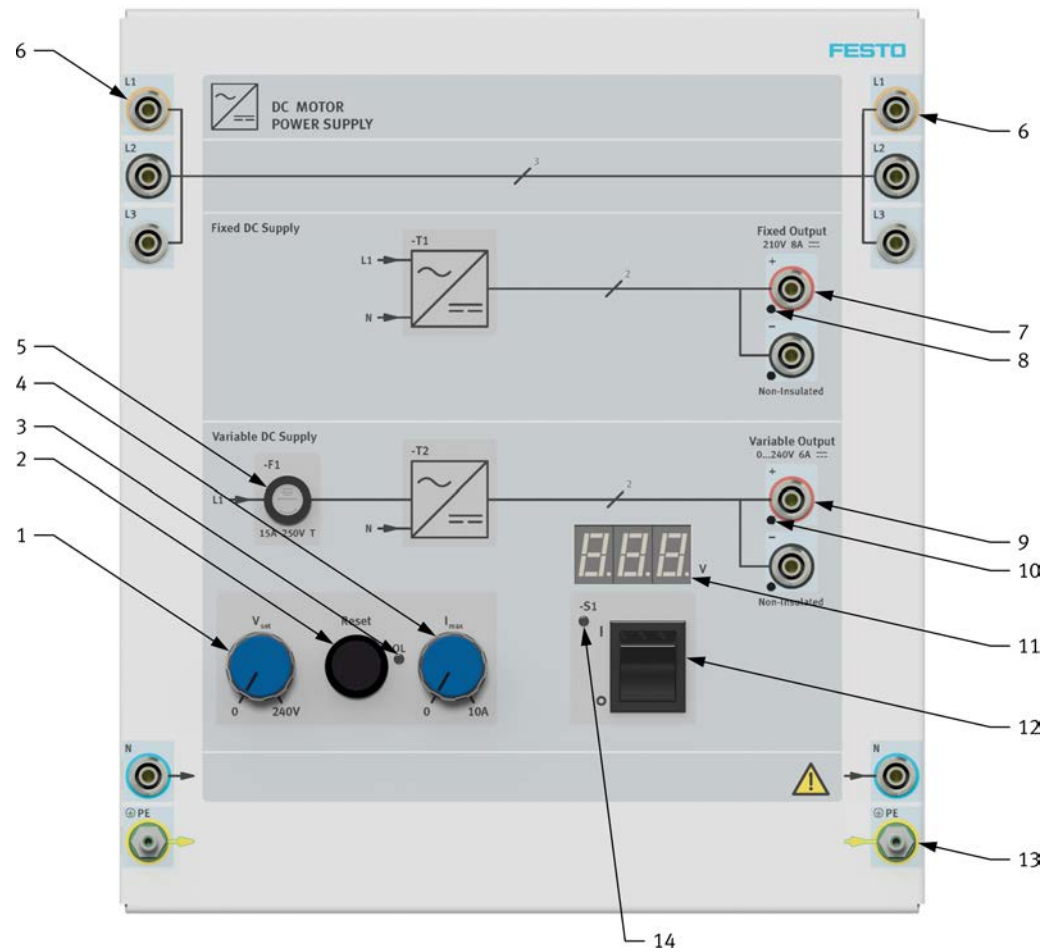


Abbildung 30: Frontplatte des Moduls DC-Motor-Stromversorgung.

Ohmsche Last (594820)

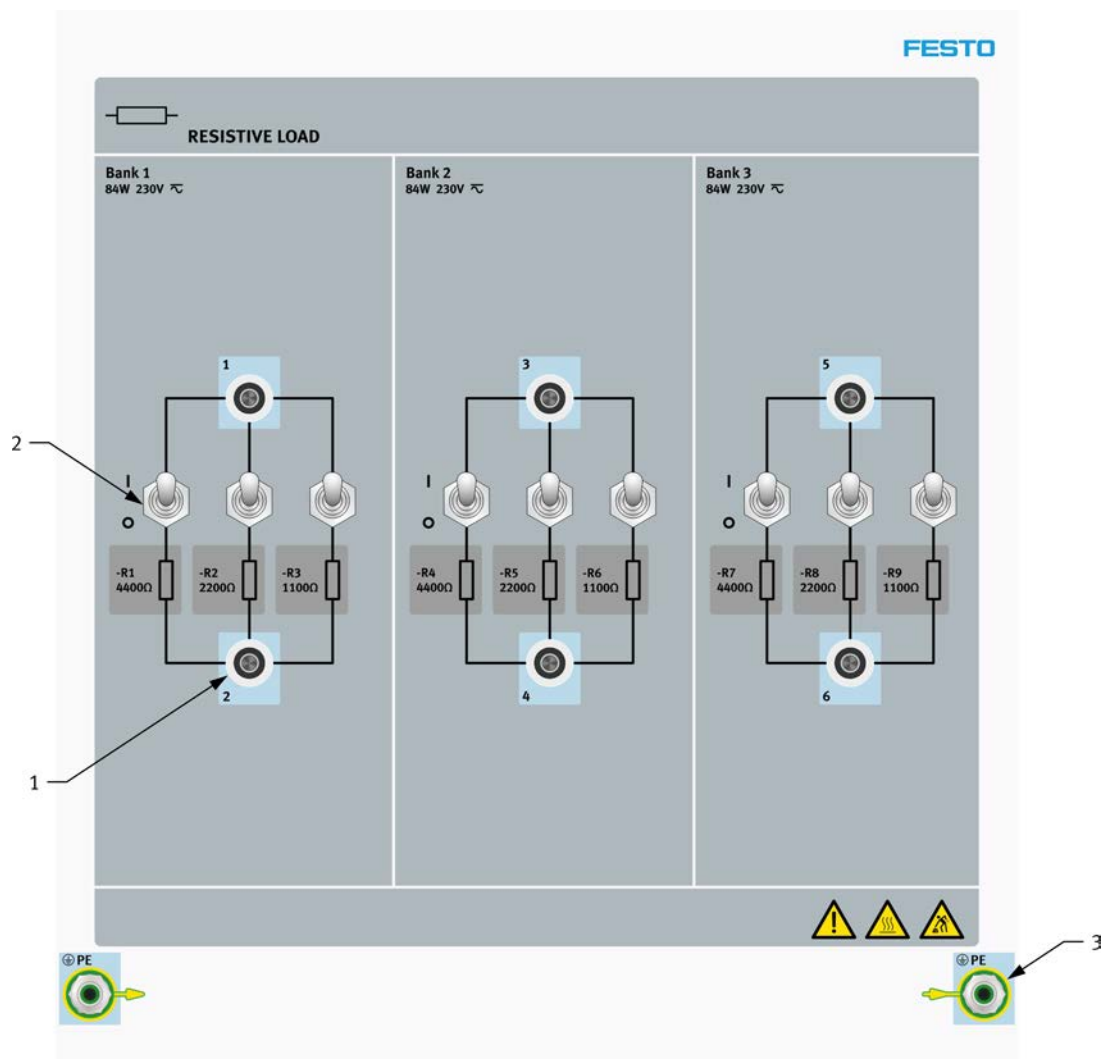


Abbildung 31: Frontplatte des Moduls Ohmsche Last.

Tabelle 11: Beschreibung des Moduls Ohmsche Last.

Nummer	Komponentenname
1	Ohmsche Lastanschlüsse (6)
2	Kippschalter (9)
3	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Intermittierender Betrieb bei Spannungen über dem Nennwert hinaus

Die Ohmsche Last kann intermittierend bei Spannungen über dem Nennwert verwendet werden, ohne das Gerät zu beschädigen, vorausgesetzt, die folgenden Bedingungen werden eingehalten:

- Maximale Spannung: 400 V
- Maximale Einschaltzeit (t_{an}): 2 min
- Maximaler zyklischer Dauerfaktor [$t_{an}/(t_{an} + t_{aus})$]: 0,091 (1/11)

Die obige Einschaltzeit (t_{an}) ist die Zeitspanne, in der Spannung an die Ohmsche Last angelegt wird. Die obige Ausschaltzeit (t_{aus}) ist die Zeit, in der keine Spannung an die Ohmsche Last angelegt wird, um sie abkühlen zu lassen.

Wenn also während 2 Minuten eine Spannung angelegt wird, die den Nennwert überschreitet (ohne den Maximalwert von 400 V zu überschreiten), muss die Ohmsche Last für mindestens die nächsten 20 Minuten spannungsfrei geschaltet werden, um den maximalen Lebensdauerfaktor (0,091) einzuhalten.

	! VORSICHT
	Verbrennungsgefahr bei Überschreitung der maximalen Einschaltzeit! • Das Anlegen einer Spannung, die den Nennwert der Ohmschen Last länger als die maximale Einschaltzeit (2 min) überschreitet, führt zu einer Überhitzung der Geräte und einer Verbrennungsgefahr (durch Kontaktieren des Modulgehäuses). • Um die oben genannte Verbrennungsgefahr zu minimieren, niemals mehr als die maximal zulässige Einschaltzeit (2 min) über den Nennwert hinaus Spannung an die Ohmsche Last anlegen.

ACHTUNG
Niemals mehr als die maximal zulässige Einschaltzeit (2 min) über den Nennwert hinaus Spannung an die Ohmsche Last anlegen. Die Nichteinhaltung dieser Bedingung kann zu Schäden an der Ohmschen Last durch Überhitzung führen.

Ohmsche Last für Windturbine (594819)

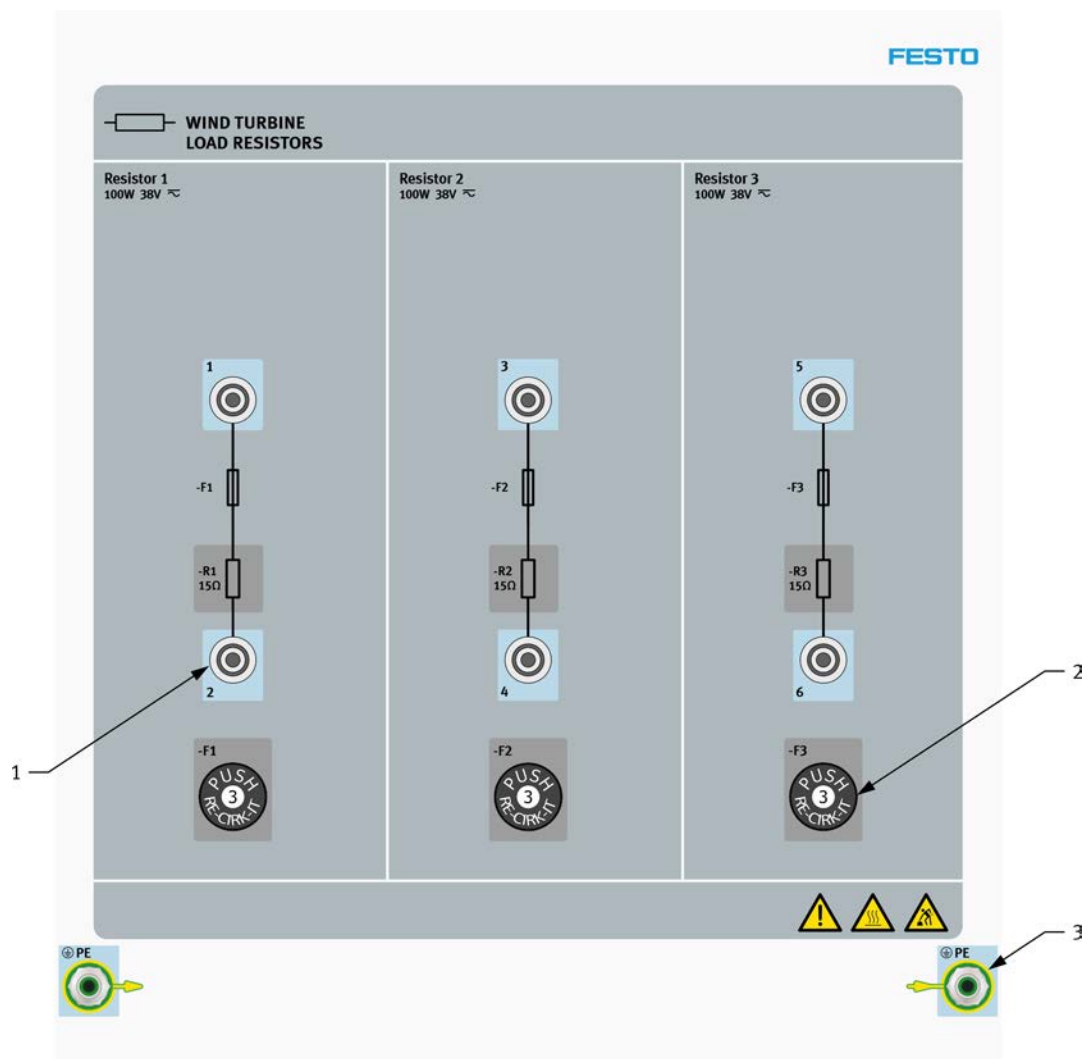


Abbildung 32: Frontplatte des Moduls Ohmsche Last für Windturbine.

Tabelle 12: Beschreibung des Moduls Ohmsche Last für Windturbine.

Nummer	Komponentenname
1	Ohmsche Lastanschlüsse (6)
2	Leitungsschutzschalter (3)
3	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Induktive Last (594821)

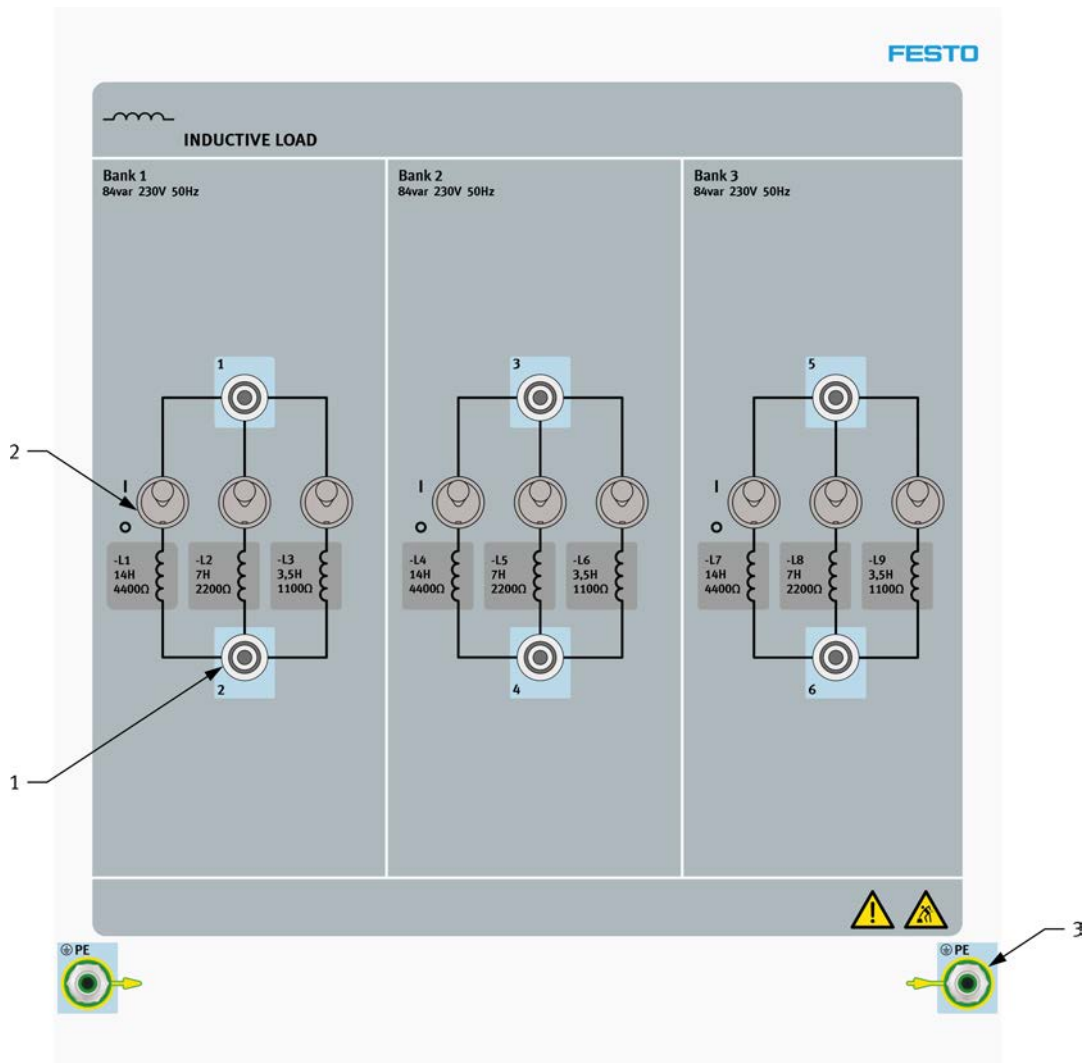


Abbildung 33: Frontplatte des Moduls Induktive Last.

Tabelle 13: Beschreibung des Moduls Induktive Last.

Nummer	Komponentenname
1	Anschlüsse der induktiven Last (6)
2	Kippschalter (9)
3	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Kapazitive Last (594822)

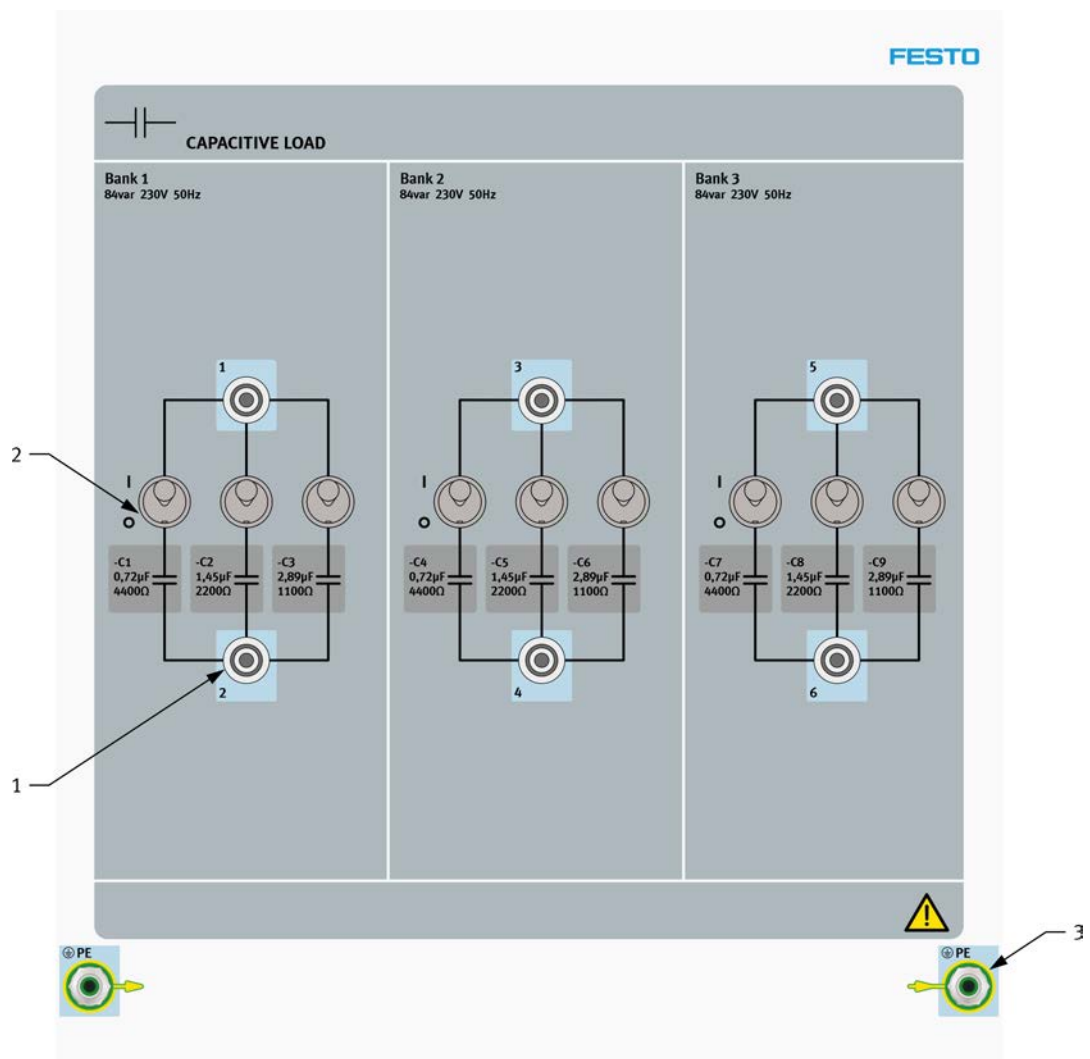


Abbildung 34: Frontplatte des Moduls Kapazitive Last.

Tabelle 14: Beschreibung des Moduls Kapazitive Last.

Nummer	Komponentenname
1	Anschlüsse der kapazitiven Last (6)
2	Kippschalter (9)
3	Schutzerdungsanschlüsse (2)

4-Quadranten-Dynamometermotor (595062)



Abbildung 35: Frontplatte des Moduls 4-Quadranten-Dynamometermotor.

Tabelle 15: Beschreibung des Moduls 4 Quadranten Dynamometermotor.

Nummer	Komponentenname
1	Führungsloch Grundplatte
2	Endschalter
3	Getriebe mit 10 Zähnen
4	Riemenscheibe mit 24 Zähnen
5	Schraublöcher für die Befestigung einer Schutzvorrichtung
6	Verbindungskabel
7	Schutzerdungsanschlüsse (2)
8	Gleichstrom-Permanentmagnetmotor
9	Führungsstifte Grundplatte (3)
10	Riemenspanner

Tabelle 16: Die wichtigsten Spezifikationen des Moduls 4-Quadranten-Leistungsprüfungsmotor.

Parameter	Wichtigste Spezifikationen
Spannung (DC)	90 V
Strom (DC)	5,2 A
Leistung	373 W
Geschwindigkeit	1750 U/min

Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine (595064)

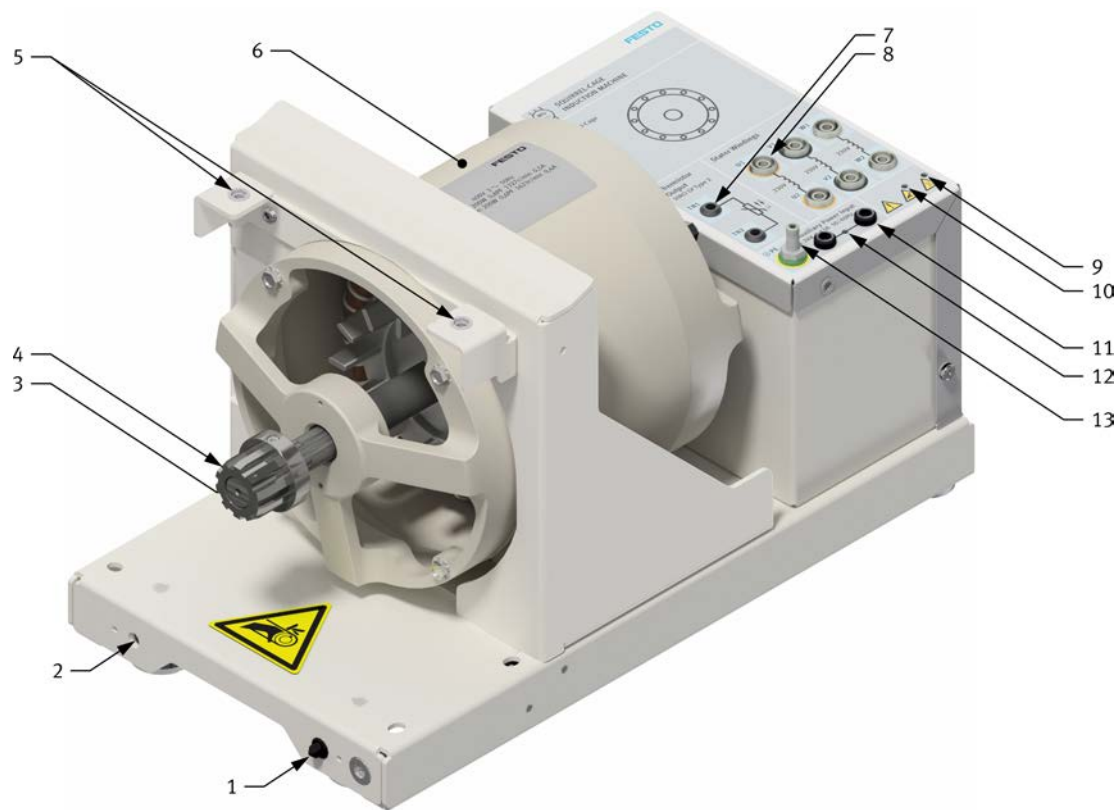


Abbildung 36: Frontplatte des Moduls Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine.

Tabelle 17: Beschreibung des Moduls Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine.

Nummer	Komponentenname
1	Führungsstifte Grundplatte
2	Führungsloch Grundplatte
3	Endschalter (zugänglich durch Bohrung in der Grundplatte)
4	Getriebe mit 10 Zähnen
5	Schraublöcher für die Befestigung einer Schutzabdeckung
6	Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine
7	Thermistorausgang (Anschlüsse TN1 und TN2)

Nummer	Komponentenname
8	Statorwicklungen (Anschlüsse U1, U2, V1, V2, W1 und W2)
9	LED-Anzeige Maschineüberhitzung
10	LED-Anzeige Schutzabdeckung fehlt
11	Stecker Hilfsstromeingang (2)
12	LED-Anzeige Hilfsspannungsversorgung ein
13	Schutzerdungsanschluss

Tabelle 18: Wichtigsten Spezifikationen des Moduls Kurzschlussläufer-Asynchronmaschine.

Bestandteile und Parameter	Wichtigste Spezifikationen
Hauptstrombedarf	Dreieck/Stern, 230/400 V, dreiphasig, 50 Hz
Motor	200 W, 0,8 PF, 1327 U/min, 0,87/0,50 A
Generator	200 W, 0,6 PF, 1623 U/min, 0,69/0,40 A
Zusätzlicher Stromeingang	24 V, 0,13 A, 50/60 Hz

Synchronmaschine (595802)

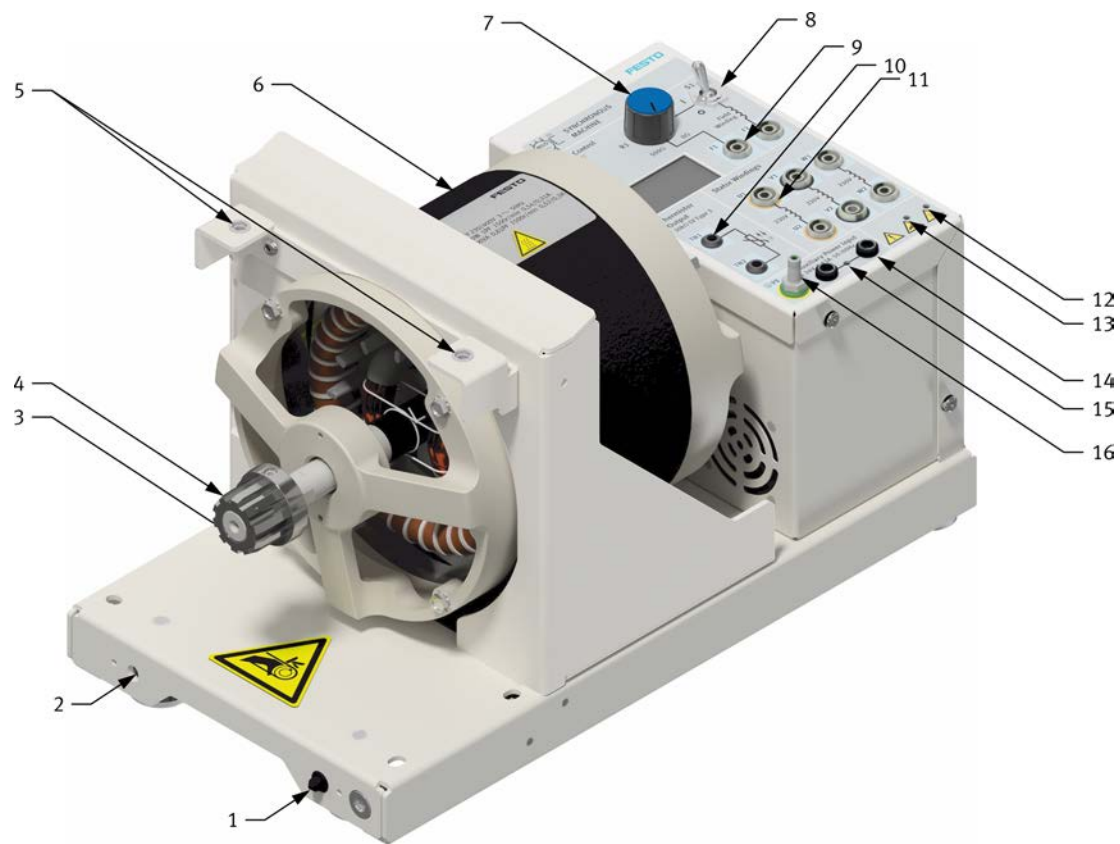


Abbildung 37: Frontplatte des Moduls Synchronmaschine.

Tabelle 19: Beschreibung des Moduls Synchronmaschine.

Nummer	Komponentenname
1	Führungsstifte Grundplatte
2	Führungsloch Grundplatte
3	Endschalter (zugänglich durch Bohrung in der Grundplatte)
4	Getriebe mit 10 Zähnen
5	Schraublöcher für die Befestigung einer Schutzabdeckung
6	Synchronmaschine
7	Feldsteuerknopf (R1)

Nummer	Komponentenname
8	Feldsteuerschalter (S1)
9	Feldwicklung (Anschlüsse F1 und F2)
10	Thermistorausgang (Anschlüsse TN1 und TN2)
11	Statorwicklungen (Anschlüsse U1, U2, V1, V2, W1 und W2)
12	LED-Anzeige Maschineüberhitzung
13	LED-Anzeige Schutzabdeckung fehlt
14	Stecker Hilfsstromeingang (2)
15	LED-Anzeige Hilfsspannungsversorgung ein
16	Schutzerdungsanschluss

Tabelle 20: Wichtigsten Spezifikationen des Moduls Synchronmaschine.

Bestandteile und Parameter	Wichtigste Spezifikationen
Hauptstrombedarf	Dreieck/Stern, 230/400 V, dreiphasig, 50 Hz
Motor	200 W, 1,0 PF, 1500 U/min, 0,54/0,31 A
Generator	200 W, 0,81 PF, 1500 U/min, 0,52/0,30 A
Feldsteuerung (DC)	230 V, 0,60 A
Zusätzlicher Stromeingang	24 V, 0,13 A, 50/60 Hz

Permanenterregte Gleichstrommaschine (8100085)

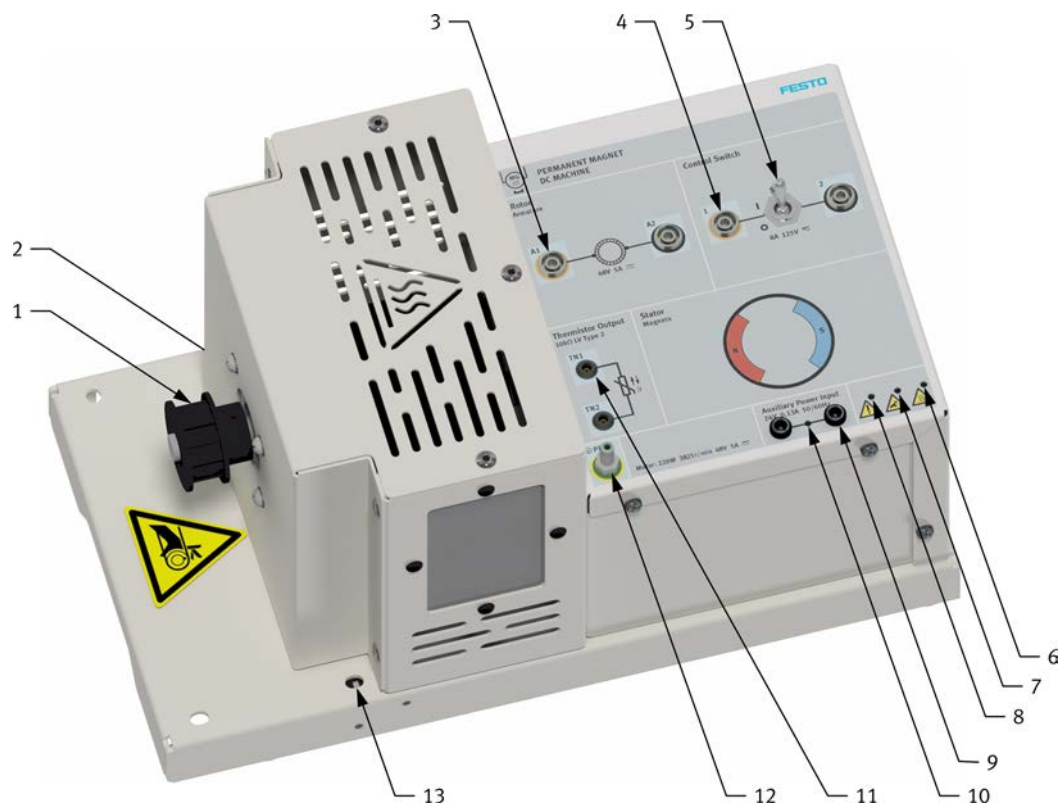


Abbildung 38: Frontplatte des Moduls Permanenterregte Gleichstrommaschine.

Tabelle 21: Beschreibung des Moduls Permanenterregte Gleichstrommaschine.

Nummer	Komponentenname
1	Riemenscheibe mit 12 Zähnen
2	Führungsstift und Führungsloch
3	Rotoranker (Anschlüsse A1 und A2)
4	Steuerschalteranschlüsse (Anschlüsse 1 und 2)
5	Steuerschalter (S1)
6	LED-Anzeige Maschineüberhitzung
7	LED-Anzeige Schutzabdeckung fehlt
8	LED-Anzeige Rotorüberspannung/Überstrom

Nummer	Komponentenname
9	Stecker Hilfsstromeingang (2)
10	LED-Anzeige Hilfsspannungsversorgung ein
11	Thermistorausgang (Anschlüsse TN1 und TN2)
12	Schutzerdungsanschluss
13	Endschalter

Tabelle 22: Wichtigsten Spezifikationen des Moduls Permanentterregte Gleichstrommaschine.

Bestandteile und Parameter	Wichtigste Spezifikationen
Motor	220 W, 3825 U/min, 48 V, 5 A, DC
Rotor-Anker	48 V, 5 A, DC
Steuerschalter	8 A, 125 V, AC
Thermistorausgang	10 k Ω , LV-Typ 2
Zusätzlicher Stromeingang	24 V, 0,13 A, 50/60 Hz

48-V-PWM-Gleichstrom-Laderegler (595051)

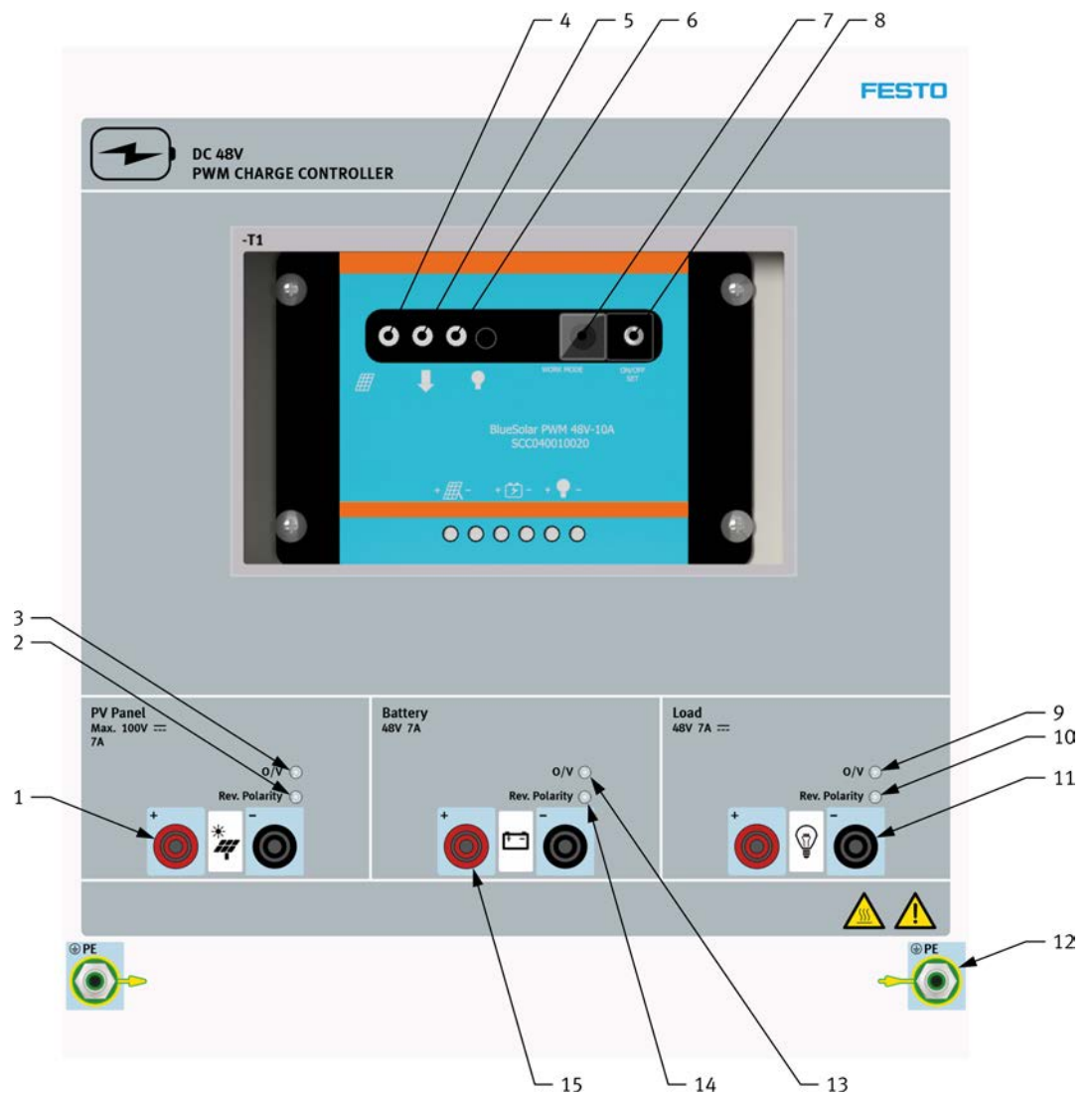


Abbildung 39: Frontplatte des Moduls 48-V-PWM-Gleichstrom-Laderegler.

Tabelle 23: Beschreibung des Moduls 48-V-PWM-Gleichstrom-Laderegler.

Nummer	Komponentenname
1	PV-Moduleingang (Anschlüsse + und -)
2	LED-Anzeige für Verpolung des PV-Moduls
3	LED-Anzeige für Überspannung (O/V) des PV-Moduls

Nummer	Komponentenname
4	LED-Anzeige Batterieladephase (Hauptlade-, Ausgleichs- und Erhaltungsphase)
5	LED-Anzeige Batterieladezustand (SOC)
6	LED-Anzeige Lastausgangstatus
7	Anzeige der Betriebsart
8	EIN/AUS-Taste für Last
9	LED-Anzeige für Lastausgangsüberspannung (O/V)
10	LED-Anzeige für Verpolung des Lastausgangs
11	Lastausgang (Anschlüsse + und -)
12	Schutzerdungsanschlüsse (2)
13	LED-Anzeige Batterieüberspannung (O/V)
14	LED-Anzeige für Batterieverpolung
15	Batterieanschlüsse (Anschlüsse + und -)

	 WARNUNG
	Beim Versuch, nicht aufladbare Batterien zu laden, besteht Feuer- bzw. Explosionsgefahr! • Beim Laden von nicht aufladbaren Batterien können gefährliche Chemikalien aus den Batterien freigesetzt werden, die eine Feuer- bzw. Explosionsgefahr darstellen. • Versuchen Sie nie, nicht aufladbare Batterien mit dem 48-V-PWM-Gleichstrom-Laderegler aufzuladen.

48-V-MPPT-Gleichstrom-Laderegler (595050)

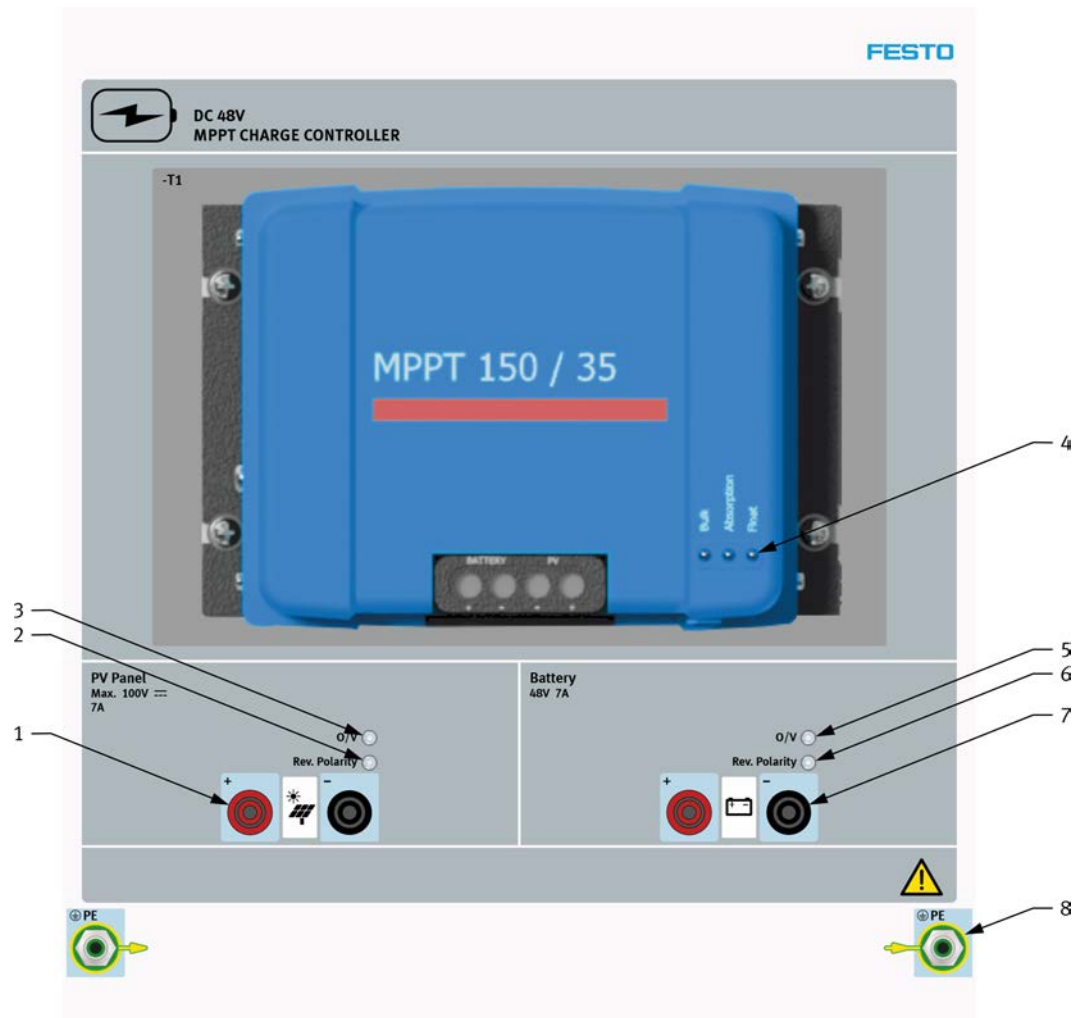


Abbildung 40: Frontplatte des Moduls 48-V-MPPT-Gleichstrom-Laderegler.

Tabelle 24: Beschreibung des Moduls 48-V-MPPT-Gleichstrom-Laderegler.

Nummer	Komponentenname
1	PV-Moduleingang (Anschlüsse + und -)
2	LED-Anzeige für Verpolung des PV-Moduls
3	LED-Anzeige für Überspannung (O/V) des PV-Moduls
4	LED-Anzeigen Batterieladephase (Hauptlade-, Ausgleichs- und Erhaltungsphase)
5	LED-Anzeige Batterieüberspannung (O/V)
6	LED-Anzeige für Batterieverpolung
7	Batterieanschlüsse (Anschlüsse + und -)
8	Schutzerdungsanschlüsse (2)

	! WARNUNG
	Beim Versuch, nicht aufladbare Batterien zu laden, besteht Feuer- bzw. Explosionsgefahr! • Beim Laden von nicht aufladbaren Batterien können gefährliche Chemikalien aus den Batterien freigesetzt werden, die eine Feuer- bzw. Explosionsgefahr darstellen. • Versuchen Sie nie, nicht aufladbare Batterien mit dem 48-V-MPPT-Gleichstrom-Laderegler aufzuladen.

230-V-Einphasen-Inselwechselrichter (595052)

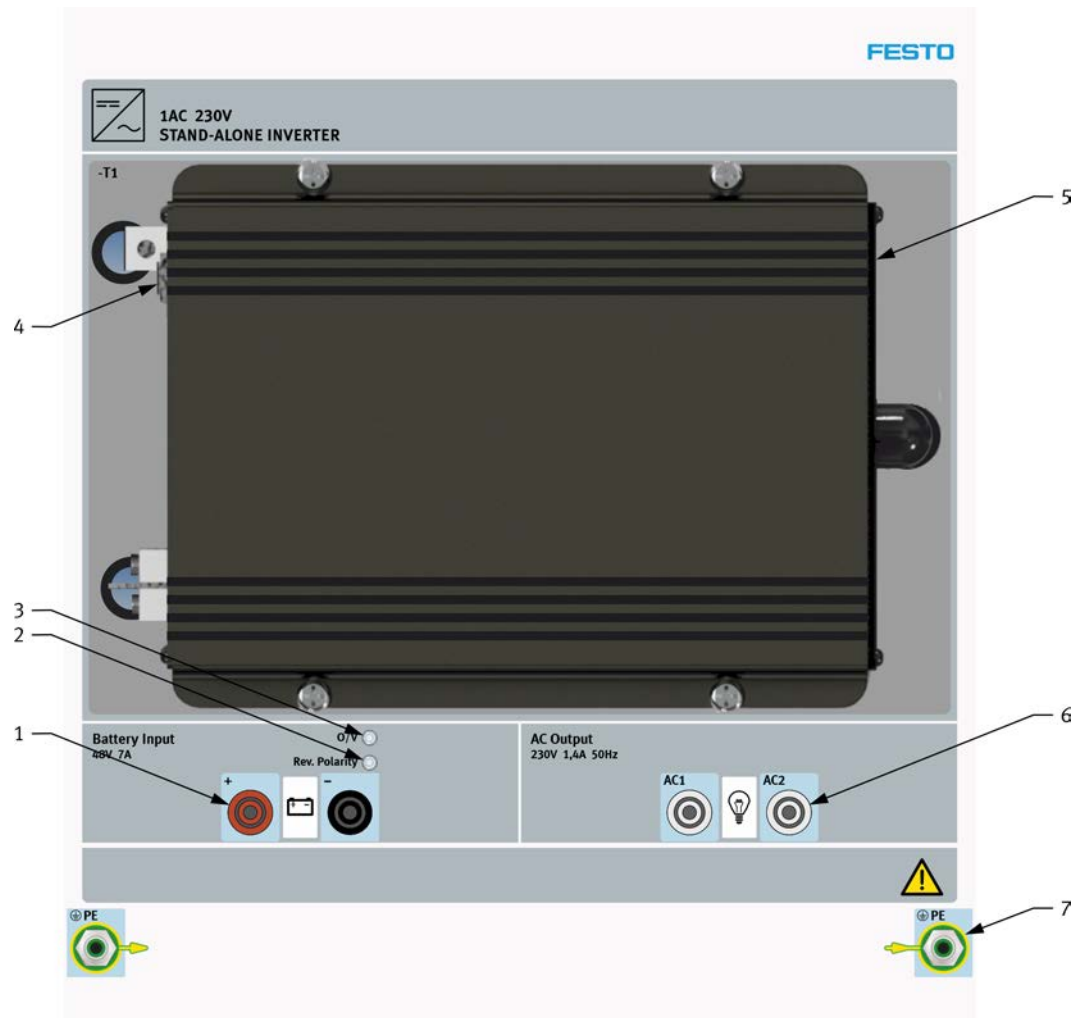


Abbildung 41: Frontplatte des Moduls 230-V-Einphasen-Inselwechselrichters.

Tabelle 25: Beschreibung des Moduls 230-V-Einphasen-Inselwechselrichters.

Nummer	Komponentenname
1	Batterieeingang (Anschlüsse + und -)
2	LED-Anzeige für Batterieeingangsverpolung
3	LED-Anzeige Batterieeingangsüberspannung (O/V)
4	Netzhauptschalter
5	LED-Anzeige Umrichter-Betriebszustand (rechte Seite des Moduls)
6	AC-Ausgang (Anschlüsse AC1 und AC2)
7	Schutzerdungsanschlüsse (2)

	 WARNUNG
	Um ein Feuer zu vermeiden, dürfen die Lüftungsöffnungen an beiden Seiten des Umrichtergehäuses nicht versperrt werden. Ein Abstand von mindestens 15 cm muss auf beiden Seiten des Gehäuses eingehalten werden.

Netzgebundener 230-V-Einphasen-Umrichter (595053)

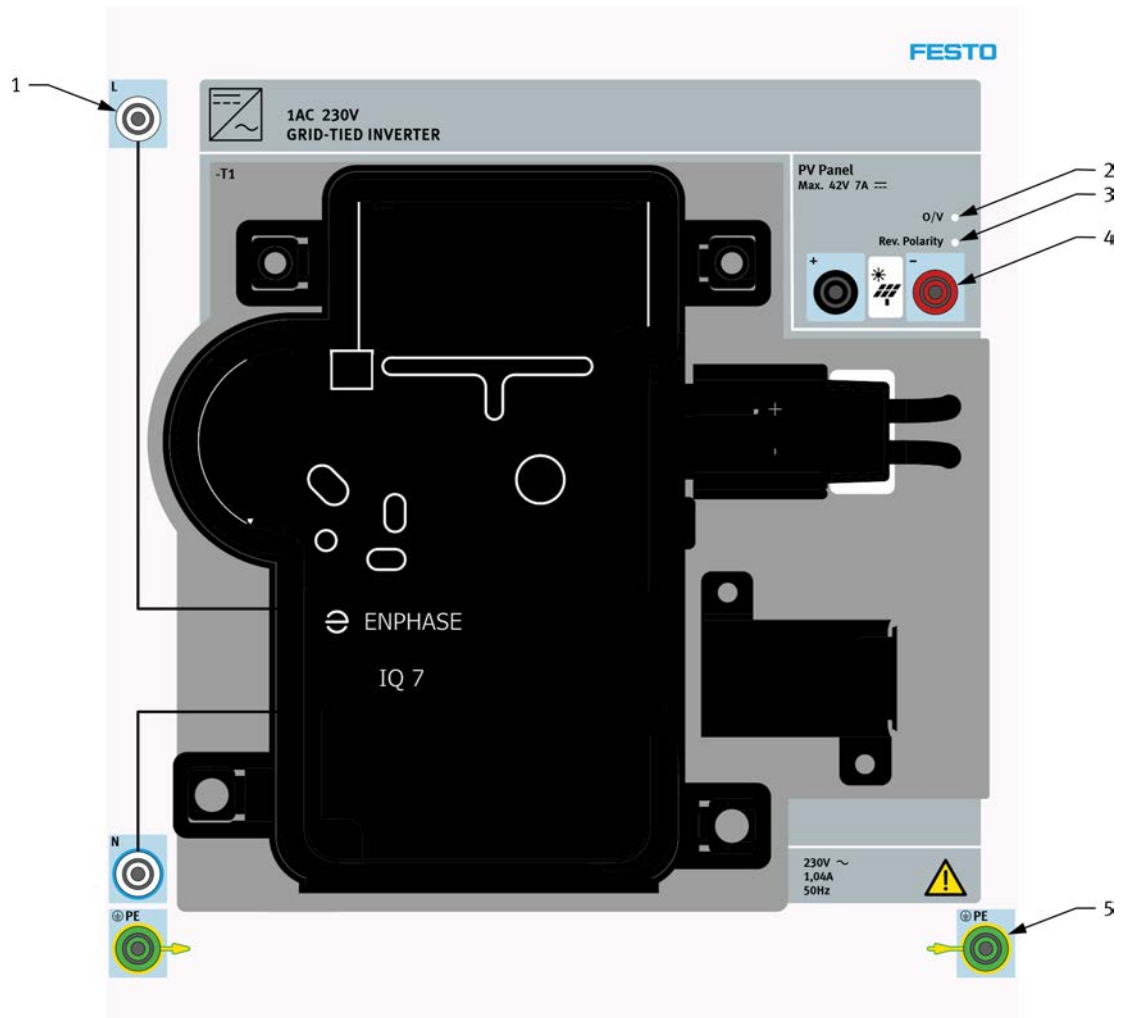


Abbildung 42: Frontplatte des Moduls Netzgebundener 230-V-Einphasen-Umrichter.

Tabelle 26: Beschreibung des Moduls Netzgebundener 230-V-Einphasen-Umrichter.

Nummer	Komponentenname
1	Stromeingang (Anschlüsse L und N)
2	LED-Anzeige für Überspannung (O/V) des PV-Moduls
3	LED-Anzeige für Verpolung des PV-Moduls
4	PV-Moduleingang (Anschlüsse + und -)
5	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Gleichrichter und Filterinduktoren/Kondensatoren (8243905)

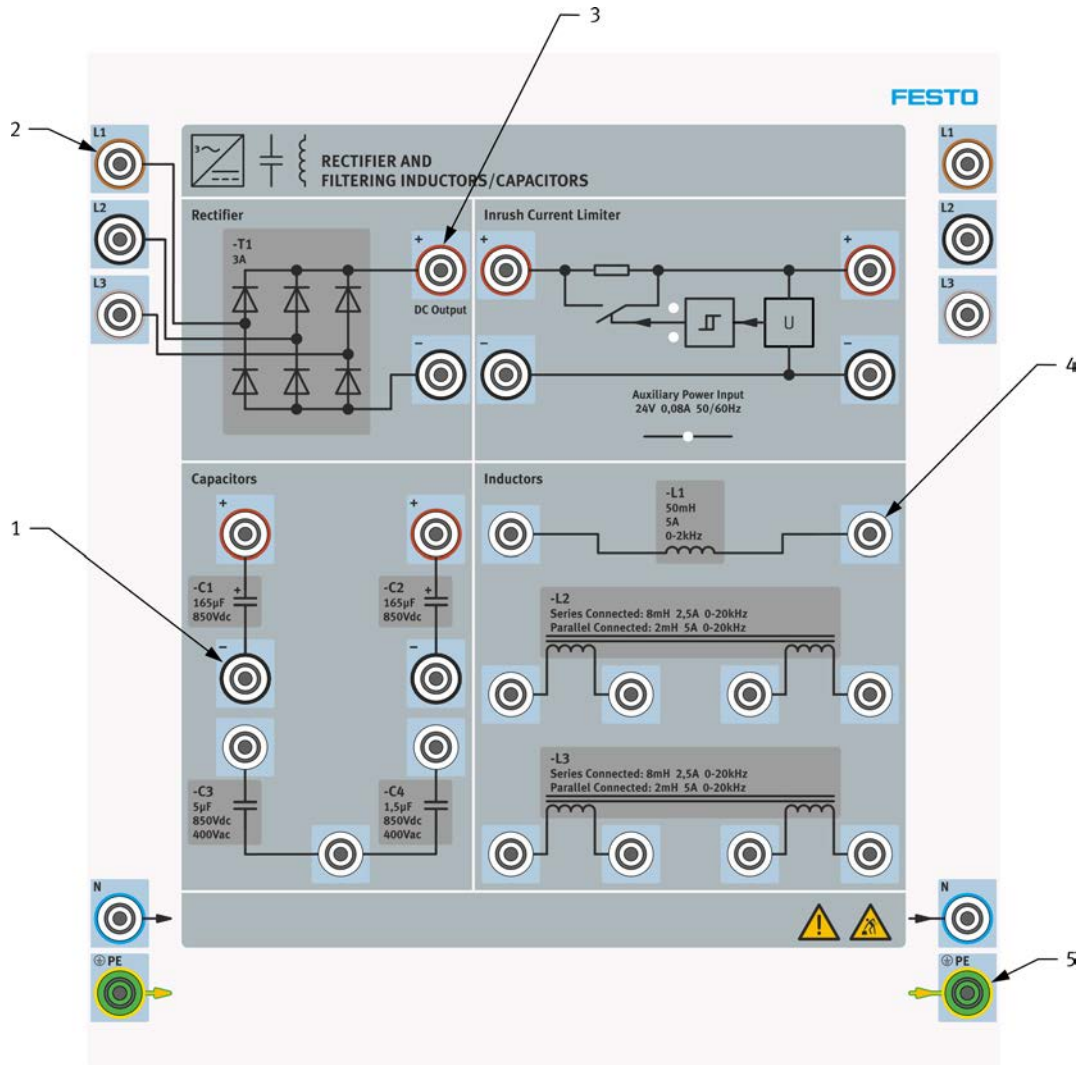
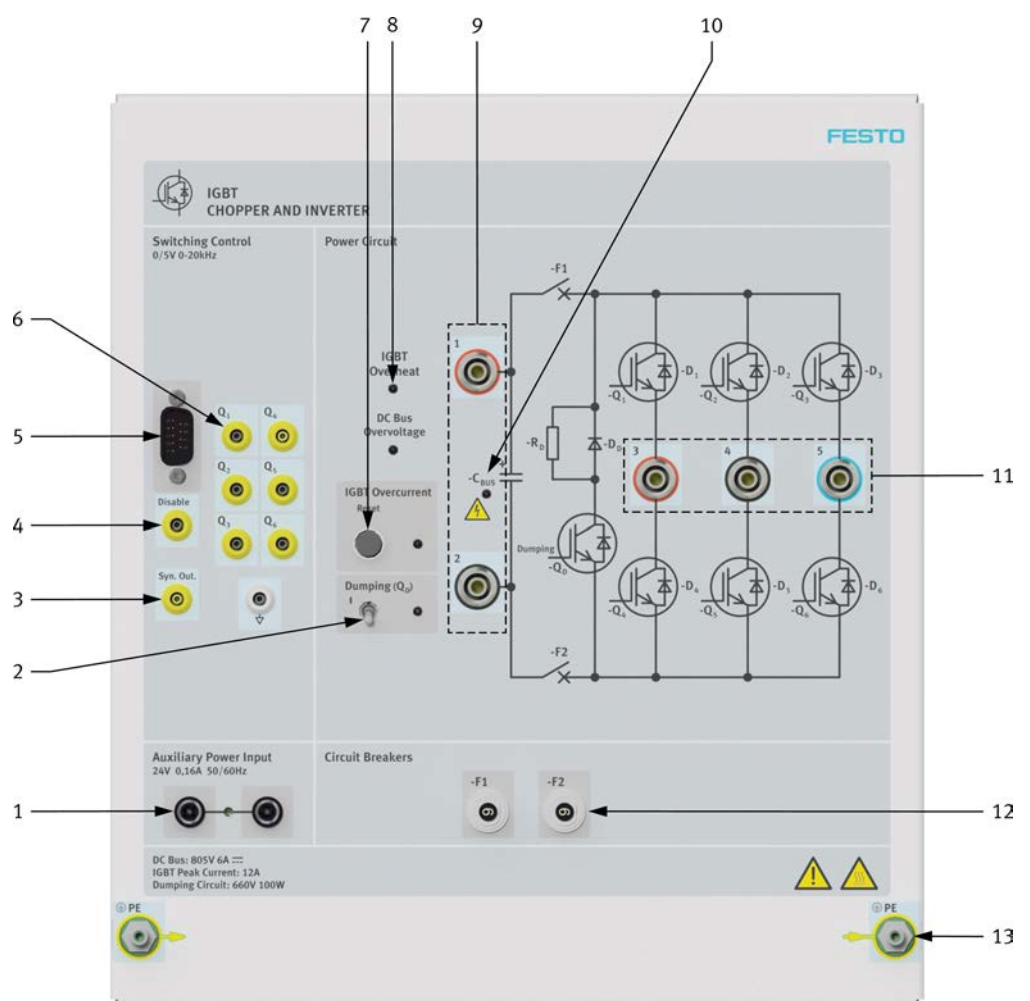


Abbildung 43: Frontplatte des Moduls Gleichrichter und Filterinduktoren/Kondensatoren.

Tabelle 27: Beschreibung des Moduls Gleichrichter und Filterinduktoren/Kondensatoren.

Nummer	Komponent
1	Eingänge und Ausgänge der Filterkondensatoren (Anschlüsse + und – der Abschnitte -C1, -C2, -C3 und -C4)
2	Dreiphasiger Eingang des Gleichrichters (Anschlüsse L1, L2 und L3)
3	DC-Ausgang (Anschlüsse + und - des Abschnitts -T1)
4	Eingänge und Ausgänge der Filterinduktoren (alle Anschlüsse der Abschnitte -L1, -L2 und -L3)
5	Schutzerdungsanschlüsse (2)

IGBT-Chopper/-Wechselrichter (8167609)


Abbildung 44: Frontplatte des IGBT-Choppers/-Wechselrichters.

1. Anschlüsse für den zusätzlichen Stromeingang. Für die Stromversorgung des Moduls über eine dieser Anschlüsse ist eine 24-V-Wechselstromversorgung erforderlich. Da beide Anschlüsse miteinander verbunden sind, kann, wenn einer der Anschlüsse mit Strom versorgt wird, der andere Anschluss zur Versorgung eines anderen Moduls verwendet werden.

ACHTUNG

Stellen Sie sicher, dass eine der Anschlüsse für den zusätzlichen Stromeingang an eine 24-V-Wechselstromversorgung angeschlossen ist, **bevor** Sie den IGBT-Chopper/-Wechselrichter in irgendeiner Weise verwenden. Andernfalls könnte das Modul beschädigt werden.

2. Entlade-Schalter (Q_D) und -LED. Die Entlade-Schaltung dient dazu, Überspannungen auf dem Gleichstrombus des Moduls zu verhindern. Diese Schaltung wird aktiviert, indem der Entlade-Schalter auf die Position I gestellt wird. Die LED leuchtet auf, wenn Energie in den Entlade-Widerstand (R_D) eingespeist wird.
3. Synchronisationsausgang (Syn. Out. Anschluss) Dieser Anschluss ermöglicht den Zugriff auf das Synchronisationssignal von der Mess- und Steuerinterface oder von der Steuereinheit des IGBT-Choppers/-Wechselrichters. Dieses Signal kann zur Synchronisierung eines Oszilloskops bei der Beobachtung der Schaltsteuersignale verwendet werden.
4. Abschaltung-Anschluss. Dieser Anschluss ermöglicht die Abschaltung der IGBTs, wenn 5 V an ihn angelegt werden. In diesem Fall wird die Gate-Spannung der IGBTs auf 0 V gezwungen, so dass die IGBTs offen bleiben. Die IGBTs können nur angesteuert werden, wenn keine Spannung am Abschaltung-Anschluss anliegt.
5. Schaltsteuereingang 9-poliger Anschluss. Über diesen Anschluss kann eine Steuerung Q_1 bis Q_6 des IGBT-Choppers/-Wechselrichters steuern (typischerweise über die digitalen Ausgänge der Mess- und Steuerinterface oder die Steuerausgänge des IGBT-Choppers/-Wechselrichters).
6. Schaltsteuereingänge (Anschlüsse Q_1 bis Q_6 und gemeinsam). Diese Anschlüsse sind direkt mit dem 9-poligen Anschluss des Schaltsteuereingangs verbunden. In der Regel ermöglichen sie die Beobachtung der Schaltsteuersignale, die an den Gates von Q_1 bis Q_6 anliegen. Wenn keine Steuerung an den 9-poligen Anschluss angeschlossen ist, können diese Schaltsteuereingänge außerdem zur Steuerung von Q_1 bis Q_6 verwendet werden. Schließlich ermöglichen die Schaltsteuereingänge die Einleitung von Fehlern in das Modul (z. B. wird durch Verbinden von Anschluss 2 mit der gemeinsamen Anschluss Q_2 deaktiviert).
7. IGBT-Überstrom-Reset-Knopf und LED. Die LED leuchtet auf, wenn die Schaltung einen momentanen Überstromzustand erkennt. Wenn ein solcher Zustand an einem der IGBTs erkannt wird, werden die 6 IGBTs (Q_1 bis Q_6) abgeschaltet und die Taste muss gedrückt werden, um diese Schutzschaltung zurückzusetzen.

8. IGBT-Überhitzungs- und Gleichstrombus-Überspannungs-LEDs. Diese LEDs leuchten auf, wenn der entsprechende Zustand erkannt wird. Wenn einer der beiden Zustände von den Schaltungen erkannt wird, werden die 6 IGBTs (Q1 bis Q6) abgeschaltet, um Schäden zu vermeiden. Diese Schutzschaltungen werden automatisch zurückgesetzt, sobald die Temperatur der IGBTs und/oder die Spannung auf dem Gleichstrombus wieder ein sicheres Niveau erreicht haben.
9. Gleichstrombus-Anschlüsse (1 und 2). Diese Anschlüsse werden verwendet, um den IGBT-Wandler mit Gleichspannung zu versorgen.
10. LED für gefährliche Spannung. Wenn diese LED leuchtet, werden die Kondensatoren des Gleichstrombusses mit einer Spannung geladen, die gefährlich sein kann.

	 VORSICHT
	Solange diese LED leuchtet, muss das Modul mit einer Schutzterde verbunden bleiben, um einen Stromschlag zu vermeiden.

11. Chopper/Wechselrichter-Zweiganschlüsse (3, 4 und 5). Diese Anschlüsse ermöglichen den Zugriff auf den mittleren der drei Zweige des Choppers/Wechselrichters.

ACHTUNG
Wenn Sie die Zweiganschlüsse an das Netz anschließen, vergewissern Sie sich, dass der Gleichstrombus zuvor auf eine geeignete Spannung vorgeladen wurde, die der Netzspannung Ihres örtlichen Wechselstromnetzes mal $\sqrt{2}$ entspricht (z. B. 566 V für ein 230/400 V Wechselstromnetz).

12. Reset-Knöpfe des Leitungsschutzschalters (-F1 und -F2). Diese Leitungsschutzschalter schützen die positiven und negativen Zweige des Gleichstrombusses vor Überlastungen.
13. Schutzerdungsanschlüsse (2)

Spezifikationen

Tabelle 28: Wichtigsten Spezifikationen des IGBT-Choppers/-Wechselrichters.

Parameter	Unterparameter	Wert
Gleichstrombus	Maximale Spannung	805 V
	Maximaler Strom	6 A
	Filterkondensator	680 µF
Schutzmaßnahmen	Gleichstrombus-Überspannung	845 V
	Gleichstrombus-Leitungsschalter	6 A
	IGBT elektronischer Überstrom	15 A
	IGBT-Überhitzung	Etwa 70°C
Entlade-Schaltung	Spannungsschwelle	660 V
	Widerstand	250 Ω, 100 W
Schaltsteuersignale	Spannungspegel	0/5 V
	Frequenzbereich	0-20 kHz
	Mindest-Totzeit	700 ns
Strombedarf		24 V, TBE A, 50/60 Hz
Zubehör		• 24-V-Netzkabel (1) • 2-mm-Bananenstecker-Messleitungen (2)
Abmessungen (H x B x T)		297 x 266 x 140 mm (11,69 x 10,47 x 5,51 in)
Gewicht		TBE kg (TBE lb)

Drehstromfilter (8166653)

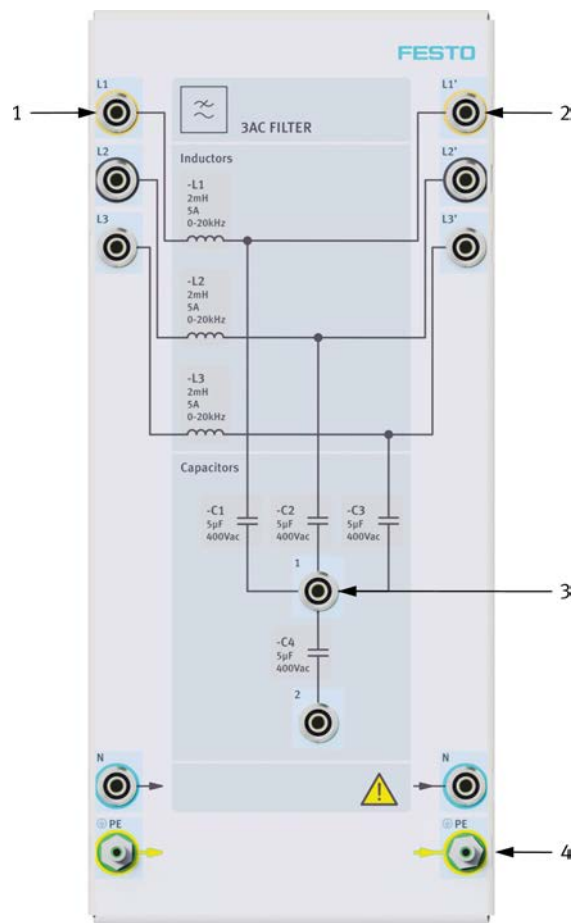


Abbildung 45: Frontplatte des Drehstromfilters.

1. Drehstromfilter, Induktorseite (Anschlüsse L1, L2, L3 und N)
2. Drehstromfilter, Kondensatorseite (Anschlüsse L1', L2', L3' und N)
3. Gemeinsamer Anschluss des Filterkondensators (Anschlüsse 1 und 2)
4. Schutzerdungsanschlüsse (2)

Spezifikationen

Tabelle 29: Wichtigsten Spezifikationen des Drehstromfilters.

Parameter	Unterparameter	Wichtigste Spezifikationen
Maximale Netzspannung		400 V ac, dreiphasig
Induktoren	Nummer	3
	Bemessungsdaten	2 mH – 5 A – 0-20 kHz
Kondensatoren	Nummer	4
	Typ	Metallisiertes Polypropylen
	Bemessungsdaten	5 μ F – 400 V
Abmessungen (H x B x T)		297 x 133 x 140 mm (11,69 x 5,24 x 5,51 in)
Gewicht		3,15 kg (6,94 lb)

Leistungsthyristoren (8167245)

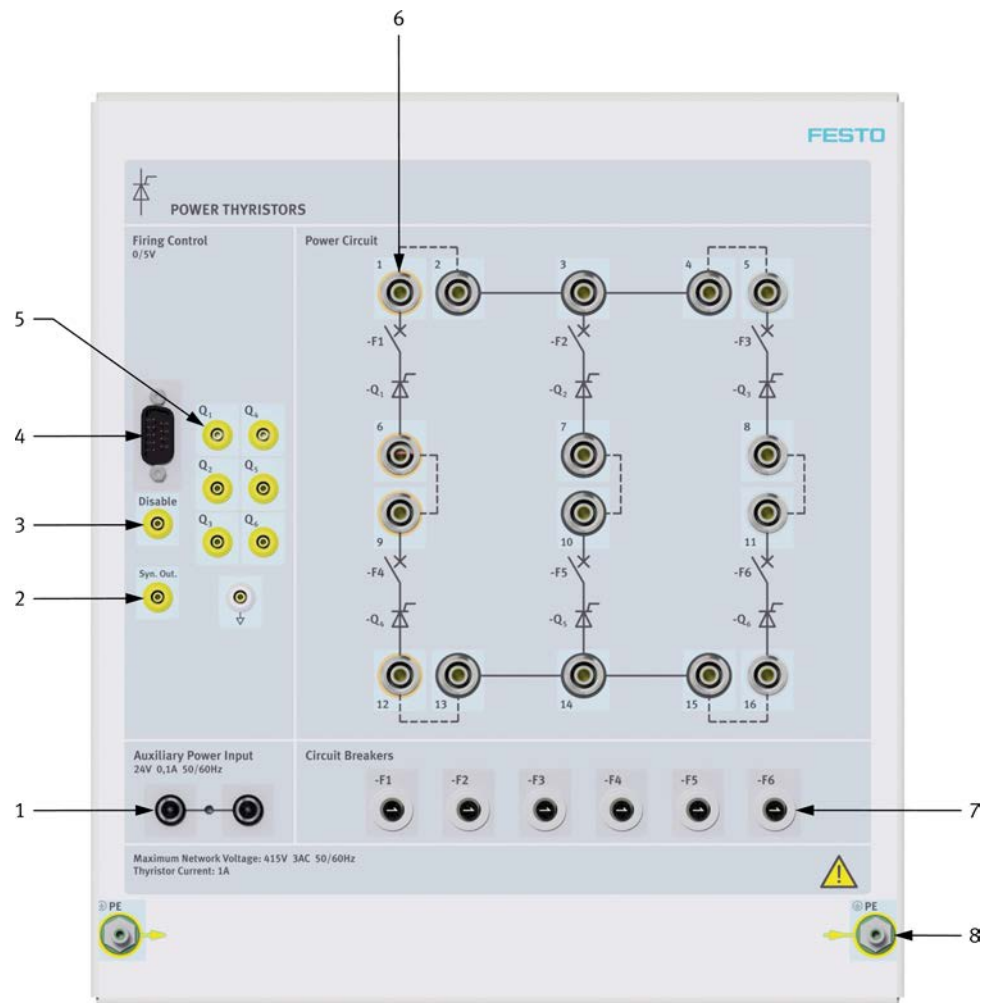


Abbildung 46: Frontplatte der Leistungsthyristoren.

ACHTUNG

Die Einhaltung der Anforderungen an die leitungsgebundenen Emissionen der EN 61326-1:2021 durch die Leistungsthyristoren (8167245) erfordert die Verwendung des Drehstromfilters (8166653). Wenn Sie die Leistungsthyristoren verwenden, müssen Sie immer den Drehstromfilter in die Schaltung einbeziehen, wie es in den Kursen beschrieben ist.

1. Anschlüsse für den zusätzlichen Stromeingang. Für die Stromversorgung des Moduls über eine dieser Anschlüsse ist eine 24-V-Wechselstromversorgung erforderlich. Da beide Anschlüsse miteinander verbunden sind, kann, wenn einer der Anschlüsse mit Strom versorgt wird, der andere Anschluss zur Versorgung eines anderen Moduls verwendet werden.

ACHTUNG

Stellen Sie sicher, dass einer der Anschlüsse des zusätzlichen Stromeingangs an eine 24-V-Wechselstromversorgung angeschlossen ist, **bevor** Sie die Leistungsthyristoren in irgendeiner Weise verwenden. Andernfalls könnte das Modul beschädigt werden.

2. Synchronisationsausgang (Syn. Out. Anschluss) Dieser Anschluss ermöglicht den Zugriff auf das Synchronisationssignal der Mess- und Steuerinterface. Dieses Signal kann zur Synchronisierung eines Oszilloskops bei der Beobachtung der Schaltsteuersignale verwendet werden.
3. Abschaltung-Anschluss. Dieser Anschluss ermöglicht die Abschaltung der Thyristoren, wenn 5 V an ihn angelegt werden. In diesem Fall sind die Thyristoren gezwungen, offen zu bleiben. Die Thyristoren können nur angesteuert werden, wenn keine Spannung am Abschaltung-Anschluss anliegt.
4. Zündsteuereingang 9-poliger Anschluss. Über diesen Anschluss kann eine Steuerung Q_1 bis Q_6 der Leistungsthyristoren steuern (typischerweise über die digitalen Ausgänge der Mess- und Steuerinterface).
5. Zündsteuereingänge (Anschlüsse Q_1 bis Q_6 und gemeinsam). Diese Anschlüsse sind direkt mit dem 9-poligen Anschluss für den Zündsteuereingang verbunden. In der Regel ermöglichen sie die Beobachtung der Zündsteuersignale, die an den Gates von Q_1 bis Q_6 anliegen. Wenn keine Steuerung an den 9-poligen Anschluss angeschlossen ist, können diese Zündsteuereingänge außerdem zur Steuerung von Q_1 bis Q_6 verwendet werden. Schließlich ermöglichen die Zündsteuereingänge die Einleitung von Fehlern in das Modul (z. B. wird durch Verbinden von Anschluss 2 mit der gemeinsamen Anschluss Q_2 deaktiviert).
6. Anoden- und Kathodenanschlüsse des Thyristors (Anschlüsse 1 bis 16). Diese Anschlüsse ermöglichen den Zugang zu den Leistungsthyristoren für den Anschluss an eine Schaltung.
7. Reset-Knöpfe des Leitungsschutzschalters (-F1, -F2, -F3, -F4, -F5 und -F6). Diese Leitungsschutzschalter schützen die Thyristoren vor Überlastungen.
8. Schutzerdungsanschlüsse (2)

Tabelle 30: Wichtigsten Spezifikationen der Leistungsthyristoren.

Parameter	Wert
Maximale Netzspannung	415 V – 3AC – 50/60Hz
Thyristorstrom	1 A
Zusätzlicher Stromeingang	24 V ac – 0,1 A – 50/60 Hz
Zündsteuerung	0-5 V
Abmessungen (H x B x T)	297 x 266 x 140 mm (11,69 x 10,47 x 5,51 in)
Gewicht	3,20 kg (7,05 lb)

Windturbinengenerator mit Steuereinheit (595061)

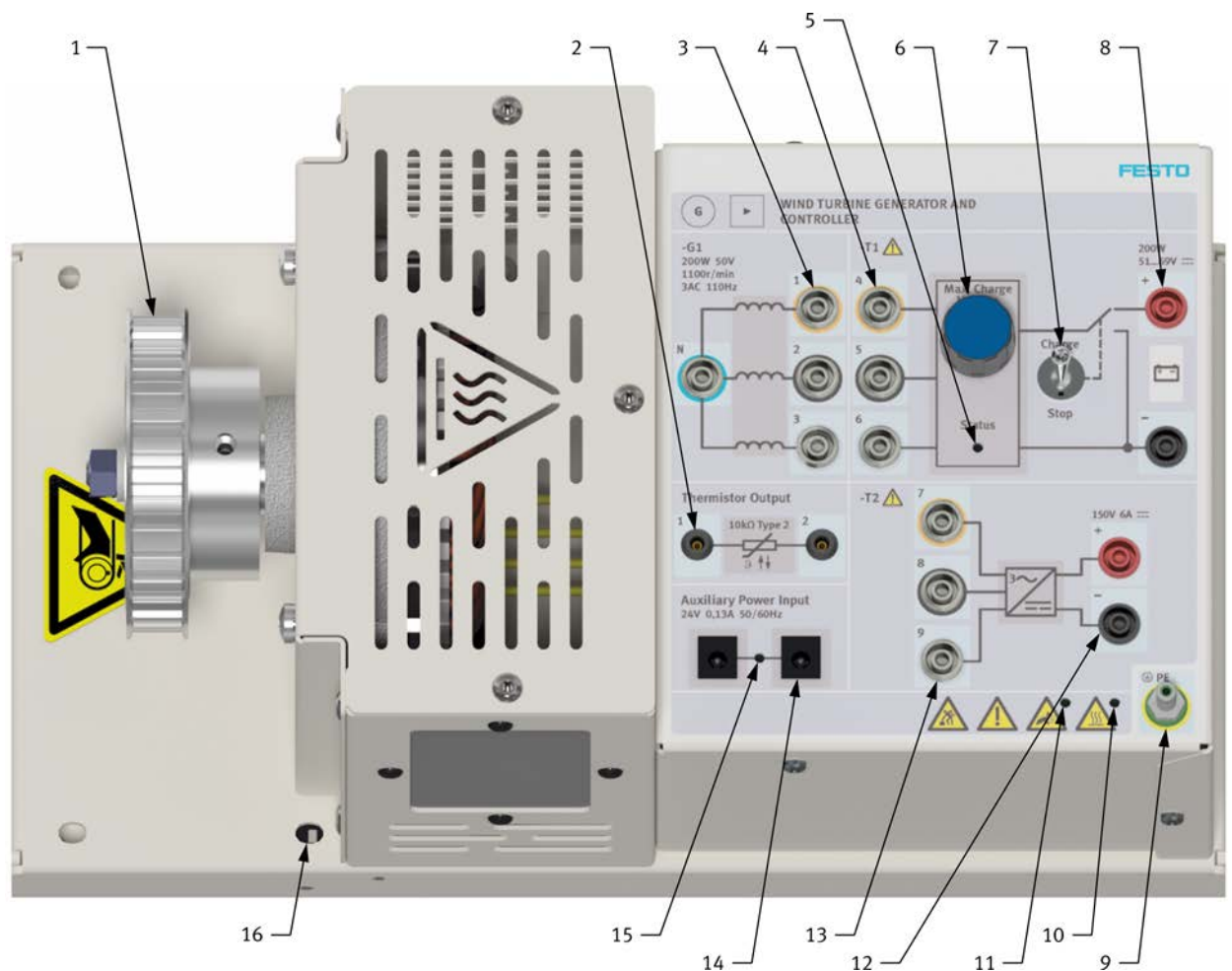


Abbildung 47: Frontplatte des Moduls Windturbinengenerator mit Steuereinheit.

Tabelle 31: Beschreibung des Moduls Windturbinengenerators mit Steuereinheit.

Nummer	Komponentenname
1	Riemenscheibe mit 32 Zähnen
2	Thermistorausgang des Generators (Anschlüsse 1 und 2)
3	Generatorwicklungen (Anschlüsse 1, 2, 3 und N)
4	Dreiphasen-Wechselstromeingang des Reglers (Anschlüsse 4, 5 und 6)
5	LED-Anzeige für den Regler-Betriebszustand
6	Drehknopf für die maximale Ladespannung des Reglers
7	Lade-/Stopp-Schalter des Reglers
8	DC-Ausgang des Reglers (Anschlüsse + und -)
9	Schutzerdungsanschluss
10	LED-Anzeige Generatorüberhitzung
11	LED-Anzeige Schutzabdeckung fehlt
12	Dreiphasen-Brückengleichrichter (Anschlüsse + und -)
13	Dreiphasen-Brückengleichrichter (Anschlüsse 7, 8 und 9)
14	Stecker Hilfsstromeingang (2)
15	LED-Anzeige Hilfsspannungsversorgung ein
16	Endschalter

	 WARNUNG Bei Verwendung eines Akkusatzes ohne Überstrom-Schutzvorrichtung besteht Feuergefahr! • Das Kurzschließen eines Akkusatzes ohne Überstromschutz verursacht einen zu hohen Strom, der zu Überhitzung und Brandgefahr führen kann. • Bei Verwendung des Windturbinengenerators mit Steuereinheit mit einem anderen Akkusatz als dem 48-V-Bleiakkusatz von Festo Didactic verbinden Sie immer eine geeignete Überstromvorrichtung (z. B. ein Leitungsschutzschalter) in Reihe mit dem Akkusatz, um die Feuergefahr zu minimieren.
	 WARNUNG Es besteht die Gefahr von elektrischen Schlägen, wenn eine Hilfsspannungsversorgung von einer 24-V-Wechselstromversorgung kommt, die nicht für den Betrieb mit CAT II-Schaltkreisen zugelassen ist! Verwenden Sie immer eine doppelt isolierte 24-V-Wechselstromversorgung wie die von Festo Didactic, um die Geräte mit einer Hilfsspannung zu versorgen.
ACHTUNG • Anschlüsse 4, 5 und 6 (-T1, Dreiphasen-Wechselstromeingang des Reglers) können nur mit Anschlüssen 1, 2 und 3 (-G1, Generatorwicklungen) verbunden werden. • Anschlüsse 7, 8 und 9 (-T2, Eingang des Dreiphasen-Brückengleichrichters) können nur mit Anschlüssen 1, 2 und 3 (-G1, Generatorwicklungen) verbunden werden.	

Solarmodul-Prüfstand (595057)

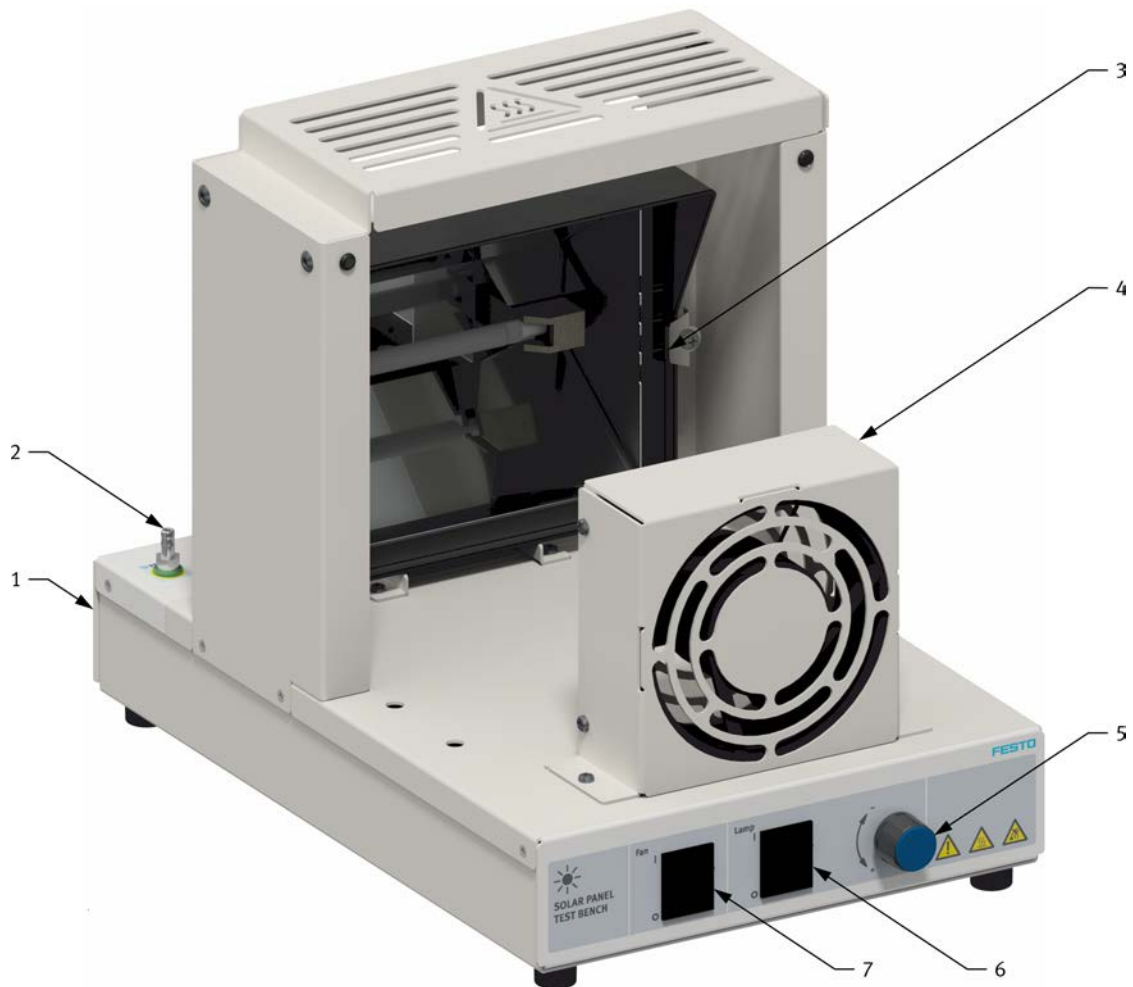


Abbildung 48: Frontplatte des Moduls Solarmodul-Prüfstand.

Tabelle 32: Beschreibung des Moduls Solarmodul-Prüfstand.

Nummer	Komponentenname
1	Netzanschlussstecker mit Sicherungshalter (Rückseite des Moduls)
2	Schutzerdungsanschlüsse (2)
3	Halogenlampe
4	Ventilator
5	Dimmerdrehknopf (Helligkeitssteuerung)
6	Ein-/Ausschalter (I/O) für Halogenlampe
7	Ein-/Ausschalter (I/O) für Ventilator

Austausch der Glühbirne

Trennen Sie das Modul von allen Stromquellen, bevor Sie eine Glühbirne austauschen. Verwenden Sie stets eine Glühbirne des gleichen Typs mit den gleichen Nennstärken wie die ursprüngliche Birne.

	 VORSICHT
	Glühbirnen können sehr heiß werden, wenn sie längere Zeit in Betrieb sind. Um Verbrennungen zu vermeiden, warten Sie daher vor dem Austausch, bis sie sich abgekühlt haben.

Monokristallines Siliziumsolarmodul (595058)

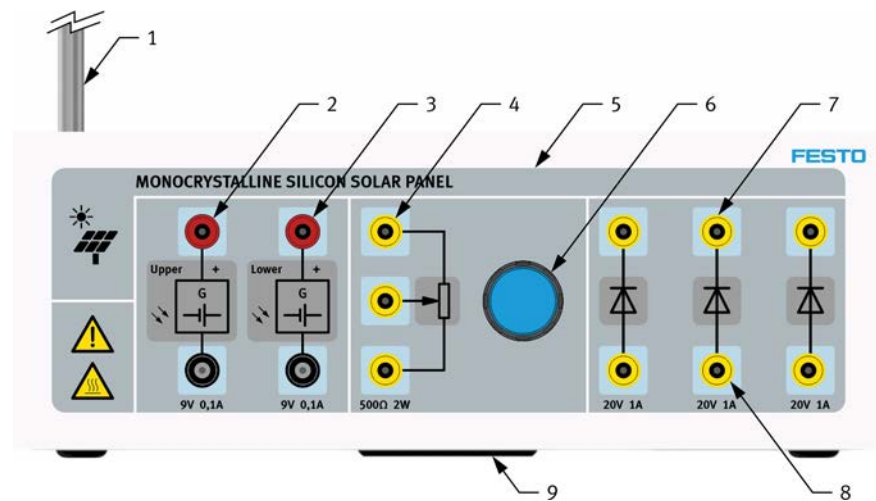


Abbildung 49: Frontplatte des Moduls Monokristallines Siliziumsolarmodul.

Tabelle 33: Beschreibung des Moduls Monokristallines Siliziumsolarmodul.

Nummer	Komponentenname
1	Führungsstab zur Ausrichtung des Moduls
2	Anschlüsse des oberen PV-Moduls (2)
3	Anschlüsse des unteren PV-Moduls (2)
4	Potenzimeteranschlüsse (3)
5	Oberes und unteres PV-Modul (Vorderseite des PV-Moduls)
6	Potentiometer-Drehknopf
7	Dioden-Kathode-Anschlüsse (3)
8	Dioden-Anoden-Anschlüsse (3)
9	Digitalthermometer (Rückseite des PV-Moduls)

Austausch der Thermometerzelle

Verwenden Sie stets eine Zelle des gleichen Typs mit den gleichen Nennstärken wie die ursprüngliche Zelle.

230-V-Einphasen-Energiezähler (594904)

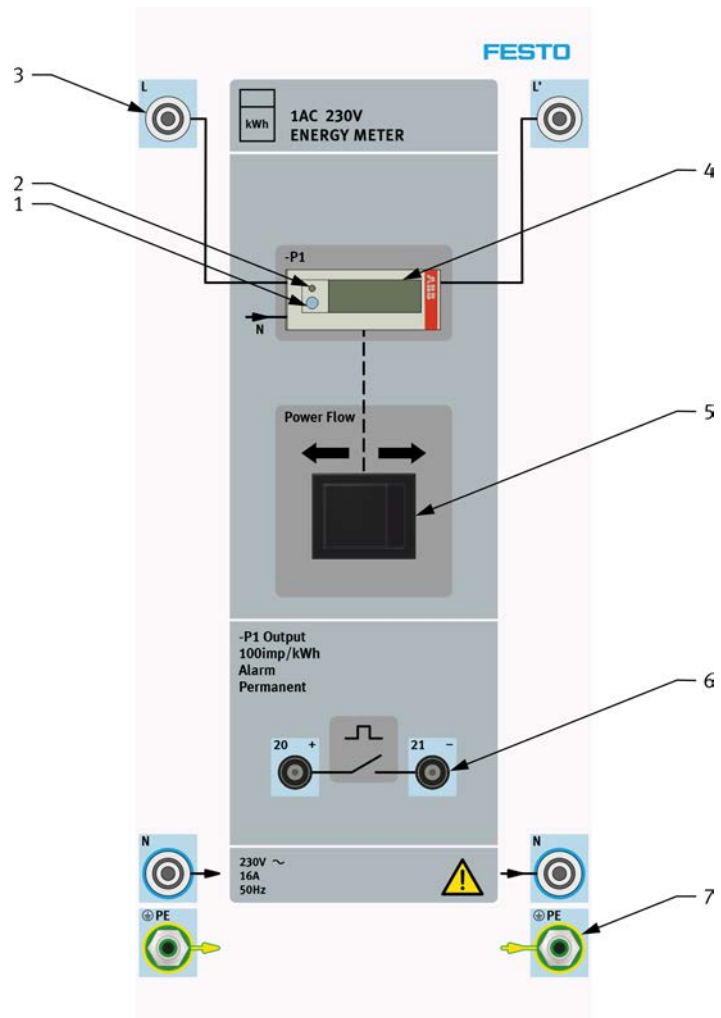


Abbildung 50: Frontplatte des Moduls 230-V-Einphasen-Energiezähler.

Tabelle 34: Beschreibung des Moduls 230-V-Einphasen-Energiezähler.

Nummer	Komponentenname
1	Taste Zählereinstellung/Anzeige
2	LED-Anzeige für gemessene Energie
3	Spannungs- und Strommessanschlüsse (L, L' und N)
4	Zähleranzeige
5	Wahlschalter für Richtung des Energieflusses
6	Impulsausgang (Anschlüsse 20 und 21)
7	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Pyranometer (579784)

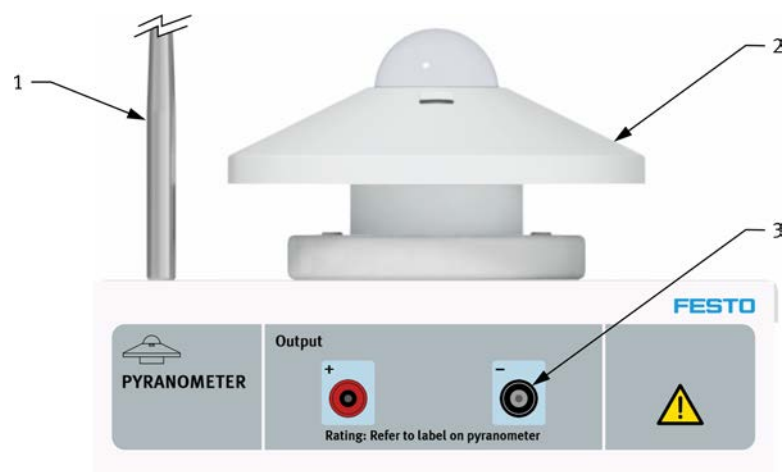


Abbildung 51: Frontplatte des Moduls Pyranometer.

Tabelle 35: Beschreibung des Moduls Pyranometer.

Nummer	Komponentenname
1	Führungsstab zur Ausrichtung des Pyranometers
2	Pyranometer
3	Pyranometerausgang (Anschlüsse + und -)

Drehstromtransformatorenbank (594823)

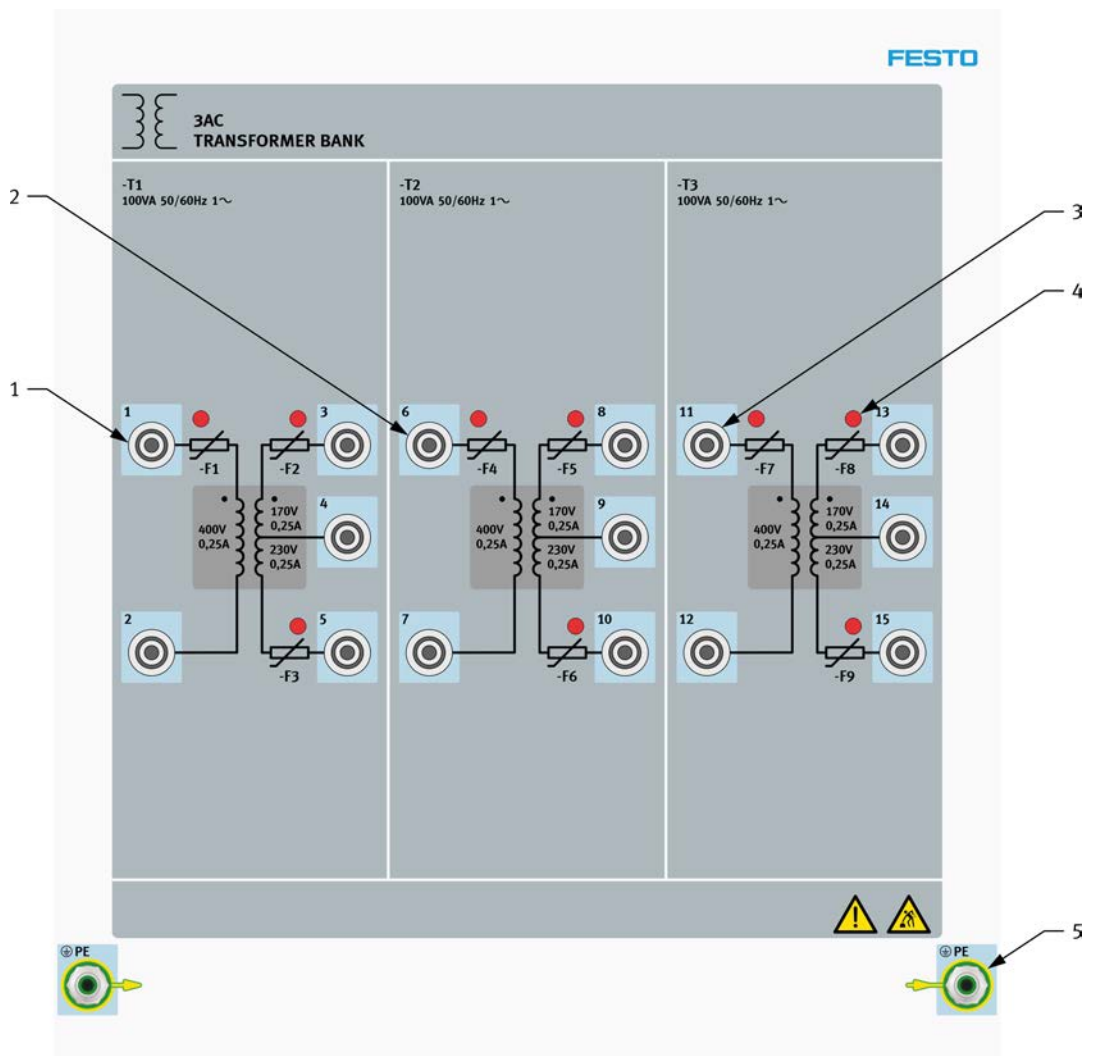


Abbildung 52: Frontplatte des Moduls Drehstromtransformatorenbank.

Tabelle 36: Beschreibung des Moduls Drehstromtransformatorenbank.

Nummer	Komponentenname
1	Anschlüsse des Netztransformators T1 (Anschlüsse 1, 2, 3, 4 und 5)
2	Anschlüsse des Netztransformators T2 (Anschlüsse 6, 7, 8, 9 und 10)
3	Anschlüsse des Netztransformators T3 (Anschlüsse 11, 12, 13, 14 und 15)
4	LED-Anzeigen Sicherungsstatus (9)
5	Schutzerdungsanschlüsse (2)

	 WARNUNG
	Stromschlaggefahr bei Verwendung der Drehstromtransformatorenbank mit einer Wechselstromquelle eines anderen Geräteherstellers! - Die Drehstromtransformatorenbank ist als Überspannungskategorie II (CAT II) Gerät klassifiziert. - Um das oben genannte Risiko eines Stromschlags zu minimieren, verwenden Sie die Drehstromtransformatorenbank niemals mit einer Wechselstromquelle, deren Netz-Neutraleiter-Spannung 230 V übersteigt, wie im Abschnitt Strombedarf in diesem Dokument beschrieben.

Einphasen-Wechselstromtransformator (594824)

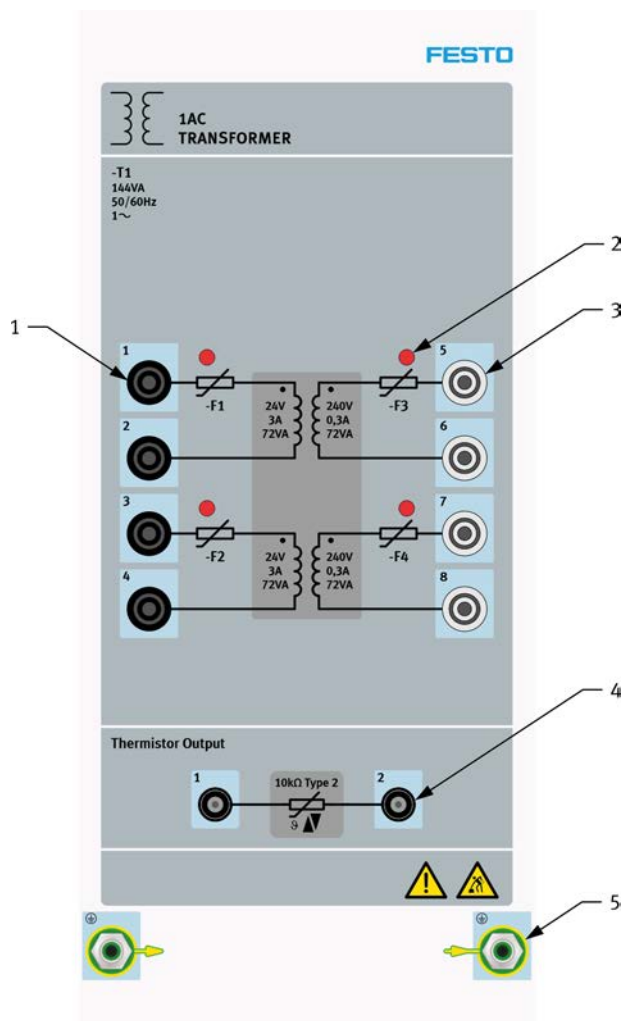


Abbildung 53: Frontplatte des Moduls Einphasen-Wechselstromtransformator.

Tabelle 37: Beschreibung des Moduls Einphasen-Wechselstromtransformator.

Nummer	Komponentenname
1	Primärwicklungsanschlüsse (Anschlüsse 1, 2, 3, 4)
2	LED-Anzeigen Sicherungsstatus (4)
3	Sekundärwicklungsanschlüsse (Anschlüsse 5, 6, 7, 8)
4	Thermistorausgang (Anschlüsse 1 und 2)
5	Schutzerdungsanschlüsse (2)

48-V-Gleichstromlampen (595055)

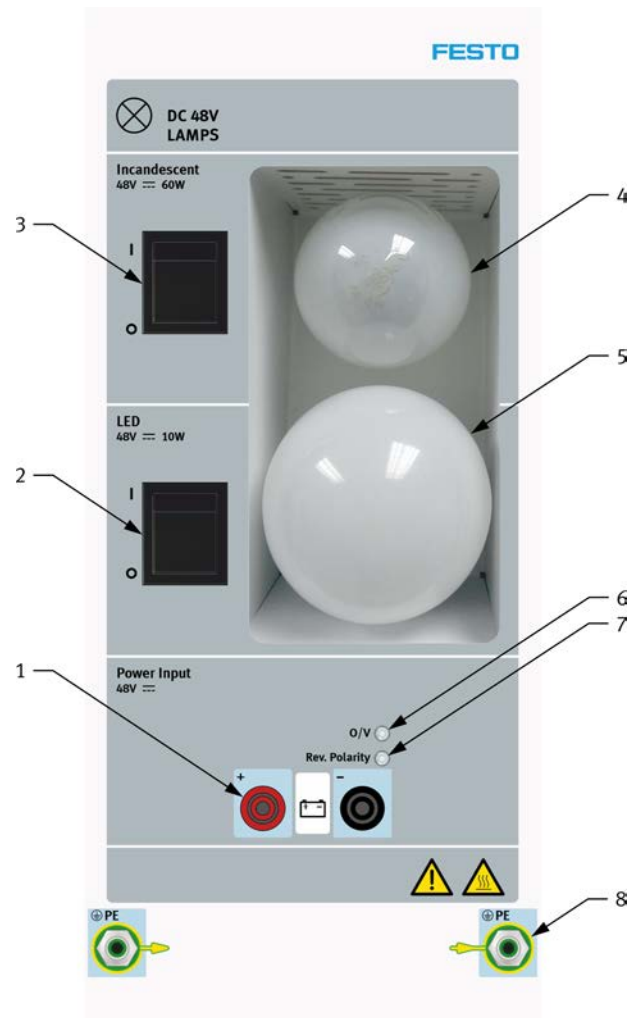


Abbildung 54: Frontplatte des Moduls 48-V-Gleichstromlampen.

Tabelle 38: Beschreibung des Moduls 48-V-Gleichstromlampen.

Nummer	Komponentenname
1	Stromeingang (Anschlüsse + und -)
2	Ein-/Ausschalter (I/O) für LED-Lampe
3	Ein-/Ausschalter (I/O) für Glühlampe
4	Glühlampe
5	LED-Lampe
6	LED-Anzeige für Überspannung (O/V)
7	LED-Anzeige für Verpolung
8	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Austausch der Glühbirne

Trennen Sie das Modul von allen Stromquellen, bevor Sie eine Glühbirne austauschen. Verwenden Sie stets eine Glühbirne des gleichen Typs mit den gleichen Nennstärken wie die ursprüngliche Birne.

	 VORSICHT
	Glühbirnen können sehr heiß werden, wenn sie längere Zeit in Betrieb sind. Um Verbrennungen zu vermeiden, warten Sie daher vor dem Austausch, bis sie sich abgekühlt haben.

230-V-Wechselstromlampen (595056 und 595149)

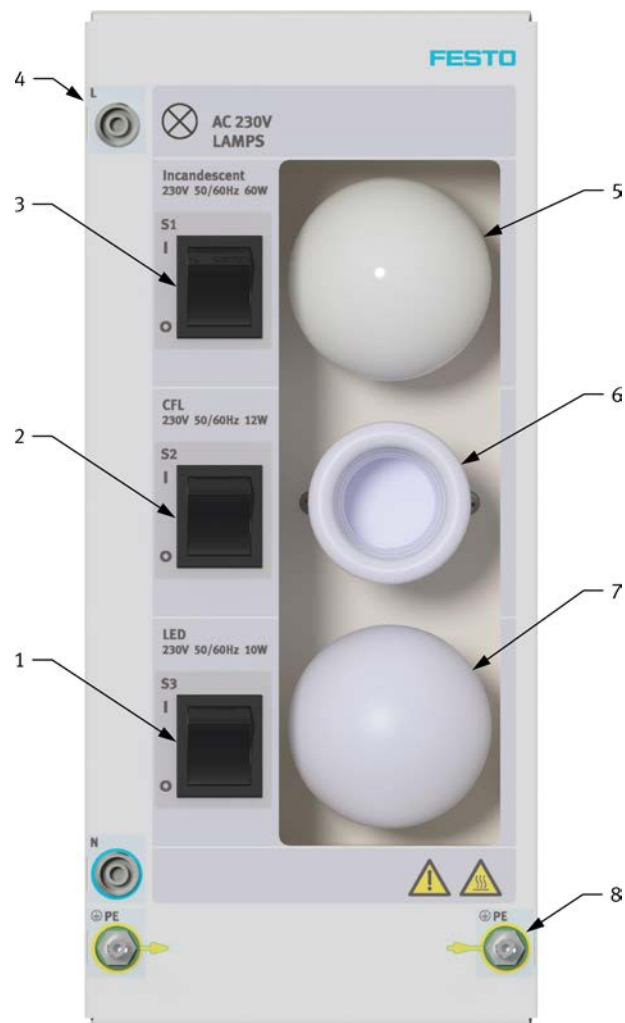


Abbildung 55: Frontplatte des Moduls 230-V-Wechselstromlampen (595056, Version mit drei Lampen).

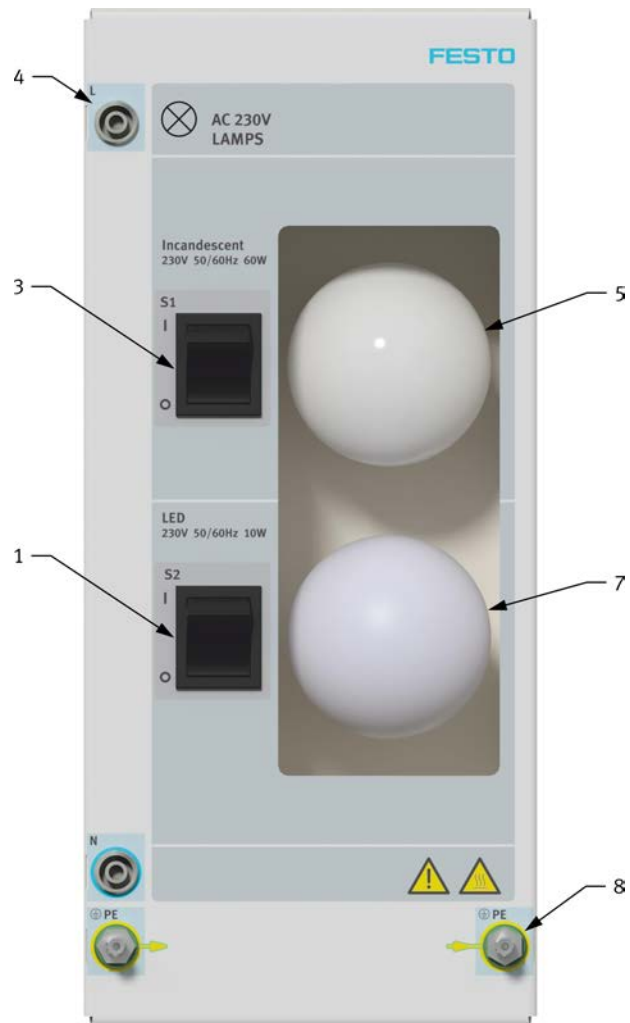


Abbildung 56: Frontplatte des Moduls 230-V-Wechselstromlampen (595149, Version mit zwei Lampen).

Tabelle 39: Beschreibung des Moduls 230-V-Wechselstromlampen.

Nummer	Komponentenname
1	Ein-/Ausschalter (I/O) für LED-Lampe
2	Kompaktleuchtstofflampe (CFL) Ein (I)/Aus (O) Schalter (nur in der Version mit drei Lampen)
3	Ein-/Ausschalter (I/O) für Glühlampe
4	Stromeingang (Anschlüsse L1 und N)
5	Glühlampe
6	Kompaktleuchtstofflampe (CFL) (nur in der Version mit drei Lampen)
7	LED-Lampe
8	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Austausch der Glühbirne

Trennen Sie das Modul von allen Stromquellen, bevor Sie eine Glühbirne austauschen. Verwenden Sie stets eine Glühbirne des gleichen Typs mit den gleichen Nennstärken wie die ursprüngliche Birne.

	 VORSICHT
	Glühbirnen können sehr heiß werden, wenn sie längere Zeit in Betrieb sind. Um Verbrennungen zu vermeiden, warten Sie daher vor dem Austausch, bis sie sich abgekühlt haben.

Spezifikationen

Tabelle 40: Wichtigsten Spezifikationen des AC 230V Lampenmoduls.

Bestandteile und Parameter	Wichtigste Spezifikationen
Glühlampe	230 V, 50/60 Hz, 60 W
Kompaktleuchtstofflampe (nur 595056)	230 V, 50/60 Hz, 12 W
LED-Lampe	230 V, 50/60 Hz, 10 W
Abmessungen (H x B x T)	297 x 133 x 140 mm (11,69 x 5,24 x 5,51 in)
Gewicht	2,10 kg (4,63 lb)

Synchronisierungslampen und Schütz (8100086)

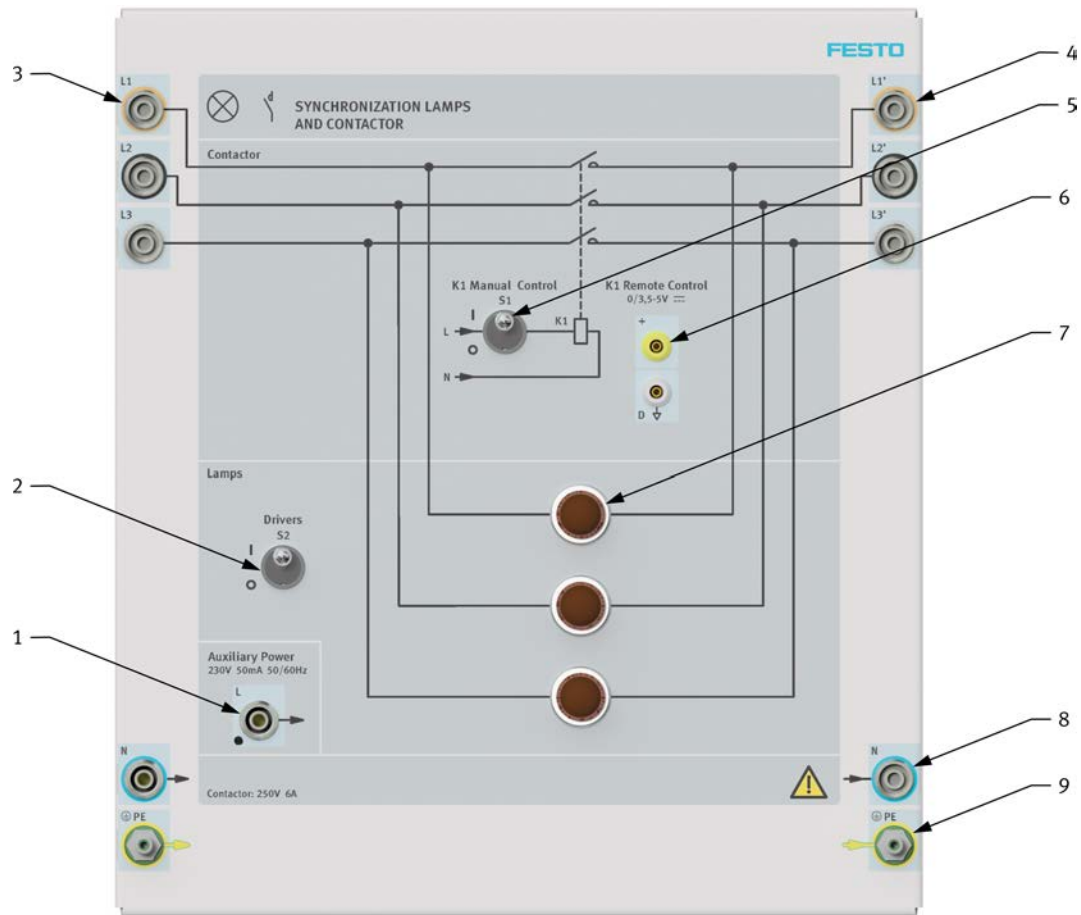


Abbildung 57: Frontplatte des Moduls Synchronisierungslampen und Schütz.

Tabelle 41: Beschreibung des Moduls Synchronisierungslampen und Schütz.

Nummer	Komponentenname
1	Zusätzlicher Stromeingang (Anschluss L)
2	Schalter für Lampenantrieb (S2)
3	Hauptkontakte des Schützes K1 (Anschlüsse L1, L2 und L3)
4	Hauptkontakte des Schützes K1 (Anschlüsse L1', L2' und L3')
5	K1 Schalter für manuelle Steuerung (S1)
6	K1 Fernbedienungseingang (Anschlüsse + und D)
7	Synchronisierungslampen (3)
8	Neutrale (N) Anschlüsse (2)
9	Schutzerdungsanschlüsse (2)

	 WARNUNG
	Stromschlaggefahr durch Zugänglichkeit stromführender Teile in den Lampenfassungen beim Herausnehmen der Lampen! Bevor Sie die Synchronisierungslampen und das Schütz mit Strom versorgen, vergewissern Sie sich, dass in jeder Buchse des Moduls eine Lampe eingesetzt ist. Nehmen Sie außerdem niemals eine Lampe während des Betriebs aus ihrer Fassung.

12-V-Bleiakkus (595060)

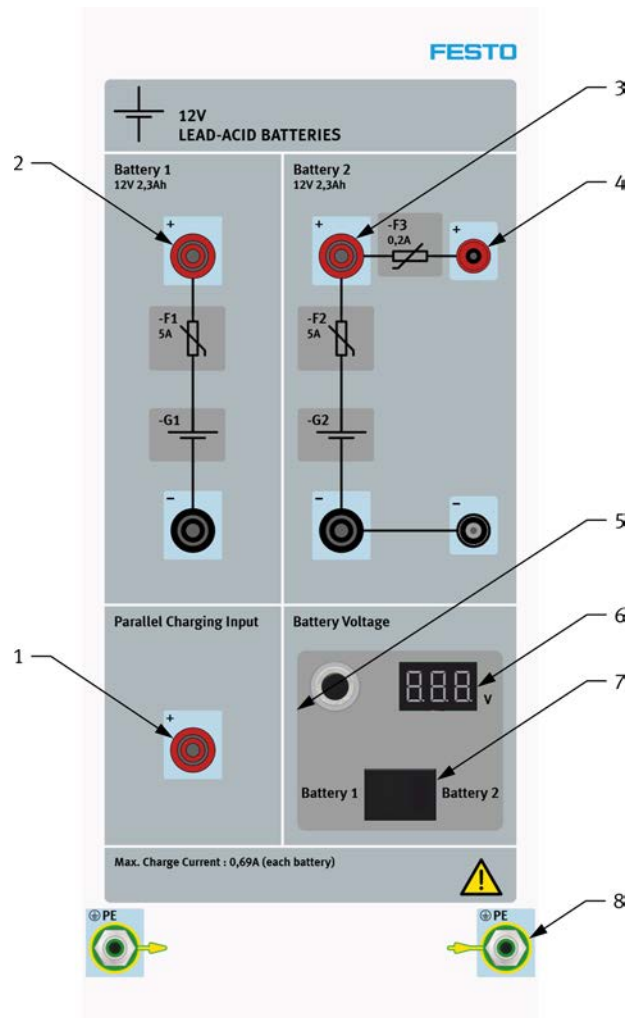


Abbildung 58: Frontplatte des Moduls 12-V-Bleiakkus.

Tabelle 42: Beschreibung des Moduls 12-V-Bleiakkus.

Nummer	Komponentenname
1	Parallelladeeingang
2	Anschlüsse von Batterie 1 (Anschlüsse + und -)
3	Anschlüsse von Batterie 2 (Anschlüsse + und -)
4	Schwachstromanschlüsse von Batterie 2 (Anschlüsse + und -)
5	Taster Batteriespannungstest
6	Batteriespannungsanzeige
7	Batteriewahlschalter
8	Schutzerdungsanschlüsse (2)

	 WARNUNG
	Beim Laden eines Bleiakkus in einem nicht belüfteten Bereich besteht Explosionsgefahr! • Beim Laden eines Bleiakkus können explosive Gase entstehen. Dies kann eine Explosionsgefahr darstellen, wenn sich die Batterie in einem nicht belüfteten Bereich befindet. • Um die Explosionsgefahr zu verringern, muss die Batterie vor dem Laden in einen gut belüfteten Bereich gebracht werden. • Das Ladegerät für Bleiakkus darf nicht betrieben werden, wenn die Belüftung rund um die Batterie eingeschränkt ist. • In der Umgebung einer Batterie, die geladen wird, darf nicht geraucht werden. Außerdem dürfen keine Funken oder Flammen erzeugt werden.

	 WARNUNG
	Beim Überladen eines Bleiakkus besteht Explosions- bzw. Feuergefahr! • Das Überladen eines Bleiakkus führt zu übermäßiger Gasbildung und Überhitzung. Dies kann auf Dauer zum Ausfall des Akkus führen und eine Explosions- bzw. Feuergefahr darstellen. • Verwenden Sie daher immer ein Ladegerät, das zum Laden des Bleiakkus geeignet ist, um ein Überladen zu verhindern.

Parallelladeeingang

Mithilfe des Parallelladeeingangs kann das Modul 12-V-Bleiakkus parallel mit anderen Modulen des gleichen Typs verbunden werden, ohne dass sich die Batterien in diesen Modulen gegenseitig entladen. Auf diese Weise können die Batterien in mehreren Modulen 12-V-Bleiakkus gleichzeitig mit nur einem Bleiakku-Lader geladen werden.

Verbinden Sie dazu Minusanschlüsse der Batterien in jedem Modul 12-V-Bleiakkus mit den Minusanschlüssen des Ladegeräts. Verbinden Sie dann den Parallelladeeingang jedes Moduls 12-V-Bleiakkus mit dem Pluspol des Ladegeräts. Folgen Sie dann den Anweisungen des Bleiakku-Ladegeräts, um den Ladevorgang durchzuführen.

Wartung

Um den Lebenszyklus der Akkus im Modul 12-V-Bleiakkus zu optimieren und Sulfierung zu verhindern, sollten die Akkus möglichst bald nach einem Entladezyklus wieder aufgeladen werden (d.h. nach Abschluss der Übungsaufgabe). Das Modul 12-V-Bleiakkus darf nicht über einen längeren Zeitraum mit entladenen Akkus gelagert werden.

Austausch der Batterie

Verwenden Sie stets Batterien des gleichen Typs mit den gleichen Nennstärken wie die ursprünglichen Batterien.

ACHTUNG
Das Gerätegehäuse muss geöffnet werden, um Zugang zu den Batterien zu erhalten. Der Austausch der Batterien muss von einem qualifizierten Techniker durchgeführt werden.

48-V-Bleiakkusatz (595059 und 8174051)

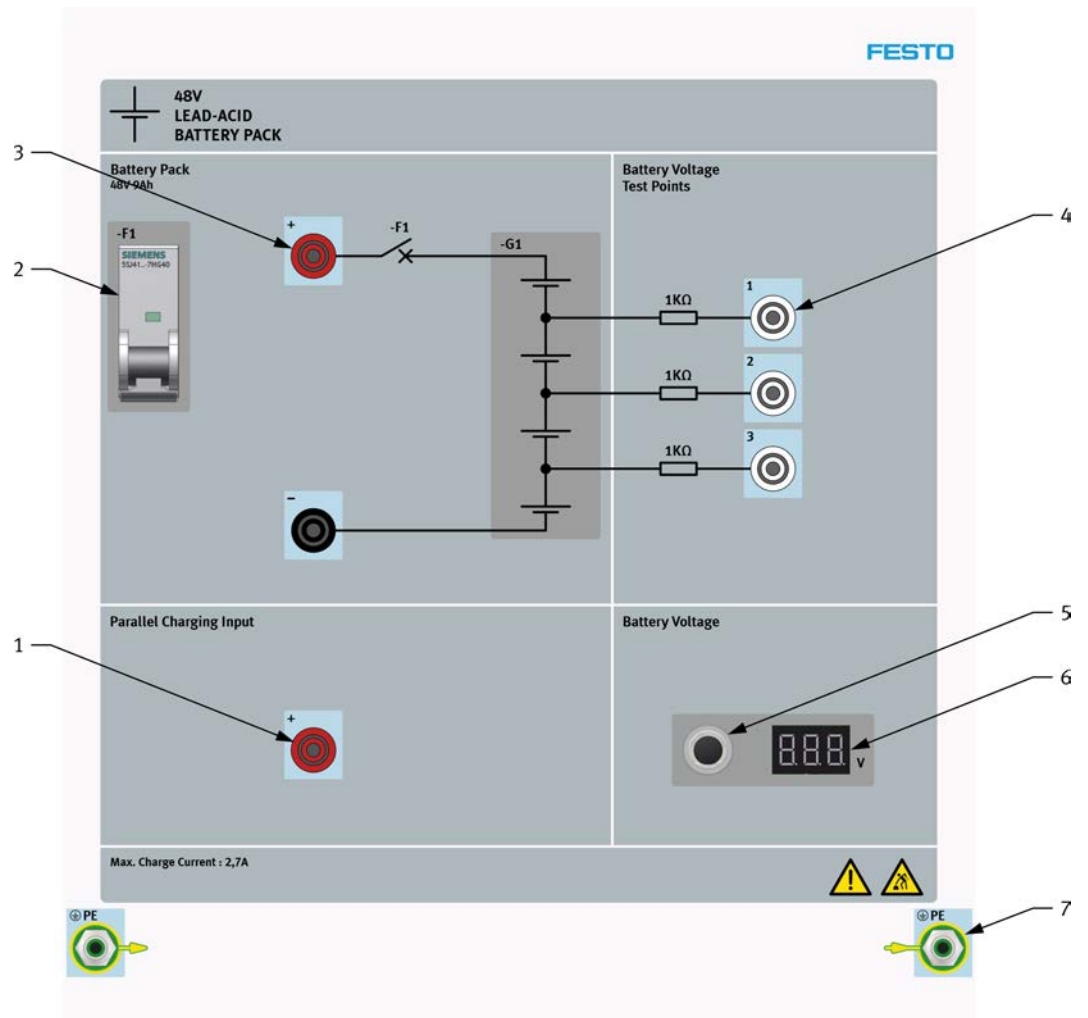


Abbildung 59: Frontplatte des 48-V-Bleiakkusatzes.

Tabelle 43: Beschreibung des 48-V-Bleiakkusatzes.

Nummer	Komponentenname
1	Parallelladeeingang
2	Einpoliger Leitungsschutzschalter, Klasse B, 10 A
3	Anschlüsse des Akkusatzes (Anschlüsse + und -)
4	Prüfpunkte für die Akkuspannung (Anschlüsse 1, 2 und 3)
5	Taster für den Akkuspannungstest
6	Akkuspannungsanzeige
7	Schutzerdungsanschlüsse (2)

	 WARNUNG
	Beim Laden eines Bleiakkusatzes in einem nicht belüfteten Bereich besteht Explosionsgefahr! • Beim Laden eines Bleiakkusatzes können explosive Gase entstehen. Dies kann eine Explosionsgefahr darstellen, wenn sich der Akkusatz in einem nicht belüfteten Bereich befindet. • Um die Explosionsgefahr zu verringern, muss der Akkusatz vor dem Laden in einen gut belüfteten Bereich gebracht werden. • Betreiben Sie niemals ein Bleiakku-Ladegerät, wenn die Belüftung im Bereich des Akkusatzes in irgendeiner Weise eingeschränkt ist. • In der Umgebung eines Akkusatzes, der geladen wird, darf nicht geraucht werden. Außerdem dürfen keine Funken oder Flammen erzeugt werden.

	 WARNUNG
	• Beim Laden eines unsymmetrischen Bleiakkusatzes besteht Explosions- bzw. Feuergefahr! • Das Laden eines Bleiakkusatzes mit unsymmetrischen Akkus kann zu übermäßiger Gasbildung und Überhitzung führen. Dies kann auf Dauer zum Ausfall von einem oder mehreren Akkus führen und eine Explosions- bzw. Feuergefahr darstellen. • Um das oben beschriebene Risiko zu minimieren, starten Sie den Ladevorgang und prüfen dann, dass die Spannungen über allen Akkus im Satz etwa gleich sind. • Beim Überladen eines Bleiakkusatzes besteht Explosions- bzw. Feuergefahr! • Das Überladen eines Bleiakkusatzes kann zu übermäßiger Gasbildung und Überhitzung führen. Dies kann auf Dauer zum Ausfall von einem oder mehreren Akkus führen und eine Explosions- bzw. Feuergefahr darstellen. Verwenden Sie daher immer ein Ladegerät, das zum Laden des Bleiakkusatzes geeignet ist, um ein Überladen zu verhindern.

Parallelladeeingang

Mithilfe des Parallelladeeingangs kann das 48-V-Bleiakkusatz parallel mit anderen Modulen des gleichen Typs verbunden werden, ohne dass sich die Akkusätze in diesen Modulen gegenseitig entladen. Auf diese Weise können mehrere Module 48-V-Bleiakkusatz gleichzeitig mit nur einem Bleiakku-Lader geladen werden. Verbinden Sie dazu den Minusanschluss von jedem 48-V-Bleiakkusatz mit dem Minusanschluss des Ladegeräts. Verbinden Sie dann den Parallelladeeingang von jedem 48-V-Bleiakkusatz mit dem Pluspol des Ladegeräts. Folgen Sie dann den Anweisungen des Bleiakku-Ladegeräts, um den Ladevorgang durchzuführen.

Wartung

Um den Lebenszyklus der Akkus im 48-V-Bleiakkusatz zu optimieren und Sulfierung zu verhindern, sollte der Akkusatz möglichst bald nach einem Entladezyklus wieder aufgeladen werden (d. h. nach Abschluss der Aufgabe). Der 48-V-Bleiakkusatz sollte nie über einen längeren Zeitraum mit entladenen Akkus gelagert werden.

Es wird außerdem empfohlen, alle drei Monate eine Ausgleichladung durchzuführen, um sicherzustellen, dass die vier Akkus im 48-V-Bleiakkusatz gleichmäßig geladen sind. Führen Sie dazu die folgende zweistufige Vorgehensweise durch, die vom Akkuteller empfohlen wird.

1. Entladen Sie den 48-V-Bleiakkusatz vollständig, d. h. bis zu einer Spannung von 38,4 V.
2. Laden Sie den 48-V-Bleiakkusatz während 24 Stunden mit einer Konstantspannung von 58,8 V auf, während Sie den Ladestrom auf einen Maximalwert von 2,7 A begrenzen.

Akkuaustausch

Verwenden Sie stets Akkus des gleichen Typs mit den gleichen Nennstärken wie die ursprünglichen Akkus. Die Akkus in einem Akkusatz sind symmetrisch, d. h. sie haben den gleichen Ladestatus (SOC). Außerdem unterliegen diese Akkus den gleichen Lade- und Entladezyklen, da sie in Reihe verbunden sind. Folglich sollten die Akkus in einem Akkusatz selbst nach zahlreichen Lade- und Entladezyklen symmetrisch bleiben. Um unsymmetrische Akkus in einem Satz zu vermeiden, sollten alle Akkus des Satzes gleichzeitig ausgetauscht werden.

ACHTUNG

Das Gerätegehäuse muss geöffnet werden, um Zugang zu den Akkus zu erhalten. Der Austausch der Akkus muss von einem qualifizierten Techniker durchgeführt werden.

Spezifikationen

Tabelle 44: Wichtigsten Spezifikationen des 48-V-Bleiakkusatzes.

Parameter	Unterparameter	Wert
Akkusatz	Typ	4 ventilgeregelte Bleiakkus
	Spannung	48 V (12 V für jeden Akku)
	Kapazität	9 Ah
	Maximaler Ladestrom	2,7 A
	Maximaler Entladestrom	7 A
	Parallelladeeingang	58 V maximal
Überstromschutz	Sicherung des Akkusatzes	10 A (nur 595059)
	Leitungsschutzschalter für den Akkusatz	10 A – 250 V (nur 8174051)

Parameter	Unterparameter	Wert
	Prüfpunkt- Begrenzungswiderstände (3)	1 k Ω
Abmessungen (H x B x T)		297 x 266 x 140 mm (11,69 x 10,47 x 5,51 in)
Gewicht		13,7 kg (30,2 lb)

Kommunikations-Gateway (595054)

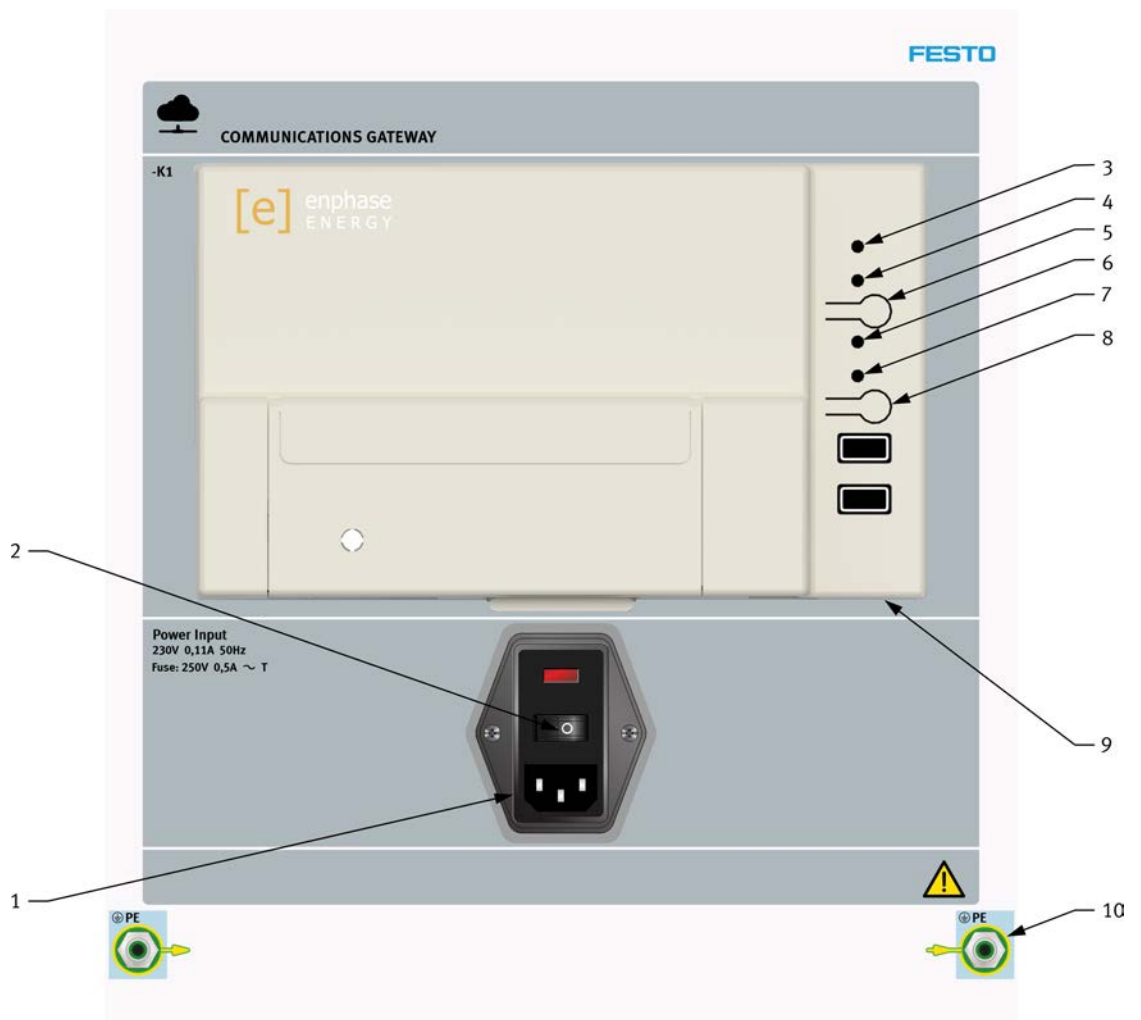


Abbildung 60: Frontplatte des Moduls Kommunikations-Gateways.

Tabelle 45: Beschreibung des Moduls Kommunikations-Gateways.

Nummer	Komponentenname
1	Netzanschluss mit Sicherungshalter
2	Hauptnetzscharter
3	LED-Anzeige Netzwerkkommunikation
4	LED-Anzeige Zugangspunkt Modus
5	Drucktaster Zugangspunkt Modus
6	LED-Anzeige Energieproduktion
7	LED-Anzeige Gerätekommunikation
8	Taste Gerätesuche
9	Ethernet-Anschlusstecker (Zugriff über die Unterseite des Gerätes möglich)
10	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Sicherungen auswechseln

Entfernen Sie das abziehbare Netzkabel vom Modul, um den Sicherungshalter öffnen zu können. Verwenden Sie nur die vorgeschriebenen Sicherungen mit der richtigen Nennstromstärke und Auslösecharakteristik.

Sanftstarter (8121090)

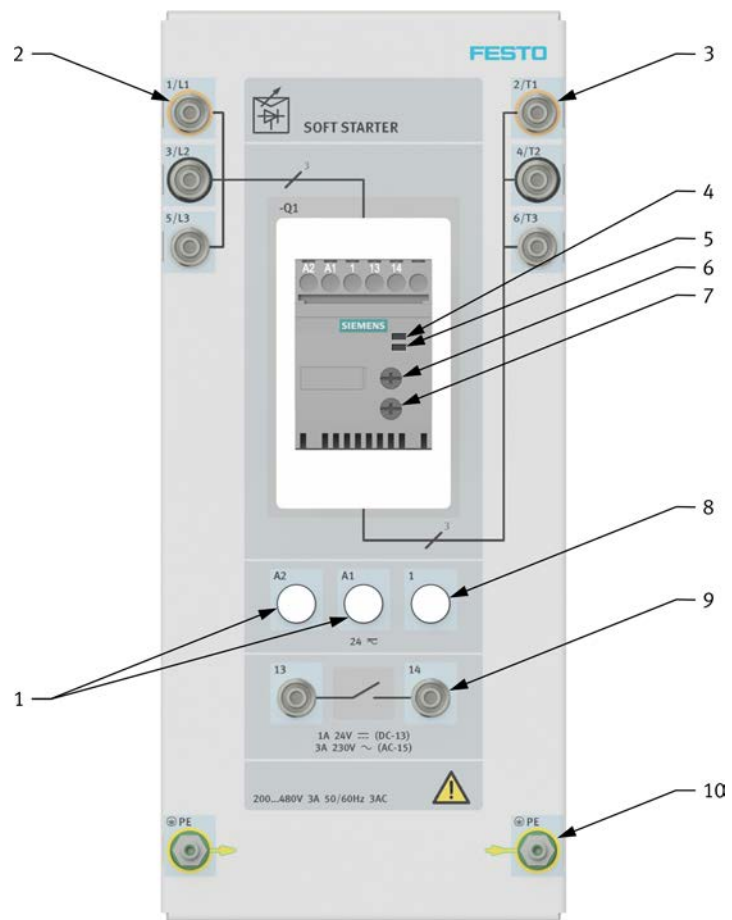


Abbildung 61: Frontplatte des Moduls Sanftstarter.

Tabelle 46: Beschreibung des Moduls Sanftstarter.

Nummer	Komponentenname
1	Steuerspannungseingang (Anschlüsse A1 und A2)
2	Dreiphasen-Wechselstrom-Netzeingangsanschlüsse (Anschlüsse 1/L1, 3/L2 und 5/L3)
3	Motorausgang (Anschlüsse 2/T1, 4/T2 und 6/T3)
4	LED-Anzeige DEVICE eingeschaltet.
5	LED-Anzeige STATE/BYPASSED/FAILURE
6	Einstellschraube für die Hochlaufzeit
7	Einstellschraube für die Startspannung
8	Steuereingang für Motor-Start/Stopp (Anschluss 1)
9	Hilfskontakt (Anschlüsse 13 und 14)
10	Schutzerdungsanschlüsse (2)

Instandhaltung der Geräte

Das Lehrgerät ist für die Sicherheit der Bediener und den langfristigen Betrieb ausgelegt. Trotzdem muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Geräte in gutem Zustand und somit sicher für den Bediener sind.

Der vorliegende Abschnitt enthält Anweisungen und Richtlinien für die Instandhaltung des Lehrgeräts.

	 VORSICHT
	Ausbilder und/oder das für die Laborausrüstung verantwortliche Personal müssen den Auszubildenden die folgenden Anweisungen und Richtlinien vermitteln, da sie eine wichtige Rolle dabei spielen, die Ausrüstung in einem guten Zustand zu erhalten.

Allgemeine Instandhaltung

Die Lehrgeräte erfordern keine spezielle Wartung. Allerdings muss vor jeder Laborübung eine Sichtprüfung durchgeführt werden. Falls ein Teil der Geräte beschädigt ist oder Anzeichen für Verschleiß aufweist, muss es ausgetauscht werden, um die Sicherheit der Bediener zu gewährleisten und weitere Schäden zu vermeiden.

Die Geräte enthalten keine vom Benutzer zu wartenden Teile, mit Ausnahme bestimmter Teile, die möglicherweise ersetzt werden müssen, wie Sicherungen, Knopfzellen, Batterien usw. Beim Öffnen oder Entfernen des Gerätegehäuses zum Austausch von Teilen können Sie gefährlichen Spannungen ausgesetzt werden. Versuchen Sie daher nicht, das Gerätegehäuse zu öffnen, um Teile auszutauschen. Lassen Sie Teile der Geräte von einem qualifizierten Techniker austauschen.

Instandhaltung von drehenden Maschinen

Neben den oben beschriebenen allgemeinen Wartungsanforderungen müssen die Kugellager der Umspannrollen (siehe die folgende Abbildung) von drehenden Maschinen regelmäßig geschmiert werden. Wenn einige Zeit seit der letzten Schmierung verstrichen ist, laufen die Kugellager der Umspannrollen einer drehenden Maschine hörbar lauter. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Kugellager geschmiert werden müssen. Schmieren Sie in diesem Fall die Kugellager der Umspannrollen mit einer kleinen Menge (ein paar Tropfen pro Kugellager) eines Schmieröls wie dem Mehrzweckschmieröl von 3-IN-ONE®. Damit verhindern Sie vorzeitigen Verschleiß der Kugellager und Schäden am Modul.

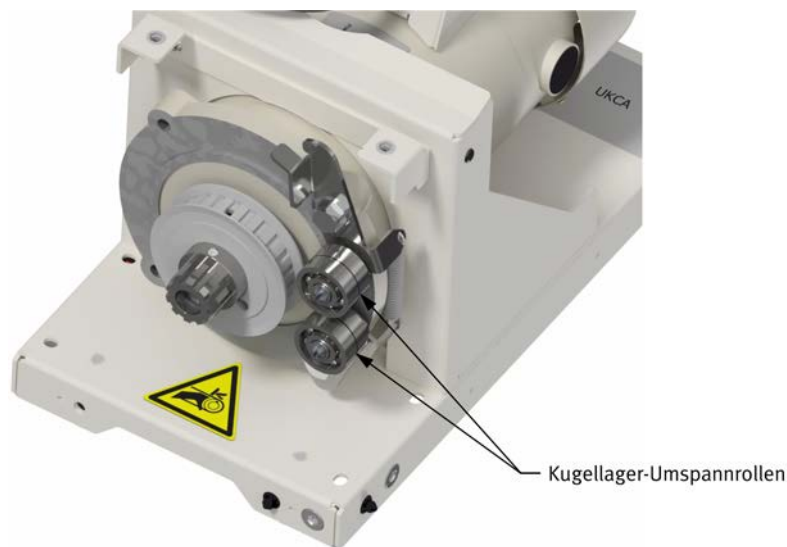


Abbildung 62: Die Kugellager der Umspannrollen von drehenden Maschinen müssen regelmäßig geschmiert werden.

Verbrauchsmaterialien und sonstige Ersatzteile

Verbrauchsmaterialien oder beschädigte Teile können ausgetauscht werden. Verwenden Sie ausschließlich Zubehörteile von Festo Didactic, um die Kompatibilität und Nachhaltigkeit der Geräte zu gewährleisten. Verfügbare Ersatz- und Zubehörteile sind nachstehend aufgeführt.

Tabelle 47: Anschlussleitungen.

Teil	Typ	Leistung	Bestell-Nr.
Verbindungsleitung	Sicherheits-verbindungsleitung 4 mm	50 mm, 1000 V CAT II, 16 A	572103
		300 mm, 1000 V CAT II, 16 A	572105
		500 mm, 1000 V CAT II, 16 A	572109
		1000 mm, 1000 V CAT II, 16 A	572113
		1500 mm, 1000 V CAT II, 16 A	572117
	Verbindungsleitung 2 mm	100 mm, 500 V CAT II, 5 A	574200

Teil	Typ	Leistung	Bestell-Nr.
		200 mm, 500 V CAT II, 5 A	574203
		300 mm, 500 V CAT II, 5 A	574204
		500 mm, 500 V CAT II, 5 A	574205

Tabelle 48: Schutzerdungsleiter.

Teil	Typ	Leistung	Bestell-Nr.
Schutzerdungsleiter	Schutzerdungsleiter 6 mm (POAG)	100 mm Draht mit 4 mm ² Querschnitt	8067504
		400 mm Draht mit 4 mm ² Querschnitt	8067505
		1500 mm Draht mit 4 mm ² Querschnitt	8067506

Tabelle 49: Maschinenzubehör und Ersatzteile.

Teil	Typ	Leistung	Bestell-Nr.
Direkte Kopplung	Gummi, Hülse	Durchmesser 38 mm, Länge 44 mm	792271
Zahnriemen	Gummi, verzahnt	12,5 mm x 638 mm, 67 Zähne	793140
Zahnriemen	Gummi, verzahnt	12,5 mm x 676 mm, 72 Zähne	793141
Schutzabdeckung	Autarke Maschine	–	794193
Schutzabdeckung	Maschinen in Reihe	–	794194
Schutzabdeckung	Maschinen nebeneinander	–	794195
Führungsstift	Rund, abgeschrägtes Ende	–	793142

Tabelle 50: Sonstiges Modulzubehör und Teile.

Teil	Typ	Leistung	Bestell-Nr.
48-V-Gleichstromlampen			
Glühbirne	Glühlampe	48 V, DC, 60 W	791966
Glühbirne	LED	48 V, DC, 10 W	793127
230-V-Wechselstromlampen			
Glühbirne	Glühlampe	230 V, 50/60 Hz, 60 W	793126
Glühbirne	Kompaktleuchtstofflampe	230 V, 50/60 Hz, 12 W	791954
Glühbirne	LED	230 V, 50/60 Hz, 10 W	791955

Teil	Typ	Leistung	Bestell-Nr.
Windturbinengenerator mit Steuereinheit			
Netzanschlussleitung	Außen/Außen	24 V, 3 A	772037
Drehstromversorgung und Sicherheitseinrichtung			
Schlüssel für Siemens Ronis-Schlüsselschalter	Schloss Nr. SB30	–	791795
230-V-Wechselstromversorgung			
Abziehbares Stromkabel	Verbinder C13, Stecker C14	250 V, 10 A	792617
24-V-Wechselstromversorgung			
Abziehbares Stromkabel	Verbinder C13, Stecker C14	250 V, 10 A	792617
Netzanschlussleitung	Außen/Außen	24 V, 3 A	772037
Solarmodul-Prüfstand			
Glühbirne	Halogenlampe, T3-Form	240 V, 300 W	783697
Abziehbares Stromkabel	Verbinder C13, Stecker C14	250 V, 10 A	792617
Monokristallines Siliziumsolarmodul			
Thermometerzelle	Taster, Nr. 357	1,55 V, 175 mAh	790260
12-V-Bleiakkus			
Akku	Ventilgeregelter Bleiakku (VLRA)	12 V, 2,3 Ah	782998
48-V-Bleiakkusatz			
Akku	Ventilgeregelter Bleiakku (VLRA)	12 V, 9,0 Ah	786316
Synchronisierungslampen und Schütz			

Teil	Typ	Leistung	Bestell-Nr.
Leuchte	T-3 ¼, Miniatur-Bajonettsockel	28 V, 2,3 W	780674
Kommunikations-Gateway			
Abziehbares Stromkabel	Verbinder C13, Stecker C14	250 V, 10 A	792617
Sicherung	3AG, flink	250 V, 0,5 A	789245
Ethernetkabel	Kategorie 5e, RJ-45-Steckverbinder	3 m	776778
Vier-Quadranten-Spannungsversorgungs- und Dynamometersteuerung			
Abziehbares Stromkabel	Verbinder C13, Stecker C14	250 V, 10 A	792617
Sicherung	Bleifrei 3AG, träge	250 V, 3 A	765139
USB-Kabel	USB 2,0, AB	1,82 m	782988
Mess- und Steuerinterface			
Sicherung	Bleifrei 3AG, träge	250 V, 5 A	780770
Netzanschlussleitung	Außen/Außen	24 V, 3 A	772037
USB-Kabel	USB 2,0, AB	1,82 m	782988

ACHTUNG

- Bevor Sie eine durchgebrannte Sicherung ersetzen, ermitteln und beheben Sie das Problem, das den Überstrom verursacht hat.
- Ersetzen Sie eine durchgebrannte Sicherung immer durch eine genau typgleiche Sicherung. Wenn Sie den falschen Sicherungstyp verwenden, kann dies zu Schäden an den Geräten oder zu Verletzungen führen.

Entsorgung des Lehrgeräts

Entsorgen Sie das Lehrgerät nicht mit dem normalen Müll: Es enthält elektrische und elektronische Bauteile. Das Produkt muss fachmännisch zerlegt werden. Jedes Bauteil

muss nach den vor Ort geltenden gesetzlichen Vorschriften recycelt oder entsorgt werden.

Der Eigentümer ist dafür verantwortlich, Vorkehrungen für das Recycling und die sichere Entsorgung der Geräte zu treffen.

Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE):

- Nach den europäischen Vorschriften dürfen gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte nicht mehr als unsortierter Abfall entsorgt werden. Das Symbol der Abfalltonne auf Rädern weist auf die Notwendigkeit der getrennten Sammlung hin. Helfen auch Sie mit beim Umweltschutz und sorgen dafür, dieses Gerät, wenn Sie es nicht mehr nutzen, in die hierfür vorgesehenen Systeme der Getrenntsammlung zu geben. RICHTLINIE 2012/19/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 04. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte.



Das Vorhandensein dieses Symbols auf dem Gerät weist auf die Notwendigkeit einer getrennten Sammlung hin.

Instandhaltung und Entsorgung von Batterien

Die Batterien des Lehrgeräts dürfen nicht über einen längeren Zeitraum entladen oder unbenutzt bleiben. Wenn die Batterien nicht genutzt werden, müssen sie alle sechs Monate aufgeladen werden.

Batterien dürfen nicht in übermäßig beheizten Räumen aufbewahrt werden. Eine Batterie darf nicht verwendet werden, wenn sie Anzeichen von Beschädigung wie ein gerissenes oder aufgequollenes Gehäuse, korrodierte oder beschädigte Anschlüsse aufweist.

ACHTUNG

Batterien und Akkus dürfen nicht in den Hausmüll. Jeder Verbraucher ist gesetzlich verpflichtet, alle Batterien und Akkus, egal ob sie Schadstoffe enthalten oder nicht, bei einer Sammelstelle seiner Gemeinde/seines Stadtteils oder im Handel abzugeben, damit sie einer umweltschonenden Entsorgung zugeführt werden können. Batterien und Akkus bitte nur in entladetem Zustand abgeben.

Reinigung

Verwenden Sie zum Reinigen der Frontplatte und des Gehäuses des Lehrgeräts ein weiches Tuch und eine Lösung aus einem milden Reinigungsmittel und Wasser. Die Lösung darf nicht direkt auf die Oberflächen der Module aufgetragen werden. Stattdessen muss das weiche Tuch damit benetzt werden.

ACHTUNG

Sofern nicht anderslautend angegeben, dürfen keine abrasiven Substanzen oder Lösungsmittel zum Reinigen der Teile des Lehrgeräts verwendet werden.

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
Vereinigten Staaten
Tel.: +1 732 938-2000
Kostenlos: +1-800-522-8658
services.didactic@festo.com

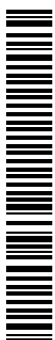
CA Hersteller:

Festo Didactic Ltée/Ltd
675, rue du Carbone
Québec (Québec) G2N 2K7
Canada
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



000059515000000000100