

Betriebsanleitung

EL 9000 B

Elektronische DC-Last



Achtung! Diese Anleitung gilt nur für Geräte mit einer Firmware ab „KE: 2.32“ oder „KE: 2.15 (GPIB)“, sowie „HMI: 2.21“ und „DR: 1.6.8“.



Doc ID: EL9BDE
Revision: 10
Date: 12/2022



INHALT

1 ALLGEMEINES

1.1	Zu diesem Dokument	5
1.1.1	Aufbewahrung und Verwendung	5
1.1.2	Urheberschutz (Copyright)	5
1.1.3	Geltungsbereich	5
1.1.4	Symbole und Hinweise	5
1.2	Gewährleistung und Garantie	5
1.3	Haftungsbeschränkungen	5
1.4	Entsorgung des Gerätes	6
1.5	Produktschlüssel	6
1.6	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
1.7	Sicherheit	7
1.7.1	Sicherheitshinweise	7
1.7.2	Verantwortung des Bedieners	8
1.7.3	Pflichten des Betreibers	8
1.7.4	Anforderungen an das Bedienpersonal	8
1.7.5	Alarmsignale	9
1.8	Technische Daten	9
1.8.1	Zulässige Betriebsbedingungen	9
1.8.2	Allgemeine technische Daten	9
1.8.3	Spezifische technische Daten	10
1.8.4	Ansichten (3U-Modelle)	18
1.8.5	Ansichten (6U-Modelle)	21
1.8.6	Bedienelemente	24
1.9	Aufbau und Funktion	25
1.9.1	Allgemeine Beschreibung	25
1.9.2	Blockdiagramm	25
1.9.3	Lieferumfang	26
1.9.4	Zubehör	26
1.9.5	Optionen	26
1.9.6	Die Bedieneinheit (HMI)	27
1.9.7	USB-Port Typ B (Rückseite)	30
1.9.8	Steckplatz für Schnittstellenmodule	30
1.9.9	Analogschnittstelle	30
1.9.10	Share-Bus-Anschluß	31
1.9.11	Sense-Anschluß (Fernfühlung)	31
1.9.12	Master-Slave-Bus	31
1.9.13	GPIO-Port (optional)	31

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1	Transport und Lagerung	32
2.1.1	Transport	32
2.1.2	Verpackung	32
2.1.3	Lagerung	32
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle	32
2.3	Installation	32
2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch	32
2.3.2	Vorbereitung	33
2.3.3	Aufstellung des Gerätes	33

2.3.4	Anschließen von DC-Quellen (3U-Modelle)	34
2.3.5	Anschließen von DC-Quellen (6U-Modelle)	35
2.3.6	Erdung des DC-Eingangs	36
2.3.7	Anschließen des „Share-Bus“	36
2.3.8	Anschließen der Fernfühlung	37
2.3.9	Anschließen des USB-Ports (Rückseite)	37
2.3.10	Installation eines Schnittstellenmoduls	38
2.3.11	Anschließen der analogen Schnittstelle	38
2.3.12	Erstinbetriebnahme	39
2.3.13	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung	39

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1	Personenschutz	40
3.2	Regelungsarten	40
3.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung	40
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	41
3.2.3	Widerstandsregelung/Konstantwiderstand	41
3.2.4	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung	41
3.2.5	Regelverhalten und Stabilitätskriterium	42
3.3	Alarmzustände	43
3.3.1	Power Fail	43
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature)	43
3.3.3	Überspannung (Overvoltage)	43
3.3.4	Überstrom (Overcurrent)	43
3.3.5	Überleistung (Overpower)	43
3.4	Manuelle Bedienung	44
3.4.1	Einschalten des Gerätes	44
3.4.2	Ausschalten des Gerätes	44
3.4.3	Konfiguration im MENU	44
3.4.4	Einstellgrenzen („Limits“)	51
3.4.5	Bedienart wechseln	51
3.4.6	Sollwerte manuell einstellen	52
3.4.7	Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln	53
3.4.8	Die Meßleisten	53
3.4.9	DC-Eingang ein- oder ausschalten	54
3.4.10	Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)	54
3.5	Fernsteuerung	56
3.5.1	Allgemeines	56
3.5.2	Bedienorte	56
3.5.3	Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle	56
3.5.4	Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)	58
3.6	Alarmer und Überwachung	62
3.6.1	Begriffsdefinition	62
3.6.2	Gerätealarme und Events handhaben	62
3.7	Bedieneinheit (HMI) sperren	65

3.8	Einstellgrenzen (Limits) sperren.....	65
3.9	Nutzerprofile laden und speichern	66
3.10	Der Funktionsgenerator.....	67
3.10.1	Einleitung.....	67
3.10.2	Allgemeines.....	67
3.10.3	Arbeitsweise	68
3.10.4	Manuelle Bedienung.....	68
3.10.5	Sinus-Funktion	69
3.10.6	Dreieck-Funktion	70
3.10.7	Rechteck-Funktion.....	70
3.10.8	Trapez-Funktion	71
3.10.9	DIN 40839-Funktion.....	71
3.10.10	Arbiträr-Funktion	72
3.10.11	Rampen-Funktion	76
3.10.12	UI- und IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)....	76
3.10.13	Batterietest-Funktion.....	78
3.10.14	MPP-Tracking-Funktion.....	80
3.10.15	Fernsteuerung des Funktionsgenerators....	83
3.11	Weitere Anwendungen	84
3.11.1	Parallelschaltung als Master-Slave (MS)....	84
3.11.2	Reihenschaltung	87
3.11.3	Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB).....	88

4 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

4.1	Wartung / Reinigung	90
4.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .	90
4.2.1	Defekte Netzsicherung tauschen	90
4.2.2	Firmware-Aktualisierungen.....	90
4.3	Nachjustierung (Kalibrierung).....	91
4.3.1	Einleitung.....	91
4.3.2	Vorbereitung	91
4.3.3	Abgleichvorgang	91

5 SERVICE & SUPPORT

5.1	Reparaturen	93
5.2	Kontaktmöglichkeiten	93

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument

1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

Dieses Dokument ist für den späteren Gebrauch und stets in der Nähe des Gerätes aufzubewahren und dient zur Erläuterung des Gebrauchs des Gerätes. Bei Standortveränderung und/oder Benutzerwechsel ist dieses Dokument mitzuliefern und bestimmungsgemäß anzubringen bzw. zu lagern.

1.1.2 Urheberrecht (Copyright)

Veränderung, sowie ganz oder auszugsweise, zweckentfremdete Verwendung dieses PDF-Dokuments sind nicht gestattet und können bei Zuwiderhandlung rechtliche Schritte nach sich ziehen.

1.1.3 Geltungsbereich

Diese Betriebsanleitung gilt für folgende Geräte, sowie für deren Varianten:

Model	Artikelnr.
EL 9080-170 B	33 200 260
EL 9200-70 B	33 200 261
EL 9360-40 B	33 200 262
EL 9500-30 B	33 200 263
EL 9750-20 B	33 200 264
EL 9080-340 B	33 200 265
EL 9200-140 B	33 200 266

Model	Artikelnr.
EL 9360-80 B	33 200 267
EL 9500-60 B	33 200 268
EL 9750-40 B	33 200 269
EL 9080-510 B	33 200 270
EL 9250-210 B	33 200 271
EL 9360-120 B	33 200 272
EL 9500-90 B	33 200 273

Model	Artikelnr.
EL 9750-60 B	33 200 274
EL 9080-1020 B	33 200 275
EL 9200-420 B	33 200 276
EL 9360-240 B	33 200 277
EL 9500-180 B	33 200 278
EL 9750-120 B	33 200 279

1.1.4 Symbole und Hinweise

Warn- und Sicherheitshinweise, sowie allgemeine Hinweise in diesem Dokument sind stets in einer umrandeten Box und mit einem Symbol versehen:

	Hinweissymbol für eine lebensbedrohliche Gefahr
	Hinweissymbol für allgemeine Sicherheitshinweise (Gebote und Verbote zur Schadensverhütung)
	<i>Allgemeiner Hinweis</i>

1.2 Gewährleistung und Garantie

Elektro-Automatik garantiert die Funktionsfähigkeit der Geräte im Rahmen der ausgewiesenen Leistungsparameter. Die Gewährleistungsfrist beginnt mit der mängelfreien Übergabe.

Die Garantiebestimmungen sind den allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der EA Elektro-Automatik GmbH entnehmen.

1.3 Haftungsbeschränkungen

Alle Angaben und Hinweise in dieser Anleitung wurden unter Berücksichtigung geltender Normen und Vorschriften, des Stands der Technik sowie unserer langjährigen Erkenntnisse und Erfahrungen zusammengestellt. Elektro-Automatik übernimmt keine Haftung für Schäden aufgrund:

- Nicht bestimmungsgemäßer Verwendung
- Einsatz von nicht ausgebildetem und nicht unterwiesenem Personal
- Eigenmächtiger Umbauten
- Technischer Veränderungen
- Verwendung nicht zugelassener Ersatzteile

Der tatsächliche Lieferumfang kann bei Sonderausführungen, der Inanspruchnahme zusätzlicher Bestelloptionen oder aufgrund neuester technischer Änderungen von den hier beschriebenen Erläuterungen und Darstellungen abweichen.

1.4 Entsorgung des Gerätes

Ein Gerät, das zur Entsorgung vorgesehen ist, muß laut europaweit geltenden Gesetzen und Verordnungen (ElektroG, WEEE) von Elektro-Automatik zurückgenommen und entsorgt werden, sofern der Betreiber des Gerätes oder ein von ihm Beauftragter das nicht selbst erledigt. Unsere Geräte unterliegen diesen Verordnungen und sind dementsprechend mit diesem Symbol gekennzeichnet:



1.5 Produktschlüssel

Aufschlüsselung der Produktbezeichnung auf dem Typenschild anhand eines Beispiels:

EL 9360 - 40 B 3U zzz

	Feld zur Kennzeichnung installierter Optionen und/oder Sondermodelle
	Einbauhöhe in HE: 3U = 3 HE
	Ausführung/Bauweise: B = Zweite Generation
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt
	Serienkennzeichnung: 9 = Serie 9000
	Typkennzeichnung: EL = Electronic Load (Elektronische Last), immer programmierbar



Sondergeräte sind stets Varianten von Standardmodellen und können von der Bezeichnung abweichende Eingangsspannungen und -ströme haben.

1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Gerät ist, sofern ein Netzgerät bzw. Batterielader, ausschließlich für den Gebrauch als variable Spannungs- oder Stromquelle oder, sofern eine elektronische Last, als variable Stromsenke bestimmt.

Typisches Anwendungsgebiet für ein Netzgerät ist die DC-Stromversorgung von entsprechenden Verbrauchern aller Art, für ein Batterieladegerät die Aufladung von diversen Batterietypen, sowie für elektronische Lasten der Ersatz eines ohmschen Widerstands in Form einer einstellbaren DC-Stromsenke zwecks Belastung von entsprechenden Spannungs- und Stromquellen aller Art.



- Ansprüche jeglicher Art wegen Schäden aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung sind ausgeschlossen
- Für alle Schäden durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung haftet allein der Betreiber

1.7 Sicherheit

1.7.1 Sicherheitshinweise

Lebensgefahr - Gefährliche Spannung



- Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsweise bestimmte Teile unter teils gefährlicher Spannung. Daher sind alle spannungsführenden Teile abzudecken!
- Alle Arbeiten an den Anschlussklemmen müssen im spannungslosen Zustand des Gerätes erfolgen (DC-Eingang nicht verbunden mit Spannungsquellen) und dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die mit den Gefahren des elektrischen Stroms vertraut sind oder unterrichtet wurden! Unsachgemäßer Umgang mit diesen Geräten kann zu tödlichen Verletzungen, sowie erheblichen Sachschäden führen.
- Berühren Sie die Kontakte am Netzkabel oder der Netzanschlußbuchse nie direkt nach dem Entfernen des Kabels aus der Steckdose oder dem Hauptanschluß, da die Gefahr eines Stromschlags besteht!
- Es kann aufgrund von geladenen X-Kondensatoren gefährliches Potential zwischen DC-Minus und PE bzw. DC-Plus und PE bestehen bzw. entstehen, auch wenn das Gerät nicht mehr eingeschaltet und von der Quelle getrennt wurde. Das Potential baut sich nur langsam oder gar nicht ab.



- Das Gerät ist ausschließlich seiner Bestimmung gemäß zu verwenden!
- Das Gerät ist nur für den Betrieb innerhalb der auf dem Typenschild angegebenen Anschlußwerte und technischen Daten zugelassen.
- Führen Sie keine mechanischen Teile, insbesondere aus Metall, durch die Lüftungsschlitze in das Gerät ein.
- Vermeiden Sie die Verwendung von Flüssigkeiten aller Art in der Nähe des Gerätes, diese könnten in das Gerät gelangen. Schützen Sie das Gerät vor Nässe, Feuchtigkeit und Kondensation.
- Für Netzgeräte und Batterielader: Schließen Sie Verbraucher, vor allem niederohmige, nie bei eingeschaltetem Leistungsausgang an, es können Funken und dadurch Verbrennungen an den Händen, sowie Beschädigungen am Gerät und am Verbraucher entstehen!
- Für elektronische Lasten: Schließen Sie Spannungsquellen nie bei eingeschaltetem Leistungseingang an, es können Funken und dadurch Verbrennungen an den Händen, sowie hohe Spannungsspitzen und Beschädigungen am Gerät und an der Quelle entstehen!
- Um Schnittstellenkarten oder -module in dem dafür vorgesehenen Einschub (Slot) zu bestücken, müssen die einschlägigen ESD –Vorschriften beachtet werden.
- Nur im ausgeschalteten Zustand darf eine Schnittstellenkarte bzw. -modul aus dem Einschub herausgenommen oder bestückt werden. Eine Öffnung des Gerätes ist nicht erforderlich.
- Keine externen Spannungsquellen mit umgekehrter Polarität am DC-Ausgang bzw. DC-Eingang anschließen! Das Gerät wird dadurch beschädigt.
- Für Netzgeräte: Möglichst keine externen Spannungsquellen am DC-Ausgang anschließen, jedoch auf keinen Fall welche, die eine höhere Spannung erzeugen können als die Nennspannung des Gerätes.
- Für elektronische Lasten: keine Spannungsquelle am DC-Eingang anschließen, die eine Spannung erzeugen kann, die höher ist als 120% der Nenneingangs-Spannung der Last. Das Gerät ist gegen Überspannungen nicht geschützt, diese können das Gerät zerstören.
- Niemals Netzkabel, die mit dem Ethernet oder dessen Komponenten verbunden sind, in die Master-Slave-Buchsen auf der Rückseite stecken!
- Konfigurieren Sie Schutzfunktionen gegen Überstrom usw., die das Gerät für die anzuschließende Quelle bietet, stets passend für die jeweilige Anwendung!

1.7.2 Verantwortung des Bedieners

Das Gerät befindet sich im gewerblichen Einsatz. Das Personal unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit. Neben den Warn- und Sicherheitshinweisen in dieser Anleitung müssen die für den Einsatzbereich gültigen Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden. Insbesondere gilt, daß die das Gerät bedienenden Personen:

- sich über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informieren.
- die zugewiesenen Zuständigkeiten für die Bedienung, Wartung und Reinigung des Gerätes ordnungsgemäß wahrnehmen.
- vor Arbeitsbeginn die Betriebsanleitung vollständig gelesen und verstanden haben.
- die vorgeschriebenen und empfohlenen Schutzausrüstungen anwenden.

Weiterhin ist jeder an dem Gerät Beschäftigte in seinem Zuständigkeitsumfang dafür verantwortlich, daß das Gerät stets in technisch einwandfreiem Zustand ist.

1.7.3 Pflichten des Betreibers

Betreiber ist jede natürliche oder juristische Person, die das Gerät nutzt oder Dritten zur Anwendung überläßt und während der Nutzung für die Sicherheit des Benutzers, des Personals oder Dritter verantwortlich ist.

Das Gerät wird im gewerblichen Bereich eingesetzt. Der Betreiber des Gerätes unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit. Neben den Warn- und Sicherheitshinweisen in dieser Anleitung müssen die für den Einsatzbereich des Gerätes gültigen Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden. Insbesondere muß der Betreiber:

- sich über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informieren.
- durch eine Gefährdungsbeurteilung mögliche zusätzliche Gefahren ermitteln, die sich durch die speziellen Anwendungsbedingungen am Einsatzort des Gerätes ergeben.
- in Betriebsanweisungen die notwendigen Verhaltensanforderungen für den Betrieb des Gerätes am Einsatzort umsetzen.
- während der gesamten Einsatzzeit des Gerätes regelmäßig prüfen, ob die von ihm erstellten Betriebsanweisungen dem aktuellen Stand der Regelwerke entsprechen.
- die Betriebsanweisungen, sofern erforderlich, an neue Vorschriften, Standards und Einsatzbedingungen anpassen.
- die Zuständigkeiten für die Installation, Bedienung, Wartung und Reinigung des Gerätes eindeutig und unmißverständlich regeln.
- dafür sorgen, daß alle Mitarbeiter, die an dem Gerät beschäftigt sind, die Betriebsanleitung gelesen und verstanden haben. Darüber hinaus muß er das Personal in regelmäßigen Abständen im Umgang mit dem Gerät schulen und über die möglichen Gefahren informieren.
- dem mit Arbeiten an dem Gerät beauftragten Personal die vorgeschriebenen und empfohlenen Schutzausrüstungen bereitstellen.

Weiterhin ist der Betreiber dafür verantwortlich, daß das Gerät stets in einem technisch einwandfreien Zustand ist.

1.7.4 Anforderungen an das Bedienpersonal

Jegliche Tätigkeiten an Geräten dieser Art dürfen nur Personen ausüben, die ihre Arbeit ordnungsgemäß und zuverlässig ausführen können und den jeweils benannten Anforderungen entsprechen.

- Personen, deren Reaktionsfähigkeit beeinflusst ist, z. B. durch Drogen, Alkohol oder Medikamente, dürfen keine Arbeiten ausführen.
- Beim Personaleinsatz immer die am Einsatzort geltenden alters- und berufsspezifischen Vorschriften beachten.



Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!

Unsachgemäßes Arbeiten kann zu Personen- und Sachschäden führen. Jegliche Tätigkeiten dürfen nur Personen ausführen, welche die erforderliche Ausbildung, das notwendige Wissen und die Erfahrung dafür besitzen.

Als **unterwiesenes Personal** gelten Personen, die vom Betreiber über die ihnen übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren ausführlich und nachweislich unterrichtet wurden.

Als **Fachpersonal** gilt, wer aufgrund seiner beruflichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen in der Lage ist, die übertragenen Arbeiten ordnungsgemäß auszuführen, mögliche Gefahren selbständig zu erkennen und Personen- oder Sachschäden zu vermeiden.

1.7.5 Alarmsignale

Das Gerät bietet verschiedene Möglichkeiten der Signalisierung von Alarmsituationen, jedoch nicht von Gefahrensituationen. Die Signalisierung kann optisch (auf der Anzeige als **Text**), akustisch (Piezosummer) oder elektronisch (Pin/Meldeausgang an einer analogen Schnittstelle) erfolgen. Alle diese Alarme bewirken die Abschaltung des DC-Eingangs.

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal OT (OverTemperature)	• Überhitzung des Gerätes • DC-Eingang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal OVP (OverVoltage)	• Überspannungsabschaltung des DC-Eingangs erfolgt, wenn überhöhte Spannung auf den DC-Eingang des Gerätes gelangt • Kritisch! Gerät könnte beschädigt sein
Signal OCP (OverCurrent)	• Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohen Strom
Signal OPP (OverPower)	• Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohe Leistung
Signal PF (Power Fail)	• Abschaltung des DC-Eingangs wegen Netzunterspannung oder interner Defekt • Kritisch bei Netzüberspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

- Verwendung nur in trockenen Innenräumen mit normal belasteter Umgebungsluft
- Umgebungstemperaturbereich: 0...50 °C
- Betriebshöhe: max. 2000 m über NN
- Max. 80% Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend

1.8.2 Allgemeine technische Daten

Ausführung der Anzeige: Farbiger TFT-Touchscreen mit Gorillaglas, 4.3", 480 x 272 Punkte, kapazitiv

Bedienelemente: 2 Drehknöpfe mit Tastfunktion, 1 Drucktaste

Die Nennwerte des Gerätes bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

1.8.3 Spezifische technische Daten

Bis 2400 W	Modell				
	EL 9080-170 B	EL 9200-70 B	EL 9360-40 B	EL 9500-30 B	EL 9750-20 B
Netzversorgung					
Netzspannung	90...264 V AC				
Netzanschluß	Steckdose				
Netzfrequenz	45...65 Hz				
Netzsicherung	T 6,3 A				
Leistungsaufnahme	Max. 45 W				
Ableitstrom	< 3,5 mA				
Einschaltstrom bei 230 V	Ca. 23 A				
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung Spitze P_{Spitze}	2400 W	2000 W	1800 W	1200 W	1200 W
Eingangsleistung Dauer $P_{\text{Dauer}}^{(2)}$	1500 W	1500 W	1500 W	1200 W	1200 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	170 A	70 A	40 A	30 A	20 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	Ca. 2,2 V	Ca. 2 V	Ca. 2 V	Ca. 6,5 V	Ca. 5,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 30 ppm				
Leistungsreduktion (Derating)	Ca. 19 W/°K				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Stabilität bei ΔI	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$)	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$				
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...173,4 A	0...71,4 A	0...40,8 A	0...30,6 A	0...20,4 A
Stabilität bei ΔU	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$)	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,1\% I_{\text{Nenn}}$				
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	$< 23 \mu\text{s}$	$< 40 \mu\text{s}$	$< 24 \mu\text{s}$	$< 22 \mu\text{s}$	$< 18 \mu\text{s}$
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	$< 46 \mu\text{s}$	$< 42 \mu\text{s}$	$< 38 \mu\text{s}$	$< 29 \mu\text{s}$	$< 40 \mu\text{s}$
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$)	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\% P_{\text{Spitze}}$				
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,045...15,3 Ω	0,25...86,7 Ω	0,8...275,4 Ω	1,5...510 Ω	3,5...1122 Ω
Genauigkeit (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$) ⁽⁴⁾	$\leq 1\%$ vom Widerstandsendwert + 0,3% von Stromnennwert				
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				

(1) Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert am DC-Eingang des Gerätes.

(2) Bei 21°C Umgebungstemperatur

(3) Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Eingang

(4) Inkludiert die Genauigkeit des angezeigten Istwertes

Bis 2400 W	Modell				
	EL 9080-170 B	EL 9200-70 B	EL 9360-40 B	EL 9500-30 B	EL 9750-20 B
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT, OVP, OCP, OPP, PF, DC ein/aus				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. ± 400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x Master-Slave-Bus				
Steckplatz für digitale Module	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz				
Vorderseite	USB-A				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19" x 3 HE x 461 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 133 mm x 568 mm				
Normen	EN 61010-1:2020 + A1:2019 + AC:2019 EN 61326-1:2013, EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020, Klasse B				
Gewicht	≈ 9 kg	≈ 9 kg	≈ 9 kg	≈ 9 kg	≈ 9 kg
Artikelnummer	33200260	33200261	33200262	33200263	33200264

(1 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“)

Bis 4800 W	Modell				
	EL 9080-340 B	EL 9200-140 B	EL 9360-80 B	EL 9500-60 B	EL 9750-40 B
Netzversorgung					
Netzspannung	90...264 V AC				
Netzanschluß	Steckdose				
Netzfrequenz	45...65 Hz				
Netzsicherung	T 6,3 A				
Leistungsaufnahme	Max. 90 W				
Ableitstrom	< 3,5 mA				
Einschaltstrom bei 230 V	Ca. 46 A				
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung Spitze P_{Spitze}	4800 W	4000 W	3600 W	2400 W	2400 W
Eingangsleistung Dauer $P_{Dauer}^{(2)}$	3000 W	3000 W	3000 W	2400 W	2400 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	340 A	140 A	80 A	60 A	40 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	Ca. 2,2 V	Ca. 2 V	Ca. 2 V	Ca. 6,5 V	Ca. 5,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 30 ppm				
Leistungsreduktion (Derating)	Ca. 38 W/°K				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Stabilität bei ΔI	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei $23 \pm 5^\circ C$)	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,1\%$				
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...346,8 A	0...142,8 A	0...81,6 A	0...61,2 A	0...40,8 A
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei $23 \pm 5^\circ C$)	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,1\%$				
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 μs	< 40 μs	< 24 μs	< 22 μs	< 18 μs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 μs	< 42 μs	< 38 μs	< 29 μs	< 40 μs
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei $23 \pm 5^\circ C$)	< 0,5% P_{Spitze}	< 0,5% P_{Spitze}	< 0,5% P_{Spitze}	< 0,5% P_{Spitze}	< 0,5% P_{Spitze}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\%$				
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,023...7,65 Ω	0,13...43,86 Ω	0,4...137,7 Ω	0,75...255 Ω	1,75...561 Ω
Genauigkeit (bei $23 \pm 5^\circ C$) ⁽⁴⁾	$\leq 1\%$ vom Widerstandsenswert + 0,3% von Stromnennwert				
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				

(1) Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert am DC-Eingang des Gerätes.

(2) Bei 21°C Umgebungstemperatur

(3) Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Eingang

(4) Inkludiert die Genauigkeit des angezeigten Istwertes

Bis 4800 W	Modell				
	EL 9080-340 B	EL 9200-140 B	EL 9360-80 B	EL 9500-60 B	EL 9750-40 B
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT, OVP, OCP, OPP, PF, DC ein/aus				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. ± 400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x Master-Slave-Bus				
Steckplatz für digitale Module	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz				
Vorderseite	USB-A				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19" x 3 HE x 461 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 133 mm x 568 mm				
Normen	EN 61010-1:2020 + A1:2019 + AC:2019 EN 61326-1:2013, EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020, Klasse B				
Gewicht	≈ 13 kg	≈ 13 kg	≈ 13 kg	≈ 13 kg	≈ 13 kg
Artikelnummer	33200265	33200266	33200267	33200268	33200269

(1 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“)

Bis 7200 W	Modell				
	EL 9080-510 B	EL 9200-210 B	EL 9360-120 B	EL 9500-90 B	EL 9750-60 B
Netzversorgung					
Netzspannung	90...264 V AC				
Netzanschluß	Steckdose				
Netzfrequenz	45...65 Hz				
Netzsicherung	T 6,3 A				
Leistungsaufnahme	Max. 130 W				
Ableitstrom	< 3,5 mA				
Einschaltstrom bei 230 V	Ca. 69 A				
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung Spitze P_{Spitze}	7200 W	6000 W	5400 W	3600 W	3600 W
Eingangsleistung Dauer $P_{\text{Dauer}}^{(2)}$	4500 W	4500 W	4500 W	3600 W	3600 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	510 A	210 A	120 A	90 A	60 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	Ca. 2,2 V	Ca. 2 V	Ca. 2 V	Ca. 6,5 V	Ca. 5,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 30 ppm				
Leistungsreduktion (Derating)	Ca. 57 W/°K				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Stabilität bei ΔI	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$	$< 0,05\% U_{\text{Nenn}}$
Genauigkeit $^{(1)}$ (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$)	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,1\% U_{\text{Nenn}}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit $^{(3)}$	$\leq 0,1\%$				
Kompensation Fernfühlung	Max. $5\% U_{\text{Nenn}}$				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...520,2 A	0...214,2 A	0...122,4 A	0...91,8 A	0...61,2 A
Stabilität bei ΔU	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$	$< 0,1\% I_{\text{Nenn}}$
Genauigkeit $^{(1)}$ (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$)	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$	$\leq 0,2\% I_{\text{Nenn}}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit $^{(3)}$	$\leq 0,1\%$				
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	$< 23 \mu\text{s}$	$< 40 \mu\text{s}$	$< 24 \mu\text{s}$	$< 22 \mu\text{s}$	$< 18 \mu\text{s}$
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	$< 46 \mu\text{s}$	$< 42 \mu\text{s}$	$< 38 \mu\text{s}$	$< 29 \mu\text{s}$	$< 40 \mu\text{s}$
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}
Genauigkeit $^{(1)}$ (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$)	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$	$< 0,5\% P_{\text{Spitze}}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit $^{(3)}$	$\leq 0,2\%$				
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,015...5,1 Ω	0,08...28,56 Ω	0,27...91,8 Ω	0,5...170,34 Ω	1,2...367,2 Ω
Genauigkeit (bei $23 \pm 5^\circ\text{C}$) $^{(4)}$	$\leq 1\%$ vom Widerstandsenswert + 0,3% von Stromnennwert				
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				

(1) Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert am DC-Eingang des Gerätes.

(2) Bei 21°C Umgebungstemperatur

(3) Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Eingang

(4) Inkludiert die Genauigkeit des angezeigten Istwertes

Bis 7200 W	Modell				
	EL 9080-510 B	EL 9200-210 B	EL 9360-120 B	EL 9500-90 B	EL 9750-60 B
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT, OVP, OCP, OPP, PF, DC ein/aus				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. ± 400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x Master-Slave-Bus				
Steckplatz für digitale Module	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz				
Vorderseite	USB-A				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19" x 3 HE x 461 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 133 mm x 568 mm				
Normen	EN 61010-1:2020 + A1:2019 + AC:2019 EN 61326-1:2013, EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020, Klasse B				
Gewicht	≈ 17 kg	≈ 17 kg	≈ 17 kg	≈ 17 kg	≈ 17 kg
Artikelnummer	33200270	33200271	33200272	33200273	33200274

(1 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“)

Bis 14400 W	Modell				
	EL 9080-1020 B	EL 9200-420 B	EL 9360-240 B	EL 9500-180 B	EL 9750-120 B
Netzversorgung					
Netzspannung	90...264 V AC				
Netzanschluß	Steckdose				
Netzfrequenz	45...65 Hz				
Netzsicherung	T 6,3 A				
Leistungsaufnahme	Max. 260 W				
Ableitstrom	< 3,5 mA				
Einschaltstrom bei 230 V	Ca. 138 A				
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung Spitze P_{Spitze}	14400 W	12000 W	10800 W	7200 W	7200 W
Eingangsleistung Dauer $P_{Dauer}^{(2)}$	9000 W	9000 W	9000 W	7200 W	7200 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	1020 A	420 A	240 A	180 A	120 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	Ca. 2,2 V	Ca. 2 V	Ca. 2 V	Ca. 6,5 V	Ca. 5,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 30 ppm				
Leistungsreduktion (Derating)	Ca. 114 W/°K				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Stabilität bei ΔI	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$
Genauigkeit $^{(1)}$ (bei $23 \pm 5^\circ C$)	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit $^{(3)}$	$\leq 0,1\%$				
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...1040,4 A	0...428,4 A	0...244,8 A	0...183,6 A	0...122,4 A
Stabilität bei ΔU	$< 0,1\% I_{Nenn}$	$< 0,1\% I_{Nenn}$	$< 0,1\% I_{Nenn}$	$< 0,1\% I_{Nenn}$	$< 0,1\% I_{Nenn}$
Genauigkeit $^{(1)}$ (bei $23 \pm 5^\circ C$)	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit $^{(3)}$	$\leq 0,1\%$				
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	$< 23 \mu s$	$< 40 \mu s$	$< 24 \mu s$	$< 22 \mu s$	$< 18 \mu s$
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	$< 46 \mu s$	$< 42 \mu s$	$< 38 \mu s$	$< 29 \mu s$	$< 40 \mu s$
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}	0... P_{Spitze}
Genauigkeit $^{(1)}$ (bei $23 \pm 5^\circ C$)	$< 0,5\% P_{Spitze}$	$< 0,5\% P_{Spitze}$	$< 0,5\% P_{Spitze}$	$< 0,5\% P_{Spitze}$	$< 0,5\% P_{Spitze}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit $^{(3)}$	$\leq 0,2\%$				
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,0075...2,55 Ω	0,04...14,28 Ω	0,14...45,9 Ω	0,25...86,68 Ω	0,6...183,6 Ω
Genauigkeit (bei $23 \pm 5^\circ C$) $^{(4)}$	$\leq 1\%$ vom Widerstandsenswert + 0,3% von Stromnennwert				
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				

(1) Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert am DC-Eingang des Gerätes.

(2) Bei 21°C Umgebungstemperatur

(3) Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Eingang

(4) Inkludiert die Genauigkeit des angezeigten Istwertes

Bis 14400 W	Modell				
	EL 9080-1020 B	EL 9200-420 B	EL 9360-240 B	EL 9500-180 B	EL 9750-120 B
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT, OVP, OCP, OPP, PF, DC ein/aus				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. ± 400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x Master-Slave-Bus				
Steckplatz für digitale Module	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz				
Vorderseite	USB-A				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19" x 6 HE x 464 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 266 mm x max. 570 mm				
Normen	EN 61010-1:2020 + A1:2019 + AC:2019 EN 61326-1:2013, EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020, Klasse B				
Gewicht	≈ 33 kg	≈ 33 kg	≈ 33 kg	≈ 33 kg	≈ 33 kg
Artikelnummer	33200275	33200276	33200277	33200278	33200279

(1 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“)

1.8.4 Ansichten (3U-Modelle)

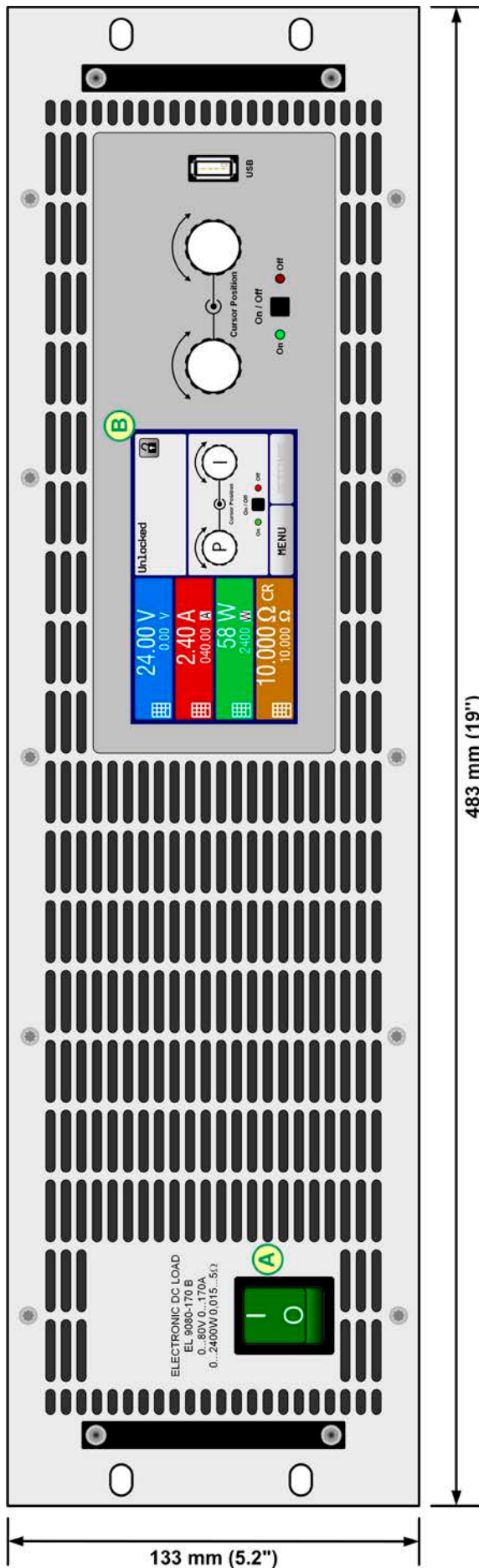


Bild 1 - Vorderansicht

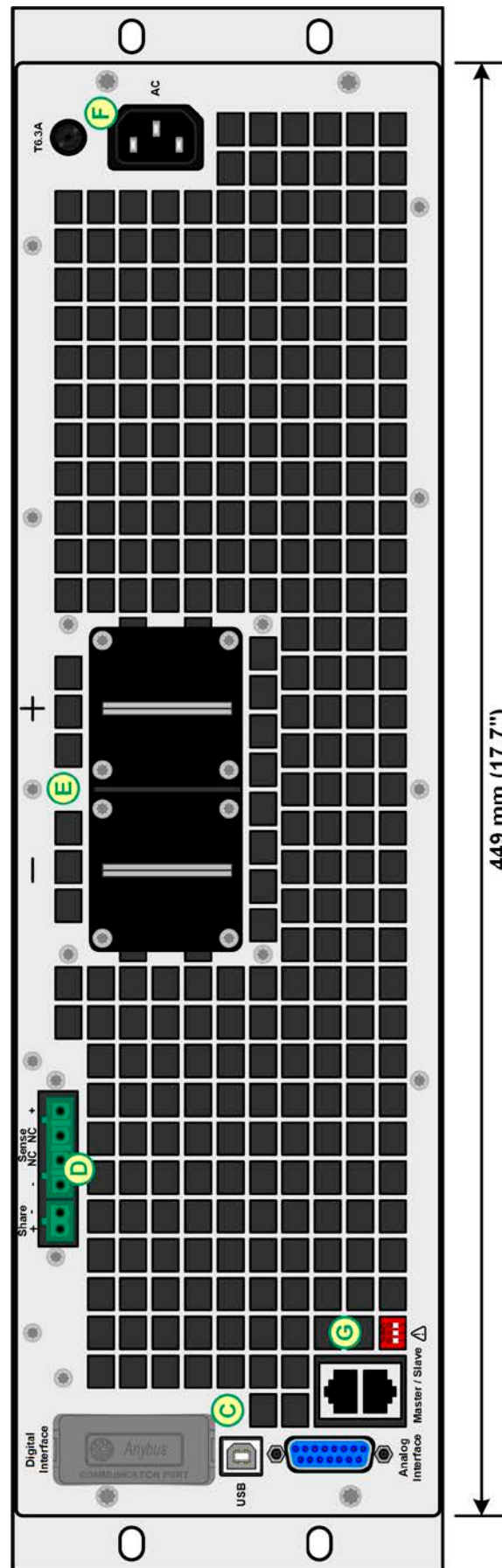


Bild 2 - Rückansicht

- A - Netzschalter
 B - Bedienteil
 C - Steuerungsschnittstellen (digital, analog)
 D - Share-Bus- und Fernfühlungsanschlüsse
 E - DC-Eingang (Abb. zeigt Anschlußstyp 1)
 F - Netzanschluß
 G - Master-Slave-Anschlüsse

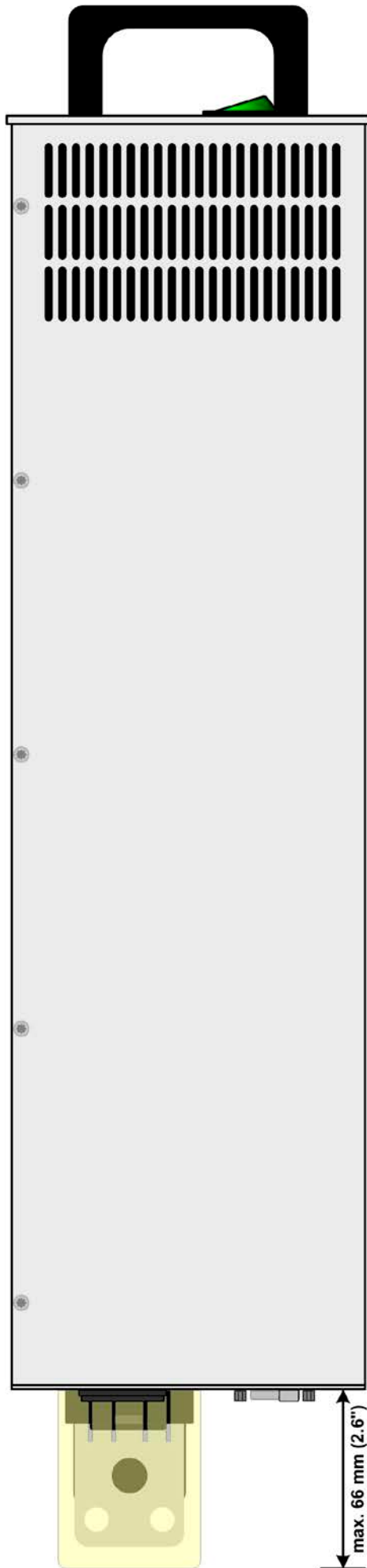


Bild 3 - Seitenansicht von links, mit DC-Abdeckung

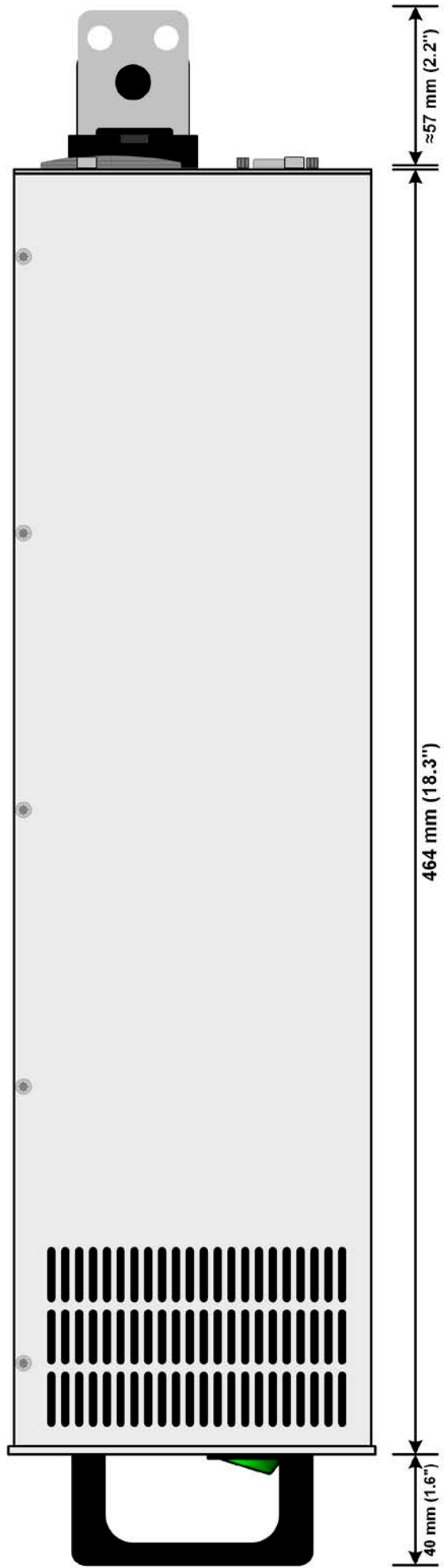


Bild 4 - Seitenansicht von rechts, ohne DC-Abdeckung

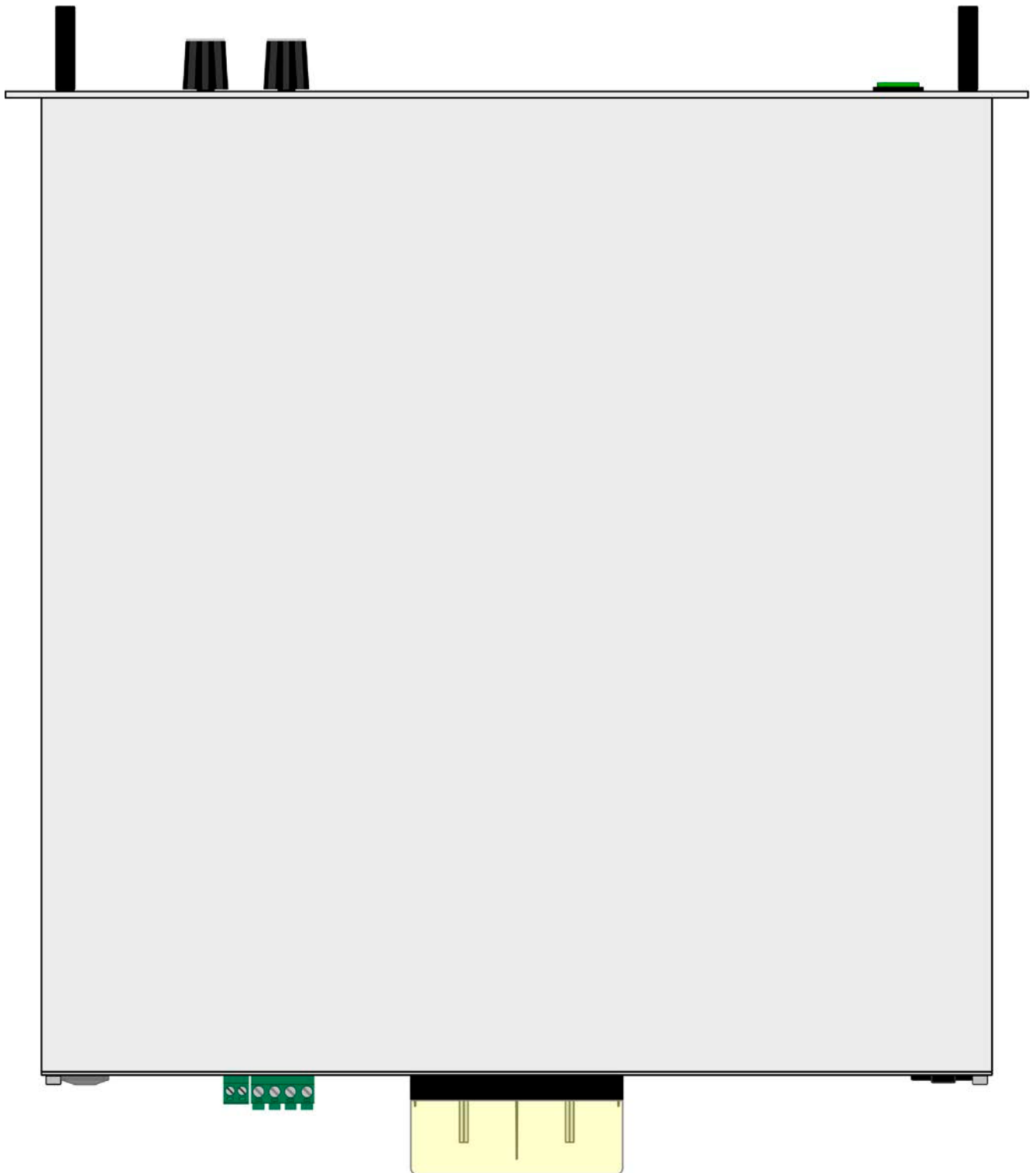


Bild 5 - Ansicht von oben, mit DC-Klemme Typ 2

1.8.5 Ansichten (6U-Modelle)

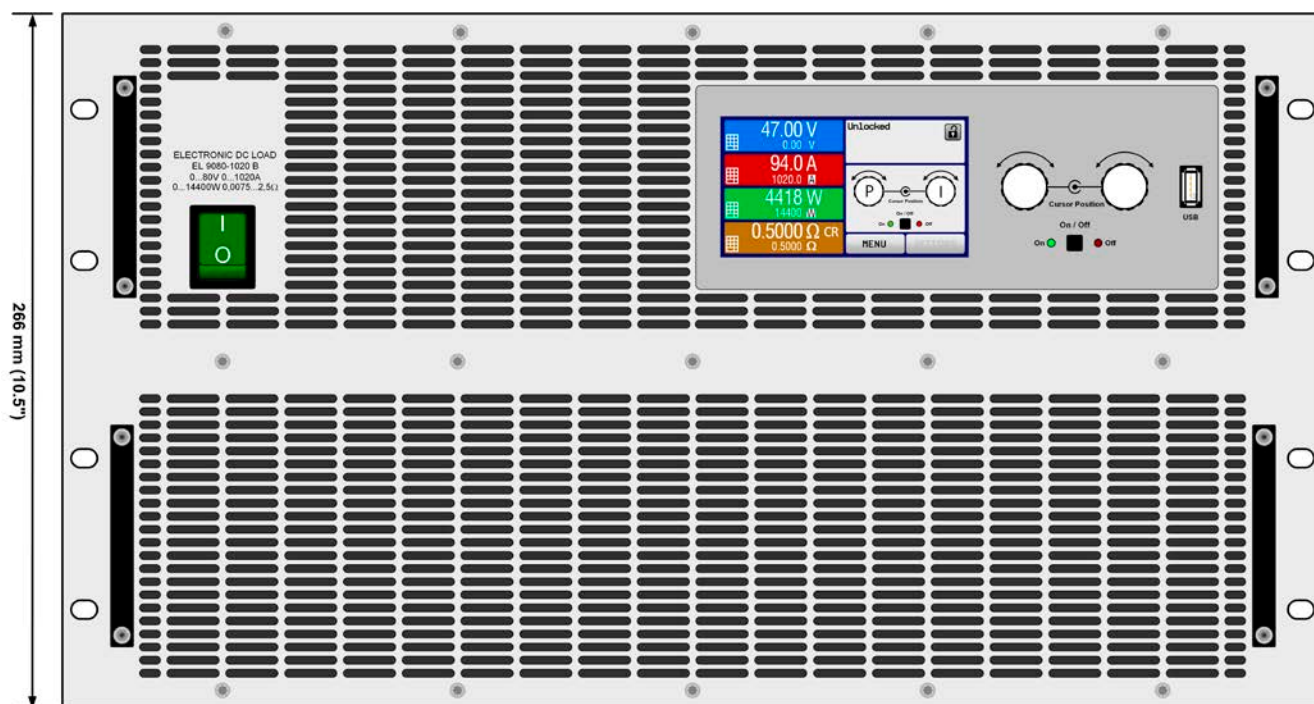


Bild 6 - Vorderansicht

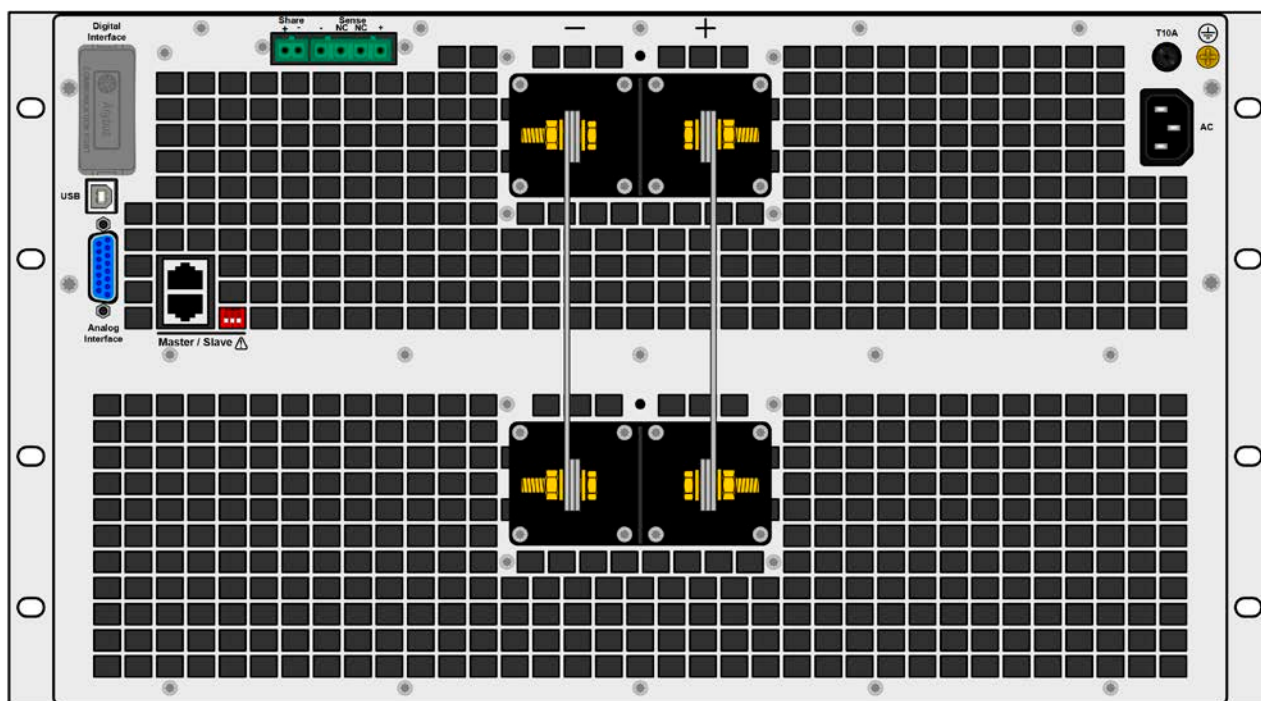


Bild 7 - Rückansicht ohne DC-Schutzabdeckung (Modelle mit 500 V oder 750 V Nennspannung)



Für eine Legende der Anschlüsse und Bedienelemente siehe Abschnitt 1.8.4.

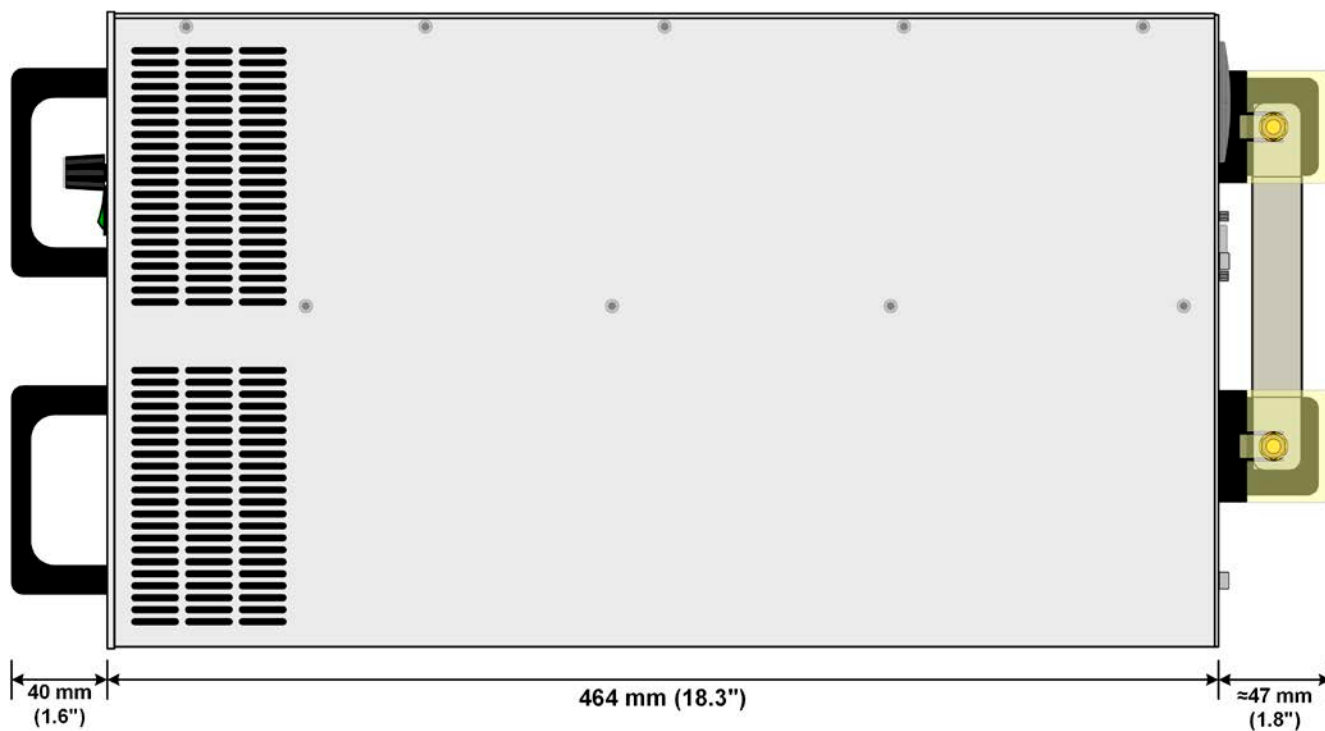


Bild 8 - Seitenansicht mit DC-Schutzabdeckung (Modelle mit 500 V oder 750 V Nennspannung)

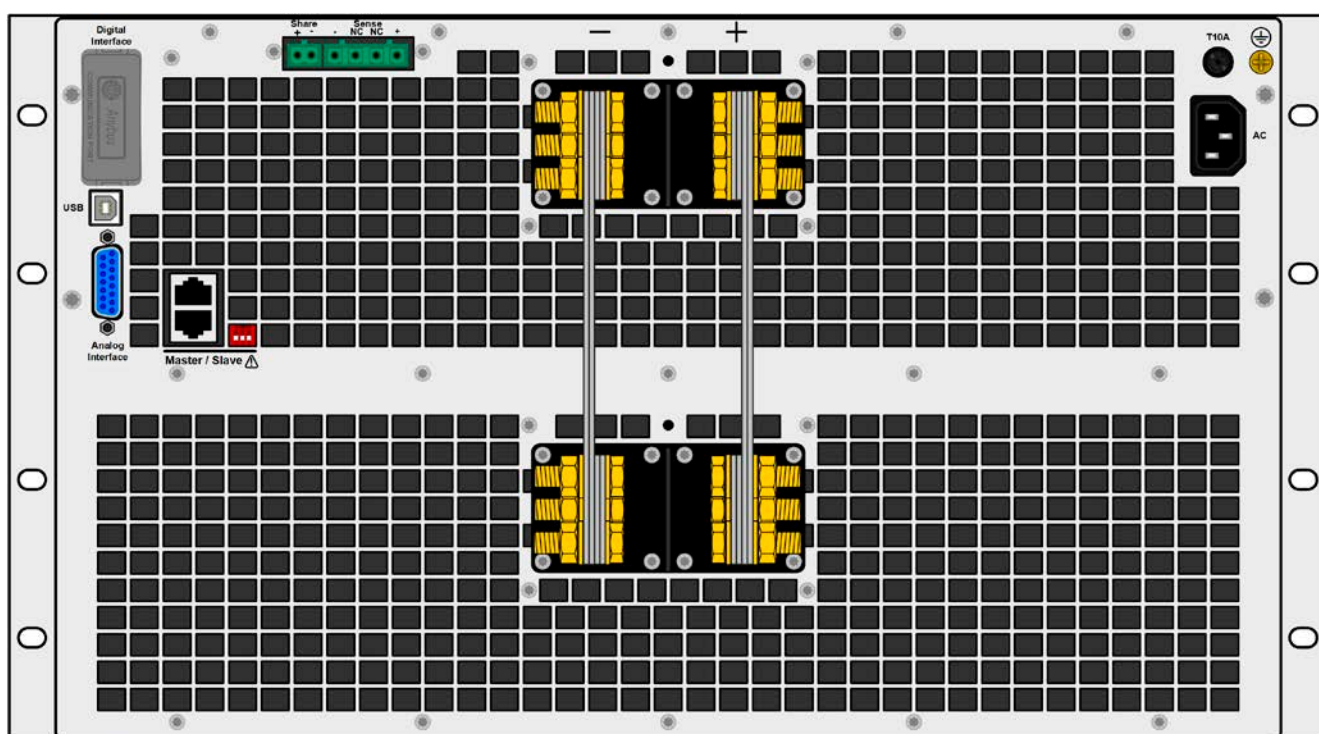


Bild 9- Rückansicht, ohne DC-Schutzabdeckung (Modelle mit 80 V bis 360 V Nennspannung)

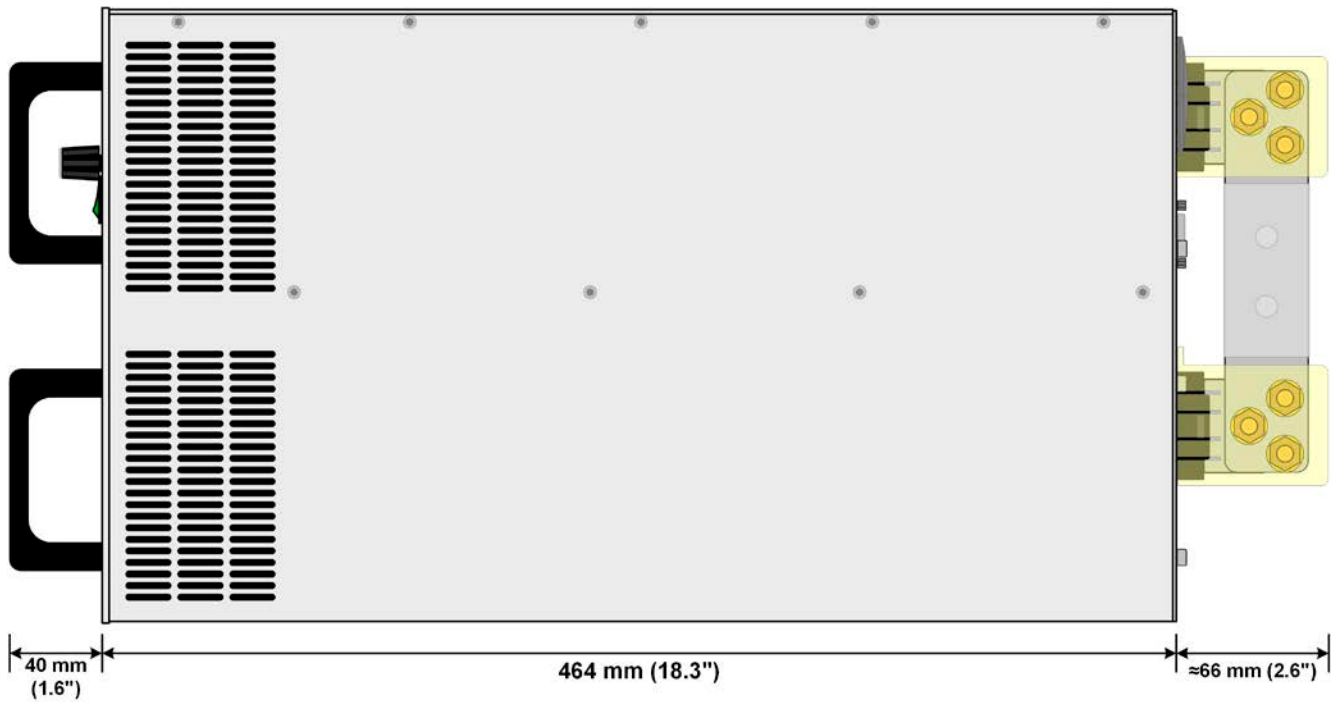


Bild 10 - Seitenansicht mit DC-Schutzabdeckung (Modelle bis 360 V Nennspannung)

1.8.6 Bedienelemente

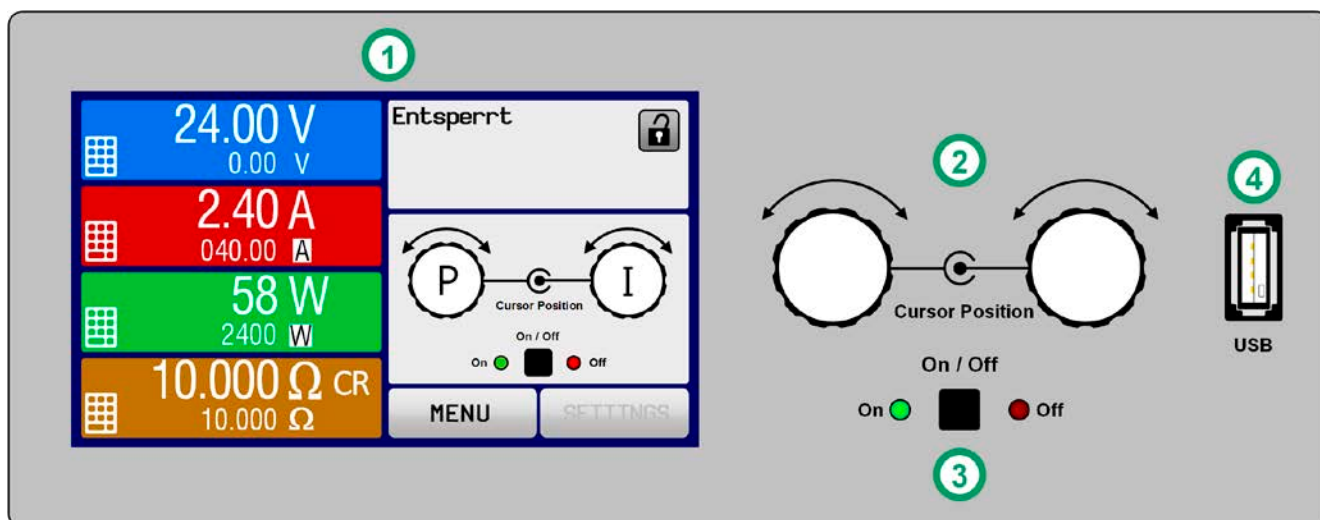


Bild 11- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine genaue Erläuterung siehe Abschnitte „1.9.6. Die Bedieneinheit (HMI)“.

	Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen)
(1)	Dient zur Auswahl von Sollwerten, Menüs, Zuständen, sowie zur Anzeige der Istwerte und diverser Status. Der Touchscreen kann mit einem Finger oder mit einem Stift (Stylus) bedient werden.
(2)	Drehknöpfe mit Tastfunktion Linker Drehknopf (Drehen): Einstellen des Spannungssollwertes oder Leistungssollwertes oder Widerstandssollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) des Wertes wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Stromsollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) des Wertes wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist
(3)	Taster für das Ein- und Ausschalten des DC-Eingangs Dient zum Ein- oder Ausschalten des DC-Eingangs bei manueller Bedienung, sowie zum Starten bzw. Stoppen einer Funktion. Die beiden LEDs „On“ und „Off“ zeigen den Zustand des DC-Eingangs an, egal ob bei manueller Bedienung oder Fernsteuerung
(4)	USB Host-Steckplatz Typ A Dient zur Aufnahme handelsüblicher USB-Sticks. Siehe Abschnitt „1.9.6.5. USB-Port (Vorderseite)“ für weitere Informationen.

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die elektronischen DC-Lasten der Serie EL 9000 B sind durch ihre recht kompakten 19“-Einschubgehäuse mit 3 bzw. 6 Höheneinheiten besonders für Prüfsysteme geeignet. Über die gängigen Funktionen von elektronischen Lasten hinaus können mit dem integrierten Funktionsgenerator sinus-, rechteck- oder dreieckförmige Sollwertkurven sowie weitere Kurvenformen erzeugt werden. Die sogenannten Arbiträrkurven können sogar auf USB-Stick gespeichert bzw. davon geladen werden.

Für die Fernsteuerung per PC oder SPS verfügt das Gerät serienmäßig über eine rückwärtige USB-Schnittstelle, sowie eine galvanisch getrennte Analogschnittstelle.

Mittels optionalen, steck- und nachrüstbaren Schnittstellenmodulen kann eine weitere digitale Schnittstelle wie Profibus, Ethernet, RS232, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN oder EtherCAT hinzugefügt werden. Dies ermöglicht die Anbindung der Geräte an gängige industrielle Busse allein durch Wechsel oder Hinzufügen eines kleinen Moduls. Die Konfiguration ist einfach und wird am Gerät erledigt, sofern überhaupt nötig.

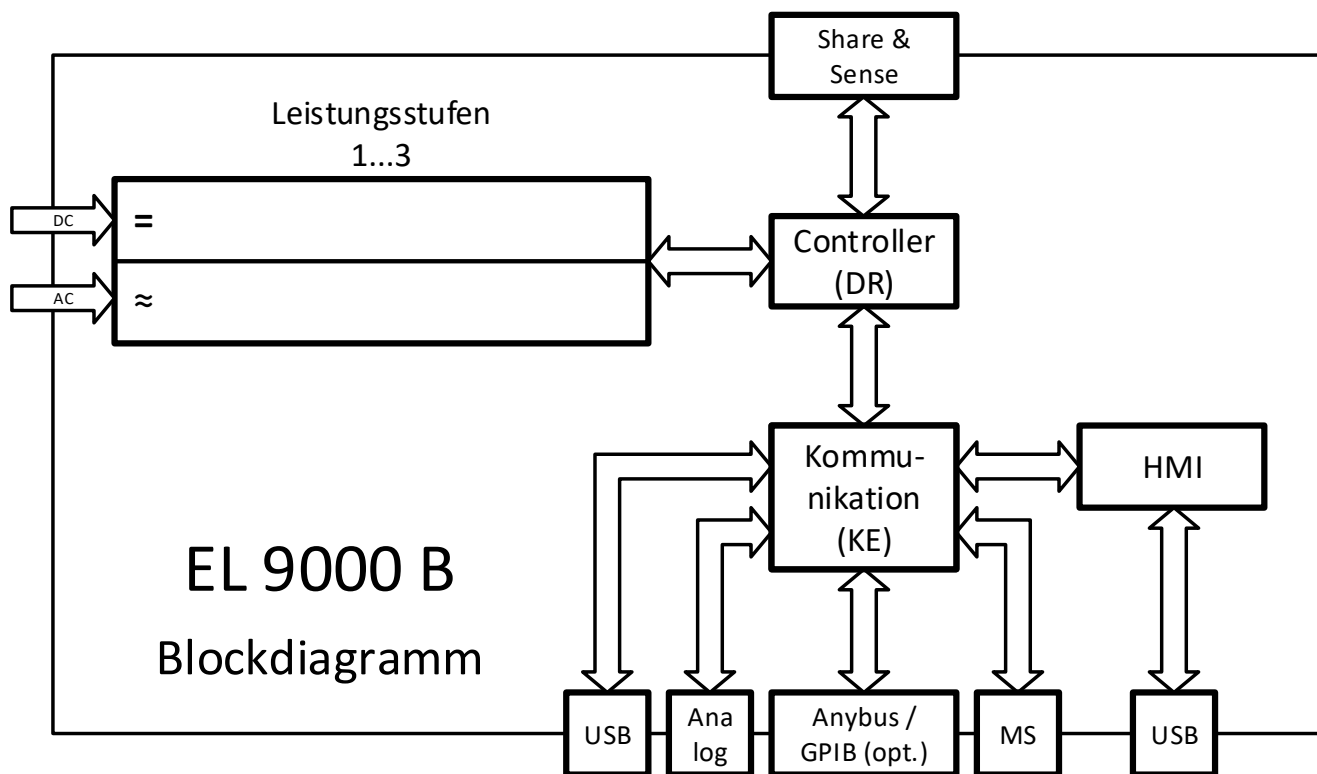
Die Geräte bieten außerdem standardmäßig die Möglichkeit über den sogenannten Share-Bus eine Verbindung zu Netzgeräten mit einem identischen Anschluß herzustellen, um im Zwei-Quadranten-Betrieb zu arbeiten. Diese Betriebsart stellt das Quelle-Senke-Prinzip dar und findet in vielen Bereichen der Industrie bei Prüfungen von Geräten, Bauteilen und anderen Komponenten Anwendung.

Eine echte Master-Slave-Verbindung mit Aufsummierung der Slave-Geräte ist auch standardmäßig vorhanden. Über diese Betriebsart lassen sich bis zu 16 Geräte zu einem System verbinden, das eine erhöhte Gesamtleistung von bis zu 230 kW bietet.

Alle Modelle sind mikroprozessorgesteuert. Dies erlaubt eine genaue und schnelle Messung und Anzeige von Istwerten.

1.9.2 Blockdiagramm

Das Blockdiagramm soll die einzelnen Hauptkomponenten und deren Zusammenspiel verdeutlichen. Es gibt drei digitale, microcontrollergesteuerte Elemente (KE, DR, HMI), die von Firmwareaktualisierungen betroffen sein können.



1.9.3 Lieferumfang

- 1 x Elektronische Last
- 1 x Stecker für Share-Bus
- 1 x Stecker für Fernföhlung
- 1 x USB-Kabel 1,8 m
- 1 x Set DC-Klemmenabdeckung
- 1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software
- 1 x Netzkabel

1.9.4 Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

Digitale Schnittstellenmodule IF-AB	Steck- und nachrüstbare Schnittstellenmodule für RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CAN oder EtherCAT sind erhältlich. Details zu den Schnittstellenmodulen und der Programmierung des Gerätes über diese Schnittstellen sind in weiteren Handbüchern zu finden, die auf einem dem Gerät beiliegenden USB-Stick bzw. als PDF-Download auf der Elektro-Automatik-Webseite zu finden sind.
--	--

1.9.5 Optionen

Diese Optionen werden üblicherweise mit der Bestellung eines Gerätes mitbestellt und werden ab Werk dauerhaft eingebaut. Nachrüstbarkeit auf Anfrage.

POWER RACKS 19“-Schränke	19“-Schränke in diversen Konfigurationen bis 42 HE als Parallelschaltungssystem sind verfügbar, auch gemischt mit Netzgeräten, um Testsysteme zu realisieren. Für weitere Informationen siehe Produktkatalog oder auf Anfrage.																				
3W GPIB-Schnittstelle	Ersetzt den Steckplatz für Schnittstellenmodule durch einen fest eingebauten GPIB-Anschluß. Nachrüstbar auf Anfrage. Das Gerät behält dabei USB- und Analoqschnittstelle. Über den GPIB-Anschluß ist dann nur SCPI-Befehlssprache verfügbar.																				
EL 9000 B SLAVE Zusätzliche Slave-Einheiten	Diese speziellen Slave-Modelle ohne Bedienteil dienen zur Ergänzung von bestimmten Modellen dieser Serie zwecks Leistungsaufstockung. Sie können vom Anwender anhand der unten gelisteten Artikelnummer nachbestellt und selbst installiert werden. Im Lieferumfang befindet sich auch ein Patchkabel für die Anbindung des neuen Slaves an den Master-Slave-Bus. Folgende Slave-Einheiten sind erhältlich: <table><tr><th>Modell</th><th>Artikelnummer</th><th>Dient zu Erweiterung von</th></tr><tr><td>EL 9080-510 B Slave</td><td>33290270</td><td>EL 9080-510 B</td></tr><tr><td>EL 9200-210 B Slave</td><td>33290271</td><td>EL 9200-210 B</td></tr><tr><td>EL 9360-120 B Slave</td><td>33290272</td><td>EL 9360-120 B</td></tr><tr><td>EL 9500-90 B Slave</td><td>33290273</td><td>EL 9500-90 B</td></tr><tr><td>EL 9750-60 B Slave</td><td>33290274</td><td>EL 9750-60 B</td></tr></table>			Modell	Artikelnummer	Dient zu Erweiterung von	EL 9080-510 B Slave	33290270	EL 9080-510 B	EL 9200-210 B Slave	33290271	EL 9200-210 B	EL 9360-120 B Slave	33290272	EL 9360-120 B	EL 9500-90 B Slave	33290273	EL 9500-90 B	EL 9750-60 B Slave	33290274	EL 9750-60 B
Modell	Artikelnummer	Dient zu Erweiterung von																			
EL 9080-510 B Slave	33290270	EL 9080-510 B																			
EL 9200-210 B Slave	33290271	EL 9200-210 B																			
EL 9360-120 B Slave	33290272	EL 9360-120 B																			
EL 9500-90 B Slave	33290273	EL 9500-90 B																			
EL 9750-60 B Slave	33290274	EL 9750-60 B																			

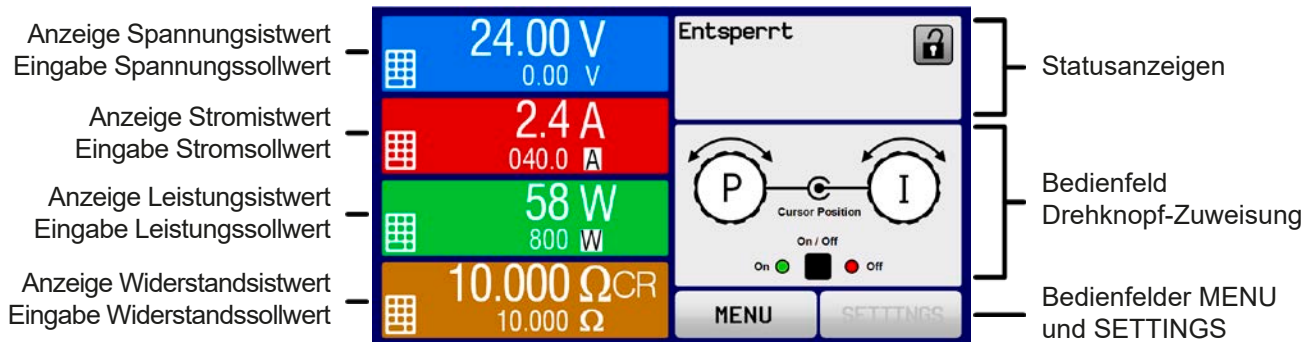
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)

HMI steht für **H**uman **M**achine Interface, auf Deutsch Mensch-Maschine-Schnittstelle, und besteht hier aus einer Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen), zwei Drehknöpfen, einem Taster und einem USB-Port.

1.9.6.1 Anzeige mit Touchscreen

Die grafische Anzeige mit Touchscreen ist in mehrere Bereiche aufgeteilt. Die gesamte Oberfläche ist berührungsempfindlich und kann mit dem Finger oder einem geeigneten Stift (Stylus) bedient werden, um das Gerät zu steuern.

Im Normalbetrieb werden im linken Teil Ist- und Sollwerte angezeigt und im rechten Teil Statusinformationen:



Bedienfelder können gesperrt oder freigegeben sein:



Text o. Symbol schwarz =
Bedienfeld freigegeben



Text o. Symbol ausgegraut =
Bedienfeld gesperrt

Das gilt für alle Bedienfelder der Hauptanzeige und in sämtlichen Menüseiten.

• Bereich Sollwerte/Istwerte (linker Teil)

Hier werden im Normalbetrieb die DC-Eingangswerte (große Zahlen) und Sollwerte (kleine Zahlen) von Spannung, Strom und Leistung und Widerstand mit ihrer Einheit angezeigt. Der Widerstandssollwert wird jedoch nur bei aktiviertem Widerstandsmodus angezeigt.

Neben den jeweiligen Einheiten der Istwerte wird bei eingeschaltetem DC-Eingang die aktuelle Regelungsart **CV**, **CC**, **CP** oder **CR** angezeigt, wie im Beispiel oben gezeigt.

Die Sollwerte sind mit den rechts neben der Anzeige befindlichen Drehknöpfen oder per Direkteingabe über den Touchscreen verstellbar, wo bei Einstellung über die Drehknöpfe die Dezimalstelle durch Druck auf den jeweiligen Drehknopf verschoben werden kann. Die Einstellwerte werden beim Drehen logisch herauf- oder heruntergezählt, also bei z. B. Rechtsdrehung und Erreichen der 9 springt die gewählte Dezimalstelle auf 0 und die nächsthöherwertige Dezimalstelle wird um 1 erhöht, sofern nicht der Maximalwert oder eine vom Anwender definierte Einstellgrenze (siehe „3.4.4. Einstellgrenzen („Limits“)“) erreicht wurde. Linksdrehung umgekehrt genauso.

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:

Anzeigewert	Einheit	Bereich	Beschreibung
Istwert Spannung	V	0,2-125% U_{Nenn}	Aktueller Wert der DC-Eingangsspannung
Sollwert Spannung ⁽¹⁾	V	0-102% U_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Eingangsspg.
Istwert Strom	A	0,2-125% I_{Nenn}	Aktueller Wert des DC-Eingangstroms
Sollwert Strom ⁽¹⁾	A	0-102% I_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung des DC-Eingangstroms
Istwert Leistung	W	0,2-125% P_{Spitze}	Aktueller Wert der Eingangsleistung nach $P = U_{\text{Ein}} \cdot I_{\text{Ein}}$
Sollwert Leistung ⁽¹⁾	W	0-102% P_{Spitze}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Eingangsleistung
Istwert Widerstand	Ω	0-99999 Ω	Aktueller Wert des Innenwiderstandes nach $R = U_{\text{Ein}} / I_{\text{Ein}}$
Sollwert Widerstand ⁽¹⁾	Ω	x(2-102% R_{Max}	Einstellwert für den gewünschten Innenwiderstand
Einstellgrenzen	A, V, W, Ω	0-102% Nenn	U-max, I-min usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen 1	A, W	0-110% Nenn	OCp and OPp, immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen 2	V	0-103% Nenn	OVp, immer bezogen auf eine Einstellgröße

⁽¹⁾ Gilt auch für weitere, auf diese phys. Größe zugehörige Werte, wie z. B. OVD zur Spannung oder UCD zum Strom

⁽²⁾ Der minimal einstellbare Widerstand variiert je nach Modell. Siehe technische Daten in 1.8.3

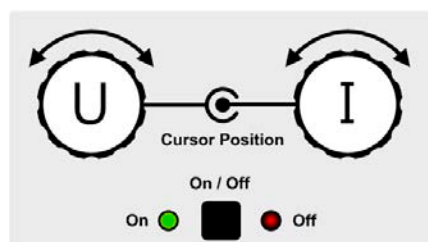
• Statusanzeigen (oben rechts)

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

Anzeige	Beschreibung
Gesperrt	Das HMI ist gesperrt
Entsperrt	Das HMI ist nicht gesperrt
Fern:	Das Gerät befindet sich in Fernsteuerung durch...
Analog	...die eingebaute Analogschnittstelle
USB & andere	...die eingebaute USB-Schnittstelle oder steckbares Schnittstellenmodul
Lokal	Das Gerät ist durch Benutzereingabe explizit gegen Fernsteuerung gesperrt worden
Alarm:	Ein Gerätealarm ist aufgetreten, der noch vorhanden ist oder noch nicht bestätigt wurde
Event:	Ein benutzerdefiniertes Ereignis (Event) ist ausgelöst worden, das noch nicht bestätigt wurde
Master	Master-Slave ist aktiviert, Gerät ist Master
Slave	Master-Slave ist aktiviert, Gerät ist Slave
Funktion:	Funktionsgenerator aktiviert, Funktion geladen
 / 	Datenaufzeichnung auf USB-Stick läuft oder fehlgeschlagen

• Feld für Zuordnung der Drehknöpfe

Die beiden neben der Anzeige befindlichen Drehknöpfe können unterschiedlichen Bedienfunktionen zugeordnet werden. Diese kann durch Antippen des Feldes geändert werden, sofern es nicht gesperrt ist:



Die physikalischen Einheiten auf den Knöpfen zeigen die Zuordnung an. Der rechte Drehknopf ist bei einer elektronischen Last unveränderlich dem Strom I zugewiesen. Der linke Drehknopf kann durch Antippen der Grafik auf dem Touchscreen umgeschaltet werden.

Das Feld zeigt die gewählte Zuordnung an:

U I

Linker Drehknopf: Spannung
Rechter Drehknopf: Strom

P I

Linker Drehknopf: Leistung
Rechter Drehknopf: Strom

R I

Linker Drehknopf: Widerstand
Rechter Drehknopf: Strom

Die anderen beiden Sollwerte sind dann vorerst nicht mehr über die Drehknöpfe einstellbar, bis man die Zuordnung wieder ändert. Man kann jedoch alternativ auf die Anzeigefelder für Spannung, Strom oder Leistung/Widerstand tippen, um die Zuordnung zu ändern bzw. um Werte direkt über eine Zehnertastatur einzugeben. Dazu ist das kleine Zehnertastatur-Symbol () anzutippen.

1.9.6.2 Drehknöpfe



Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung aller Sollwerte, sowie zur Auswahl und Einstellung der Parameter in SETTINGS und MENU. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe „3.4. Manuelle Bedienung“.

1.9.6.3 Tastfunktion der Drehknöpfe

Die Drehknöpfe haben eine Tastfunktion, die überall, wo Werte gestellt werden können, zum Verschieben des Cursors von niederwertigen zu höherwertigen Dezimalpositionen (rotierend) des einzustellenden Wertes dienen:

120.00 A → **120.00 A** → **120.00 A**

1.9.6.4 Auflösung der Anzeigewerte

In der Anzeige können Sollwerte in festen Schrittweiten eingestellt werden. Die Anzahl der Nachkommastellen hängt vom Gerätemodell ab. Die Werte haben 3 bis 5 Stellen. Ist- und Sollwerte haben die gleiche Stellenanzahl.

Einstellauflösung und Anzeigebreite der Sollwerte in der Anzeige:

Spannung, OVP, UVD, OVD, U-min, U-max			Strom, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Leistung, OPP, OPD, P-max			Widerstand, R-max		
Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert*	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite
80 V	4	0,01 V	20 A	5	0,001 A	Einzelgerät	4	1 W	2,5 Ω - 7,5 Ω	5	0,0001 Ω
200 V	5	0,01 V	30 A - 90 A	4	0,01 A	MS <10 kW	3	0,1 kW	14 Ω - 90 Ω	5	0,001 Ω
360 V	4	0,1 V	120 A - 240 A	5	0,01 A	MS <100 kW	4	0,01 kW	135 Ω - 550 Ω	5	0,01 Ω
500 V	4	0,1 V	340 A - 510 A	4	0,1 A	MS >100 kW	4	0,1 kW	1100 Ω	5	0,1 Ω
750 V	4	0,1 V	>=1020 A	4	1 A						

* MS = Master-Slave

1.9.6.5 USB-Port (Vorderseite)

Der frontseitige USB-Port dient zur Aufnahme von handelsüblichen USB-Sticks. Damit kann man u. A. eigene Sequenzen für den arbiträren und den XY-Funktionsgenerator laden oder speichern, sowie Daten aufzeichnen. Akzeptiert werden USB 2.0-Sticks, die in **FAT32** formatiert sind und **max. 32 GB** Speichergröße haben sollten. USB 3.0 Sticks funktionieren auch, aber nicht von allen Herstellern.

Alle unterstützten Dateien müssen sich in einem bestimmten Ordner im Hauptpfad des USB-Laufwerks befinden. Der Ordner muß **HMI_FILES** benannt sein, so daß sich z. B. ein Pfad G:\HMI_FILES ergäbe, wenn der USB-Stick am PC den Laufwerksbuchstaben G: zugewiesen bekommen hätte.

Die Bedieneinheit des Gerätes kann von einem USB-Stick folgende Dateitypen und -benamungen lesen:

wave_u<beliebig>.csv wave_i<beliebig>.csv	Sequenzpunktabelle für die Arbiträr-Funktion, für Spannung U bzw. Strom I. Der Name muß am Anfang wave_u oder wave_i enthalten, der Rest ist beliebig.
iu<beliebig>.csv	IU-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang iu enthalten, der Rest ist beliebig.
ui<beliebig>.csv	UI-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang ui enthalten, der Rest ist beliebig.
profile_<nr>.csv	Gespeichertes Benutzerprofil. Die Nummer am Ende ist eine fortlaufende Nummer (1-10) und nicht verknüpft mit der Nummer eines Benutzerprofils im HMI. Beim Laden werden max. 10 Profile zur Auswahl angezeigt.
mpp_curve_<beliebig>.csv	Benutzerdefinierte MPP-Kurvendaten (100 Spannungswerte) für den Modus MPP4 der MPPT-Funktion.

Die Bedieneinheit des Gerätes kann auf den USB-Stick folgende Dateitypen und -benamungen schreiben:

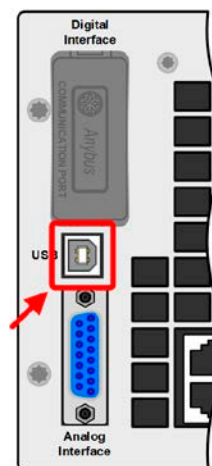
battery_test_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die Batterietest-Funktion. Beim Batterietest werden andere bzw. zusätzliche Werte aufgezeichnet als beim „normalen“ Logging. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
usb_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die normale USB-Datenaufzeichnung in allen Betriebsarten. Der Aufbau der Logdatei ist identisch mit dem der Logging-Funktion in der Software EA Power Control. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
profile_<nr>.csv	Gewähltes Benutzerprofil. Die Nummer am Ende ist eine fortlaufende Nummer (1-10) und nicht verknüpft mit der Nummer eines Benutzerprofils im HMI.
wave_u_<nr>.csv wave_i_<nr>.csv	Sequenzpunkt-Daten des arbiträren Funktionsgenerators, je nach der aktuellen Wahl von U oder I. Bereits vorhandene Dateien werden aufgelistet und können überschrieben werden.
mpp_result_<nr>.csv	Ergebnisdaten des Modus MPP4 (MPPT-Funktion) in Form von 100 Wertegruppen mit Umpp, Impp und Pmpp

1.9.7 USB-Port Typ B (Rückseite)

Der USB-Port Typ B auf der Rückseite des Gerätes dient zur Kommunikation mit dem Gerät, sowie zur Firmwareaktualisierung. Über das mitgelieferte USB-Kabel kann das Gerät mit einem PC verbunden werden (USB 2.0, USB 3.0). Der Treiber wird auf USB-Stick mitgeliefert und installiert einen virtuellen COM-Port.

Das Gerät kann über diesen Port wahlweise über das international standardisierte ModBus RTU-Protokoll oder per SCPI-Sprache angesprochen werden. Es erkennt das in einer Nachricht verwendete Protokoll automatisch. Details zur Fernsteuerung sind in weiterer Dokumentation auf der Webseite von Elektro-Automatik bzw. auf dem mitgelieferten USB-Stick zu finden.

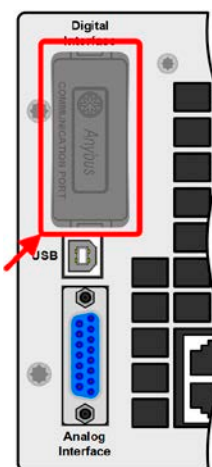
Die USB-Schnittstelle hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor dem Schnittstellenmodul (siehe unten) oder der Analogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.



1.9.8 Steckplatz für Schnittstellenmodule

Dieser Steckplatz auf der Rückseite des Gerätes ist nur bei Standardmodellen ohne installierte Option 3W (GPiB) verfügbar und dient zur Aufnahme diverser Schnittstellen-Module der Serie IF-AB. Es sind optional verfügbar:

Artikelnummer	Bezeichnung	Funktion
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x Sub-D 9polig männlich
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x Sub-D 9polig männlich (Nullmodem)
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave, 1x Sub-D 9polig weiblich
35400104	IF-AB-ETH1P	Ethernet, 1x RJ45
35400105	IF-AB-PNET1P	ProfiNET IO, 1x RJ45
35400107	IF-AB-MBUS1P	ModBus TCP, 1x RJ45
35400108	IF-AB-ETH2P	Ethernet, 2x RJ45
35400109	IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP, 2x RJ45
35400110	IF-AB-PNET2P	ProfiNET IO, 2x RJ45
35400111	IF-AB-CAN	CAN 2.0A & 2.0B, 1x Sub-D 9polig männlich
35400112	IF-AB-ECT	EtherCAT, 1x RJ45



Die Module werden vom Anwender installiert und können problemlos nachgerüstet werden. Gegebenenfalls ist eine Firmware-Aktualisierung des Gerätes erforderlich, damit ein bestimmtes Modul erkannt und unterstützt werden kann.

Das bestückte Modul hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor der USB-Schnittstelle oder der Analogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesen benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.



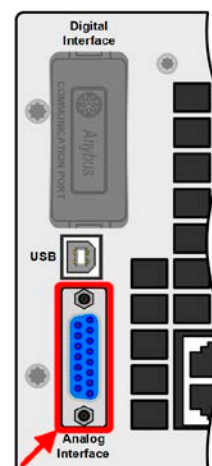
Entnahme oder Bestückung des Moduls nur bei ausgeschaltetem Gerät!

1.9.9 Analogschnittstelle

Diese 15polige Sub-D-Buchse auf der Rückseite dient zur Fernsteuerung des Gerätes mittels analogen Signalen bzw. Schaltzuständen.

Wenn ferngesteuert werden soll, kann diese analoge Schnittstelle nur abwechselnd zu einer von den digitalen benutzt werden. Überwachung (Monitoring) ist jedoch jederzeit möglich.

Der Eingangsspannungsbereich der Sollwerte bzw. der Ausgangsspannungsbereich der Monitorwerte und der Referenzspannung kann im Einstellungs Menü des Gerätes zwischen 0...5 V und 0...10 V für jeweils 0...100% umgeschaltet werden.



1.9.10 Share-Bus-Anschluß

Die auf der Rückseite des Gerätes befindliche, 2-polige Buchse („Share“) dient zur Verbindung mit der gleichnamigen Buchse an kompatiblen elektronischen Lasten zwecks Parallelschaltung und Stromsymmetrierung, sowie an kompatiblen Netzgeräten zwecks Herstellung eines Zwei-Quadranten-Betriebs. Mehr dazu siehe „3.11.3. Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“. Folgende Netzgeräte- und elektronische Lastserien sind kompatibel:

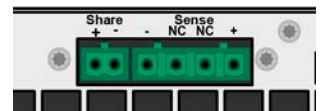
- PSI 9000 2U
- PSI 9000 3U / PSI 9000 WR / PSI 9000 3U SLAVE / PSI 9000 WR SLAVE
- ELR 9000 / ELR 9000 HP / ELR 9000 HP SLAVE
- EL 9000 B / EL 9000 B HP / EL 9000 2Q / EL 9000 B SLAVE
- PSE 9000
- PS 9000 1U / 2U / 3U (ab Revision 2) *
- PSB 9000 / PSBE 9000 / PSB 9000 SLAVE

* Die Revision (der Hardware) ist auf dem Typenschild angegeben. Sollte das Typenschild dafür keine Angabe aufweisen, ist immer von Revision 1 auszugehen.



1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

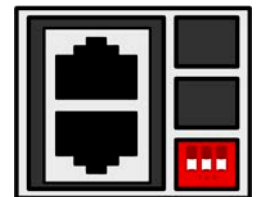
Um bei Konstantspannungsbetrieb (CV) den unvermeidbaren Spannungsabfall über die Lastzuleitungen für die Spannungsregelung zu kompensieren, kann der Eingang Sense polrichtig mit der Spannungsquelle verbunden werden. Die max. Kompensation ist in den technischen Daten aufgeführt.



Aus Isolationsgründen (Luft- und Kriechstrecke) werden bei Hochvolt-Modellen (Nennspannung ≥ 500 V) nur die beiden äußeren Pins der vierpoligen Klemme verwendet. Deswegen müssen die mittleren beiden Pins, gekennzeichnet mit NC, unbedingt freibleiben.

1.9.12 Master-Slave-Bus

Auf der Rückseite des Gerätes ist eine weitere Schnittstelle vorhanden, die über zwei RJ45-Buchsen mehrere Geräte gleichen Modells über einen digitalen Bus zu einem Master-Slave-System verbinden kann. Die Verbindung erfolgt mit handelsüblichen CAT5-Kabeln, die so kurz wie möglich sein sollten. Die beiden Geräte an den Ende des Buses werden normalerweise terminiert. Das geschieht über schaltbare Busabschlußwiderstände, die mittels der DIP-Schalter neben den Ports ein- und ausschaltbar sind. Siehe dazu auch Abschnitt 3.11.1.4.

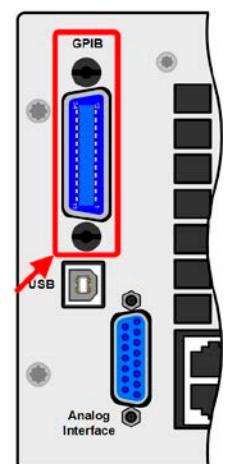


1.9.13 GPIB-Port (optional)

Der mit der Option 3W optional erhältliche GPIB-Anschluß nach IEEE-488-Standard ersetzt den eingebauten Schnittstellen-Modul-Slot der Standardausführung. Das Gerät bietet dann ein 3-Wege-Interface, zusammen mit USB und analog.

Der GPIB-Anschluß dient zur Verbindung zu einem PC bzw. anderen GPIB-Anschlüssen über handelsübliche GPIB-Kabel (gerade oder gewinkelt).

Bei Verwendung von gewinkelten Steckern am GPIB-Kabel ist der USB-Anschluß nicht gleichzeitig zugänglich.



2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Transport und Lagerung

2.1.1 Transport



- Die Griffe an der Vorderseite des Gerätes dienen **nicht** zum Tragen!
- Das Gerät sollte aufgrund seines Gewichts möglichst nicht per Hand transportiert werden bzw. darf, falls Transport per Hand nicht vermeidbar ist, nur am Gehäuse und nicht an den Aufbauten (Griffe, DC-Eingangsklemme, Drehknöpfe) gehalten werden
- Transport des Gerätes nicht im eingeschalteten oder angeschlossenen Zustand!
- Bei Verlagerung des Gerätes an einen anderen Standort wird die Verwendung der originalen Transportverpackung empfohlen
- Das Gerät sollte stets waagrecht aufgestellt oder getragen werden
- Benutzen Sie möglichst geeignete Schutzkleidung, vor allem Sicherheitsschuhe, beim Tragen des Gerätes, da durch das teils hohe Gewicht bei einem Sturz erhebliche Verletzungen entstehen können

2.1.2 Verpackung

Es wird empfohlen, die komplette Transportverpackung (Lieferverpackung) für die Lebensdauer des Gerätes aufzubewahren, um sie für den späteren Transport des Gerätes an einen anderen Standort oder Einsendung des Gerätes zwecks Reparatur wiederverwenden zu können. Im anderen Fall ist die Verpackung umweltgerecht zu entsorgen.

2.1.3 Lagerung

Für eine längere Lagerung des Gerätes bei Nichtgebrauch wird die Benutzung der Transportverpackung oder einer ähnlichen Verpackung empfohlen. Die Lagerung muß in trockenen Räumen und möglichst luftdicht verpackt erfolgen, um Korrosion durch Luftfeuchtigkeit, vor Allem im Inneren des Gerätes, zu vermeiden.

2.2 Auspacken und Sichtkontrolle

Nach jedem Transport mit oder ohne Transportverpackung oder vor der Erstinstallation ist das Gerät auf sichtbare Beschädigungen und Vollständigkeit der Lieferung hin zu untersuchen. Vergleichen Sie hierzu auch mit dem Lieferschein und dem Lieferumfang (siehe Abschnitt 1.9.3). Ein offensichtlich beschädigtes Gerät (z. B. lose Teile im Inneren, äußerer Schaden) darf unter keinen Umständen in Betrieb genommen werden.

2.3 Installation

2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch



- Das Gerät kann, je nach Modell, ein beträchtliches Gewicht haben. Stellen Sie daher vor der Aufstellung sicher, daß der Aufstellungsort (Tisch, Schrank, Regal, 19"-Rack) das Gewicht des Gerätes ohne Einschränkungen tragen kann.
- Bei Installation in einem 19"-Schrank sind Halteschienen zu montieren, die für die Gehäusebreite und das Gewicht (siehe „1.8.3. Spezifische technische Daten“) geeignet sind.
- Stellen Sie vor dem Anschluß des Gerätes an die AC-Stromzufuhr sicher, daß die auf dem Typenschild des Gerätes angegebenen Anschlußdaten eingehalten werden. Eine Überspannung am AC-Anschluß kann das Gerät beschädigen.
- Stellen Sie vor Anschluß einer Spannungsquelle sicher, daß diese keine höhere DC-Spannung erzeugt als die elektronische Last am DC-Eingang vertragen kann bzw. treffen Sie geeignete Maßnahmen, die verhindern, daß die Spannungsquelle die Last durch zu hohe Spannung beschädigen kann.

2.3.2 Vorbereitung

Für den netzseitigen Anschluß der elektronischen Lasten der Serie EL 9000 B ist eine typische Wandsteckdose ausreichend. Das dazu benötigte Netzkabel ist im Lieferumfang enthalten. Durch die relativ geringe Stromaufnahme, selbst bei Betrieb unter Vollast, sind keine weiteren Maßnahmen nötig. Die Geräte können daher auch zusammen mit andersartigen Geräten an einer Verteilersteckdose betrieben werden.



Die Geräte können einen teils unerwartet hohen Einschaltstrom erzeugen. Zum Beispiel kann dieser bei einem 6U-Modell bis zu 180 A gehen. Bei externer Absicherung dieser elektronischen Lasten empfehlen wir daher Sicherungsautomaten vom Typ C oder K und Nennstrom 16 A zu verwenden.

2.3.3 Aufstellung des Gerätes

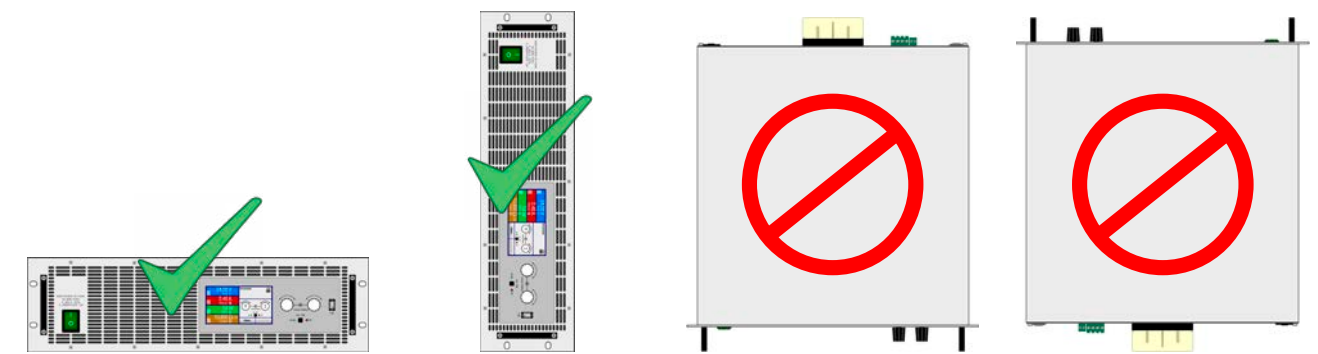


- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zum Gerät so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, jedoch mindestens 30 cm, für die hinten austretende, warme Abluft

Ein Gerät in 19" Bauform wird üblicherweise auf entsprechenden Halteschienen und in 19" Einschüben oder -Schränken installiert. Dabei muß auf die Einbautiefe des Gerätes geachtet werden, sowie auf das Gewicht. Die Griffe an der Front dienen dabei zum Hineinschieben und Herausziehen aus dem Schrank. An der Frontplatte befindliche Langloch-Bohrungen sind zur Befestigung im 19"-Schränk gedacht (Befestigungsschrauben im Lieferumfang nicht enthalten).

Bei manchen 19"-Modellen können die sogenannten Haltewinkel, die zur Befestigung in 19"-Schränken dienen, abmontiert werden, so daß das Gerät auch auf jeglicher horizontaler Fläche als Tischgerät betrieben werden kann.

Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:



Aufstellfläche

2.3.4 Anschließen von DC-Quellen (3U-Modelle)



- Bei einem Gerät mit hohem Nennstrom und demzufolge entsprechend dicken und schweren DC-Anschlußleitungen sind das Gewicht der Leitungen und die Belastung des DC-Anschlusses am Gerät zu beachten und besonders bei Installation des Gerätes in einem 19“-Schrank oder ähnlich, wo die Leitungen am DC-Eingang hängen, Zugentlastungen anzubringen.
- DC-Quellen immer polrichtig anschließen! Das Gerät besitzt keinen Verpolungsschutz.

Der DC-Lasteingang befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und ist **nicht** über eine Sicherung abgesichert. Der Querschnitt der Zuleitungen richtet sich nach der Stromaufnahme, der Leitungslänge und der Umgebungstemperatur.

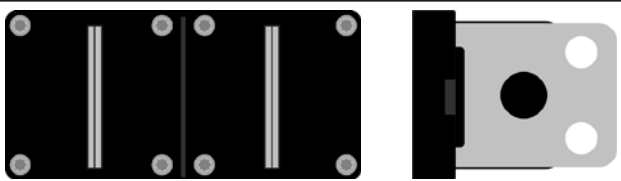
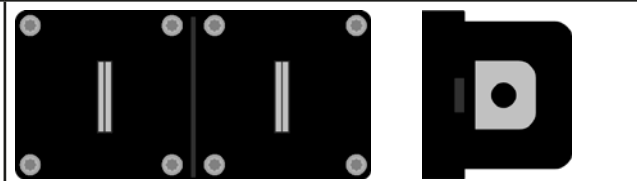
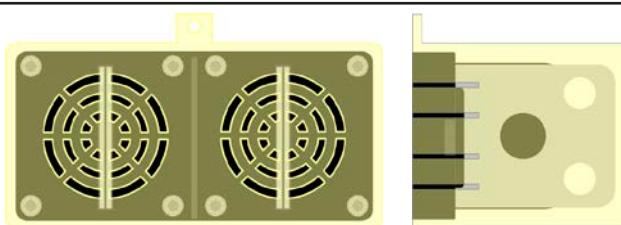
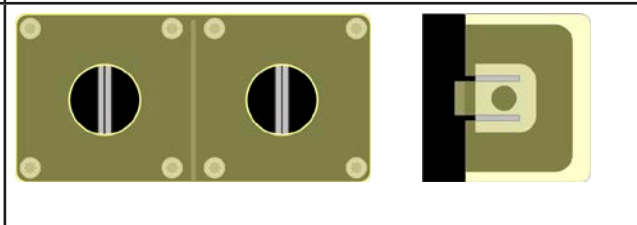
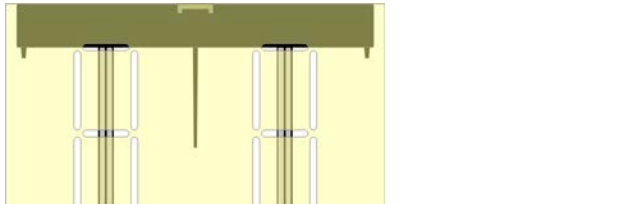
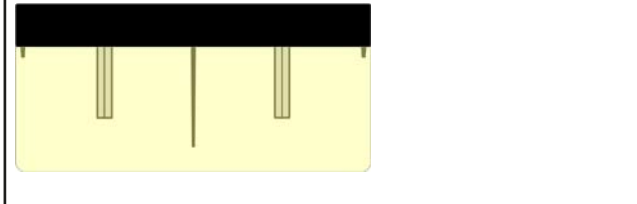
Bei Zuleitungen **bis 5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen bis 50 °C empfehlen wir:

bis 30 A :	6 mm ²	bis 70 A :	16 mm ²
bis 90 A :	25 mm ²	bis 140 A :	50 mm ²
bis 170 A :	70 mm ²	bis 210 A :	95 mm ²
bis 340 A :	2x 70 mm ²	bis 510 A :	2x 120 mm ²

pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 70 mm², können durch 2x 25 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

2.3.4.1 Anschlußklemmentypen

Die Tabelle unten enthält eine Übersicht über die unterschiedlichen DC-Anschlußklemmentypen. Zum Anschluß von Lastleitungen werden grundsätzlich flexible Leitungen mit Ringkabelschuhen empfohlen.

Typ 1: Modelle bis 360 V Nennspannung	Typ 2: Modelle ab 500 V Nennspannung
	
Schraubverbindung M8 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 8er Loch	Schraubverbindung M6 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 6er Loch
	
	

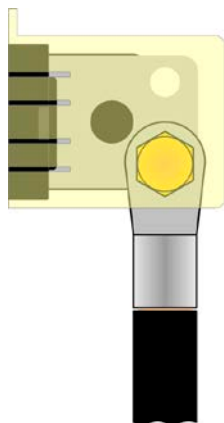
2.3.4.2 Kabelzuführung und Plastikabdeckung

Für die DC-Anschlußklemme wird eine Plastikabdeckung als Berührungsschutz mitgeliefert. Diese sollte immer installiert sein. Die Abdeckung beim Typ 2 (siehe Abbildungen oben) wird an der Anschlußklemme selbst arretiert, die vom Typ 1 an der Rückwand des Gerätes. Weiterhin sind in der Abdeckung Typ 1 Ausbrüche (oben, unten, vorn) vorhanden, die nach Bedarf ausgebrochen werden können, um Zuleitungen aus verschiedenen Richtungen zu verlegen.

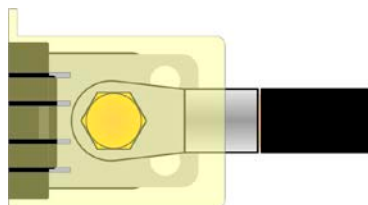


Der Anschlußwinkel und der erforderliche Knickradius für die DC-Zuleitungen sind zu berücksichtigen, wenn die Gesamttiefe des Gerätes geplant werden soll, besonders beim Einbau in 19“-Schränke o.ä. Bei Anschlußklemme Typ 2 ist z. B. nur das horizontale Zuführen der DC-Leitungen möglich, damit die Abdeckung installiert werden kann.

Beispiele anhand des Anschlußklemmentyps 1:



- 90 ° nach oben oder unten
- platzsparend in der Tiefe
- kein Knickradius



- Horizontale Zuführung
- platzsparend in der Höhe
- großer Knickradius

2.3.5 Anschließen von DC-Quellen (6U-Modelle)

Grundsätzlich gelten beim Anschließen von geeigneten DC-Quellen an ein 6U-Modell die gleichen Gegebenheiten und Sicherheitsmaßnahmen wie bei den 3U-Modellen. Daher sollten Sie als Benutzer eines 6U-Modells auch Abschnitt 2.3.4 sehr aufmerksam lesen. Der Unterschied liegt bei den 6U-Modellen zum Einen im höheren Mindestquerschnitt der Leitungen und zum Anderen in einem anderen Anschlußpunkt, was in Hinsicht auf Berührungsschutz eine Rolle spielt.

Bei Zuleitungen **bis 5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen bis 50 °C empfehlen wir:

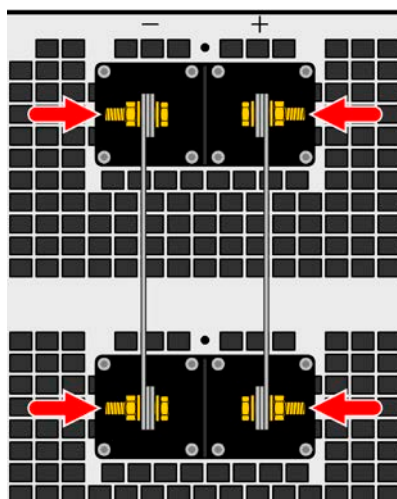
- | | | | |
|---------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| bis 120 A : | 35 mm ² | bis 180 A : | 70 mm ² |
| bis 240 A : | 95 mm ² | bis 420 A : | 2x 70 mm ² |
| bis 1020 A : | 4x 95 mm ² | | |

pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 70 mm², können durch mehrere dünnere, hier z. B. 2x 25 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

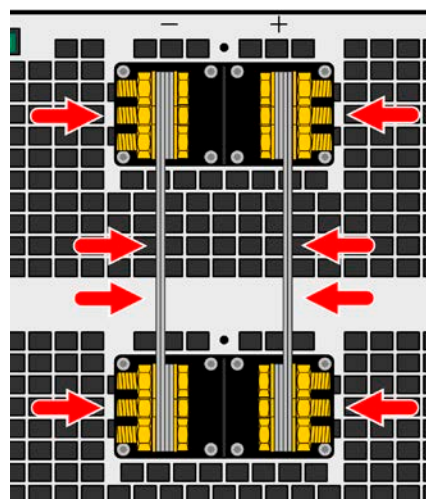
2.3.5.1 Anschlußpunkte

Die Anschlußpunkte bei den 6U-Modellen sind wie unten gezeigt vorgesehen (rote Pfeile). Bei Anschlußtyp 1 werden DC-Kabel üblicherweise an den mittleren Anschlußpunkten verbunden. Falls mehr als zwei Leitungen pro DC-Pol anzuschließen sind, können auch die oberen oder unteren Schraubverbindungen genutzt werden.

Übersicht:



Modelle mit DC-Anschluß Typ 2



Modelle mit DC-Anschluß Typ 1



Es wird empfohlen, die Leitungen möglichst senkrecht nach oben oder unten wegführend zu verlegen, damit die stets erforderliche DC-Abdeckung angebracht werden kann und die Leitungen sich nicht im warmen bis heißen Abluftstrom der Last befinden!

2.3.6 Erdung des DC-Eingangs

Die Erdung von einem der beiden DC-Eingangspole ist grundsätzlich zulässig. Dadurch entsteht eine Potentialverschiebung des anderen Pols gegenüber PE.

Aus Isolationsgründen sind nur jedoch bestimmte, modellabhängige Potentialverschiebungen am DC-Minuspol bzw. DC-Pluspol zulässig. Siehe auch technische Daten in „1.8.3. Spezifische technische Daten“, Punkt „Isolation“.

2.3.7 Anschließen des „Share-Bus“

Die rückseitig am Gerät befindliche Klemme „Share-Bus“ dient bei der elektronischen Last entweder zur Verbindung mit dem Share-Bus eines kompatiblen Netzgerätes (z. B. PSI 9000 3U), um Zwei-Quadranten-Betrieb zu fahren, oder bei Parallelbetrieb mehrerer Lasten zur Stromsymmetrierung und Ausregelung bei Funktionsgeneratorbetrieb (Sinus usw.). Der Share-Bus sollte in diesen Situationen verbunden werden. Weitere Information siehe auch „3.11.3. Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“.

Für die Verschaltung des Share-Bus' gilt es folgendes zu beachten:



- Verbindung nur zwischen kompatiblen Geräten (siehe „1.9.10. Share-Bus-Anschluß“) und nur bis max. 16 Einheiten
- Werden für Zwei-Quadranten-Betrieb mehrere Netzgeräte parallelgeschaltet und dann mit einer elektronischen Last bzw. einem Lastenblock verbunden, sollten alle Einheiten über den Share-Bus verbunden werden. Eins der Netzgeräte wird dann als Master (= Share-Bus-Master) konfiguriert, ähnlich wie bei Master-Slave.
- Sollten in einem konfigurierten System ein oder mehrere Einheiten nicht betrieben werden, weil weniger Leistung benötigt wird, dann sollte deren Share-Bus-Anschluß vom Share-Bus getrennt werden, weil sie aufgrund ihrer Impedanz auch im ausgeschalteten Zustand negativ auf den Share-Bus und dessen Regelsignal einwirken können. Die Trennung kann durch Abziehen der Stecker oder durch Schalter erfolgen.
- Der Share-Bus ist auf den DC-Minus bezogen. Bei Erdung des Pluspols und die dadurch folgende Potentialverschiebung am Minuspol verschiebt sich auch das Potential des Share-Bus'

2.3.8 Anschließen der Fernfühlung



- Die beiden Pins „NC“ am Sense-Anschluß dürfen nicht verbunden werden!
- Die Serie bietet Modelle bis 750 V DC Nennspannung, daher ist auch bei den Fernfühlungsleitungen auf entsprechende Spannungsfestigkeit zu achten!



- Die Fernfühlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernfühlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernfühlung generell erhöht wird.
- Der Querschnitt von Fühlerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm²
- Fühlerleitungen sollten verdreht sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Quelle anzubringen
- (+) Sense darf nur am (+) der Quelle und (–) Sense nur am (–) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten könnte die elektronische Last beschädigt werden. Siehe auch Bild 12.
- Bei Master-Slave-Betrieb sollte die Fernfühlung nur am Master-Gerät erfolgen

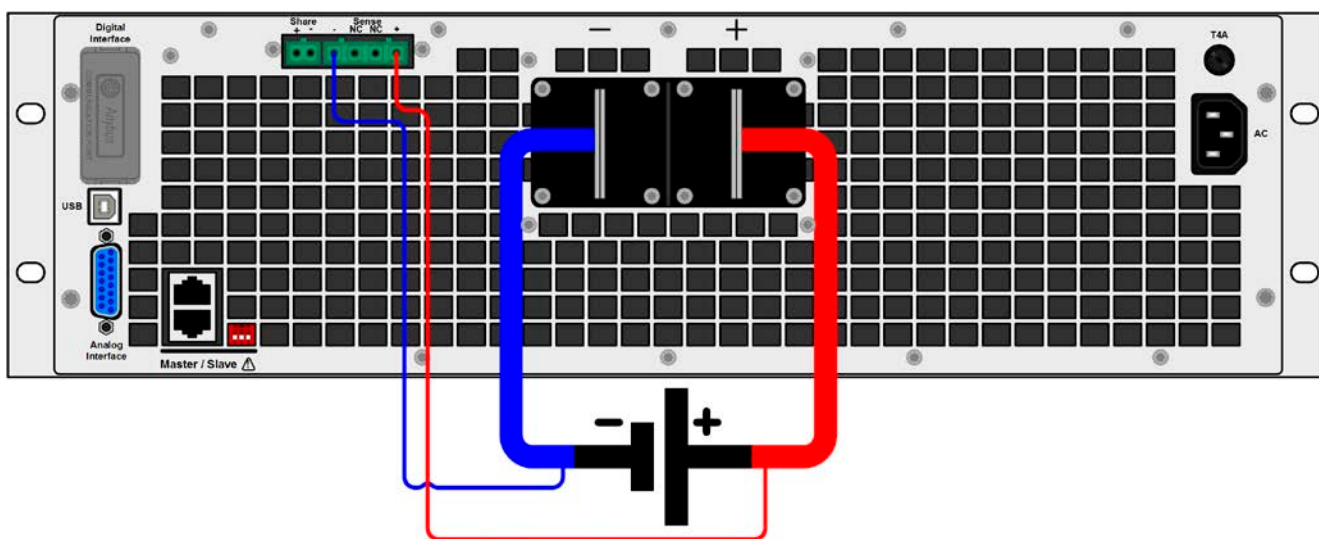


Bild 12 - Beispiel zur Fernfühlungsverdrahtung

2.3.9 Anschließen des USB-Ports (Rückseite)

Um das Gerät über diesen Anschluß fernsteuern zu können, verbinden Sie Gerät und PC über das mitgelieferte USB-Kabel und schalten Sie das Gerät ein.

2.3.9.1 Treiberinstallation (Windows)

Bei der allerersten Verbindung mit dem PC sollte das Betriebssystem das Gerät als neu erkennen und einen Treiber installieren wollen. Der Treiber ist vom Typ Communications Device Class (CDC) und ist bei aktuellen Betriebssystemen wie Windows 7 oder 10 normalerweise integriert. Es wird aber empfohlen, den auf USB-Stick mitgelieferten Treiber zu installieren, um bestmögliche Kompatibilität des Gerätes zu unserer Software zu erhalten.

2.3.9.2 Treiberinstallation (Linux, MacOS)

Für diese Betriebssysteme können wir keinen Treiber und keine Installationsbeschreibung zur Verfügung stellen. Ob und wie ein passender Treiber zur Verfügung steht, kann der Anwender durch Suche im Internet selbst herausfinden.

2.3.9.3 Treiberalternativen

Falls der oben beschriebene CDC-Treiber auf Ihrem System nicht vorhanden ist oder aus irgendeinem Grund nicht richtig funktionieren sollte, können kommerzielle Anbieter Abhilfe schaffen. Suchen und finden Sie dazu im Internet diverse Anbieter mit den Schlüsselwörtern „cdc driver windows“ oder „cdc driver linux“ oder „cdc driver macos“.

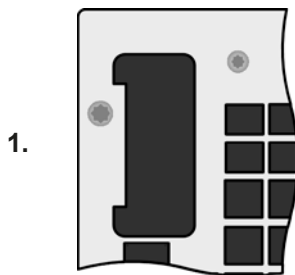
2.3.10 Installation eines Schnittstellenmoduls

Die diversen Schnittstellenmodule, die für EL 9000 B-Modelle mit Slot (nur in der Standardausführung) verfügbar sind, können durch den Anwender nachgerüstet werden und sind durch andere Module austauschbar. Die Einstellungen zum momentan installierten Modul variieren und sollte nach der Erstinstallation bzw. nach Wechsel des Modultyps überprüft und ggf. neu eingestellt werden.



- Die üblichen ESD-Schutzmaßnahmen sind vor dem Einsetzen oder Tausch des Moduls zu treffen!
- Das Modul ist stets nur im ausgeschalteten Zustand des Gerätes zu entnehmen bzw. zu bestücken!
- Niemals irgendeine andere Hardware als diese Schnittstellen-Module in den Einschub einführen!
- Wenn kein Modul bestückt ist wird empfohlen, die Slotabdeckung zu montieren, um unnötige innere Verschmutzung des Gerätes zu vermeiden und den Luftdurchflußweg nicht zu verändern

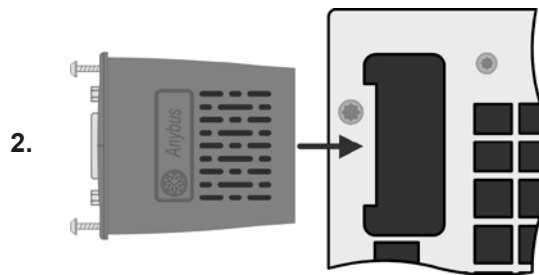
Installationsschritte:



1.

Abdeckung des Schnittstellenslots entfernen. Eventuell einen Schraubendreher zu Hilfe nehmen.

Nehmen Sie das Modul und prüfen Sie, ob die Befestigungsschrauben so weit wie möglich herausgedreht sind. Falls nicht, drehen Sie sie heraus (Torx 8).

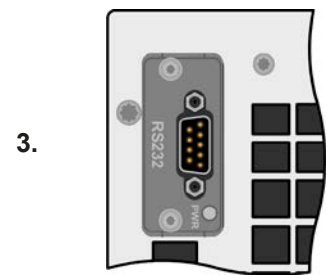


2.

Schnittstellenmodul paßgerecht in den Slot schieben. Es kann aufgrund der Bauform nicht falsch herum gesteckt werden.

Beim Einschieben darauf achten, daß es möglichst genau im Winkel von 90 ° zur Rückwand des Gerätes gehalten wird. Orientieren Sie sich an der grünen Platine, die Sie am offenen Slot erkennen können. Im hinteren Teil ist ein Steckverbinder, der das Modul aufnehmen soll.

Auf der Unterseite des Moduls befinden sich zwei Plastiknasen, die auf dem letzten Millimeter des Einschubweges auf der grünen Platine einrasten müssen, damit das Modul auf der Rückwand des Gerätes richtig aufliegt.



3.

Modul bis zum Anschlag einschieben.

Die Schrauben (Typ: Torx 8) dienen zur Fixierung des Moduls und sollten komplett eingedreht werden. Nach der Installation ist das Modul betriebsbereit und Kabel können angeschlossen werden.

Der Ausbau erfolgt auf umgekehrte Weise. An den Schrauben der Frontplatte des Moduls kann es angepackt werden, um es herauszuziehen.

2.3.11 Anschließen der analogen Schnittstelle

Der 15-polige Anschluß (Typ: Sub-D) auf der Rückseite ist eine analoge Schnittstelle. Um diese mit einer steuernden Hardware (PC, elektronische Schaltung) zu verbinden, ist ein handelsüblicher Sub-D-Stecker erforderlich (nicht im Lieferumfang enthalten). Generell ist es ratsam, bei Verbindung oder Trennung dieses Anschlusses das Gerät komplett auszuschalten, mindestens aber den DC-Eingang.



Die analoge Schnittstelle ist intern, zum Gerät hin, galvanisch getrennt. Verbinden Sie daher möglichst niemals eine Masse der analogen Schnittstelle (AGND) mit dem DC-Minus-Eingang, weil das die galvanische Trennung aufhebt.

2.3.12 Erstinbetriebnahme

Bei der allerersten Inbetriebnahme des Gerätes und der Erstinstallation sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen:

- Überprüfen Sie die von Ihnen verwendeten Anschlußkabel für DC auf ausreichenden Querschnitt!
- Überprüfen Sie die werkseitigen Einstellungen bezüglich der Sollwerte, Sicherheits- und Überwachungsfunktionen sowie Kommunikation daraufhin, daß Sie für Ihre Anwendung passen und stellen Sie sie ggf. nach Anleitung ein!
- Lesen Sie, bei Fernsteuerung des Gerätes per PC, zusätzlich vorhandene Dokumentation zu Schnittstellen und Software!
- Lesen Sie, bei Fernsteuerung des Gerätes über die analoge Schnittstelle, unbedingt den Abschnitt zur analogen Schnittstelle in diesem Dokument!

Bei jedem Start des Gerätes wird für ca. 2 Sekunden eine Sprachauswahl angezeigt, über die man bei Bedarf die Sprache der Anzeige (Touchscreen) umstellen kann. Dies kann auch nachträglich im MENU geschehen.



Nachfolgend ist in diesem Dokument alles, was den Touchscreen und die Anzeige betrifft, auf die Sprachwahl „Deutsch“ bezogen.

2.3.13 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung

Bei der erneuten Inbetriebnahme nach einer Firmwareaktualisierung, Rückerhalt des Gerätes nach einer Reparatur oder nach Positions- bzw. Konfigurationsveränderungen der Umgebung des Gerätes sind ähnliche Maßnahmen zu ergreifen wie bei einer Erstinbetriebnahme. Siehe daher auch „2.3.12. Erstinbetriebnahme“.

Erst nach erfolgreicher Überprüfung des Gerätes nach den gelisteten Punkten darf es wie gewohnt in Betrieb genommen werden.

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Personenschutz



- Um Sicherheit bei der Benutzung des Gerätes zu gewährleisten, darf das Gerät nur von Personen bedient werden, die über die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen elektrischen Spannungen unterrichtet worden sind
- Bei Geräten, die eine berührungsgefährliche Spannung erzeugen können oder an diese angebunden werden, ist stets die mitgelieferte DC-Anschluß-Abdeckung oder eine ähnliche, ausreichend sichere Abdeckung zu montieren
- Schalten Sie bei Umkonfiguration des DC-Anschlusses immer die Quelle ab oder trennen sie von der elektronischen Last!

3.2 Regelungsarten

Eine elektronische Last beinhaltet intern einen oder mehrere Regelkreise, die Spannung, Strom und Leistung durch Soll-Istwert-Vergleich auf die eingestellten Sollwerte regeln sollen. Die Regelkreise folgen dabei typischen Gesetzmäßigkeiten der Regelungstechnik. Jede Regelungsart hat ihre eigene Charakteristik, die nachfolgend grundlegend beschrieben wird.

3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Konstantspannungs-Betrieb (kurz: CV) oder Spannungsregelung ist eine untergeordnete Betriebsart. Am DC-Eingang der elektronischen Last wird im Normalfall eine Spannungsquelle angeschlossen, die eine gewisse Eingangsspannung für die Last darstellt. Wird im Konstantspannungsbetrieb der Sollwert der Spannung höher eingestellt als die tatsächliche Spannung der Quelle, dann kann die Vorgabe nicht erreicht werden. Die Last entnimmt der Quelle dann keinen Strom. Wird der Spannungssollwert geringer als die Eingangsspannung eingestellt, wird die Last versuchen, die Spannungsquelle so sehr zu belasten (Spannungsabfall über den Innenwiderstand der Quelle), daß deren Spannung auf den gewünschten Wert gelangt. Übersteigt der dazu notwendige Strom den an der Last eingestellten Stromsollwert oder die aufgenommene Leistung nach $P = U_{\text{EIN}} \cdot I_{\text{EIN}}$ den eingestellten Leistungssollwert, wechselt die Last automatisch in Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb, je nachdem was zuerst auftritt. Dabei kann die Eingangsspannung nicht mehr auf dem gewünschten Wert gehalten werden.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantspannungs-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand "CV-Betrieb aktiv" als Kürzel CV auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben (einstellungsabhängig), kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

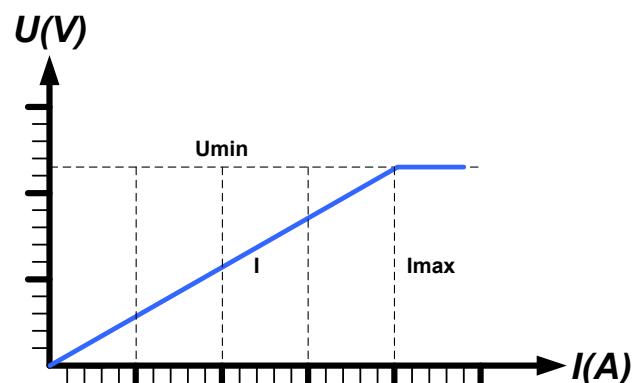
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

Der interne Spannungsregler kann zwischen „Langsam“ oder „Schnell“ umgeschaltet werden, entweder im MENU (siehe „3.4.3.1. Menü „Allgemeine Einstellungen““) oder über Fernsteuerung. Werkseitig ist diese Einstellung auf „Langsam“ gesetzt. Welche gewählt werden sollte, hängt von der Anwendung der Last ab, aber in erster Linie von der Art der Spannungsquelle. Eine aktive, geregelte Quelle wie ein Schaltnetzteil besitzt einen eigenen Spannungsregler, der gleichzeitig mit dem der Last arbeitet. Beide können im ungünstigen Fall gegeneinander arbeiten und zu Schwingungen im Ausregelverhalten führen. Tritt so eine Situation auf, wird empfohlen, den Spannungsregler auf „Langsam“ zu stellen.

In anderen Situationen hingegen, wie z. B. bei Betrieb des Funktionsgenerators und Anwendung einer Funktion auf die DC-Eingangsspannung der Last und Einstellung kleiner Zeiten, kann es erforderlich sein, den Spannungsregler auf „Schnell“ zu stellen, weil sonst die Ergebnisse der Funktion nicht wie erwartet resultieren.

3.2.1.2 Mindesteingangs-Spannung für maximalen Strom

Aufgrund technischer Gegebenheiten hat jedes Modell der Serie einen anderen minimalen Innenwiderstand (R_{MIN}), der bedingt, daß man eine bestimmte Eingangsspannung (U_{MIN}) mindestens anlegen muß, damit die Last den für Sie definierten max. Strom (I_{MAX}) aufnehmen kann. Diese U_{MIN} ist in den technischen Daten für jedes Modell angegeben. Wird weniger Spannung an den DC-Eingang angelegt, kann das Gerät entsprechend weniger Strom aufnehmen, dabei sogar weniger als einstellbar. Der Verlauf ist linear, der maximal aufnehmbare Strom bei einer Eingangsspannung unterhalb U_{MIN} kann daher einfach berechnet werden. Rechts ist eine Prinzipdarstellung zu sehen.



3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

Stromregelung wird auch Strombegrenzung oder Konstantstrom-Betrieb (kurz: CC) genannt und spielt eine wichtige Rolle im Normalbetrieb einer elektronischen Last. Der DC-Eingangsstrom wird durch die elektronische Last auf dem eingestellten Wert gehalten, indem die Last ihren Innenwiderstand so verändert, daß sich nach dem Ohmschen Gesetz $R = U / I$ aus der DC-Eingangsspannung und dem gewünschten Strom ein Innenwiderstand ergibt, der einen entsprechenden Strom aus der Spannungsquelle fließen läßt. Erreicht der Strom den eingestellten Wert, wechselt das Gerät automatisch in Konstantstrom-Betrieb. Wenn jedoch die aus der Spannungsquelle entnommene Leistung den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht, oder den sich bei Derating ergebende Leistungsmaximalwert, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt den Eingangsstrom nach $I_{\text{MAX}} = P_{\text{SOLL}} / U_{\text{EIN}}$ ein, auch wenn der eingestellte Strommaximalwert höher ist. Der vom Anwender eingestellte und auf dem Display angezeigte Strommaximalwert ist stets nur eine obere Grenze.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantstrom-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CC-Betrieb aktiv“ als Kürzel CC auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand

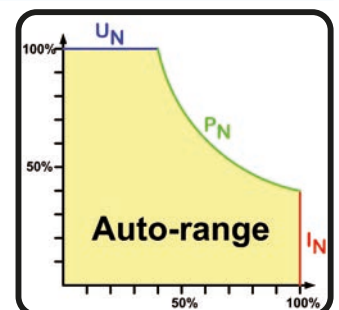
Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert zu bringen und den Eingangsstrom nach dem ohmschen Gesetz $I_{\text{EIN}} = U_{\text{EIN}} / R_{\text{SOLL}}$ und in Abhängigkeit von der Eingangsspannung einzustellen. Dem Innenwiderstand sind gegen Null hin (Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung werden aktiv), sowie nach oben hin (Auflösung der Stromregelung zu ungenau) natürliche Grenzen gesetzt. Da der Innenwiderstand nicht 0 sein kann, ist der einstellbare Anfangswert auf das machbare Minimum begrenzt. Das soll auch sicherstellen, daß die elektronische Last bei einer sehr geringen Eingangsspannung, aus der sich bei einem geringen eingestellten Widerstand dann wiederum ein sehr hoher Eingangsstrom errechnet, diesen auch aus der Quelle entnehmen kann bis hin zum Maximalstrom der Last.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantwiderstand-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CR-Betrieb aktiv“ als Kürzel CR auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

Leistungsregelung, auch Leistungsbegrenzung oder Konstantleistung (kurz: CP) genannt, begrenzt die DC-Eingangsleistung des Gerätes konstant auf dem eingestellten Wert, damit der Eingangsstrom in Zusammenhang mit der Spannung der Quelle nach $P = U \cdot I_{\text{EIN}}$ den gestellten Leistungssollwert erreicht. Die Leistungsbegrenzung regelt außerdem den Eingangsstrom nach $I_{\text{EIN}} = P_{\text{SOLL}} / U_{\text{EIN}}$, wenn die Spannung der Quelle sich ändert.

Die Leistungsbegrenzung arbeitet nach dem Auto-range-Prinzip, so daß bei geringer Eingangsspannung hoher Strom oder bei hoher Eingangsspannung geringer Strom fließen kann, um die Leistung im Bereich P_N (siehe Grafik rechts) konstant zu halten.



Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantleistungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CP-Betrieb aktiv“ als Kürzel CP auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

Konstantleistungsbetrieb wirkt auf den internen Stromsollwert ein. Das bedeutet, der als maximal eingestellte Strom kann unter Umständen nicht erreicht werden, wenn der Leistungssollwert nach $I = P / U$ einen geringeren Strom ergibt und auf diesen begrenzt. Der vom Anwender eingestellte und auf dem Display angezeigte Stromsollwert ist stets nur eine obere Grenze.

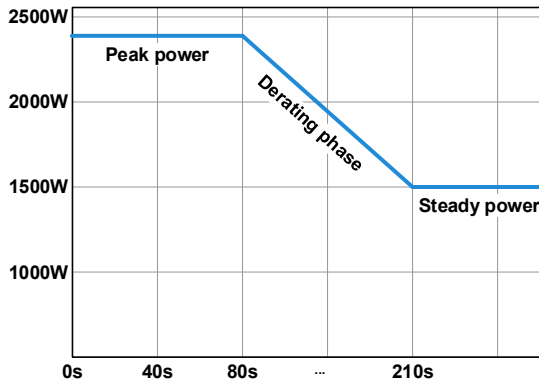
3.2.4.1 Temperaturabhängige Leistungsreduktion

Die elektronischen Lasten dieser Serie wandeln die aufgenommene elektrische Energie in Wärme um. Um die Leistungsstufen vor Überhitzung zu schützen, begrenzt das Gerät ab einer gewissen Erwärmung automatisch die max. Eingangsleistung. Diese Leistungsreduktion (*engl.* derating) ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Das bedeutet, daß ein Gerät bei 10°C Umgebungstemperatur die Spitzenleistung (siehe technische Daten) für eine längere Zeit aufnehmen kann als bei 25°C oder höher. Trotzdem wird dann durch weitere Erwärmung die maximal aufgenommene Leistung intern mit einer gewissen Leistungsänderung pro Grad Kelvin (siehe technische Daten) konstant reduziert bis runter auf eine typische Dauerleistung (siehe technische Daten), die für 21°C Umgebungstemperatur definiert ist.

Die Zeit, die das Gerät benötigt, um die typische Dauerleistung bei Derating zu erreichen, liegt zwischen 150 und 200 Sekunden. Diese Zeit beinhaltet die Zeit, die das Gerät bei 21°C oder weniger Außentemperatur die Spitzenleistung aufnehmen kann.

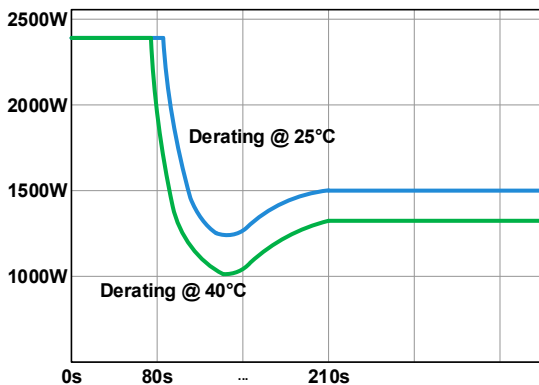
Wenn das Gerät bei weniger Leistung als die genannte Dauerleistung betrieben wird, beeinflusst das Derating den Betrieb nicht merklich. Die interne Begrenzung ist trotzdem immer vorhanden. Wenn man z. B. bei einem Modell mit 1200 W Dauerleistung mit konstant 800 W Ist-Leistung arbeiten würde, bei 2400 W Soll-Leistung gesetzt, und würde einen Stromsprung oder Spannungssprung nach oben machen, könnte das Gerät trotzdem keine Ist-Leistung von 2400 W erreichen.

Verdeutlichungen:



Prinzipielle Darstellung des Derating-Verlaufs anhand eines 2400 W Leistungsmoduls. Modelle dieser Geräteserie können mehrere Leistungsmodule enthalten, die nicht unbedingt alle gleichzeitig mit dem Derating anfangen.

Die Spitzenleistung (Peak power) wird für eine Zeit x aufgenommen, bis das Derating einsetzt. Danach pendelt sich die max. Eingangsleistung auf etwa den Wert der Dauerleistung ein (Steady power). Wie hoch Eingangsleistung tatsächlich ist, kann an deren Istwert erkannt werden. Bei weiterem Anstieg der Umgebungstemperatur wird die Dauerleistung noch etwas sinken.



Verlauf des Deratings bei Kaltstart des Gerätes bei 25°C (blau) und bei 40°C (grün) Umgebungstemperatur.

Der zeitliche Verlauf ergibt, daß die Spitzenleistung bei 40°C nur kurz verfügbar ist, bevor Derating beginnt. Bei dieser Umgebungstemperatur pendelt sich die Dauerleistung direkt auf einen etwas niedrigeren Wert ein.

3.2.5 Regelverhalten und Stabilitätskriterium

Die elektronische Last zeichnet sich durch schnelle Stromanstiegs- und abfallzeiten aus, die durch eine hohe Bandbreite der internen Regelung erreicht werden.

Werden Quellen mit eigener Regelung, wie zum Beispiel Netzgeräte, mit der elektronischen Last getestet, so kann unter bestimmten Bedingungen eine Regelschwingung auftreten. Diese Instabilität tritt auf, wenn das Gesamtsystem (speisende Quelle und elektronische Last) bei bestimmten Frequenzen zu wenig Phasen- und Amplitudenreserve aufweist. 180 ° Phasenverschiebung bei >0dB Verstärkung erfüllt die Schwingungsbedingung und führt zur Instabilität. Das Gleiche kann auch bei Quellen ohne eigene Regelung (z. B. Batterie) auftreten, wenn die Lastzuleitung stark induktiv oder induktiv-kapazitiv ist.

Tritt eine Regelungsschwingung auf, ist das nicht durch einen Mangel der elektronischen Last verursacht, sondern durch das Verhalten des gesamten Systems. Eine Verbesserung der Phasen- und Amplitudenreserve kann das wieder beheben. In der Praxis wird hierfür ein Kondensator direkt am DC-Eingang an der elektronischen Last angebracht. Welcher Wert den gewünschten Effekt bringt, ist nicht festlegbar. Wir empfehlen:

80 V-Modelle: 1000 µF...4700 µF
 200 V-Modelle: 100 µF...470 µF
 360 V-Modelle: 68 µF...220 µF
 500 V-Modelle: 47 µF...150 µF
 750 V-Modelle: 22 µF...100 µF

3.3 Alarmzustände



Dieser Abschnitt gibt nur eine Übersicht über mögliche Alarmzustände. Was zu tun ist im Fall, daß Ihr Gerät Ihnen einen Alarm anzeigt, wird in Abschnitt „3.6. Alarmer und Überwachung“ erläutert.

Grundsätzlich werden alle Alarmzustände optisch (Text + Meldung in der Anzeige), akustisch (wenn Alarmton aktiviert), als Status über digitale Schnittstelle bzw. analoge Schnittstelle signalisiert. Zwecks nachträglicher Erfassung der Alarmer kann ein zusätzlicher Alarmzähler im Display angezeigt oder per digitaler Schnittstelle ausgelesen werden.

3.3.1 Power Fail

Power Fail (kurz: PF) kennzeichnet einen Alarmzustand des Gerätes, der mehrere Ursachen haben kann:

- AC-Eingangsspannung zu niedrig (Netzunterspannung, Netzausfall)

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die Leistungsaufnahme und schaltet den DC-Eingang aus. Der Zustand des DC-Eingangs nach einem zeitweiligen PF-Alarm kann im MENU bestimmt werden. Siehe 3.4.3.



Das Ausschalten des Gerätes am Netzschalter oder mittels einer externen Trenneinheit ist wie ein Netzausfall und wird auch so interpretiert. Daher tritt beim Ausschalten jedesmal ein „Alarm: PF“ auf, der in dem Fall ignoriert werden kann.

3.3.2 Übertemperatur (Overtemperature)

Ein Übertemperaturalarm (kurz: OT) tritt auf, wenn ein Gerät durch zu hohe Innentemperatur selbständig ein oder mehrere Leistungsstufen abschaltet. Dies kann durch einen Defekt der eingebauten Lüfter oder durch zu hohe Umgebungstemperatur zustandekommen. In Abhängigkeit der Einstellung „DC-Eingang nach OT Alarm“ kann das Gerät nach der Abkühlung die Leistungsaufnahme automatisch wieder starten. Die Alarmmeldung bleibt solange in der Anzeige stehen, bis die Kenntnisnahme bestätigt wird (auf die Meldung tippen).

3.3.3 Überspannung (Overvoltage)

Ein Überspannungsalarm (kurz: OVP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- die angeschlossene Spannungsquelle eine höhere Spannung auf den DC-Eingang bringt, als mit der einstellbaren Überspannungsalarmschwelle (OVP, 0...103% U_{Nenn}) festgelegt

Diese Funktion dient dazu, dem Betreiber der elektronischen Last akustisch oder optisch mitzuteilen, daß die angeschlossene Spannungsquelle eine überhöhte Spannung erzeugt hat und damit sehr wahrscheinlich den Eingangskreis und weitere Teile des Gerätes beschädigen oder sogar zerstören könnte.



Die elektronische Last ist nicht mit Schutzmaßnahmen gegen Überspannung von außen ausgestattet und kann dadurch selbst im ausgeschalteten Zustand beschädigt werden.

3.3.4 Überstrom (Overcurrent)

Ein Überstromalarm (kurz: OCP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- der in den DC-Eingang fließende Eingangsstrom die eingestellte OCP-Schwelle überschreitet

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der speisenden Spannungs- bzw. Stromquelle, damit diese nicht mit zu hohem Strom belastet und möglicherweise beschädigt wird.

3.3.5 Überleistung (Overpower)

Ein Überleistungsalarm (kurz: OPP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- das Produkt aus der am DC-Eingang anliegenden Eingangsspannung und dem Eingangsstrom nach $P = U \cdot I$ die eingestellte OPP-Schwelle überschreitet

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der speisenden Spannungs- bzw. Stromquelle, falls diese durch zu hohe Belastung beschädigt werden könnte.

3.4 Manuelle Bedienung

3.4.1 Einschalten des Gerätes

Das Gerät sollte möglichst immer am Netzschalter (Vorderseite) eingeschaltet werden. Alternativ kann es über eine externe Trennvorrichtung (Hauptschalter, Schütz) mit entsprechender Strombelastbarkeit netzseitig geschaltet werden.

Nach dem Einschalten zeigt es in der Anzeige für einige Sekunden das Herstellerlogo und weitere Geräteinformationen, sowie eine Abfrage der Sprachauswahl (für 3 Sekunden) an und ist danach betriebsbereit. Im Einstellmenü MENU (siehe Abschnitt „3.4.3. Konfiguration im MENU“) befindet sich im Untermenü „**Allg. Einstellungen**“ eine Option „**DC-Eingang nach Power ON**“, mit welcher der Anwender bestimmen kann, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes ist. Werkseitig ist diese Option deaktiviert (=„**AUS**“). „**AUS**“ bedeutet, der DC-Eingang wäre nach dem Einschalten des Gerätes immer aus und „**Wiederhstl.**“ bedeutet, daß der letzte Zustand des DC-Eingangs wiederhergestellt wird, so wie er beim letzten Ausschalten war, also entweder ein oder aus. Außerdem werden sämtliche Sollwerte wiederhergestellt.

3.4.2 Ausschalten des Gerätes

Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des DC-Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert, sowie Master-Slave-Betrieb, falls aktiviert. Weiterhin wird ein „Alarm: PF“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Der DC-Eingang wird sofort ausgeschaltet und nach kurzer Zeit die Lüfter. Das Gerät ist nach ein paar weiteren Sekunden dann komplett aus.

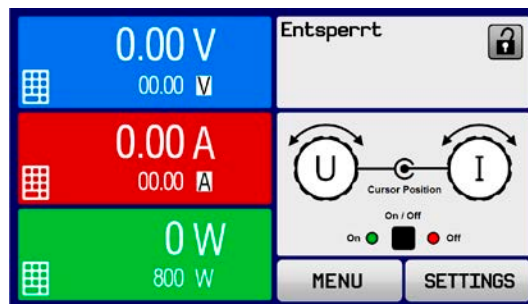
3.4.3 Konfiguration im MENU

Das MENU dient zur Konfiguration aller Betriebsparameter, die nicht ständig benötigt werden. Es kann per Fingerberührung auf die Taste MENU erreicht werden, aber nur, wenn der DC-Eingang **ausgeschaltet** ist. Siehe auch die Grafiken rechts.

Ist der DC-Eingang eingeschaltet, werden statt einem Einstellmenü nur Statusinformationen angezeigt.

Die Navigation erfolgt in den Untermenüs mittels Fingerberührung, Werte werden mit den Drehknöpfen eingestellt. Die Zuordnung der Drehknöpfe zu den einstellbaren Werten wird hier nicht angezeigt, daher gilt folgende Regel: oberer Wert -> linker Drehknopf, unterer Wert -> rechter Drehknopf.

Einige Einstellparameter sind selbsterklärend, andere nicht. Diese werden auf den nachfolgenden Seiten im Einzelnen erläutert.



3.4.3.1 Menü „Allgemeine Einstellungen“

Einstellung	Beschreibung
Fernsteuerung erlauben	Wenn Nein gesetzt ist, kann das Gerät weder über eine der digitalen, noch über die analoge Schnittstelle fernbedient werden. Der Status, daß die Fernsteuerung gesperrt ist, wird im Statusfeld der Hauptanzeige mit „ Lokal “ angezeigt. Siehe auch Abschnitt „3.5.2. Bedienorte“.
Anlogschnittstelle Bereich	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. • 0...5 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 5 V • 0...10 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 10 V Siehe auch Abschnitt „3.5.4. Fernsteuerung über Anlogschnittstelle (AS)“.
Anlogschnittstelle Rem-SB	Legt fest, wie der Eingangspin REM-SB an der eingebauten Anlogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in „3.5.4.4. Spezifikation der Anlogschnittstelle“ angegebenen Pegel. Siehe auch „3.5.4.7. Anwendungsbeispiele“. • Normal = Pegel und Funktion wie in der Tabelle in 3.5.4.4 gelistet • Invertiert = Pegel und Funktion invertiert
Analog Rem-SB Verhalten	Legt fest, wie das Verhalten des analogen Eingangs REM-SB an der eingebauten Anlogschnittstelle gegenüber dem DC-Eingang sein soll: • DC AUS = DC-Eingang kann über den Pin nur ausgeschaltet werden • DC EIN/AUS = DC-Eingang kann über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
Anlogschnittstelle Pin 6	Pin 6 der Anlogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig die Gerätealarme OT und PF. Dieser Parameter erlaubt es, nur einen von beiden auf dem Pin auszugeben (3 mögliche Kombinationen): • Alarm OT = Signalisierung des Alarms OT auf Pin 6 ein-/ausschalten • Alarm PF = Signalisierung des Alarms PF auf Pin 6 ein-/ausschalten
Anlogschnittstelle Pin 14	Pin 14 der Anlogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig nur den Gerätealarm OVP. Dieser Parameter erlaubt es, weitere Gerätealarme auf dem Pin auszugeben (7 mögliche Kombinationen): • Alarm OVP = Signalisierung des Alarms OVP auf Pin 14 ein-/ausschalten • Alarm OCP = Signalisierung des Alarms OCP auf Pin 14 ein-/ausschalten • Alarm OPP = Signalisierung des Alarms OPP auf Pin 14 ein-/ausschalten
Anlogschnittstelle Pin 15	Pin 15 der Anlogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig nur die Regelungsart CV. Dieser Parameter erlaubt es, einen anderen Gerätestatus auf dem Pin 15 auszugeben (2 Optionen): • Regelungsart = Signalisierung der Regelungsart CV • DC-Status = Signalisierung des Zustandes des DC-Eingangs
DC-Eingang nach OT Alarm	Legt fest, wie sich die DC-Leistungsstufen des Gerätes nach einem Übertemperatur-Alarm und erfolgter Abkühlung verhalten sollen: • AUS = DC-Anschluß bleibt aus • AUTO = DC-Anschluß schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
DC-Eingang nach Power ON	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. • AUS = DC-Eingang ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • Wiederhstl. = Zustand des DC-Eingangs wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war
Einst. Spannungsregler	Wählt die Regelungsgeschwindigkeit des internen Spannungsreglers zwischen Langsam und Schnell . Siehe „3.2.1.1. Geschwindigkeit des Spannungsreglers“
DC-Eingang nach PF Alarm	Legt fest, wie sich der DC-Eingang des Gerätes nach einem Powerfail-Alarm (siehe), wie z. B. durch Unterspannung verursacht, verhalten soll: • AUS = DC-Eingang bleibt aus • AUTO = DC-Eingang schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war

Einstellung	Beschreibung
DC-Eingang nach Remote	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach manuellem oder per Befehl veranlaßtem Beenden der Fernsteuerung sein soll. • AUS = DC-Eingang ist nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • AUTO = Zustand des DC-Eingangs wird beibehalten
R-Modus aktivieren	Aktiviert (Ja) bzw. deaktiviert (Nein) die Innenwiderstandsregelung. Wenn aktiviert kann der Innenwiderstandwert als zusätzlicher Sollwert eingestellt werden. Mehr dazu siehe „3.2.3. Widerstandsregelung/Konstantwiderstand“
USB Trennzeichen-Format	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch 1.9.6.5 und 3.4.10) bzw. für das Einlesen von CSV-Dateien fest • US = Trennzeichen ist Komma (US-Format) • Standard = Trennzeichen ist Semikolon (deutsches bzw. europ. Format)
Logging mit Einheit (V,A,W)	Beim USB-Logging werden standardmäßig alle Werte in der CSV-Datei mit Einheit aufgezeichnet. Dies kann hier mit Nein deaktiviert werden.
Gerät abgleichen	Bedienfeld Start startet eine Kalibrierungsroutine, sofern das Gerät momentan im U/I- oder P/I-Modus ist.
Gerät zurücksetzen	Bedienfeld Start setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) und Werte auf Standardwerte
Gerät neustarten	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes
Master-Slave-Modus	Mit Option MASTER oder SLAVE wird der Master-Slave-Modus (kurz: MS) aktiviert und gleichzeitig die Funktion des Gerätes im MS festgelegt. Siehe auch Abschnitt „3.11.1. Parallelschaltung als Master-Slave (MS)“.
PSI / ELR System	<i>Wird nur angezeigt, wenn Gerät als MASTER definiert wurde</i> Legt durch Aktivierung (Fingerberührung, Haken wird gesetzt) fest, ob die elektronische Last Teil eines Zwei-Quadranten-Systems (siehe auch „3.11.3. Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“) ist und schaltet dazu den dbei benötigten Share-Bus wird auf Modus „Slave“, weil eine Last im 2QB immer untergeordnet sein soll, da vom Netzgerät über Share-Bus gesteuert.
Master-Init. wiederholen	<i>Wird nur angezeigt, wenn Gerät als MASTER definiert wurde</i> Bedienfeld Initialisieren initialisiert das Master-Slave-System neu für den Fall, daß die automatische Enumerierung der Slave-Einheiten durch den Master einmal nicht funktionieren sollte und somit weniger Gesamtleistung zur Verfügung stehen würde.

3.4.3.2 Menü „Nutzer Events“

Siehe „3.6.2.1. Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)“.

3.4.3.3 Menü „Profile“

Siehe „3.9. Nutzerprofile laden und speichern“.

3.4.3.4 Menü „Übersicht“

Diese Menüseiten zeigen eine Übersicht der aktuellen Sollwerte (U, I, P bzw. U, I, P, R) und Gerätealarmeinstellungen, sowie die Eventeinstellungen und Einstellungsgrenzen an. Diese können hier nur angesehen und nicht verändert werden.

3.4.3.5 Menü „Info HW, SW...“

Diese Menüseite zeigt eine Übersicht gerätebezogener Daten wie Seriennummer, Artikelnummer usw., sowie eine Alarmhistorie (Anzahl aufgetretener Gerätealarme seit Einschalten des Gerätes) an.

3.4.3.6 Menü „Funkt.Generator“

Siehe „3.10. Der Funktionsgenerator“.

3.4.3.7 Menü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zur digitalen Kommunikation über die diversen, optional erhältlichen Schnittstellenmodule der IF-AB-Serie bzw. zum GPIB-Anschluß (Geräte mit installierter Option 3W) getroffen. Mit dem Bedienfeld für das Schnittstellenmodul bzw. GPIB öffnen sich ein oder mehrere Einstellseiten. Weiterhin kann das sog. „Kommunikations-Timeout“ angepaßt werden, das durch höhere Werte ermöglicht, daß fragmentierte, d. h. zerstückelte Nachrichten sicher beim Geräte ankommen und verarbeitet werden können. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“. Mit dem Bedienfeld „Kom-Protokolle“ kann eins der beiden unterstützten Kommunikationsprotokolle deaktiviert werden, damit bei bestimmten Übertragungsarten und Kommunikationsproblemen keine Vermischung der Antworten stattfinden kann.



Bei den Ethernet-basierten Modulen, die zwei Ports haben, bezieht sich „P1“ auf den Port 1 und „P2“ auf den Port 2, so wie am Modul aufgedruckt. Zwei-Port-Module haben nur eine IP.

IF	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Beschreibung
Ethernet / ModBus-TCP, 1 & 2 Port	IP-Einstellungen 1	DHCP		Das IF läßt sich von einem DHCP-Server eine IP und ggf. eine Subnetzmaske, sowie Gateway zuweisen. Falls kein DHCP-Server im Netzwerk ist, werden die Netzwerkparameter gesetzt, die im Punkt „Manuell“ definiert worden.
		Manuell	IP-Adresse	Diese Option ist standardmäßig aktiviert. Hier kann die IP-Adresse des Gerätes manuell festgelegt werden.
			Gateway	Hier kann eine Gateway-Adresse festgelegt werden, falls benötigt.
			Subnetzmaske	Hier kann eine Subnetzmaske festgelegt werden, falls die Standardsubnetzmaske nicht paßt
		DNS-Adresse 1 DNS-Adresse 2		Hier können die Adressen des 1. und 2. Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt. Ein DNS wird nur benötigt wenn das Gerät mit seiner Domäne und seinem Hostnamen registriert werden soll, um es darüber z. B. in einem Browser einfacher aufrufen zu können
		Port		Einstellbereich: 0...65535. Standardport: 5025 = Modbus RTU (alle Ethernet-Module) Reservierte Ports, die hier nicht eingestellt werden dürfen: 502 = Modbus TCP andere, systemtypische, reservierte Ports
	IP-Einstell. 2-P1 IP-Einstell. 2-P2	AUTO		Die Einstellungen der Ethernetports 1 und 2 (wo vorhanden), werden automatisch getroffen
		Manuell	Half duplex	Manuelle Wahl der Übertragungsgeschwindigkeit (10MBit o. 100MBit) und Duplexmodus (Full/Half). Es wird empfohlen, Option „AUTO“ zu belassen und nur im Problemfall Option „Manuell“ zu wählen. Unterschiedliche Einstellungen bei 2-Port-Modulen sind möglich, da diese einen Switch beinhalten.
			Full duplex	
			10Mbit	
			100Mbit	
	Host-Name			Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne			Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	TCP Keep-Alive	TCP Keep-alive aktivieren		

IF	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Beschreibung
Profinet/IO, 1 & 2 Port	Funktions-beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Funktionsbeschreibung“ (<i>Function tag</i>). Max. Länge: 32 Zeichen		
	Standort-beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Standortbeschreibung“ (<i>Location tag</i>). Max. Länge: 22 Zeichen		
	Stationsname	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profinet-Stationsnamens. Max. Länge: 200 Zeichen		
	Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen		
	Datum der Installation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationsdatum“ (<i>Installation date</i>). Max. Länge: 40 Zeichen		

IF	Ebene 1	Beschreibung
Profibus DP	Knoten-Adresse	Einstellung der Profibus- oder Knotenadresse im Bereich von 1...125 per Direkteingabe des Wertes
	Funktions-Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Funktionsbeschreibung“ (<i>Function tag</i>). Max. Länge: 32 Zeichen
	Standort-Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Standortbeschreibung“ (<i>Location tag</i>). Max. Länge: 22 Zeichen
	Datum der Installation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationsdatum“ (<i>Installation date</i>). Max. Länge: 40 Zeichen
	Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen

IF	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Beschreibung
CAN	Basis-ID			Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: 0h
	Baudrate			Einstellung der CAN-Busgeschwindigkeit in den typischen Werten zwischen 10 kbps und 1Mbps. Standardwert: 500 kbps
	Terminierung			Ein- oder Ausschalten des elektronisch geschalteten, im Modul befindlichen Busabschlußwiderstandes. Standardwert: AUS
	Broadcast ID			Einstellung der CAN-Broadcast-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: 7ffh
	ID Format			Wahl des CAN-ID-Formates zwischen Base (11 Bit IDs, 0h...7ffh) oder Extended (29 Bit IDs, 0h...1fffffffh)
	Zyklische Kommunikation	Basis-ID Lesen		Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Lesen von bis zu 5 Objektgruppen (siehe „ Lese-Timing “). Das Gerät sendet über diese IDs die Inhalte der Objektgruppen automatisch, sofern aktiviert. Siehe Programmieranleitung. Standardwert: 100h
		Basis-ID Senden		Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Senden von Status und Sollwerten. Das Gerät empfängt über diese IDs die Inhalte zweier bestimmter Objektgruppen im kompakteren Format. Siehe Programmieranleitung. Standardwert: 200h
		Lese-Timing	Status	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen des Status über die eingestellte „ Basis-ID Lesen “. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Istwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Istwerte über die eingestellte „ Basis-ID Lesen + 1 “. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Sollwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Sollwerte über die eingestellte „ Basis-ID Lesen + 2 “. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Limits 1	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (U, I) über die eingestellte „ Basis-ID Lesen + 3 “. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Limits 2	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (P, R) über die eingestellte „ Basis-ID Lesen + 4 “. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
	Datenlänge			Festlegung der Nachrichtenlänge von allen vom Gerät gesendeten Nachrichten (Antworten). AUTO = Länge variiert je nach Objekt zwischen 3 und 8 Bytes Immer 8 Bytes = Länge ist immer 8 Bytes, mit Nullen aufgefüllt

IF	Ebene 1	Beschreibung
GPIB	Knoten-Adresse	Einstellung der GPIB-Knotenadresse (nur bei installierter Option 3W) im Bereich von 1...30

IF	Ebene 1	Ebene 2	Beschreibung
CANopen	Knoten-Adresse		Einstellung der CANopen-Knotenadresse im Bereich von 1...127 per Direkteingabe des Wertes
	Baud-Rate	AUTO	Automatische Erkennung der Busgeschwindigkeit
		LSS	Setzt die Bus-Baudrate und die Knotenadresse automatisch
		Manuell	Manuelle Einstellung der Busgeschwindigkeit für die CANopen-Schnittstelle. Auswahlmöglichkeiten: 10 kbps, 20 kbps, 50 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 250 kbps, 500 kbps, 800 kbps, 1Mbps (1Mbps = 1Mbit/s, 10 kbps = 10 kbit/s)

IF	Ebene 1	Beschreibung
RS232	Baudrate	Die Baudrate ist einstellbar, weitere serielle Einstellungen sind wie folgt festgelegt: 8 Datenbits, 1 Stopbit, Parität = keine Unterstützte Baudraten: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

Element	Beschreibung
Kom.-Timeout	Timeout USB/RS232 (in Millisekunden) Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Stellt die Zeit ein, die max. bei zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes ablaufen darf. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“. Timeout ETH (in Sekunden) Standardwert: 5, Bereich: 0, 5...65535 Findet während der eingestellten Zeit keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt es die Socketverbindung. Das Timeout wird durch Aktivierung der Option „TCP Keep-alive“ (siehe oben, Tabelle für Ethernet) unwirksam, sofern „keep-alive“ innerhalb des Netzwerkes wie zu erwarten funktioniert. Mit Einstellung „0“ wird das Timeout alternativ dauerhaft deaktiviert. Schnittstellenüberwachung aktivieren Standardwert: deaktiviert Die Schnittstellenüberwachung ist eine Sicherheitsfunktion. Mit ihr kann eine der digitalen Schnittstellen auf regelmäßige Kommunikation hin überwacht werden, ebenso die physikalische Kabelverbindung. Für mehr Informationen siehe „3.5.3.4. Schnittstellenüberwachung“. Timeout Schnittstellenüberwachung [s] Standardwert: 10, Bereich: 1...36000 Benutzerdefinierbares Timeout in Sekunden für die Schnittstellenüberwachung. Kann nur variiert werden, wenn die Schnittstellenüberwachung aktiviert wurde. Siehe Schnittstellenüberwachung aktivieren.
Kom.-Protokolle	Aktiviert Standardeinstellung: beide aktiviert Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle SCPI und ModBus Jeweils eins von beiden kann deaktiviert werden, wenn nicht benötigt. Einhaltung der ModBus Spezifikation Standardeinstellung: Limitiert Bezieht sich auf die Einhaltung der offiziellen Modbus-Spezifikation für die Kommunikation über ModBus RTU und TCP. Frühere Firmwares waren nicht ganz konform. Dieser Schalter dient in erster Linie der Erhaltung der Kompatibilität zu bereits bestehenden Anwendersoftware, welche die Nichtkonformität berücksichtigen (Einstellung: Limitiert). Für neue Softwareapplikationen sollte der Schalter dauerhaft auf Voll gestellt werden.
Logging	Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Wenn aktiviert, kann ein Intervall für das Logging (mehrere Schritte, 500 ms ... 5 s) festgelegt werden. Außerdem kann man wählen, wie das Logging gestartet/gestoppt wird. Mehr siehe „3.4.10. Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)“.

3.4.3.8 Menü „HMI-Einstellung“

Diese Einstellungen beziehen sich ausschließlich auf die Bedieneinheit (HMI).

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch, Russisch oder Chinesisch
Tastenton	Aktiviert bzw. deaktiviert die Tonausgabe bei Betätigung einer Taste oder eines Bedienfeldes in der Anzeige. Dieser Ton kann als Bestätigung dienen, daß die Betätigung der Taste bzw. des Bedienfeldes angenommen wurde.
Alarmton	Aktiviert bzw. deaktiviert die zusätzliche akustische Signalisierung eines Gerätealarms oder benutzerdefinierten Ereignisses (Event), das auf Aktion = ALARM eingestellt wurde. Siehe auch „3.6. Alarmer und Überwachung“.
HMI Sperre	Siehe „3.7. Bedieneinheit (HMI) sperren“
Hinterg. Beleuchtung	Hiermit kann man wählen, ob die Hintergrundbeleuchtung immer an sein soll oder sich abschaltet, wenn 60 s lange keine Eingabe über Touchscreen oder Drehknopf erfolgte. Sobald eine Eingabe erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Beleuchtung in 10 Stufen eingestellt werden.
Statusseite	Aktiviert/deaktiviert zwei auf die Hauptanzeige bezogene Optionen bezüglich der Istwertdarstellung. Messleiste anzeigen: im Modus U/I/P, d. h. Widerstands-Modus deaktiviert, wird in der Hauptanzeige unter den Istwerten von Spannung, Strom und Leistung eine zusätzliche Meßleiste eingeblendet. Siehe auch „3.4.8. Die Meßleisten“. Alternative Statusseite: schaltet die normale Hauptanzeige mit den Soll- und Istwerten von Spannung, Strom und Leistung bzw. Widerstand, wenn aktiviert, um auf eine einfachere Darstellung mit nur Spannung und Strom, plus Status. Siehe auch „3.4.7. Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln“. Standardeinstellung: beide deaktiviert
Limits Sperre	Siehe „3.8. Einstellungsgrenzen (Limits) sperren“

3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)



Die Einstellgrenzen gelten nur für die zugehörigen Sollwerte, jedoch gleichermaßen bei manueller Bedienung wie bei Fernsteuerung.

Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P, R) von 0...100% einstellbar.

Das kann in einigen Fällen, besonders zum Schutz von Anwendungen gegen Überstrom, hinderlich sein. Daher können jeweils für Spannung (U) und Strom (I) separat untere und obere Einstellgrenzen festgelegt werden, die den einstellbaren Bereich des jeweiligen Sollwertes verringern.

Für die Leistung (P) und den Widerstand (R) können obere Einstellgrenzen festgelegt werden.



► So konfigurieren Sie die Einstellgrenzen

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptanzeige auf das Bedienfeld **SETTINGS**.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die Pfeile  , um „3. Limits“ auszuwählen.
3. Jeweils ein Paar obere und untere Einstellgrenze U, I bzw. obere Einstellgrenzen P/R sind den Drehknöpfen zugewiesen und können mit diesen eingestellt werden. Wechsel zu einem anderen durch Antippen eines Auswahlfeldes .
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit .



Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man unten auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.



Die Einstellgrenzen sind an die Sollwerte gekoppelt. Das bedeutet, daß die obere Einstellgrenze (-max) des Sollwertes nicht kleiner bzw. die untere Einstellgrenze (-min) nicht höher eingestellt werden kann als der Sollwert momentan ist.

Beispiel: Wenn man die obere Einstellgrenze des Stromes (I-max) auf 350 A einstellen möchte während der Stromsollwert noch auf 450 A eingestellt ist, dann müßte man den Stromsollwert zuerst auf 350 A oder geringer einstellen, um I-max auf 350 A setzen zu können.

3.4.5 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung einer EL 9000 B zwischen drei Bedienarten (UI/, P/I und R/I) unterschieden, die an die Sollwerteingabe per Drehknopf oder Zehnertastatur gebunden sind. Diese Zuordnung kann bzw. muß gewechselt werden, wenn einer der vier Sollwerte verstellt werden soll, der momentan nicht zugänglich ist.

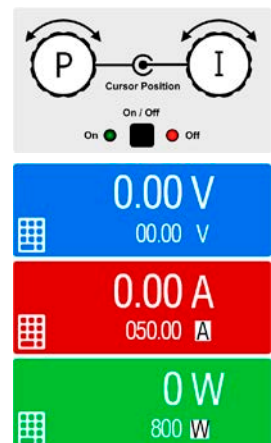
► So wechseln Sie die Bedienart (zwei Möglichkeiten)

1. Sofern das Gerät nicht in Fernsteuerung oder das Bedienfeld gesperrt ist, tippen Sie auf die Abbildung des linken Drehknopfes (siehe Abbildung rechts), dann wechselt seine Zuordnung zwischen U, P und R.
2. Sie tippen auf die farblich hinterlegten Felder mit den Soll-/Istwerten, wie rechts gezeigt. Wenn die Einheit des gewählten Sollwertes invertiert dargestellt wird, ist der Wert dem Drehknopf zugeordnet. Im Beispiel sind P und I gewählt.

Je nach getroffener Wahl wird dem linken Drehknopf ein anderer Sollwert zum Einstellen zugeordnet, während der rechte Drehknopf immer den Strom stellt.



Um den ständigen Wechsel der Zuordnung zu umgehen, können Sie, z. B. bei Zuordnung R/I gewählt, auch die Spannung oder Leistung durch Direkteingabe stellen. Siehe 3.4.6.



Was das Gerät bei eingeschaltetem DC-Eingang dann tatsächlich als aktuelle Regelungsart bzw. Betriebsart einstellt, hängt nur von den Sollwerten ab. Mehr Informationen dazu finden Sie in „3.2. Regelungsarten“.

3.4.6 Sollwerte manuell einstellen

Die Einstellung der Sollwerte von Spannung, Strom, Leistung und Widerstand ist die grundlegende Bedienmöglichkeit der elektronischen Last und daher sind die beiden Drehknöpfe auf der Vorderseite des Gerätes bei manueller Bedienung stets zwei von den vier Sollwerten zugewiesen.

Die Sollwerte können auf zwei Arten manuell vorgegeben werden: per **Drehknopf** oder **Direkteingabe**. Während die Einstellung per Drehknopf Werte kontinuierlich verstellt, kann man über die Direkteingabe eher Sollwertsprünge ausführen, auch sehr große wie 0-100%.



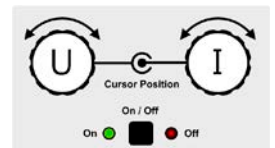
Die Eingabe von Sollwerten, egal ob per Knopf oder direkt, setzt den Sollwert immer sofort, egal ob der DC-Eingang ein- oder ausgeschaltet ist.



Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.4.4. Einstellgrenzen („Limits“)“. Bei Erreichen einer der Grenzen wird in der Anzeige, links neben dem Wert, für 1,5 Sekunden ein Hinweis „Limit: I-max“ usw. eingeblendet (manuelle Einstellung) bzw. der eingegebene Wert abgelehnt (Direkteingabe).

► So können Sie manuell Sollwerte mit den Drehknöpfen einstellen

1. Prüfen Sie zunächst, ob der Sollwert (U, I, P, R), den Sie einstellen wollen, bereits einem der Drehknöpfe zugeordnet ist. Der Hauptbildschirm zeigt die Zuordnung wie rechts im Bild dargestellt.
2. Falls, wie rechts im Beispiel gezeigt, für den linken Drehknopf die Spannung (U) und den rechten Drehknopf die Leistung (I) zugewiesen ist, Sie möchten aber die Leistung einstellen, können Sie die Zuordnung ändern, indem Sie auf die Abbildung des linken Drehknopfes tippen, bis „P“ (für Leistung) auf dem Knopf angezeigt wird.
3. Nach erfolgter Auswahl kann der gewünschte Sollwert innerhalb der festgelegten Grenzen eingestellt werden. Zum Wechsel der Stelle drücken Sie auf den jeweiligen Drehknopf. Das verschiebt den Cursor (gewählte Stelle wird unterstrichen) von rechts nach links:



3500W → 3500W → 3500W

► So können Sie manuell Sollwerte per Direkteingabe einstellen

1. In der Hauptanzeige, abhängig von der Zuordnung der Drehknöpfe, können Sie die Sollwerte von Spannung (U), Strom (I), Leistung (P) oder Widerstand (R) per Direkteingabe einstellen, indem Sie in den Sollwert/Istwert-Anzeigefeldern auf das kleine Symbol der Zehnertastatur tippen. Also z. B. auf das oberste Feld, um die Spannung einzustellen usw.
2. Geben Sie den gewünschten Wert per Zehnertastatur ein. Ähnlich wie bei einem Taschenrechner, löscht Bedienfeld **c** die Eingabe.



Nachkommastellen können durch Antippen des Komma-Bedienfeldes eingegeben werden. Wenn Sie also z. B. 54,3 V eingeben wollten, dann tippen Sie **5** **4** **.** **3** und **ENTER**.

3. Die Anzeige springt zurück auf die Hauptanzeige und der Sollwert wird übernommen und gesetzt.



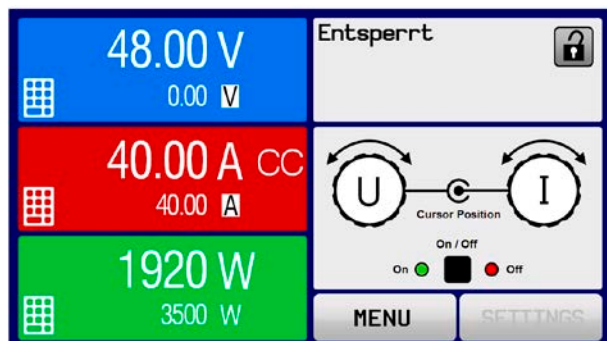
Wird ein Wert eingegeben, der höher als die jeweilige Einstellgrenze ist, erscheint ein Hinweis und der eingegebene Wert wird auf 0 zurückgesetzt und nicht übernommen.

3.4.7 Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln

Die Hauptanzeige, auch genannt Statusseite, mit ihren Soll- und Istwerten sowie den Gerätestatus, kann auf eine einfachere Darstellung umgeschaltet werden, die nur Werte von Spannung und Strom, sowie den Status anzeigt.

Der Vorteil der alternativen Statusseite ist, daß die beiden Istwerte mit **größeren Zahlen** dargestellt werden, wodurch das Ablesen aus größerer Entfernung möglich wird. Informationen, wo die Anzeige im MENU umgeschaltet werden kann, sind in „3.4.3.8. Menü „HMI-Einstellung““ zu finden. Vergleich der Anzeige-Modi:

Normale Statusseite



Alternative Statusseite



Einschränkungen der alternativen Statusseite:

- Der Sollwert und der Istwert der Leistung werden nicht angezeigt und der Sollwert ist nur indirekt zugänglich
- Der Sollwert und der Istwert des Widerstandes werden nicht angezeigt und der Sollwert ist nur indirekt zugänglich
- Kein Zugriff auf die Schnellübersicht (MENU-Bedienfeld), während der DC-Eingang eingeschaltet ist



Im Anzeigemodus "alternative Statusseite" sind die Sollwerte von Leistung und Widerstand nicht einstellbar, solange der DC-Eingang eingeschaltet ist. Sie können nur bei Eingang = aus und nur in SETTINGS eingestellt werden.

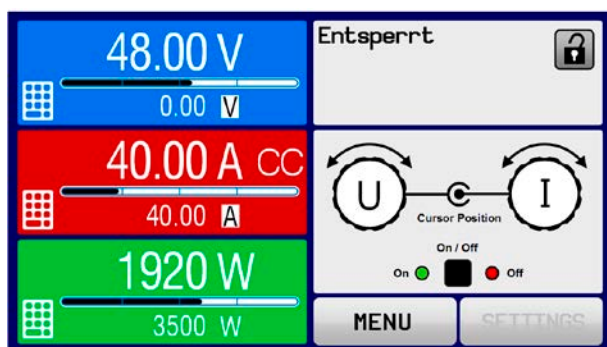
Für die manuelle Bedienung am HMI im Modus „alternative Statusseite“ gilt:

- Die beiden Drehknöpfe sind immer Spannung (links) und Strom (rechts) zugewiesen, außer in Menüs
- Die Einstellung bzw. Eingabe von Sollwerte geschieht wie bei der normalen Statusseite, per Drehknopf oder Direkteingabe
- Die Regelungsarten CP und CR werden alternativ zu CC an derselben Position angezeigt

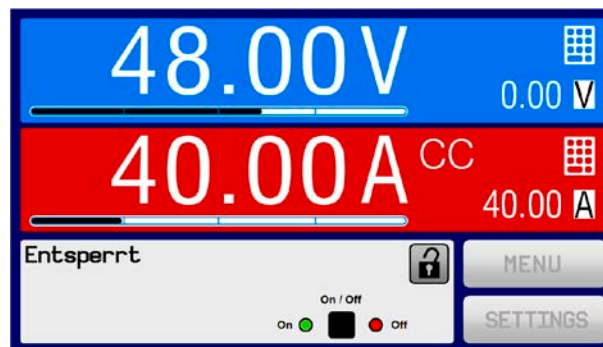
3.4.8 Die Meßleisten

Zusätzlich zu den Istwerten in Darstellung als Zahl kann eine Meßleiste für U, I und P im MENU aktiviert werden. Die Meßleisten werden nicht angezeigt, solange Widerstands-Modus (U/I/R) aktiviert ist. Informationen, wo die Meßleisten im MENU ein- und ausgeschaltet werden können, sind in „3.4.3.8. Menü „HMI-Einstellung““ zu finden.

Normale Statusseite mit Meßleiste



Alternative Statusseite mit Meßleiste



3.4.9 DC-Eingang ein- oder ausschalten

Der DC-Eingang des Gerätes kann manuell oder ferngesteuert aus- oder eingeschaltet werden. Bei manueller Bedienung kann dies jedoch durch die Bedienfeldsperre verhindert sein.



Das manuelle oder ferngesteuerte (digital) Einschalten des DC-Eingangs kann außerdem durch den Eingangspin REM-SB der eingebauten Analogschnittstelle gesperrt sein. Siehe dazu auch 3.4.3.1 und Beispiel a) in 3.5.4.7. In der Anzeige wird dann ein entsprechender Hinweis eingeblendet.

► So schalten Sie den DC-Eingang manuell ein oder aus

1. Sofern das Bedienfeld nicht komplett gesperrt ist, betätigen Sie Taste On/Off. Anderenfalls werden Sie zunächst gefragt, die Sperre aufzuheben bzw. die PIN einzugeben, sofern diese im Menü „HMI-Sperre“ aktiviert wurde.
2. Jenachdem, ob der DC-Eingang vor der Betätigung der Taste ein- oder ausgeschaltet war, wird der entgegengesetzte Zustand aktiviert, sofern nicht durch einen Alarm oder den Zustand „Fern“ verhindert.

► So schalten Sie den DC-Eingang über die analoge Schnittstelle ferngesteuert ein oder aus

1. Siehe Abschnitt „3.5.4. Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“.

► So schalten Sie den DC-Eingang über eine digitale Schnittstelle ferngesteuert ein oder aus

1. Siehe externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“, falls Sie eigene Software verwenden oder kreieren bzw. siehe die externe Dokumentation für LabView VIs oder von Elektro-Automatik zur Verfügung gestellter Software.

3.4.10 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)

Mittels eines handelsüblichen USB-Sticks (2.0 / 3.0 geht bedingt, weil nicht alle Hersteller unterstützt werden) können Daten vom Gerät aufgezeichnet werden. Für nähere Spezifikationen zum Stick und zu den Dateien lesen Sie bitte Abschnitt „1.9.6.5. USB-Port (Vorderseite)“.

Das durch das Logging erzeugten CSV-Dateien haben das gleiche Format wie jene, die von der App „Logging“ in der Software EA Power Control erstellt werden, wenn stattdessen über den PC geloggt wird. Der Vorteil beim Logging auf Stick ist, daß das Gerät nicht mit dem PC verbunden sein muß. Die Funktion muß lediglich über das MENU aktiviert und konfiguriert werden.

3.4.10.1 Einschränkungen

- Das hier beschriebene „normale“ USB-Logging ist nicht verfügbar, wenn das bei der Batterietest-Funktion verfügbare Batterietest-Logging aktiviert wurde. Die beiden schließen sich gegenseitig aus

3.4.10.2 Konfiguration

Siehe auch Abschnitt 3.4.3.7. Nach der Aktivierung der Funktion „USB-Logging“ und Wahl der beiden Parameter „Logging-Intervall“ und des „Start/Stop“-Verhaltens kann das Logging jederzeit noch im MENU oder nach Verlassen gestartet werden.

3.4.10.3 Bedienung (Start/Stopp)

Bei Einstellung **Start/Stopp mit DC-Eingang EIN/AUS** startet das Logging mit Betätigen der Taste „On/Off“ auf der Vorderseite des Gerätes bzw. Steuerung derselben Funktion über digitale oder analoge Schnittstelle. Bei Einstellung **Manueller Start/Stopp** kann das Logging nur im MENU gestartet/gestoppt werden, wo es auch konfiguriert wird. Somit kann bei dieser Einstellung das Logging nicht bei Fernsteuerung gestartet werden.

Nach dem Start der Aufzeichnung erscheint in der Anzeige das Symbol . Sollte es während des Log-Vorgangs zu einem Fehler kommen (Stick voll, Stick abgezogen), erscheint ein entsprechendes Symbol . Mit jedem manuellen Stopp oder Ausschalten des DC-Eingangs wird das Logging beendet und die aufgezeichnete Log-Datei geschlossen.

3.4.10.4 Das Dateiformat beim USB-Logging

Typ: Textdatei im europäischen CSV-Format

Aufbau:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	U set	U actual	I set	I actual	P set	P actual	R set	R actual	R mode	Output/Input	Device mode	Error	Time
2	2,00V	11,92V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:00,942
3	2,00V	11,90V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:01,942
4	2,00V	11,89V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:02,942
5	2,00V	11,87V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:03,942

Legende:

U set / I set / P set / R set: Sollwerte

U actual / I actual / P actual / R actual: Istwerte

R mode: Zeigt an, ob der Widerstandmodus aktiviert war (ON/OFF)

Output/Input: Gibt den Zustand des DC-Eingangs wieder (ON/OFF)

Error: Gerätealarme

Time: Zeit ab Start des Logging

Device mode: Aktuelle Regelungsart (siehe auch „3.2. Regelungsarten“)

Hinweise:

- R set und R actual werden nur aufgezeichnet, wenn der Widerstandsmodus aktiv ist (siehe dazu Abschnitt 3.4.5)
- Im Unterschied zum Logging am PC erzeugt jeder neue Log-Vorgang beim USB-Logging eine weitere Datei, die am Ende des Dateinamens eine hochgezählte Nummer erhält; dabei werden bereits existierende Logdateien berücksichtigt

3.4.10.5 Besondere Hinweise und Einschränkungen

- Max. Dateigröße einer Aufzeichnungsdatei, bedingt durch FAT32: 4 GB
- Max. Anzahl von Aufzeichnungs-Dateien im Ordner HMI_FILES: 1024
- Das Logging stoppt bei Einstellungen **Start/Stop mit DC-Eingang EIN/AUS** auch bei Alarmen oder Events mit Aktion „Alarm“, weil diese den DC-Eingang ausschalten
- Bei Einstellung **Manueller Start/Stop** zeichnet das Gerät bei Alarmen weiter auf, damit so z. B. die Dauer von temporären Alarmen wie OT und PF ermittelt werden kann

3.5 Fernsteuerung

3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist grundsätzlich über die eingebaute analoge oder die USB-Schnittstelle oder über eine der optional erhältlichen digitalen Schnittstellenmodule möglich. Der Master-Slave-Bus zählt auch zu den digitalen Schnittstellen.

Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine digitale im Eingriff sein kann. Das bedeutet, wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktiver analoger Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW) auf Fernsteuerung per digitaler Schnittstelle umzuschalten, würde das Gerät auf der digitalen Schnittstelle einen Fehler zurückmelden. Im umgekehrten Fall würde die Umschaltung per Pin REMOTE einfach ignoriert. In beiden Fällen ist jedoch Monitoring, also das Überwachen des Status' bzw. das Auslesen von Werten, immer möglich.

3.5.2 Bedienorte

Bedienorte sind die Orte, von wo aus ein Gerät bedient werden kann. Grundsätzlich gibt es zwei: am Gerät (manuelle Bedienung) und außerhalb (Fernsteuerung). Folgende Bedienorte sind definiert:

Bedienort laut Anzeige	Erläuterung
-	Wird keiner der anderen Bedienorte im Statusfeld angezeigt, ist manuelle Bedienung aktiv und der Zugriff von der analogen bzw. digitalen Schnittstelle ist freigegeben. Dieser Bedienort wird nicht extra angezeigt.
Fern	Fernsteuerung ist über eine der Schnittstellen ist aktiv
Lokal	Fernsteuerung ist gesperrt, Gerät kann nur manuell bedient werden

Fernsteuerung kann über die Einstellung „**Fernsteuerung erlauben**“ (siehe „3.4.3.1. Menü „Allgemeine Einstellungen““) erlaubt oder gesperrt werden. Im gesperrten Zustand ist im Statusfeld in der Anzeige oben rechts der Status „**Lokal**“ zu lesen. Die Aktivierung der Sperre kann dienlich sein, wenn normalerweise eine Software oder eine Elektronik das Gerät ständig fernsteuert, man aber zwecks Einstellung am Gerät oder auch im Notfall am Gerät hantieren muß, was bei Fernsteuerung sonst nicht möglich wäre.

Die Aktivierung des Zustandes „**Lokal**“ bewirkt folgendes:

- Falls Fernsteuerung über digitale Schnittstelle aktiv ist („**Fern**“), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muß später auf der PC-Seite, sobald „**Lokal**“ nicht mehr aktiv ist, erneut übernommen werden, sofern nötig
- Falls Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiv ist (auch „**Fern**“), wird die Fernsteuerung nur solange unterbrochen bis „**Lokal**“ wieder beendet, sprich die Fernsteuerung wieder erlaubt wird, weil der Pin „Remote“ an der Analogschnittstelle weiterhin das Signal „Fernsteuerung = ein“ vorgibt, es sei denn dies wird während der Phase mit „**Lokal**“ geändert

3.5.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle

3.5.3.1 Schnittstellenwahl

Die Standardausführungen der Serie EL 9000 B unterstützen zusätzlich zur serienmäßig eingebauten USB-Schnittstelle folgende optional erhältliche Schnittstellenmodule:

Kurzbezeichnung	Typ	Ports	Beschreibung*
IF-AB-CANO	CANopen	1	CANopen Slave mit Generic EDS
IF-AB-RS232	RS232	1	Standard RS232, seriell
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1 Slave
IF-AB-ETH1P	Ethernet	1	Ethernet TCP
IF-AB-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 Slave
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP/RTU Protokoll über Ethernet
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	Ethernet TCP, mit Switch
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP/RTU Protokoll über Ethernet
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet DP-V1 Slave, mit Switch
IF-AB-CAN	CAN	1	Modifiziertes ModBus RTU über CAN
IF-AB-ECT	EtherCAT	2	Einfacher EtherCAT-Slave mit „CANopen over Ethernet“ (CoE)

* Für technische Details zu den einzelnen Modulen siehe separate Dokumentation „Programmieranleitung Modbus & SCPI“

Modelle mit installierter Option 3W bieten neben dem USB-Port einen fest installierten GPIB-Anschluß anstelle des Steckplatzes für diese Module.

3.5.3.2 Allgemeines zu den Schnittstellenmodulen

Bei den Standardausführungen der Serie EL 9000 kann jeweils eins der in 3.5.3.1 genannten steck- und nachrüstbaren Module installiert sein. Über dieses kann das Gerät alternativ zu der fest eingebauten USB-Schnittstelle (Rückseite, Typ B) oder der fest eingebauten analogen Schnittstelle ferngesteuert werden. Zur Installation siehe „2.3.10. Installation eines Schnittstellenmoduls“ und separate Dokumentation.

Die Schnittstellenmodule benötigen nur wenige oder keine Einstellungen für den Betrieb bzw. können bereits mit den Standardeinstellungen direkt verwendet werden. Die modulspezifischen Einstellungen werden dauerhaft gespeichert und müssen nach Wechsel zwischen verschiedenen Modulen nicht jedesmal neu konfiguriert werden.

3.5.3.3 Programmierung

Details zur Programmierung der Schnittstellen, die Kommunikationsprotokolle usw. sind in der externen Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“ zu finden, die mit dem Gerät auf einem USB-Stick mitgeliefert wird bzw. als Download auf der Elektro-Automatik Webseite verfügbar ist.

3.5.3.4 Schnittstellenüberwachung

Die ab Firmware KE 2.31 verfügbare und ab Firmware HMI 2.21 auch am Bedienteil konfigurierbare Funktionalität „Schnittstellenüberwachung“ dient zur Überwachung der Kommunikationsverbindung zwischen einer steuernden Einheit (PC, SPS usw.) und dem Gerät. Ziel der Überwachung ist es sicherzustellen, daß das Gerät bei einem Abbruch der Kommunikationsverbindung nicht undefiniert weiterarbeitet. Ein Abbruch kann entstehen, wenn eine Datenleitung physikalisch getrennt wird (Defekt, schlechter Kontakt, Kabel entfernt) oder die Schnittstelle im Gerät nicht mehr erwartungsgemäß funktioniert.

Überwacht wird dabei immer nur die digitale Schnittstelle, über die das Gerät gesteuert wird. Das bedeutet auch, daß diese Überwachung inaktiv wird, solange ein Gerät sich nicht in Fernsteuerung befindet. Die Überwachung kann nur funktionieren, wenn innerhalb einer definierbaren Zeitspanne mindestens einmal mit dem Gerät kommuniziert wird. Dazu wird vom Anwender ein Timeout definiert, das vom Gerät jedesmal zurückgesetzt wird, wenn eine Nachricht eingeht. Läuft das Zeitfenster jedoch ab, ist als Reaktion des Gerätes folgendes definiert:

- Die Fernsteuerung wird beendet
- Der DC-Eingang, sofern eingeschaltet, wird entweder ausgeschaltet oder bleibt eingeschaltet, wie mit der Einstellung **DC-Eingang nach Remote** festgelegt (siehe 3.4.3.1)

Hinweise zur Benutzung:

- Die Überwachung kann jederzeit per Fernsteuerung aktiviert oder deaktiviert werden.
- Das Timeout der Schnittstellenüberwachung kann jederzeit geändert werden; der geänderte Wert wird erst wirksam, nachdem die Zeit des aktuellen Timeouts abgelaufen ist
- Die Schnittstellenüberwachung deaktiviert nicht das Ethernet-Timeout (siehe 3.4.3.7), somit können sich beide Timeouts überschneiden

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.5.4.1 Allgemeines

Die fest eingebaute, galvanische getrennte, 15-polige analoge Schnittstelle (kurz: AS) befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und bietet folgende Möglichkeiten:

- Fernsteuerung von Strom, Spannung, Leistung und Widerstand
- Fernüberwachung Status (CV, DC-Eingang ein/aus)
- Fernüberwachung Alarmer (OT, OVP, OCP, OPP, PF)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Einganges

Das Stellen der Sollwerte über analoge Schnittstelle geschieht immer zusammen. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben und Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellen oder umgekehrt.

Der OVP-Sollwert, sowie weitere Überwachungsgrenzen und Alarmschwellen können über die AS nicht ferngestellt werden und sind daher vor Gebrauch der AS am Gerät auf die gegebene Situation anzupassen. Die analogen Sollwerte können über eine externe Spannung eingespeist oder durch am Pin 3 ausgegebene Referenzspannung erzeugt werden. Sobald die Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiviert wurde, zeigt die Anzeige vorn am Gerät die Sollwerte an, die hinten über die analoge Schnittstelle vorgegeben werden.

Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V für jeweils 0...100% Nennwert betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches findet im Geräte-Setup statt, siehe Abschnitt „3.4.3. Konfiguration im MENU“. Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird dabei angepaßt. Es gilt dann folgendes:

0...5V: Referenzspannung = 5 V, 0...5 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert, 0...100% Istwert entsprechen 0...5 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON).

0...10 V: Referenzspannung = 10 V, 0...10 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert, 0...100% Istwert entsprechen 0...10 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON).

Die Vorgabe von Sollwerten wird außerdem stets auf die jeweilig zugehörige Einstellgrenze (Limit) U-max, I-max usw. begrenzt, was die Vorgabe von zu hohen Stellwerten an den DC-Ausgang verhindern soll. Siehe dazu auch „3.4.4. Einstellgrenzen („Limits“)

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!



Nach dem Einschalten des Gerätes, während der Startphase, zeigt die AS unbestimmte Zustände an (ALARMS 1 usw.), die bis zum Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.

- Fernsteuerung des Gerätes erfordert die Umschaltung auf Fernsteuerbetrieb mit Pin REMOTE. Einzige Ausnahme ist der Pin REM-SB, der auch davon unabhängig funktioniert
- Bevor die Steuerung verbunden wird, welche die analoge Schnittstelle bedienen soll, ist zu prüfen, daß die Steuerung keine höheren Spannungen als spezifiziert auf die Pins geben kann
- Die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL bzw. RSEL (falls R-Modus aktiviert) dürfen bei Fernsteuerung über die analoge Schnittstelle nicht unbeschaltet bleiben, da sonst schwebend (floating). Sollwerte die nicht gestellt werden sollen können auf einen festen Wert oder auf 100% gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)

3.5.4.2 Auflösung

Intern wird die analoge Schnittstelle digital verarbeitet. Das bedingt zum Einen eine bestimmte, maximal stellbare Auflösung. Diese ist für alle Sollwerte (VSEL usw.) und Istwerte (VMON/CMON) gleich und beträgt 26214, bei Verwendung des 10 V-Bereiches. Bei gewähltem 5 V-Bereich halbiert sich die Auflösung. Durch Toleranzen am analogen Eingang kann sich die resultierende Auflösung zusätzlich leicht verringern.

3.5.4.3 Quittieren von Alarmmeldungen

Tritt während der Fernsteuerung über analoge Schnittstelle ein Gerätealarm auf, schaltet der DC-Eingang genauso aus wie bei manueller Bedienung. Die in den Einstellungen im MENU (siehe „3.4.3. Konfiguration im MENU“) gewählten Alarmer werden über die Pins ALARMS 1 oder ALARMS 2 ausgegeben. Werden mehreren Alarmer auf einem Pin ausgegeben kann der genau aufgetretene nur in der Anzeige oder via digitale Schnittstelle (Alarmzähler) erfaßt werden.

Manche Alarmer gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch „3.6.2. Gerätealarmer und Events handhaben“). Das erfolgt durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Eingangs per Pin REM-SB quittiert werden, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50 ms für LOW), bei gewählter Standardeinstellung für den logischen Pegel des Pins.

3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle

Pin	Name	Typ*	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% *****
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	Eingangsimpedanz $R_i > 40 \text{ k}\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% *****, bei $I_{max} = +5 \text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Digital Masse		Für Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung manuelle / externe Steuerung	Extern = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Manuell = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Manuell, wenn unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1 \text{ mA}$ bei 5 V U_{Low} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
6	ALARMS 1	DO	Übertemperaturalarm / Power fail	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen V_{cc} ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{Max} = -10 \text{ mA}$ bei $U_{CE} = 0,3 \text{ V}$ $U_{Max} = 30 \text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
7	RSEL	AI	Sollwert Widerstand	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen $R_{Min} \dots R_{Max}$	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% *****
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von P_{Nenn}	Eingangsimpedanz $R_i > 40 \text{ k}\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% *****
10	CMON	AO	Istwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	bei $I_{Max} = +2 \text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
11	AGND	POT	Analoge Masse		Für -SEL, -MON, VREF Signale
12	R-ACTIVE	DI	Widerstandsregelung ein / aus	Aus = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Ein, wenn unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1 \text{ mA}$ bei 5 V U_{Low} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
13	REM-SB	DI	DC-Eingang AUS (DC-Eingang EIN) (Alarmer quittieren *****)	Aus = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Ein, wenn unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = +1 \text{ mA}$ bei 5 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
14	ALARMS 2	DO	Überspannung Überstrom Überleistung	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen V_{cc} ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{max} = -10 \text{ mA}$ bei $U_{ce} = 0,3 \text{ V}$, $U_{max} = 0 \dots 30 \text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
15	STATUS***	DO	Spannungsregelung aktiv DC-Eingang	CV = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Ein = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Aus = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$	

* AI = Analoger Eingang, AO = Analoger Ausgang, DI = Digitaler Eingang, DO = Digitaler Ausgang, POT = Potential

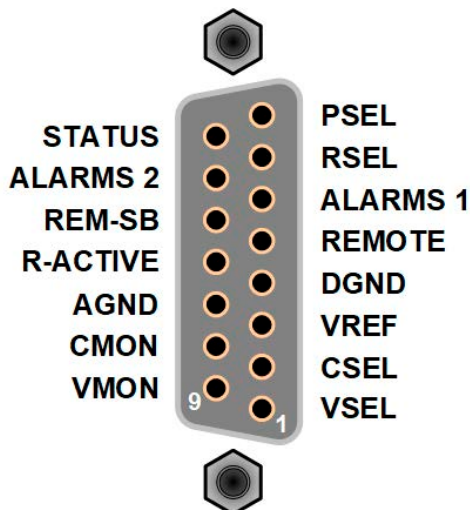
** Interne V_{cc} ca. 10 V

*** Nur eins von beiden Signalen möglich, siehe 3.4.3.1

**** Nur während Fernsteuerung

***** Der Fehler eines Sollwerteinganges addiert sich zum allgemeinen Fehler des zugehörigen Wertes am DC-Eingang des Gerätes

3.5.4.5 Übersicht Sub-D-Buchse



3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

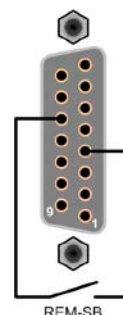
	Digitaler Eingang (DI) Der DI ist intern vorgespannt und erfordert daher einen möglichst niederohmigen Kontakt (Relais, Schalter, Schütz o.ä.) um das Signal sauber nach DGND zu schalten.		Analoger Eingang (AI) Hochohmiger Eingang (Impedanz: >40 kΩ...100 kΩ) einer OP-Schaltung.
	Digitaler Ausgang (DO) Ein Quasi-Open-Collector, weil mit hochohmigem Pullup-Widerstand. Ist im geschalteten Zustand LOW und kann keine Lasten treiben, sondern nur schalten (schwache Stromsenke).		Analoger Ausgang (AO) Ausgang einer OP-Schaltung, nicht oder nur sehr gering belastbar. Siehe Tabelle oben.

3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

a) DC-Eingang ein- oder ausschalten über Pin REM-SB



Ein digitaler Ausgang, z. B. von einer SPS, kann diesen Eingang unter Umständen nicht sauber ansteuern, da eventuell nicht niederohmig genug. Prüfen Sie die Spezifikation der steuernden Applikation. Siehe auch die Prinzipschaltbilder oben.



Dieser Eingang wird bei Fernsteuerung zum Ein- und Ausschalten des DC-Anschlusses des Gerätes genutzt. Er funktioniert aber auch ohne aktivierte Fernsteuerung, dann kann er zum Einen das manuelle oder digital ferngesteuerte Einschalten des DC-Anschlusses blockieren und zum Anderen ein- oder ausschalten, jedoch nicht allein. Siehe unten bei „Fernsteuerung wurde nicht aktiviert“.

Es wird empfohlen, einen niederohmigen Kontakt wie einen Schalter, ein Relais oder Transistor zum Schalten des Pins gegen Masse (DGND) zu benutzen.

Folgende Situationen können auftreten:

- Fernsteuerung wurde aktiviert**

Wenn Fernsteuerung über Pin REMOTE aktiviert ist, gibt nur Pin REM-SB den Zustand des DC-Eingangs des Gerätes gemäß der Tabelle in 3.5.4.4 vor. Die logische Funktion und somit die Standardpegel können durch eine Einstellung im Setup-Menü des Gerät invertiert werden. Siehe 3.4.3.1.



Wird der Pin nicht beschaltet bzw. der angeschlossene Kontakt ist offen, ist der Pin HIGH. Bei Einstellung „Analogschnittstelle Rem-SB = Normal“ entspricht das der Vorgabe ‚DC-Eingang einschalten‘. Das heißt, sobald mit Pin REMOTE auf Fernsteuerung umgeschaltet wird, schaltet der DC-Eingang ein!

- Fernsteuerung wurde nicht aktiviert**

In diesem Modus stellt Pin REM-SB eine Art **Freigabe** der Taste „On/Off“ am Bedienfeld des Gerätes bzw. des Befehls „DC-Eingang ein/aus“ (bei digitaler Fernsteuerung) dar. Daraus ergeben sich folgende mögliche Situationen:

DC-Eingang	+	Pegel an Pin REM-SB	+	Parameter „Analogschnittstelle Rem-SB“	→	Verhalten
ist aus	+	HIGH	+	Normal	→	Der DC-Eingang ist nicht gesperrt. Er kann mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden.
		LOW	+	Invertiert		
	+	HIGH	+	Invertiert	→	Der DC-Eingang ist gesperrt. Er kann nicht mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden. Bei Versuch wird eine Anzeige im Display bzw. eine Fehlermeldung erzeugt.
		LOW	+	Normal		

Ist der DC-Eingang bereits eingeschaltet, bewirkt der Pin die Abschaltung dessen bzw. später erneutes Einschalten, ähnlich wie bei aktivierter Fernsteuerung:

DC-Eingang	+	Pegel an Pin REM-SB	+	Parameter „Analog-schnittstelle Reb-SB“	→ Verhalten
ist ein	+	HIGH	+	Normal	→ Der DC-Eingang bleibt eingeschaltet. Er kann mit der Taste On/Off am Bedienfeld oder per digitalem Befehl ein- oder ausgeschaltet werden.
		LOW	+	Invertiert	
	+	HIGH	+	Invertiert	→ Der DC-Eingang wird ausgeschaltet und bleibt gesperrt, solange der Pin den Zustand behält. Erneutes Einschalten durch Wechsel des Zustandes des Pins.
		LOW	+	Normal	

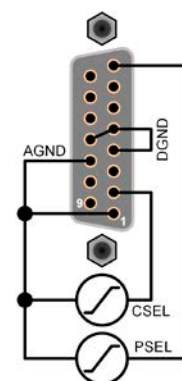
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin „REMOTE“ = LOW).

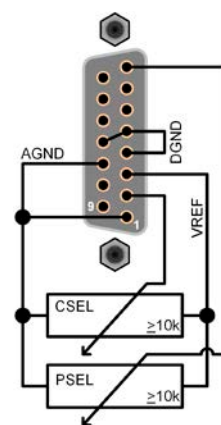
Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL aus beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Die E-Last kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA Belastbarkeit für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer mit einem Wert von 10 kΩ oder höher benutzt werden.

Der Spannungssollwert wird hier fest auf AGND (Masse) gelegt und beeinflusst somit Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb nicht.

Bei Einspeisung der Steuerspannungen von einer externen Spannungsquelle wäre die Wahl des Eingangsspannungsbereiches für Sollwerte (0...5 V oder 0...10 V) zu beachten.



Beispiel mit ext. Spannungsquelle



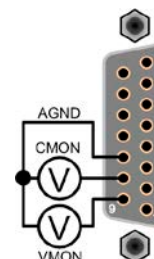
Beispiel mit Potis



Bei Benutzung des Eingangsspannungsbereiches 0...5 V für 0...100% Sollwert halbiert sich die effektive Auflösung bzw. verdoppelt sich die minimale Schrittweite für Sollwerte/Istwerte.

c) Istwerte erfassen

Über die AS werden die DC-Eingangswerte von Strom und Spannung mittels 0...10 V oder 0...5 V abgebildet. Zur Erfassung dienen handelsübliche Multimeter o.ä.



3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Gerätealarmen (siehe „3.3. Alarmzustände“) wie z. B. Überspannung und benutzerdefinierten Ereignissen wie z. B. **OCD** (Überstromüberwachung). Während Gerätealarme, bei denen der DC-Eingang zunächst ausgeschaltet wird, in erster Linie zum Schutz der angeschlossenen Quelle dienen, können benutzerdefinierte Ereignisse auch den DC-Eingang abschalten (bei gesetzter Aktion **ALARM**), aber auch nur als akustisches Signal ausgegeben werden, das den Anwender auf etwas aufmerksam macht. Bei benutzerdefinierten Ereignissen kann die Aktion ausgewählt werden:

Aktion	Verhalten	Beispiel
KEINE	Benutzerereignis ist deaktiviert	
SIGNAL	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion SIGNAL auslöst, wird nur in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text ausgegeben.	Event: OPD
WARNUNG	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion WARNUNG auslöst, werden in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich eingeblendete Meldung ausgegeben, die von größerer Entfernung aus wahrnehmbar ist	
ALARM	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion ALARM oder einen Alarm auslöst, werden nur in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich eingeblendete Meldung, sowie ein akustisches Signal ausgegeben (falls der Alarmton aktiviert ist). Weiterhin wird der DC-Eingang ausgeschaltet. Bestimmte Gerätealarme werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert und können über digitalen Schnittstellen abgefragt werden.	

3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben

Wichtig zu wissen:



- Der aus einem Schaltnetzteil oder ähnlichen Quellen entnommene Strom kann selbst bei einer strombegrenzten Quelle durch Kapazitäten am Ausgang viel höher sein als erwartet und an der elektronischen Last die Überstromabschaltung OCP oder das Stromüberwachungs-Event OCD auslösen, wenn diese entsprechend knapp eingestellt sind
- Beim Abschalten des DC-Eingangs der elektronischen Last an einer strombegrenzten Quelle wird deren Ausgangsspannung schlagartig ansteigen lassen und durch Regelverzögerungen kurzzeitig einen Spannungsüberschwinger mit Dauer x bewirken, welcher an der Last die Überspannungsabschaltung OVP oder das Spannungs-Event OVD auslösen kann, wenn diese entsprechend knapp eingestellt sind

Bei Auftreten eines Gerätealarms wird üblicherweise zunächst der DC-Eingang ausgeschaltet, eine Meldung in der Mitte der Anzeige ausgegeben und, falls aktiviert, ein akustisches Signal generiert, um den Anwender auf den Alarm aufmerksam zu machen. Der Alarm muß zwecks Kenntnisnahme bestätigt werden. Ist die Ursache des Alarms bei der Bestätigung bereits nichts mehr vorhanden, weil z. B. das Gerät nach einer Überhitzungsphase bereits abgekühlt ist, wird der Alarm nicht weiterhin angezeigt. Ist die Ursache noch vorhanden, bleibt die Anzeige bestehen und weist den Anwender auf den Zustand hin. Sie muß dann, nach Verschwinden bzw. Beseitigung der Ursache, erneut bestätigt werden.

► So bestätigen Sie einen Alarm in der Anzeige (während manueller Bedienung)

1. Wenn in der Anzeige ein Alarm angezeigt wird als überlagernde Meldung, dann mit **OK**.
2. Wenn der Alarm bereits einmal mit OK bestätigt wurde, aber noch angezeigt wird im Statusfeld, dann zuerst auf das Statusfeld tippen, damit die überlagernde Meldung erneut eingeblendet wird und dann mit **OK**.



Zum Bestätigen von Alarmen während analoger Fernsteuerung siehe „3.5.4.3. Quittieren von Alarmmeldungen“ bzw. bei digitaler Fernsteuerung siehe externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“.

Manche Gerätealarme, genauer deren Auslöseschwellen können konfiguriert werden:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OVP	OverVoltage Protection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ V} \dots 1,03 \cdot U_{\text{Nenn}}$	Anzeige, Analogschnittst., digitale Schnittstellen
OCP	OverCurrent Protection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ A} \dots 1,1 \cdot I_{\text{Nenn}}$	Anzeige, Analogschnittst., digitale Schnittstellen
OPP	OverPower Protection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ W} \dots 1,1 \cdot P_{\text{Nenn}}$	Anzeige, Analogschnittst., digitale Schnittstellen

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Meldeorte
PF	Power Fail	Netzunter- oder überspannung. Löst einen Alarm aus, wenn die AC-Versorgung außerhalb der Spezifikationen des Gerätes arbeiten sollte (Spannung/Frequenz) oder wenn das Gerät von der AC-Versorgung getrennt wird, z. B. durch Ausschalten am Netzschalter. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet, was in Abhängigkeit von der Einstellung „DC-Eingang nach PF-Alarm“ (siehe 3.4.3.1) nur ein temporärer Zustand sein könnte.	Anzeige, Analogschnittst., digitale Schnittstellen
OT	OverTemperature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle überschreitet. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet, was in Abhängigkeit von der Einstellung „DC-Eingang nach OT-Alarm“ (siehe 3.4.3.1) nur ein temporärer Zustand sein könnte.	Anzeige, Analogschnittst., digitale Schnittstellen
MSS	Master-Slave Sicherheitsmodus	Wird ausgelöst, wenn der Master in einem initialisierten Master-Slave-Verbund den Kontakt zu einem oder mehreren Slaves verliert bzw. ein Slave noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Eingang aller Geräte ausgeschaltet. Der Alarm kann durch erneute Initialisierung des MS-System oder Deaktivierung von MS gelöscht werden.	Anzeige, digitale Schnittstellen

► So konfigurieren Sie die Gerätealarme

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptanzeige auf das Bedienfeld **SETTINGS**.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen Pfeile, um **2. Schutz** auszuwählen.
3. Stellen Sie hier die Grenzen für die Gerätealarme gemäß Ihrer Anwendung ein, falls die Standardwerte von 103% bzw. 110% nicht passen.



Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden, die über das Zehnertastatur-Symbol unten am Bildschirmrand aufgerufen werden kann.

Der Anwender hat außerdem die Möglichkeit zu wählen, ob er eine zusätzliche akustische Meldung bekommen möchte, wenn ein Alarm oder benutzerdefiniertes Ereignis (Event) auftritt.

► So konfigurieren Sie den „Alarmton“ (siehe auch „3.4.3. Konfiguration im MENU“)

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptanzeige auf das Bedienfeld **MENU**.
2. In der Menüseite das Feld **HMI Einstellungen** berühren.
3. In der nächsten Menüseite das Feld **Alarmton** berühren.
4. In der Einstellungsseite tippen Sie auf das Symbol, um den Alarmton entweder ein- oder auszuschalten und bestätigen dann mit

3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)

Die Überwachungsfunktion des Gerätes kann über benutzerdefinierbare Ereignisse, nachfolgend Events genannt, konfiguriert werden. Standardmäßig sind die Events deaktiviert (Aktion: KEINE) und funktionieren im Gegensatz zu Gerätealarmen nur solange der DC-Eingang eingeschaltet ist. Das bedeutet, zum Beispiel, daß kein Unterstrom mehr erfaßt würde, nachdem der DC-Eingang ausgeschaltet wurde und der Strom sofort auf Null fällt.

Folgende Events können unabhängig voneinander und jeweils mit Aktion KEINE, SIGNAL, WARNUNG oder ALARM (für die Definition siehe 3.6.2) konfiguriert werden:

Ereignis	Bedeutung	Beschreibung	Einstellbereich
UVD	UnderVoltage Detection	Unterspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 V... U_{Nenn}
OVD	OverVoltage Detection	Überspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 V... U_{Nenn}
UCD	UnderCurrent Detection	Unterstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 A... I_{Nenn}
OCD	OverCurrent Detection	Überstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 A... I_{Nenn}
OPD	OverPower Detection	Überleistungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 W... P_{Nenn}



Diese Events sind nicht zu verwechseln mit Alarmen wie OT und PF, die zum Schutz des Gerätes dienen. Events können, wenn auf Aktion ALARM gestellt, aber auch den DC-Eingang ausschalten und somit die Quelle (Netzgerät, Batterie) schützen.

► So konfigurieren Sie die Events:

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptanzeige auf das Bedienfeld **SETTINGS**.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen Pfeile  , um **4.1 Event U** oder **4.2 Event I** oder **4.3 Event P** auszuwählen.
3. Stellen Sie hier mit dem linken Drehknopf die Überwachungsgrenze sowie mit dem rechten Drehknopf die von dem Ereignis auszulösende Aktion (siehe „3.6.1. Begriffsdefinition“) gemäß der Anwendung ein.
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit .

Sobald ein Ereignis durch Setzen der Aktion auf eine Einstellung anders als KEINE und Übernehmen der Einstellungen aktiviert wurde, kann das Event auftreten, egal ob der DC-Eingang eingeschaltet ist oder nicht. Wenn man durch das Verlassen der Menüseite **Nutzer Events** bzw. **Settings** auf die Hauptanzeige zurückkehrt, könnte direkt ein **Event** angezeigt werden.



Die Events sind Bestandteil des momentan gewählten Benutzerprofils. Wenn also ein anderes Benutzerprofil oder das Standardprofil geladen wird, sind die Events entweder anders oder gar nicht konfiguriert.



Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden, die über das Zehnertastatur-Symbol unten am Bildschirmrand aufgerufen werden kann.

3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren

Um bei manueller Bedienung die versehentliche Verstellung eines Wertes zu verhindern, können die Drehknöpfe sowie der Touchscreen gesperrt werden, so daß keine Verstellung eines Wertes per Drehknopf oder Bedienung per Touchscreen angenommen wird, ohne die Sperre vorher wieder aufzuheben.

► So sperren Sie das HMI

1. Tippen Sie auf der Hauptanzeige oben rechts auf das Schloßsymbol . 
2. Es erscheint die Menüseite **HMI Sperre**, wo Sie festlegen können, ob Sie das HMI komplett (**Alles sperren**) oder mit Ausnahme der Taste „On/Off“ (**EIN/AUS zulassen**) sperren möchten bzw. ob die Sperre zusätzlich mit einer PIN belegt werden soll (**PIN aktivieren**). Diese PIN muß später beim Entsperren immer wieder eingegeben werden, solange sie aktiviert ist.
3. Aktivieren Sie die Sperre mit . Der Status „Gesperrt“ wird dann wie rechts im Bild angezeigt.

Sobald bei gesperrtem HMI der Versuch unternommen wird etwas zu verändern, erscheint in der Anzeige eine Abfragemeldung, ob man entsperren möchte.

► So entsperren Sie das HMI

1. Tippen Sie in irgendeinen Bereich des Bildschirmoberfläche des gesperrten HMI oder betätigen Sie einen der Drehknöpfe oder betätigen Sie den Taster „On/Off“ (nur bei kompletter Sperre).
2. Es erscheint eine Abfrage: .
3. Entsperren Sie das HMI mittels des Bedienfeldes **Entsperren**. Erfolgt innerhalb von 5 Sekunden keine Eingabe, wird die Abfrage wieder ausgeblendet und das HMI bleibt weiterhin gesperrt. Sollte die zusätzliche **PIN-Sperre** (siehe Menü **HMI Sperre**) aktiviert worden sein, erscheint eine weitere Abfrage zur Eingabe der **PIN**. Sofern diese richtig eingegeben wurde, wird das HMI entsperrt werden.

3.8 Einstellungsgrenzen (Limits) sperren

Um zu verhindern, daß die mit dem Gerät arbeitende, jedoch nicht privilegierte Person durch versehentliches oder absichtliches Verstellen zu hohe Sollwerten setzt, können Einstellungsgrenzen definiert (siehe auch „3.4.4. *Einstellungsgrenzen („Limits“)*“) und mittels einer PIN gegen Veränderung gesperrt werden. Dadurch werden die Menüpunkte **3. Limits** in **SETTINGS** und **Profile** in **MENU** unzugänglich. Die Sperre läßt sich nur durch Eingabe der korrekten PIN oder Zurücksetzen des Gerätes wieder entfernen.

► So sperren Sie die „Limits“

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptanzeige auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie im Menü auf **HMI Einstellungen**, dann auf **Limits Sperre**.
3. Im nächsten Fenster setzen Sie den Haken bei **Sperren**.



Für die Sperre wird die Benutzer-PIN verwendet, die auch für die HMI-Sperre dient. Diese PIN sollte vor der Limits-Sperre gesetzt werden. Siehe dazu „3.7. Bedieneinheit (HMI) sperren“.

4. Aktivieren Sie die Sperre mit .



Vorsicht! Aktivieren Sie die Sperre nicht, wenn Sie sich nicht sicher sind, welche die aktuell gesetzte PIN ist bzw. ändern Sie diese vorher! Die PIN kann im Menü „HMI Sperre“ gesetzt werden.

► So entsperren Sie die Limits

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptanzeige auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie im Menü auf **HMI Einstellungen**, dann auf **Limits Sperre**.
3. Auf der folgenden Seite betätigen Sie das Bedienfeld **Entsperren** und werden dann aufgefordert, die vierstellige PIN einzugeben.
4. Deaktivieren Sie die Sperre nach der Eingabe der korrekten PIN mit ENTER.

3.9 Nutzerprofile laden und speichern

Das Menü **Profile** dient zur Auswahl eines Profils zum Laden bzw. zum Wechsel zwischen einem Standardprofil und 5 Nutzerprofilen. Ein Profil ist eine Sammlung aller Einstellungen und aller Sollwerte. Bei Auslieferung des Gerätes bzw. nach einem Zurücksetzungsvorgang haben alle sechs Profile dieselben Einstellungen und sämtliche Sollwerte sind auf 0. Werden vom Anwender dann Einstellungen getroffen und Werte verändert, so geschieht das in einem Arbeitsprofil, das auch über das Ausschalten hinweg gespeichert wird. Dieses Arbeitsprofil kann in eins der fünf Nutzerprofile gespeichert bzw. aus diesen fünf Nutzerprofilen oder aus dem Standardprofil heraus geladen werden. Das Standardprofil selbst kann nur geladen werden.

Der Sinn von Profilen ist es, z. B. einen Satz von Sollwerten, Einstellungsgrenzen und Überwachungsgrenzen schnell zu laden, ohne diese alle jeweils immer neu einstellen zu müssen. Da sämtliche Einstellungen zum HMI mit im Profil gespeichert werden, also auch die Sprache, wäre beim Wechsel von einem Profil zum anderen auch ein Wechsel der Sprache des HMI möglich.

Bei Aufruf der Profilenüseite und Auswahl eines Profil können dessen wichtigsten Einstellungen, wie Sollwerte, Einstellungsgrenzen usw. betrachtet, aber nicht verstellt werden.

► So speichern Sie die aktuellen Werte und Einstellungen (Arbeitsprofil) in ein Nutzerprofil

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptanzeige auf das Bedienfeld **MENU**.
2. Tippen Sie dann in der Hauptmenüseite auf .
3. In der nun erscheinenden Auswahl (siehe rechts) wählen Sie zwischen Nutzerprofil 1-5 aus, in welches Sie speichern wollen. Das gewählte Nutzerprofil wird daraufhin angezeigt. Sie können hier die Einstellungen und Werte noch einmal kontrollieren, jedoch nicht verändern.
4. Speichern Sie mit Bedienfeld .



3.10 Der Funktionsgenerator

3.10.1 Einleitung

Der eingebaute Funktionsgenerator (kurz: FG) ist in der Lage, verschiedenförmige Signalformen zu erzeugen und diese auf entweder die Spannung (U) oder den Eingangsstrom (I) anzuwenden.

Die Standard-Funktionen basieren auf einem variablen Arbiträrgenerator. Bei manueller Bedienung können die Funktionen einzeln ausgewählt, konfiguriert und bedient werden. Bei Fernsteuerung werden diese dann durch mehrere Sequenzen mit jeweils 8 Parametern konfiguriert und umgesetzt. Manche Anzeigewerte von der manuellen Bedienung sind in Fernsteuerung nicht direkt verfügbar, sondern nur durch Auslesen anderer Werte und Berechnung.

Weitere Funktionen, wie z. B. UI oder IU, basieren auf einer 4096-Werte-Tabelle als XY-Funktion. Batterietest und MPP-Tracking wiederum sind rein softwarebasierte Funktionen.

Es sind folgende Funktionen manuell aufruf-, konfigurier- und steuerbar:

Funktion	Kurzerläuterung
Sinus	Sinus-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Frequenz
Dreieck	Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit
Rechteck	Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Verhältnis
Trapez	Trapez-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegszeit, Pulszeit, Abfallzeit, Pausenzeit
DIN 40839	Emulierte KFZ-Motorstartkurve nach DIN 40839 / EN ISO 7637, unterteilt in 5 Kurvensegmente (Sequenzpunkte) mit jeweils Startspannung, Endspannung und Zeit
Arbiträr	Generierung eines Ablaufs von bis zu 99 beliebig konfigurierbaren Kurvenpunkten mit jeweils Startwert (AC/DC), Endwert (AC/DC), Startfrequenz, Endfrequenz, Phasenwinkel und Dauer
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe
UI-IU	XY-Generator, von USB-Stick ladbare Kurve (Tabelle, CSV) mit Werten für U oder I
Batterietest	Batterie-Entladung mit konstantem oder gepulstem Strom, sowie Zeit-, Ah- und Wh-Messung
MPP-Tracking	Simulation des Lastverhaltens eines Solarwechselrichters an einer typischen Quelle (z. B. Solarpaneel) und dessen sog. Tracking-Funktion beim Finden des Maximum Power Point (MPP)

3.10.2 Allgemeines

3.10.2.1 Einschränkungen

Der Funktionsgenerator, egal ob manuelle Bedienung oder Fernsteuerung, ist nicht verfügbar, wenn

- der Widerstandsmodus (R/I-Einstellung, auch UIR-Modus genannt) aktiviert wurde.

3.10.2.2 Auflösung

Bei den Funktionen, die vom Arbiträrgenerator erzeugt werden, kann das Gerät zwischen 0...100% Sollwert max. 52428 Schritte berechnen und setzen. Bei sehr geringen Amplituden und langen Zeiten werden während eines Werteanstiegs oder -abfalls u. U. nur wenige oder gar keine sich ändernden Werte berechnet und deshalb nacheinander mehrere gleiche Werte gesetzt, was zu einem gewissen Treppeneffekt führen kann. Es sind auch nicht alle möglichen Kombinationen von Zeit und einer veränderlichen Amplitude (Steigung) machbar.

Beim XY-Generator, der im Tabellenmodus arbeitet, sind zwischen 0 und 100% Sollwert 3276 effektive Schritte möglich.

3.10.2.3 Minimale Steigung / Max. Zeit für Rampen

Bei Verwendung eines ansteigenden oder abfallenden Offsets (DC-Anteil) bei Funktionen wie Rampe, Trapez, Dreieck, aber auch Sinus muß eine minimale Steigung eingehalten werden, die sich aus dem jeweiligen Nennwert von U oder I berechnen läßt. Dadurch läßt sich schon vorher bewerten, ob eine gewisse Rampe über eine gewisse Zeit überhaupt machbar ist. Beispiel: es wird eine EL 9080-170 B verwendet, mit Nennwert U von 80 V und Nennwert I von 170 A. **Formel: min. Steigung = $0,000725 \cdot \text{Nennwert} / \text{s}$** . Für das Beispielgerät ergibt sich also eine min. $\Delta U / \Delta t$ von 58 mV/s, die min. $\Delta I / \Delta t$ beim Strom dann 12 mA/s. Die max. erreichbare Zeit bei der min. Steigung errechnet sich dann als $t_{\text{Max}} = \text{Nennwert} / \text{min. Steigung}$. Das ergibt immer ca. 1379 Sekunden.

3.10.3 Arbeitsweise

Zum Verständnis, wie der Funktionsgenerator arbeitet und wie die eingestellten Werte aufeinander einwirken, muß folgendes beachtet werden:

Das Gerät arbeitet auch im Funktionsgeneratormodus stets mit den drei Sollwerten U, I und P.

Auf einen der Sollwerte, U oder I, kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen beiden Sollwerte sind dann konstant und wirken begrenzend. Das bedeutet, wenn man beispielsweise eine Spannung von 10 V am DC-Eingang anlegt und die Sinus-Funktion auf den Strom anwenden will und als Amplitude 20 A festgelegt hat mit Offset 20 A, so daß der Funktionsgenerator einen Sinusverlauf der Stromes zwischen 0 A (min.) und 40 A (max.) erzeugt, daß das eine Eingangsleistung zwischen 0 W(min.) und 400 W(max.) zur Folge hätte. Die Leistung wird aber stets auf den eingestellten Wert begrenzt. Würde sie nun auf 300 W begrenzt, würde der Strom rechnerisch auf 30 A begrenzt sein und würde man ihn über eine Stromzange auf einem Oszilloskop darstellen, würde er bei 30 A gekappt werden und nie die gewollten 40 A erreichen.

Master-Slave-Systeme haben zusätzliche Gegebenheiten:



Am Ende der Konfiguration einer Funktion können Sollwerte, die sogenannten „U/I/P Limits“ eingestellt werden. Diese Werte werden in Master-Slave-Systemen als globale Sollwerte an alle Slaves übertragen. Es wird empfohlen, diese sorgfältig und passend einzustellen, so daß die Slaves den Kurvenablauf nicht negativ beeinträchtigen können.

3.10.4 Manuelle Bedienung

3.10.4.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

Über den Touchscreen kann eine der in 3.10.1 genannten Funktionen aufgerufen, konfiguriert und gesteuert werden. Auswahl und Konfiguration sind nur bei ausgeschaltetem DC-Eingang möglich.



► So wählen Sie eine Funktion aus und stellen Parameter ein

1. Tippen Sie bei ausgeschaltetem DC-Eingang auf das Bedienfeld

MENU

2. In der Menüübersicht tippen Sie auf  und dann auf die gewünschte Funktion bzw.  für die zweite Auswahlseite.



Das Bedienfeld „Funkt. Generator“ ist bei aktiviertem R-Modus (Innenwiderstand) gesperrt.

3. Je nach gewählter Funktion kommt noch eine Abfrage, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte:  oder  bzw. beim Batterietest, auf welchen Testmodus‘.
4. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein, z. B. für eine Sinuskurve den Offset und die Amplitude, sowie Frequenz.



Werden Werte für den AC-Teil der Funktion eingestellt und Start- und Endwert sind nicht gleich, wird eine gewisse Mindeständerung ($\Delta U/\Delta t$) erwartet. Erfüllen die eingestellten Werte die Bedingung nicht, nimmt sie der Funktionsgenerator nicht an und zeigt eine entsprechende Fehlermeldung.

5. Legen Sie dann noch die Grenzwerte für U, I und P im Bildschirm fest, den Sie mit  erreichen.



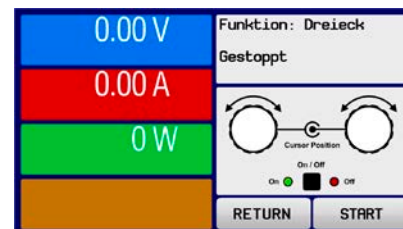
Diese Grenzwerte sind bei Eintritt in den Funktionsgenerator-Modus zunächst auf unproblematische generelle Werte zurückgesetzt, die verhindern können, daß das Gerät Strom aufnimmt, wenn sie nicht entsprechend angepaßt werden.

Die Einstellungen der einzelnen Funktionen sind weiter unten beschrieben. Nachdem die Einstellungen getroffen wurden, muß die Funktion geladen werden.

► So laden Sie eine Funktion

1. Nachdem Sie die Werte für das zu generierende Signal eingestellt haben, tippen Sie auf .

Das Gerät lädt daraufhin die Daten in die interne Regelung und wechselt die Anzeige. Kurz danach wird der statische Wert gesetzt, der DC-Eingang eingeschaltet und das **START** Bedienfeld freigegeben. Erst danach kann die Funktion gestartet werden.



Die statischen Werte wirken sofort nach dem Laden der Funktion auf die Last, weil der DC-Eingang automatisch eingeschaltet wird, um die Ausgangssituation herzustellen. Diese Werte stellen die Startwerte vor dem Ablauf der Funktion und die Endwerte nach dem Ablauf der Funktion dar. Einzige Ausnahme: bei Anwendung einer Funktion auf den Strom I kann kein statischer Stromwert eingestellt werden; die Funktion startet immer bei 0 A.

► So starten und stoppen Sie eine Funktion

1. Sie können die Funktion **starten**, indem Sie entweder auf das Bedienfeld **START** tippen oder die Taste „On/Off“ betätigen, sofern der DC-Eingang momentan aus ist. Die Funktion startet dann sofort. Sollte der DC-Eingang bei Betätigung von START ausgeschaltet sein, wird er automatisch eingeschaltet.
2. **Stoppen** können Sie die Funktion entweder mit dem Bedienfeld **STOP** oder der Taste „On/Off“, jedoch gibt es hier einen Unterschied:
 - a) Bedienfeld **STOP**: Funktion stoppt lediglich, der DC-Eingang bleibt an mit dem statischen Wert
 - b) Taste „On/Off“: Funktion stoppt und der DC-Eingang wird ausgeschaltet



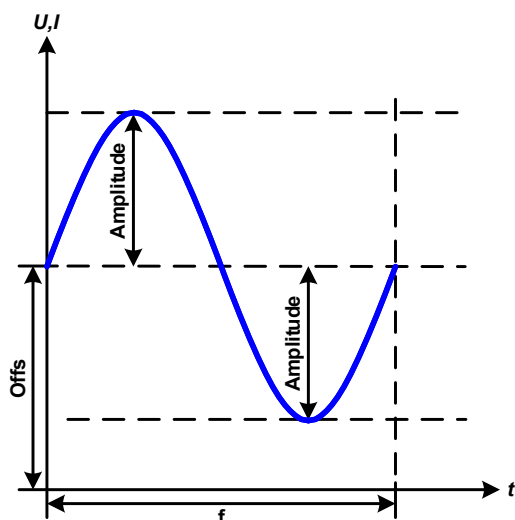
Bei Gerätealarmen (Überspannung, Übertemperatur usw.) oder Schutzfunktionen (OPP, OCP) oder Events mit Aktion= Alarm stoppt der Funktionsablauf automatisch, der DC-Eingang wird ausgeschaltet und der Alarm in der Anzeige gemeldet.

3.10.5 Sinus-Funktion

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
$I(A)$, $U(A)$	0...(Nennwert - (Offs)) von U , I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
$I(Offs)$, $U(Offs)$	(A)...(Nennwert - (A)) von U , I	Offs = Offset, bezogen auf den Nulldurchgang der mathematischen Sinuskurve, kann niemals kleiner sein als die Amplitude
$f (1/t)$	1...10000 Hz	Statische Frequenz des zu generierenden Sinussignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein normal sinusförmiges Signal erzeugt und auf den gewählten Sollwert, zum Beispiel Strom (I), angewendet. Bei konstanter Eingangsspannung würde der Eingangsstrom der Last dann sinusförmig verlaufen.

Für die Berechnung der sich aus dem Verlauf maximal ergebenden Leistung muß die eingestellte Stromamplitude zunächst mit dem Offset addiert werden.

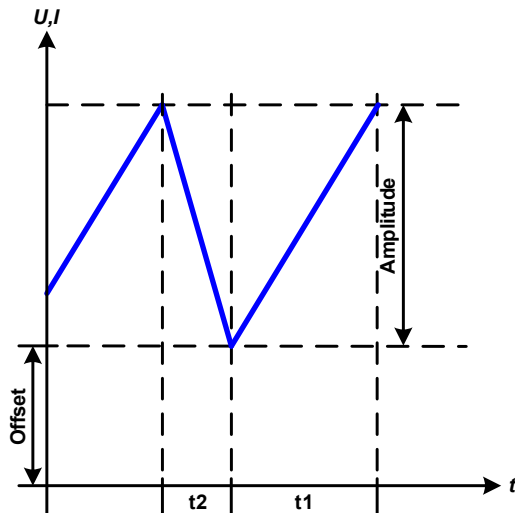
Beispiel: Sie stellen bei einer Eingangsspannung von 15 V und $\sin(I)$ die Amplitude auf 25 A ein, bei einem Offset von 30 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann $(30 A + 25 A) \cdot 15 V = 825 W$.

3.10.6 Dreieck-Funktion

Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Offs)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Offs), U(Offs)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Offs = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Dreiecks
t1	0,01 ms...36000 s	Anstiegszeit der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals
t2	0,01 ms...36000 s	Abfallzeit der abfallenden Flanke des Dreiecksignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein dreieckförmiges Signal für den Eingangsstrom (direkt) oder die Eingangsspannung (indirekt) erzeugt. Die Zeiten der ansteigenden und abfallenden Flanken sind variabel und unterschiedlich einstellbar.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

Die Summe der Zeiten t1 und t2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert eine Frequenz.

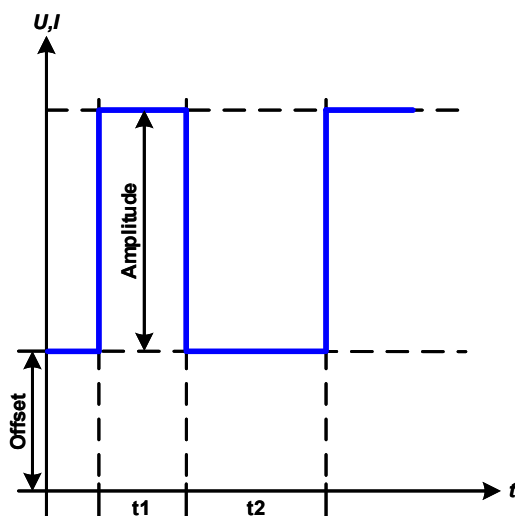
Wollte man beispielsweise eine Frequenz von 10 Hz erreichen, ergäbe sich bei $T = 1/f$ eine Periode von 100 ms. Diese 100 ms kann man nun beliebig auf t1 und t2 aufteilen. Zum Beispiel, mit 50 ms:50 ms (gleichschenkliges Dreieck) oder 99,9 ms:0,1 ms (Dreieck mit rechtem Winkel, auch Sägezahn genannt).

3.10.7 Rechteck-Funktion

Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Offs)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Offs), U(Offs)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Offs = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit (Puls) des oberen Wertes (Amplitude) des Rechtecksignals
t2	0,01 ms...36000 s	Zeit (Pause) des unteren Wertes (Offset) des Rechtecksignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein rechteckförmiges Signal für den Eingangsstrom (direkt) oder die Eingangsspannung (indirekt) erzeugt. Die Zeiten t1 und t2 bestimmen dabei, wie lang jeweils der Wert der Amplitude (zugehörig zu t1) und der Pause (Amplitude = 0, nur Offset effektiv, zugehörig zu t2) wirkt.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

Mit den Zeiten t1 und t2 ist das sogenannte Puls-Pausen-Verhältnis oder Tastverhältnis (engl. *duty cycle*) einstellbar. Die Summe der Zeiten t1 und t2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert eine Frequenz.

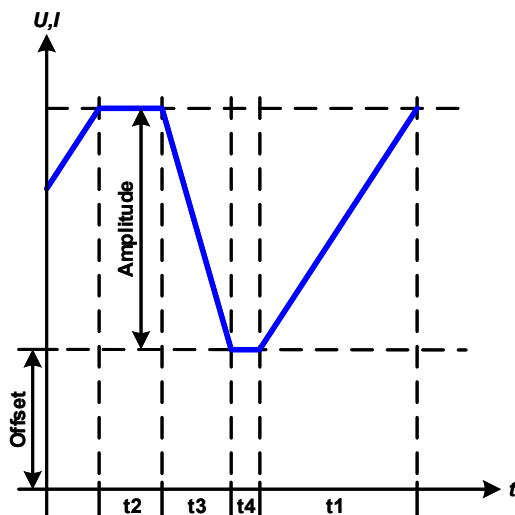
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müsste die Summe von t1 und t2, also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t1 = 40 \text{ ms} \cdot 0,8 = 32 \text{ ms}$. Die Zeit t2 wäre dann mit 8 ms zu setzen.

3.10.8 Trapez-Funktion

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Offs)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Offs), U(Offs)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Offs = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Trapezes
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals
t2	0,01 ms...36000 s	Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals
t3	0,01 ms...36000 s	Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals
t4	0,01 ms...36000 s	Zeit des Low-Wertes (Offset) des Trapezsignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Hiermit kann ein trapezförmiges Signal auf einen der Sollwerte U oder I angewendet werden. Bei dem Trapez können die Winkel unterschiedlich sein durch die getrennt einstellbaren Anstiegs- und Abfallzeiten.

Hier bilden sich die Periodendauer und Wiederholfrequenz aus vier Zeiten. Bei entsprechenden Einstellungen ergibt sich statt eines Trapezes ein Dreieck oder ein Rechteck. Diese Funktion ist somit recht universal.



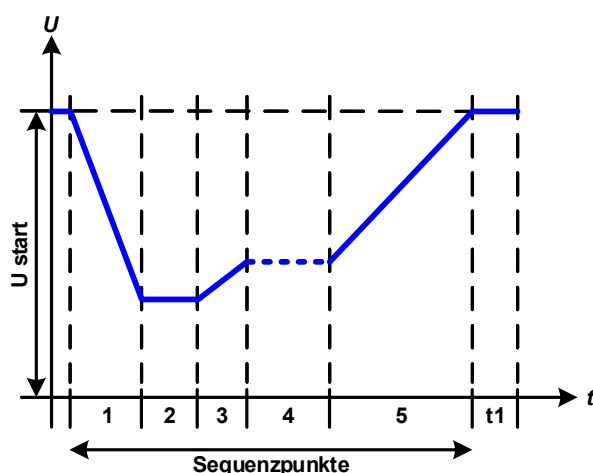
Bei sehr kurzen Zeitwerten für t1 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

3.10.9 DIN 40839-Funktion

Diese Funktion ist an den durch DIN 40839 / EN ISO 7637 definierten Kurvenverlauf (Prüfimpuls 4) angelehnt und wird nur auf die Spannung angewendet. Sie soll den Verlauf der Autobatterie-Spannung beim Start eines Automotors nachbilden. Die Kurve ist in 5 Segmente bzw. Sequenzpunkte eingeteilt (siehe Abbildung unten), die jeweils die gleichen Parameter haben. Die Standardwerte aus der Norm sind für die fünf Sequenzpunkte bereits gesetzt. Folgende Parameter können für die DIN 40839 Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Seq.	Erläuterung
Ustart	0...Nennwert von U	1-5	Anfangsspannungswert einer Rampe
Uend	0...Nennwert von U	1-5	Endspannungswert einer Rampe
Seq.Zeit	0,1 ms...36000 s	1-5	Zeit für die abfallende oder ansteigende Rampe
Seq.Zyklen	∞ oder 1...999	-	Anzahl der Abläufe der Kurve
Zeit t1	0,01 ms...36000 s	-	Zeit nach Ablauf der Kurve, bevor wiederholt wird (Zyklen <> 1)

Bildliche Darstellung:

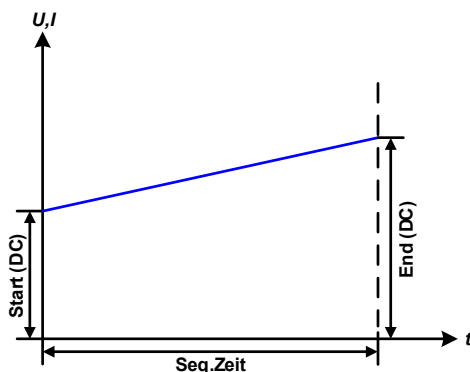
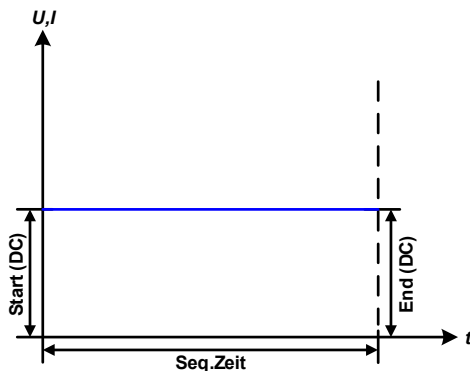
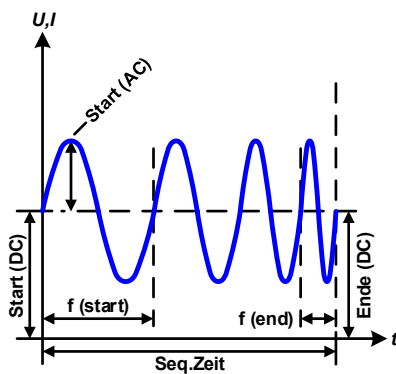
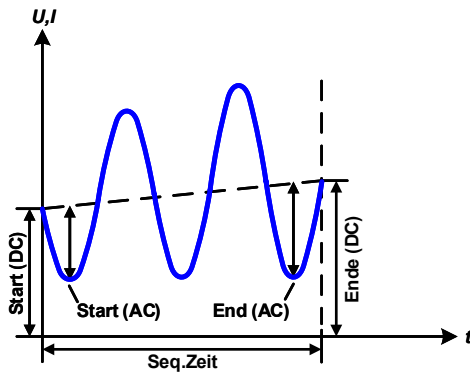
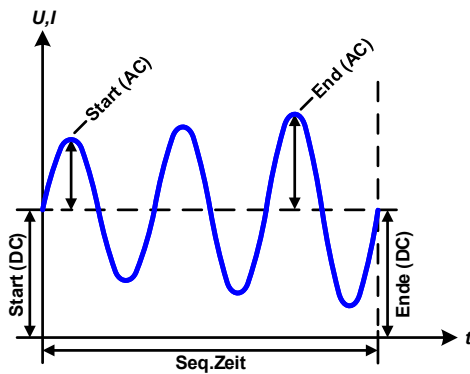


Anwendung und Resultat:

Die Funktion eignet sich für den Betrieb der elektronischen Last im Verbund mit einem Netzgerät, das diese Kurve nicht selbst generieren kann und nur eine statische Spannung liefern würde. Dabei sorgt die Last als Senke für den schnellen Abfall der Ausgangsspannung des Netzgerätes, damit der Ausgangsspannungsverlauf der DIN-Kurve entspricht. Voraussetzung ist nur, daß das Netzgerät strombegrenzt ist.

Die Kurve entspricht dem Prüfimpuls 4 der Norm. Bei entsprechender Einstellung können auch andere Prüfimpulse nachgebildet werden. Soll die Kurve in Sequenzpunkt 4 einen Sinus enthalten, so müßte sie komplett mit dem Arbiträrgenerator nachgebildet werden.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 2

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunkts:

Die DC-Werte von Start und Ende sind gleich, die AC-Werte (Amplitude) jedoch nicht. Der Endwert ist größer als der Startwert, daher wird die Amplitude mit jeder neu angefangenen Sinushalbwellen kontinuierlich zwischen Anfang und Ende des Sequenzpunktes größer. Dies wird jedoch nur dann sichtbar, wenn die Sequenzpunktzeit zusammen mit der Frequenz überhaupt zulässt, daß während des Ablaufs eines Punktes mehrere Sinuswellen erzeugt werden können. Bei $f=1$ Hz und $\text{Seq. Zeit}=3$ s ergäbe das z. B. drei ganze Wellen (bei Winkel $=0^\circ$), umgekehrt genauso bei $f=3$ Hz und $\text{Seq. Zeit}=1$ s.

Beispiel 3

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunkts:

Die DC-Werte von Start und Ende sind nicht gleich, die AC-Werte (Amplitude) auch nicht. Der Endwert ist jeweils größer als der Startwert, daher steigt der Offset zwischen Start (DC) und Ende (DC) linear an, ebenso die Amplitude mit jeder neu angefangenen Sinushalbwellen.

Zusätzlich startet die erste Sinuswelle mit der negativen Halbwellen, weil der Winkel auf 180° gesetzt wurde. Der Startwinkel kann zwischen 0° und 359° beliebig in 1° -Schritten verschoben werden.

Beispiel 4

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunkts:

Ähnlich Beispiel 1, hier jedoch mit anderer Endfrequenz. Die ist hier größer als die Startfrequenz. Das wirkt sich auf die Periode einer Sinuswelle aus, die mit jeder neu angefangenen Sinuswelle kleiner wird, über den Zeitraum des Sequenzpunktablaufs mit Sequenzpunktzeit x.

Beispiel 5

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunkts:

Ähnlich Beispiel 1, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und ist es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Erzeugt wird eine Rampe mit horizontalem Verlauf.

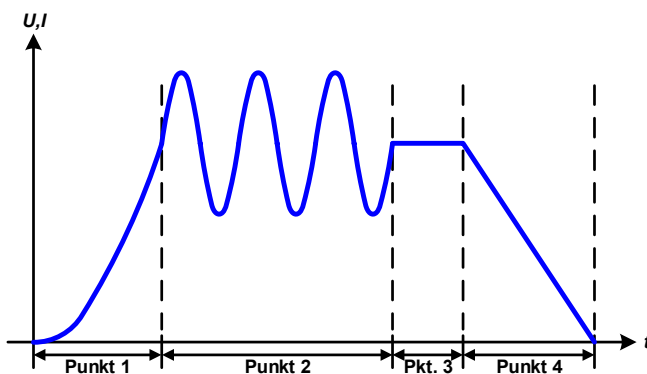
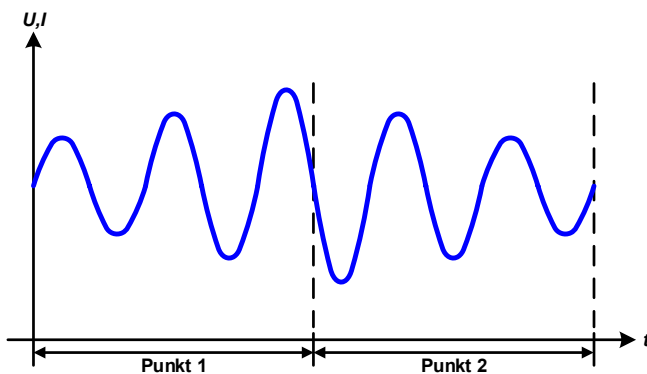
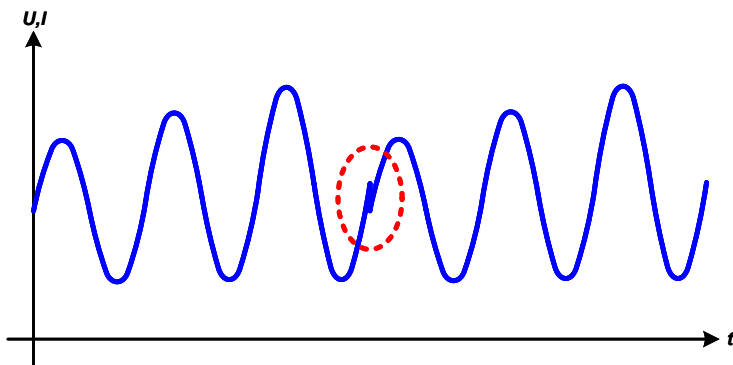
Beispiel 6

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunkts:

Ähnlich Beispiel 3, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Diese sind hier bei Start (DC) und Ende (DC) ungleich. Generiert wird eine Rampe mit ansteigendem Verlauf.

Durch Aneinanderreihung mehrerer unterschiedlich konfigurierter Sequenzpunkte können komplexe Abläufe erzeugt werden. Dabei kann durch geschickte Konfiguration der Arbiträrgenerator die anderen Funktionen wie Dreieck, Sinus, Rechteck oder Trapez nachbilden und somit z. B. eine Sequenz aus Rechteck-Funktionen mit unterschiedlichen Amplituden bzw. Duty Cycles erzeugen.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 7

Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunkts:

Ein Sequenzpunkt, konfiguriert wie in Beispiel 3, läuft ab. Da die Einstellungen vorgeben, daß der End-Offset (DC) größer ist als der Start-Offset, springt der Anfangswert des zweiten Ablaufs auf denselben Anfangswert zurück wie beim ersten Ablauf, ganz gleich wo der erzeugte Wert der Sinuswelle am Ende des ersten Ablaufs war. Das erzeugt eine gewisse Verzerrung im Gesamtablauf (rote Markierung), die nur mit entsprechend sorgsam gewählten Einstellwerten kompensiert werden kann.

Beispiel 8

Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten:

Zwei Sequenzpunkte laufen hintereinander ab. Der erste erzeugt einen sinusförmigen Verlauf mit größer werdender Amplitude, der zweite einen mit kleiner werdender Amplitude. Zusammen ergibt sich der links gezeigte Verlauf. Damit die Sinuswelle mit der höchsten Amplitude in der Mitte der Gesamtkurve nur einmal auftaucht, darf die Start-Amplitude (AC) des zweiten Sequenzpunkts nicht gleich der End-Amplitude (AC) des ersten sein oder der erste müßte mit der positiven Halbwelle enden sowie der zweite mit der negativen beginnen, wie links gezeigt.

Beispiel 9

Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten:

Punkt 1: 1/4 Sinuswelle (Winkel = 270°)

Punkt 2: 3 Sinuswellen (Verhältnis Frequenz zu Sequenzpunktzeit 1:3)

Punkt 3: Horizontale Rampe ($f = 0$)

Punkt 4: Abfallende Rampe ($f = 0$)

3.10.10.1 Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen

Die manuell am Gerät konfigurierbaren 99 Sequenzpunkte der Arbiträr-Funktion können in Form einer Tabelle über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes auf einen USB-Stick (siehe 1.9.6.5) gespeichert oder von diesem geladen werden. Dabei gilt, daß beim Speichern immer alle 99 Punkte in eine Textdatei vom Typ CSV gespeichert werden, beim Laden umgekehrt genauso. An die Datei gibt es folgende Anforderungen

- Sie muß genau 99 Zeilen (100 werden aus Gründen der Kompatibilität zu früheren Firmwares akzeptiert) mit jeweils 8 aufeinanderfolgenden Werten enthalten und darf keine Lücken aufweisen
- Die 8 Spalten müssen durch entweder Komma oder Semikolon getrennt sein, abhängig von der Einstellung „USB Trennzeichen-Format“ im MENU entspricht (siehe 3.4.3.1)
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß
- Der Dateiname muß immer mit WAVE_U oder WAVE_I beginnen (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen (Punkt oder Komma) haben, das der Einstellung zum „USB Trennzeichen-Format“ im MENU entspricht (siehe 3.4.3.1)
- Alle Werte in jeder Spalte und Zeile müssen den Vorgaben entsprechen (siehe unten)
- Die Spalten der Tabelle haben eine bestimmte Reihenfolge, die nicht geändert werden darf

Für die Tabelle mit den 99 Zeilen ist, in Anlehnung der Einstellparameter, die bei der manuellen Bedienung für den Arbiträrgenerator festgelegt werden können, folgender Aufbau vorgegeben (Spaltenbenennung wie bei Excel):

Spalte	Parameter	Wertebereich
A	AC Startamplitude	0...50% U oder I
B	AC Endamplitude	0...50% U oder I
C	Startfrequenz	0...10000 Hz
D	Endfrequenz	0...10000 Hz
E	AC Startwinkel	0...359°
F	DC Startoffset	0...(Nennwert von U oder I) - Startamplitude AC
G	DC Endoffset	0...(Nennwert von U oder I) - Endamplitude AC
H	Sequenzpunktzeit in µs	10...36.000.000.000 (36 Mrd. µs)

Für eine genauere Beschreibung der Parameter und der Arbiträr-Funktion siehe „3.10.10. Arbiträr-Funktion“.

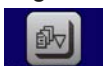
Beispiel-CSV:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	20,00	30,00	5	5	90	50,00	50,00	50000000
2	30,00	20,00	5	5	90	50,00	50,00	30000000
3	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
4	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
5	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
6	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000

In dem Beispiel sind nur die ersten zwei Sequenzpunkte konfiguriert, die anderen stehen alle auf Standardwerten. Die Tabelle könnte für das Modell EL 9080-170 B über eine WAVE_U für die Spannung oder eine WAVE_I für den Strom geladen werden, weil sie für beide paßt. Die Benennung ist jedoch durch einen Filter eindeutig gemacht, das heißt man kann bei Arbiträr --> U gewählt keine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

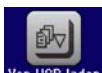
► So laden Sie eine Sequenzpunkttable von einem USB-Stick:

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über MENU -> Funkt.Generator -> Arbiträr -> U oder I, um zur Hauptanzeige der Sequenzpunktauswahl zu gelangen, wie rechts gezeigt.



3. Tippen Sie auf **Daten Import/Export**, dann **Von USB laden** und folgen Sie den Anweisungen. Sofern für den aktuellen Vorgang mindestens eine gültige Datei (siehe Pfad und Dateibenennung oben) gefunden wurde, wird eine Liste zur Auswahl angezeigt, aus der die zu ladende Datei mit ☒ ausgewählt werden muß.





4. Tippen Sie unten rechts auf **Von USB laden**. Die gewählte Datei wird nun überprüft und, sofern in Ordnung, geladen. Bei Formatfehlern wird eine entsprechende Meldung angezeigt. Dann muß die Datei korrigiert und der Vorgang wiederholt werden.

► So speichern Sie die Sequenzpunkttable vom Gerät auf einen USB-Stick:

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über MENU -> Funkt. Generator -> Arbiträr -> U/I



3. Tippen Sie auf **Daten Import/Export**, dann **Auf USB sichern**. Sie werden aufgefordert, den USB-Stick einzustecken. Das Gerät sucht daraufhin nach dem Ordner HMI_FILES auf dem Speicherstick und nach eventuell schon vorhandenen WAVE_U- bzw. WAVE_I-Dateien und listet gefundene auf. Soll eine vorhandene Datei mit den zu speichernden Daten überschrieben werden, wählen Sie diese mit ☒ aus, ansonsten wählen Sie **-NEW FILE-**.



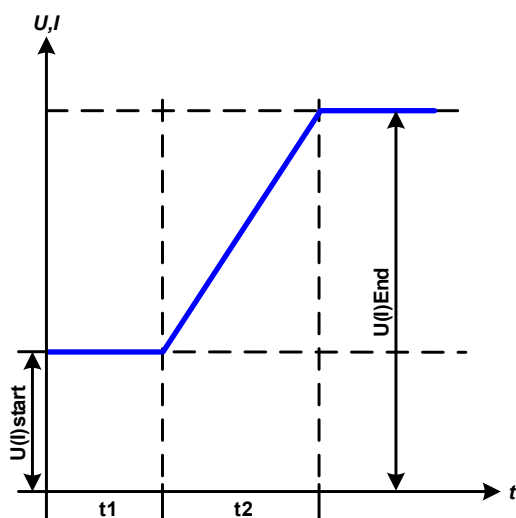
4. Speichern dann mit **Auf USB sichern**.

3.10.11 Rampen-Funktion

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ustart / Istart	0...Nennwert von U, I	Startwert (U, I)
Uend / Iend	0...Nennwert von U, I	Endwert (U, I)
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit vor der ansteigenden bzw. abfallenden Flanke der Rampe
t2	0,01 ms...36000 s	Anstiegs- bzw. Abfallzeit der Rampe

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Diese Funktion generiert eine ansteigende oder abfallende Rampe zwischen Startwert und Endwert über die Zeit t2. Die andere Zeit t1 dient zur Festlegung einer Verzögerung, bevor die Rampe startet.

Die Funktion läuft einmal ab und bleibt dann am Endwert stehen. Um eine sich wiederholende Rampe zu erreichen, kann die Trapezfunktion benutzt werden (siehe 3.10.8).

Wichtig ist hier noch die Betrachtung des statischen Wertes, der den Startwert vor dem Beginn der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem Ustart/Istart einzustellen, es sei denn, die Quelle soll vor dem Beginn der Rampenzeit t1 noch nicht belastet werden. Hier müßte man dann den statischen Wert auf 0 einstellen.



10 Stunden nach Erreichen des Rampen-Endes stoppt die Funktion automatisch (I = 0 A, wenn Stromrampe), sofern sie nicht vorher schon anderweitig gestoppt wurde.

3.10.12 UI- und IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)

Die UI-Funktion bzw. die IU-Funktion bietet dem Anwender die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der DC-Eingangsspannung einen bestimmten DC-Strom bzw. in Abhängigkeit vom DC-Eingangsstrom eine bestimmte DC-Eingangsspannung zu setzen. Dazu muß eine Tabelle geladen werden, die genau 4096 Werte enthält, welche sich auf den gemessenen Eingangsstrom oder die gemessene Eingangsspannung im Bereich 0...125% I_{Nenn} bzw. U_{Nenn} aufteilen, wobei der Strom nur bis 102% erfaßt wird und der Tabellenbereich darüber unwirksam wird. Der Meßbereich 0-100% Strom entspricht daher dem Tabellenwertbereich 1-3277. Die Tabelle kann entweder von einem USB-Stick über die frontseitige USB-Buchse des Gerätes oder per Fernsteuerung (ModBus RTU-Protokoll oder SCPI) in das Gerät geladen und dann angewendet werden. Es gilt:

UI- Funktion: $U = f(I)$

IU-Funktion: $I = f(U)$

Bei der **UI-Funktion** ermittelt der Meßkreis des Gerätes den Wert des DC-Eingangsstromes. Zu jedem der 4096 möglichen Meßwerte des Eingangsstromes ist in der UI-Tabelle ein Spannungswert hinterlegt, der vom Anwender beliebig zwischen 0 und Nennwert festgelegt werden kann. Die Werte in der vom USB-Stick geladenen Tabelle werden hier immer als Spannungswerte interpretiert, selbst wenn sie vom Anwender als Stromwerte berechnet und dann fälschlicherweise als UI-Tabelle geladen wurden.

Bei der **IU-Funktion** ist die Zuordnung von Meßwert zum aus der Tabelle entnommenen Wert genau andersherum als bei der UI-Funktion, das Verhalten jedoch das gleiche.

Man könnte somit das Verhalten der Last bzw. die Strom- und Leistungsaufnahme in Abhängigkeit von der Eingangsspannung steuern und Lastsprünge erzeugen.



Beim Laden einer Tabelle vom USB-Stick werden nur Textdateien vom Typ CSV akzeptiert. Die Tabelle wird beim Laden auf Plausibilität überprüft (Werte nicht zu groß, Anzahl der Werte korrekt) und eventuelle Fehler gemeldet und dann die Tabelle nicht geladen.



Die Werte der Tabelle werden auf korrekte Anzahl und Wertebereich hin untersucht. Würde man alle Werte in einem Diagramm darstellen, ergäbe sich eine bestimmte Kurve, die auch sehr starke Sprünge von Strom oder Spannung vom einem Wert zum nächsten enthalten könnte. Das kann zu Komplikationen bei der Belastung einer Quelle führen, wenn z. B. der interne Spannungsmeßwert der elektronischen Last leicht schwankt und dazu führt, daß die Last ständig zwischen zwei Stromwerten aus der Tabelle hin- und herpendelt, wo im ungünstigsten Fall der eine 0 A ist und der andere Maximalstrom. Daher wird empfohlen, daß aufeinanderfolgende Werte sich möglichst nur gering ändern.

3.10.12.1 Laden von UI- und IU-Tabellen über USB

Die sogenannten UI- oder IU-Tabellen können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes und einen handelsüblichen USB-Stick (FAT32-formatiert) geladen werden. Um dies tun zu können, muß die zu ladende Datei bestimmten Vorgaben entsprechen:

- Der Dateiname startet immer mit IU oder UI (Groß-/Kleinschreibung egal), jenachdem für welche der beiden Funktionen Sie eine Tabelle laden
- Die Datei muß eine Textdatei vom Typ CSV sein und darf nur eine Spalte mit genau 4096 Werten (ohne Lücken) enthalten
- Keiner der 4096 Werte darf den Nennwert überschreiten, also wenn Sie z. B. ein 80 V-Modell haben und laden eine UI-Tabelle mit Spannungswerten, darf keiner größer als 80 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen haben, das der Wahl des **USB Trennzeichen-format** entspricht, wo bei Format **Standard** das Spaltentrennzeichen = Semikolon und Dezimaltrennzeichen = Komma ist
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß



Werden die oben genannten Bedingungen nicht eingehalten, meldet das Gerät das mittels entsprechender Fehlermeldungen und akzeptiert die Datei nicht. Es ist auch nicht möglich, eine UI-Tabelle zu laden, deren Dateiname mit IU oder anders beginnt, weil die Zuordnung nicht paßt. Ein Stick kann natürlich mehrere UI- oder IU-Tabellen als verschiedentlich benannte Dateien enthalten, aus denen eine ausgewählt werden kann.

► So laden Sie eine UI- oder IU-Tabelle von einem USB-Stick:

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über **MENU -> Funkt.Generator -> XY-Tabelle**. Wählen Sie die gewünschte Funktion mit **UI-Tabelle** oder **IU-Tabelle** aus.
3. Konfigurieren Sie ggf. noch zusätzliche Grenzen für U, I und P.



4. Betätigen Sie das Bedienfeld **Von USB laden** und stecken Sie nach Aufforderung den USB-Stick ein, um eine kompatible Datei aus eventuell mehreren auszuwählen
5. Falls die Datei nicht akzeptiert wird, entspricht sie nicht den Anforderungen. Dann korrigieren und wiederholen.
6. Wird die Datei akzeptiert und erfolgreich geladen, werden Sie nach dem Laden aufgefordert, den Stick zu entfernen.



7. Laden Sie die Funktion mit **LADEN**, um Sie dann zu starten und zu bedienen wie gewohnt (siehe auch

„3.10.4.1. Auswahl und Steuerung einer Funktion“).

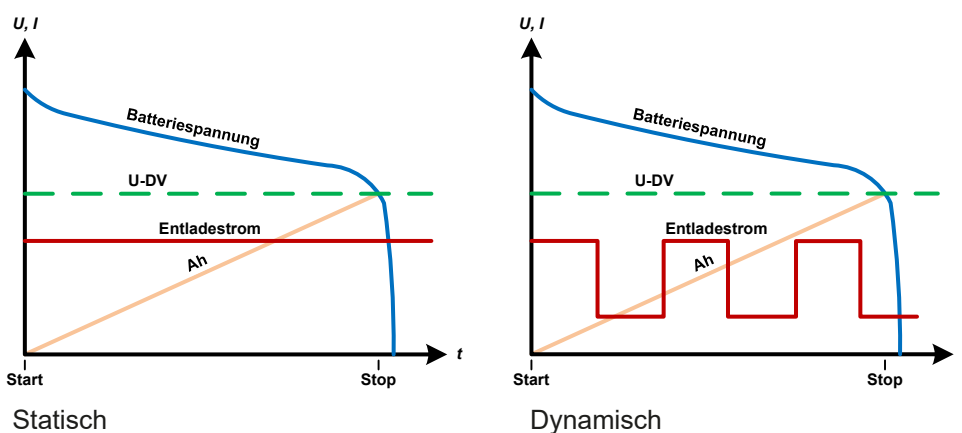
3.10.13 Batterietest-Funktion

Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen. Er wird üblicherweise auf den DC-Eingangsstrom angewendet und kann wahlweise „**Statisch**“ (konstanter Strom) oder „**Dynamisch**“ (gepulster Strom) ablaufen. Beim statischen Betrieb können die Einstellwerte für die Leistung und den Widerstand bei entsprechender Konfiguration den Funktionsablauf auch auf Konstantleistung (CP) oder Konstantwiderstand (CR) bringen. Wie beim normalen Betrieb der Last bestimmen die gesetzten Werte, welche Regelungsart (CC, CP oder CR) sich ergibt. So muß bzw. sollte für CP-Betrieb der Strom auf Maximum gestellt und der Widerstandsmodus ausgeschaltet werden. Ebenso müssen bzw. sollten dann für CR-Betrieb die Werte für Strom (I) und Leistung (P) auf Maximum gestellt werden.

Beim dynamischen Modus gibt es auch einen einstellbaren Leistungswert. Dieser kann aber nicht genutzt werden, um den dynamischen Batterietest mit gepulster Leistung ablaufen zu lassen. Zumindest jedoch könnte das Ergebnis anders aussehen als erwartet. Es wird daher empfohlen, diesen Wert immer hoch genug einzustellen, damit er den Test mit gepulstem Strom, d. h. die dynamische Batterietest-Funktion nicht stört.

Was bei trägen Blei-Batterien kaum ein Problem darstellt, bei empfindlichen Lithium-Ionen-Batterien aber ein wichtiges Kriterium ist: die Reaktionszeit zwischen Erreichen der Schwelle U-DV und dem Stopp des Test, d. h. Abschalten des DC-Eingangs. Diese ist nicht einstellbar und fast 0, praktisch aber 5-20 Millisekunden. Bei Batterietests mit hohen Pulsströmen könnte es vorkommen, daß die Batteriespannung durch die pulsartige Belastung kurz unter die Schwelle U-DV gelangt und dann sofort abgeschaltet wird. Daher sollt hier die U-DV entsprechend niedriger eingestellt werden.

Grafische Verdeutlichung beider Modi:



3.10.13.1 Parameter für den statischen Batterietest

Folgende Parameter können für die statische Batterietest-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I	0...Nennwert von I	Maximaler Entladestrom in A
P	0...Nennwert von P	Maximale Entladeleistung in W
R	Min...max. Nennwert von R	Maximaler Entladewiderstand in Ω (kann deaktiviert werden mit AUS)

3.10.13.2 Parameter für den dynamischen Batterietest

Folgende Parameter können für die dynamische Batterietest-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I₁	0...Nennwert von I	Unterer bzw. oberer Stromwert für gepulsten Betrieb (der höhere Einstellwert von beiden wird automatisch der obere)
I₂	0...Nennwert von I	
P	0...Nennwert von P	Maximale Entladeleistung in W
t₁	1 s ... 36000 s	t ₁ = Zeit für den oberen Stromwert (Puls) t ₂ = Zeit für den unteren Stromwert (Pause)
t₂	1 s ... 36000 s	

3.10.13.3 Andere Parameter

Diese Parameter sind in beiden Modi verfügbar, jedoch mit separaten Einstellwerten.

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Entlade-Spannung	0...Nennwert von U	Variable Entladeschlußspannung (U_{DV}), eine Schwelle, bei deren Unterschreiten der Test automatisch stoppt (ist verknüpft mit der Batteriespannung am DC-Eingang der Last)
Entladezeit	0...10 h	Maximale Testzeit, nach welcher der Test automatisch stoppt
Entlade-Kapazität	0...99999,99 Ah	Maximal zu entnehmende Batteriekapazität, nach deren Erreichen der Test automatisch stoppen kann
Aktion	KEINE, SIGNAL, Test-Ende	Legt für die Parameter „Entladezeit“ und „Entlade-Kapazität“ fest, was bei Erreichen der Werte der beiden Parameter geschehen soll: KEINE = Nichts passiert, Test läuft weiter SIGNAL = Der Text „Zeit-Limit“ erscheint in der Anzeige, der Test läuft weiter Test-Ende = Der Test stoppt
USB-Logging aktivieren	ein/aus	Aktiviert durch Setzen des Hakens das USB-Logging, das Daten während des Batterietests aufzeichnet, falls ein korrekt formatierter USB-Stick in der frontseitigen USB-Buchse eingesteckt ist. Die hierüber aufgezeichneten Daten haben ein etwas anderes Format als die des „normalen“ USB-Logging außerhalb vom Batterietest.
Logging-Intervall	100 ms - 1 s, 5 s, 10 s	Legt den Schreibzyklus für das USB-Logging fest

3.10.13.4 Anzeigewerte

Während der Test läuft zeigt die Anzeige des Gerätes folgende Werte an:

- Aktuelle Batteriespannung in V
- Entladeschlußspannung U_{DV} in V
- Aktueller und gesetzter Entladestrom in A
- Aktuelle und gesetzte Leistung in W
- Entnommene Kapazität in Ah
- Entnommene Energie in Wh
- Testzeit in HH:MM:SS,MS
- Reglerstatus (CC, CP, CR)



3.10.13.5 Datenaufzeichnung

Für beide Modi „Statisch“ und „Dynamisch“ kann am Ende der Konfiguration das USB-Logging aktiviert werden, welches standardmäßig ausgeschaltet ist. Ist es aktiviert und ein USB-Stick mit entsprechender Formatierung (siehe 1.9.6.5) im USB-Port am Bedienteil gesteckt, zeichnet das Gerät für die Testdauer Meßwerte im festgelegten Intervall auf. Dies wird in der Anzeige durch das Symbol  markiert. Die aufgezeichneten Daten liegen nach Beendigung des Tests als Textdatei (CSV-Format) vor.

Aufbau der Logdatei:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Static:Uset	Iset	Pset	Rset	DV	DT	DC
2	0,00V	0,00A	1200W	OFF	0,00V	10:00:00	99999,00Ah
3							
4	Uactual	Iactual	Pactual	Ah	Wh	Time	
5	0,34V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:00,800	
6	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:01,800	
7	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:02,800	
8	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:03,800	

Legende:

Static = Gewählter Modus

Iset = Max. Strom

Pset = Max. Leistung

Rset = Gewünschter Widerstand

DV = Entlade-Spannung

DT = Entladezeit

DC = Entlade-Kapazität

U/I/Pactual = Istwerte

Ah = Entnommene Kapazität

Wh = Entnommene Energie



Unabhängig davon wie das Zeitintervall für die Aufzeichnung eingestellt wurde, berechnet das Gerät die beiden Werte „Ah“ und „Wh“ immer nur einmal pro Sekunde. Bei Intervallzeit < 1 s können somit mehrere gleiche Werte im CSV erscheinen.

3.10.13.6 Abbruchbedingungen

Der Ablauf der Batterietest-Funktion kann gewollt oder ungewollt stoppen durch:

- Manuelle Betätigung des Bedienfeldes STOP in der Anzeige
- Irgendeinen Gerätealarm
- Erreichen der eingestellten max. Testzeit, falls dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Erreichen des eingestellten max. Ah-Wertes, falls dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Erreichen der Entladeschlußspannung U_{DV} , egal wodurch verursacht



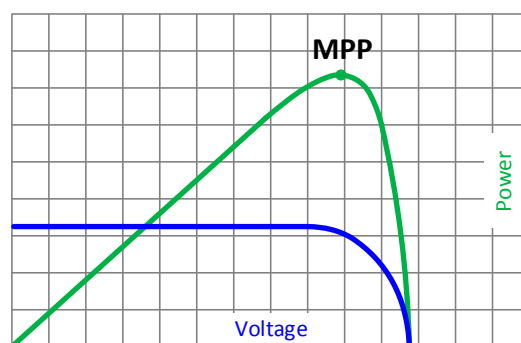
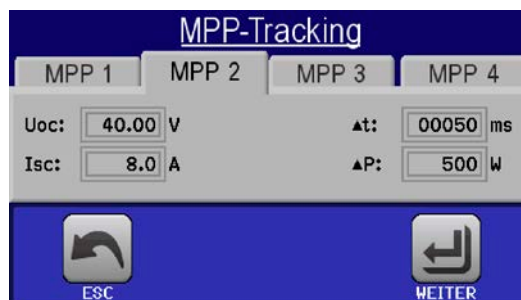
Nach einem automatischen Stopp, bedingt durch einen der genannten Gründe, kann der Test nicht sofort erneut gestartet oder fortgeführt werden, sondern nur nach erneutem Durchlauf der Konfiguration, welche über Bedienfeld ZURÜCK erreichbar ist.

3.10.14 MPP-Tracking-Funktion

Das MPP im Namen der Funktion steht für „maximum power point“, also für den Punkt an dem die Leistung eines Solarpaneels am höchsten ist. Siehe Prinzipdarstellung rechts. Diesen Punkt versuchen sog. Solarwechselrichter durch einen Suchvorgang zu finden und zu halten (engl. „tracking“). Die elektronische Last simuliert dieses Verhalten durch eine Funktion und kann somit dem Test von Solarpaneelen dienen, ohne einen Solarwechselrichter betreiben zu müssen, der aufgrund seines Aufbaus am AC-Ausgang wiederum eine Last bräuchte.

Dabei kann die Last in allen für die Funktion verfügbaren Parametern beliebig variiert werden und zwecks Datenerfassung eine Reihe von Meßwerten herausgeben (nur auslesbar über digitale Schnittstelle). Diese Meßwerte stellen 100 Punkte auf der IU-Kurve dar, auf welcher sich der MPP befindet. Alternativ können auch DC-Eingangswerte wie Strom und Spannung am Gerät auf USB-Stick aufgezeichnet werden. Die Last ist dadurch flexibler einsetzbar als ein Solarwechselrichter, weil dessen DC-Eingangsbereich eingeschränkt ist.

Die MPP-Tracking-Funktion bietet vier Modi zur Auswahl. Die Eingabe von Werten erfolgt hier nur über Direkteingabe per Touchscreen.



3.10.14.1 Modus MPP1

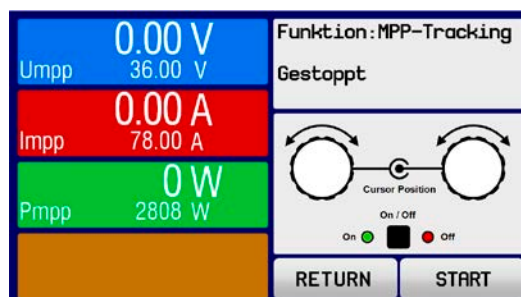
Dieser Modus wird auch „MPP finden“ genannt. Er ist die einfachste Möglichkeit, ein MPP-Tracking durchzuführen. Benötigt werden dazu nur drei Parameter. Der Wert U_{OC} ist erforderlich, damit das Tracking den MPP schneller finden kann als wenn die Last bei 0 V oder Nennspannung starten würde. Trotzdem startet sie leicht oberhalb des eingegebenen U_{OC} -Wertes. I_{SC} wiederum dient als obere Grenze für den Strom, weil eine elektronische Last die Spannung nach unten hinten nur begrenzen kann, indem sie den Innenwiderstand verringert und somit den Strom erhöht.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP1** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	5 ms...60000 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP

Anwendung und Resultat:

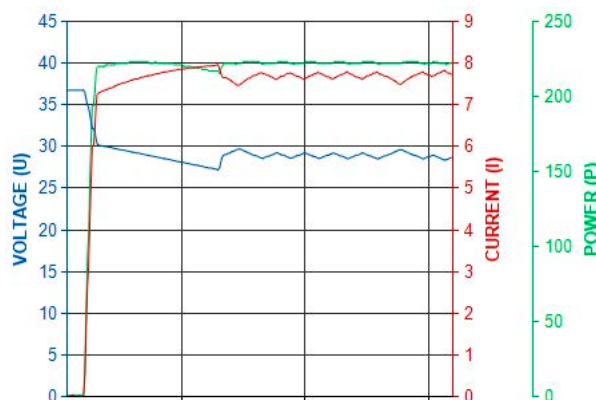
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines Trackingvorgangs hängt dabei maßgeblich vom Parameter Δt ab. Bei den minimal setzbaren 5 ms ergeben sich aber bereits mehrere Sekunden Suchzeit.



3.10.14.2 Modus MPP2

Dieser Modus simuliert das eigentliche Trackingverhalten eines Solarwechselrichters, indem der Funktionsablauf nach dem Finden des MPP nicht gestoppt, sondern um den MPP herum geregelt wird. Das geschieht, der Natur eines Solarpanels geschuldet, immer unterhalb des MPP. Nach Erreichen des MPP sinkt die Spannung zunächst und somit auch die Leistung. Der zusätzliche Parameter ΔP definiert, wie weit die Leistung absinken darf, bevor die Richtung der Spannungsänderung wieder umgekehrt und der MPP erneut angefahren wird. Spannung und Strom resultieren dadurch in einem zickzackförmigen Verlauf.

Eine typische Darstellung des Verlaufs ist im Bild rechts zu sehen. Durch einen kleinen ΔP -Wert erscheint die Leistungskurve fast linear. Die Last arbeitet dann immer nah am MPP.



Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP2** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	5 ms...60000 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W... P_{Nenn}	Regeltoleranz unter dem MPP

3.10.14.3 Modus MPP3

Auch genannt „Fast track“ (schnelles Finden), ist dieser Modus ähnlich Modus MPP2, aber ohne die anfängliche Suche des MPP, da dieser anhand der Benutzervorgaben (U_{MPP} , P_{MPP}) direkt angefahren wird. Dies kann helfen, falls die MPP-Werte des zu testenden Prüflings bekannt sind, die Zeit der Suche nach dem MPP einzusparen. Das restliche Verhalten ist wie bei Modus MPP2. Während und nach dem Ablauf der Funktion werden die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP auf der Anzeige ausgegeben.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP3** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
U_{MPP}	0...Nennwert von U	Spannung im MPP
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
P_{MPP}	0...Nennwert von P	Leistung im MPP
Δt	5 ms...60000 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W... P_{Nenn}	Regeltoleranz unterhalb des MPP

3.10.14.4 Modus MPP4

Dieser Modus bietet kein Tracking im Sinne der anderen Modi, dient aber durch eine benutzerdefinierbare Kurve zur gezielten Auswertung. Der Anwender kann bis zu 100 Punkte auf einer beliebigen Spannungskurve vorgeben und alle oder Teile der 100 Punkte abfahren lassen. Die Punkte lassen sich auch von USB-Stick laden bzw. auf einen speichern. Zwischen zwei Punkten vergeht die einstellbare Zeit Δt , der Durchlauf der definierten Punkte kann 0-65535 mal wiederholt werden. Nach Ende der Funktion stoppt sie automatisch mit ausgeschaltetem DC-Eingang und stellt dann pro benutzerdefiniertem Kurvenpunkt einen Meßwertsatz (Istwerte U, I, P) zur Verfügung. Außerdem werden die Werte des Datensatzes mit der höchsten Ist-Leistung auf der Anzeige ausgegeben. Geht man dann auf dem Bildschirm ZURÜCK, können die erfaßten Daten als Datei auf einen USB-Stick gespeichert werden. Alternativ ist nach dem Stopp der Funktion das Auslesen über digitale Schnittstelle möglich.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP4** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
$U_1...U_{100}$	0...Nennwert von U	Spannungswert für die bis zu 100 Punkte auf einer benutzerdefinierten Kurve
Start	1-100	Startpunkt für den Ablauf von x aus 100 aufeinanderfolgenden Punkten
Ende	1-100	Endpunkt für den Ablauf von x aus 100 aufeinanderfolgenden Punkten
Δt	5 ms...60000 ms	Zeit bis zum Anfahren des Spannungswertes des nächsten Punktes
Wdh.	0-65535	Anzahl der Wiederholungen des Durchlaufs von Start bis Ende

3.10.14.5 Kurvendaten für Modus MPP4 von USB-Stick laden

Alternativ zur manuellen Einstellung der 1-100 Kurvenpunkte für den Testmodus MPP4, das sehr zeitaufwendig sein kann, können die Spannungswerte auch in Form einer CSV-Tabelle von einem USB-Stick geladen werden. Siehe dazu auch Abschnitt 1.9.6.5 wegen der vorgesehenen Benamung. Im Gegensatz zur manuellen Einstellung, wo man nur die Anzahl Punkte definieren würde, die man auch nutzen möchte, lädt die Tabelle immer alle 100 Punkte. Trotzdem gilt die Festlegung des Startpunkts (**Start**) und Endpunkts (**Ende**) hierfür genauso.

Definition des Dateiformats:

- Die Datei muß eine Textdatei sein und die Endung *.csv haben
- Die Datei darf nur eine Spalte mit Spannungswerten (0...Nennspannung des Gerätes) enthalten
- Die Datei muß genau 100 Zeilen mit 100 Werten ohne Lücken enthalten
- Das Dezimaltrennzeichen von gebrochenen Zahlen muß der Einstellung „USB Trennzeichenformat“ in den allg. Einstellungen des Gerätes übereinstimmen, wobei die Wahl „Standard“ ein Komma als Dezimaltrennzeichen erwartet und Wahl „US“ einen Punkt

► So laden Sie Kurvendaten für MPP4

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluß aktivieren Sie das **MENU** und wechseln über **Funktionsgenerator** zu **MPP-Tracking**.
2. In Bildschirm für die MPP-Tracking-Konfiguration durch Tippen auf Tab **MPP4** wechseln. Dann erscheint im unteren Teil der Anzeige ein Bedienfeld **Import/Export**. Dieses antippen.
3. Im nächsten Bildschirm dann auf **MPP4 Spannungswerte von USB laden** tippen. Halten Sie Ihren USB-Stick bereit und folgen Sie den Anweisungen.

3.10.14.6 Ergebnisdaten vom MPP4-Durchlauf auf USB speichern

Nach jedem Durchlauf der Funktion MPP4 liegen neue Meßergebnisse vor, die man auf USB-Stick speichern kann. Dabei werden immer 100 Datensätze gespeichert, auch wenn der Durchlauf nicht von Punkt 1 bis 100 erfolgte. Den entsprechenden Block kann man später aus der Datei herausfiltern. Die Datensätze enthalten zu jedem angefahrenen Spannungspunkt auf der benutzerdefinierten Kurve drei Istwerte (U, I, P). Kurvenpunkte, die nicht definiert wurden, sind auf 0 V gesetzt. Das führt bei einer elektronischen Last dazu, daß sie bei diesen den max. Strom aufnehmen könnte, weil für Modus MPP4 Strom und Leistung auf das Maximum gesetzt werden. Daher ist die korrekte Wahl von **Start** und **Ende** sehr wichtig.

Format der Ergebnisdaten-Datei (siehe auch Abschnitt 1.9.6.5 für die Benamung):

	A	B	C
1	1,01V	20,960A	21,0W
2	2,99V	20,970A	63,0W
3	3,99V	20,970A	84,0W
4	5,99V	20,940A	125,0W
5	7,00V	20,920A	146,0W
6	8,00V	20,930A	168,0W
7	9,00V	20,950A	188,0W
8	9,99V	20,960A	210,0W
9	10,99V	20,970A	231,0W

Legende:

- Spalte A: Spannungswerte der Punkte 1-100 (= U_{MPP})
- Spalte B: Stromwerte der Punkte 1-100 (= I_{MPP})
- Spalte C: Leistungswerte der Punkte 1-100 (= P_{MPP})
- Zeilen 1-100:Ergebnisdatsätze aller Kurvenpunkte



Die Werte in der Beispieltabelle links sind mit phys. Einheiten. Sollte dies nicht gewünscht sein, können diese über die Einstellung „Logging mit Einheit (V,A,W)“ im MENU in „Allgemeine Einstellungen“ deaktiviert werden.

► So speichern Sie die Ergebnisdaten von MPP4 auf USB-Stick

1. Nachdem die MPP4-Funktion durchgelaufen ist, stoppt sie automatisch. Tippen Sie auf **ZURÜCK** um wieder in den Konfigurationsbildschirm von MPP4 zu gelangen.
2. Tippen Sie dort **Import/Export** und im nächsten Bildschirm auf **MPP4 Meßergebnisse auf USB sichern**. Halten Sie Ihren USB-Stick bereit und folgen Sie den Anweisungen. Sie haben die Wahl, eine der angezeigten, vorhandenen Dateien zu überschreiben oder durch Tippen auf **-NEW FILE-** eine neue zu erzeugen.

3.10.15 Fernsteuerung des Funktionsgenerators

Der Funktionsgenerator ist fernsteuerbar, allerdings geschehen Konfiguration und Steuerung von Funktionen mittels einzelner Befehle und prinzipiell anders als bei manueller Bedienung. Die externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“ erläutert die Vorgehensweise. Folgendes gilt außerdem:

- Der Funktionsgenerator ist nicht über die analoge Schnittstelle fernbedienbar; der einzig effektive Einfluß kann vom Pin REM-SB kommen, wenn dieser den DC-Eingang ausschaltet, wodurch die Funktion zunächst nur pausiert. Sie könnte später fortgeführt werden, wenn REM-SB den DC-Eingang wieder einschaltet, außer die Funktion wurde vorher anderweitig gestoppt.
- Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, wenn der sog. Widerstands-Betrieb (R-Modus) aktiviert wurde
- Einige Funktionen basieren auf dem Arbiträrgenerator, andere auf dem XY-Generator. Daher sind beide getrennt zu bedienen

3.11 Weitere Anwendungen

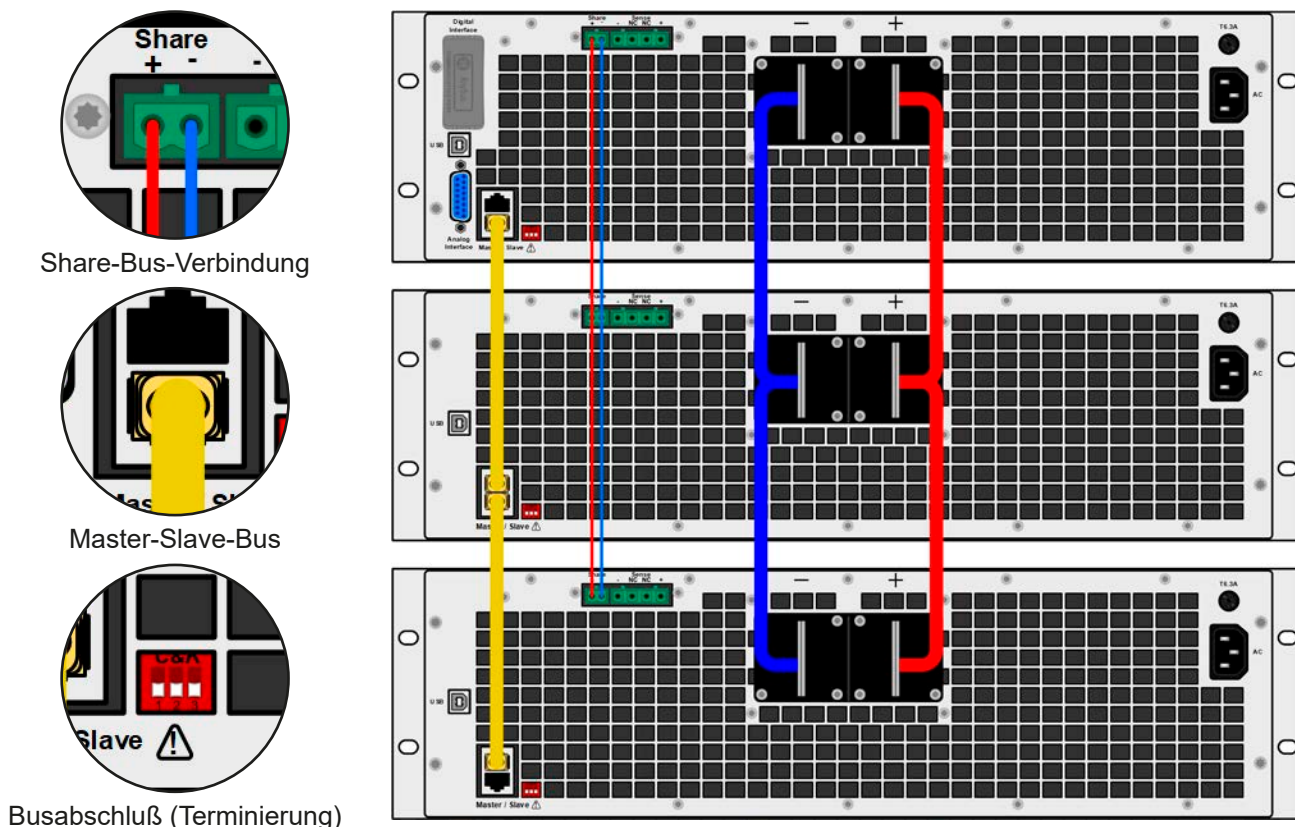
3.11.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

Mehrere Geräte gleicher Art und gleichen Modells können zu einer Parallelschaltung verbunden werden, um eine höhere Gesamtleistung zu erzielen. Dabei werden alle Lasten an ihren DC-Eingängen verbunden, sowie zusätzlich über den digitalen Master-Slave-Bus und den Share-Bus.

Der digitale Master-Slave-Bus dient hierbei zur Aufsummierung der Istwerte am Mastergerät, sowie zur zentralen Erfassung der Gerätestatus.

Der Share-Bus wiederum dient zur dynamischen Ausregelung des Eingangsstromes, besonders wenn am Mastergerät der Funktionsgenerator genutzt werden soll. Das erfordert, daß zumindest die DC-Minus-Eingänge aller über Share-Bus verschalteten Geräte verbunden sein müssen, damit das Referenzpotential stimmt und der Share-Bus sauber regeln kann.

Prinzipdarstellung (ohne Quelle):



3.11.1.1 Einschränkungen

Gegenüber dem Normalbetrieb eines Einzelgerätes hat Master-Slave-Betrieb folgende *Einschränkungen*:

- Das MS-System reagiert zum Teil anders auf Alarmsituationen (siehe unten bei 3.11.1.6)
- Die Share-Bus-Verbindung hilft dem System, den Strom aller beteiligten Geräte so schnell wie möglich auszu-regeln, trotzdem ist eine Parallelschaltung nicht so dynamisch wie ein Einzelgerät

3.11.1.2 Verkabelung der DC-Eingänge

Der DC-Eingang jedes beteiligten Gerätes wird hier einfach mit dem des nächsten Gerätes verbunden usw. Dabei sind möglichst kurze Kabel oder Kupferschienen mit ausreichendem Querschnitt zu benutzen. Der Querschnitt richtet sich nach dem Gesamtstrom der Parallelschaltung.

3.11.1.3 Verkabelung des Share-Bus'

Der Share-Bus wird mittels einer zweipoligen, möglichst verdrehten Leitung von Gerät zu Gerät verbunden. Der Querschnitt ist dabei unkritisch. Wir empfehlen, 0.5 mm² bis 1 mm² zu verwenden.



- Der Share-Bus ist gepolt. Achten Sie auf polrichtige Verkabelung!
- Die Verwendung des Share-Bus' bedingt die Verbindung (zumindest) der DC-Minus-Eingänge der Geräte als Bezugspunkt



Es können max. 16 Geräte über den Share-Bus verbunden werden.

3.11.1.4 Verkabelung und Einrichtung des Master-Slaves-Busses

Der Master-Slave-Bus ist fest im Gerät integriert und muß vor der Benutzung per Netzkabel ($\geq$ CAT3, Patchkabel) verbunden und dann manuell (empfohlen) oder per Fernsteuerung konfiguriert werden. Folgendes ist dabei gegeben:

- Maximal 16 Geräte können über den Bus zusammengeschaltet werden: 1 Master, bis zu 15 Slaves
- Nur Verbindung zu Geräten gleicher Art und gleichen Modells, also elektronische Last zu elektronischer Last wie z. B. EL 9080-170 B mit EL 9080-170 B
- Geräte an den Enden des Busses sollten terminiert werden (siehe unten)



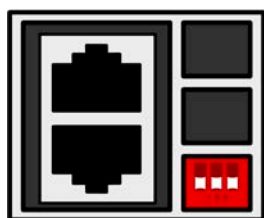
Der Master-Slave-Bus darf nicht über Crossover-Kabel verbunden werden!

Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- Am Master werden Istwerte aller Geräte aufsummiert und angezeigt bzw. sind per Fernsteuerung auslesbar
- Die Einstellbereiche der Sollwerte am Master werden an die Anzahl der Geräte angepaßt. Wenn z. B. fünf Einheiten mit 4,8 kW zu einem 24 kW-System zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...24 kW eingestellt werden
- Die Slaves sind nicht bedienbar, solange wie vom Master gesteuert
- Slaves zeigen den Alarm „MSS“ in der Anzeige bzw., wenn es „Slave-Modelle“ sind, über die LED „Error“ solange sie noch nicht durch den Master initialisiert wurden. Derselbe Alarm wird bei einem Verbindungsverlust zum Master ausgegeben. Eine erfolgreiche Initialisierung des MS-Systems löscht den Alarm.
- Soll der Funktionsgenerator am Master verwendet werden, muß der Share-Bus verbunden sein

► So stellen Sie die Master-Slave-Verbindung her

1. Alle zu verbindenden Geräte ausschalten und mittels Netzkabel (CAT3 oder besser, nicht im Lieferumfang des Gerätes enthalten) untereinander verbinden. Dabei ist es egal, welche der beiden Master-Slave-Anschlußbuchsen (RJ45, Rückseite) zum jeweils nächsten Gerät verbunden wird.
2. Je nach gewünschter Konfiguration nun auch die Geräte DC-seitig verbinden. Die beiden Geräte am Anfang und am Ende der Kette sollten bei langen Verbindungsleitungen terminiert werden. Dies erfolgt mittels eines dreipoligen DIP-Schalters, der auf der Rückseite des Gerätes zugänglich ist (neben den Master-Slave-Anschlüssen).



Stellung: nicht terminiert (Standard)



Stellung: terminiert

Nun muß das Master-Slave-System noch auf jedem Gerät noch für Master-Slave konfiguriert werden. Als Reihenfolge empfiehlt es sich, zuerst alle Slave-Geräte zu konfigurieren und dann das Master-Gerät.

► Schritt 1a: So konfigurieren Sie die Slave-Geräte (Standardmodelle mit TFT-Anzeige)

1. Wechseln Sie in das **MENU**, dann auf ALLG. EINSTELLUNGEN und betätigen Sie  bis Sie zu der Seite für die Master-Slave-Konfiguration gelangen.
2. Mit **SLAVE** aktivieren Sie den Master-Slave-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als **Slave** fest. Die Warnmeldung bestätigen Sie mit OK, ansonsten wird die Änderung nicht übernommen.
3. Übernehmen Sie die Einstellungen mit Bedienfeld  und verlassen Sie das Einstellmenü.

► Schritt 1: So konfigurieren Sie die Slave-Geräte (EL 9000 B Slave-Modelle ohne Anzeige)

1. Verbinden Sie das Slave-Gerät über den rückseitigen USB-Port oder eine Ethernet-Schnittstelle mit einem PC.
2. Starten Sie die Software EA Power Control und lassen Sie die Software das Gerät finden.
3. Öffnen Sie die App „Settings“ für das Gerät und stellen Sie im Reiter „Master-Slave“ den Parameter „Master-Slave-Modus“ auf „SLAVE“.

Das Slave-Gerät ist hiermit fertig konfiguriert. Für jedes weitere Slave-Gerät genauso wiederholen.

► Schritt 2: So konfigurieren Sie das Master-Gerät

1. Wechseln Sie in das **MENU** und dann auf ALLG. EINSTELLUNGEN und betätigen Sie  bis Sie zu der Seite für die Master-Slave-Konfiguration gelangen.
2. Mit **MASTER** aktivieren Sie den Master-Slave-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Master-Gerät fest. Die Warnmeldung bestätigen Sie mit OK, ansonsten wird die Änderung nicht übernommen.
3. Übernehmen Sie die Einstellungen mit Bedienfeld  und verlassen Sie das Einstellmenü.

► Schritt 3: Master initialisieren

Das Master-Gerät startet nach Aktivierung des MS-Betriebes automatisch eine Initialisierungsroutine, um das MS-System zu konfigurieren. In der Hauptanzeige erscheint dann nach Verlassen des Einstellmenüs eine Meldung mit dem Ergebnis der Initialisierung:



Betätigung von **Initialisieren** wiederholt die Initialisierung, falls nicht alle Slaves erkannt wurden, das System umkonfiguriert wurde, wenn z. B. ein Verdrahtungsfehler am digitalen MS-Bus vorliegt oder noch nicht alle Slave-Geräte als **Slave** konfiguriert wurden. Das Fenster listet auf, wieviele Slaves gefunden wurden, sowie die sich aus dem Verbund ergebende Gesamtleistung, Gesamtstrom und Gesamtwiderstand. Im Fall, daß gar kein Slave-Gerät gefunden wurde, wird das MS-System mit nur dem Master verwendet.

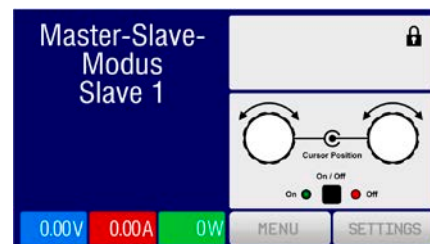


Die Initialisierung des Masters und des Master-Slave-Systems wird, solange wie der Master-Slave-Modus aktiviert ist, nach dem Einschalten des Mastergerätes jedesmal erneut ausgeführt. Die Initialisierung kann über das MENU des Mastergerätes, unter ALLG. EINSTELLUNGEN jederzeit wiederholt werden.

3.11.1.5 Bedienung des Master-Slave-Systems

Nach erfolgreicher Konfiguration und Initialisierung des Master-Gerätes und der Slave-Geräte zeigen diese ihren Status in der Anzeige an. Der Master zeigt lediglich „Master“ im Statusfeld, die Slaves zeigen, solange wie durch den Master ferngesteuert, den Status wie rechts im Bild an:

Die Slaves sind dann nicht manuell bedienbar und auch nicht per analoger oder digitaler Schnittstelle fernsteuerbar. Sie könnten jedoch, falls nötig, überwacht werden (Monitoring).



Am Master-Gerät wechselt die Anzeige nach der Initialisierung und vormals eingestellte Sollwerte werden zurückgesetzt. Der Master zeigt nun die Ist- und Sollwerte des Gesamtsystems an. Je nach Anzahl der Geräte vervielfachen sich der Gesamtstrom und die Gesamtleistung. Es gilt dann:

- Der Master ist bedienbar wie ein Einzelgerät
- Der Master übergibt Sollwerte prozentual an die Slaves weiter und steuert diese
- Der Master ist über analoge oder digitale Schnittstelle fernsteuerbar
- Sämtliche Einstellungen zu den Sollwerten U, I und P (Überwachung, Einstellungsgrenzen usw.) werden an die neuen Gesamtwerte angepaßt
- Bei allen initialisierten Slave werden Einstellungsgrenzen (U_{Min} , I_{Max} etc.), Überwachungsgrenzen (OVP, OPP ect.) und Event-Einstellungen (UCD, OVD) auf Standardwerte zurückgesetzt, damit diese nicht die Steuerung durch den Master stören. Werden diese Grenzen am Master angepaßt, werden sie 1:1 an die Slaves übertragen. Beim Betrieb später können daher Slaves - durch ungleichmäßige Lastverteilung und unterschiedlich schnelle Reaktion - anstelle des Masters Alarme wie OCP, OVP oder Events usw. auslösen



Um alle diese Werte nach dem Verlassen des MS-Betriebs schnell wieder herstellen zu können, wird die Anwendung der Nutzerprofile empfohlen (siehe „3.9. Nutzerprofile laden und speichern“)

- Wenn ein oder mehrere Slaves einen Gerätealarm melden, so wird dies am Master angezeigt und muß, wie bei Einzelgeräten, auch dort bestätigt werden, damit der Slave weiterarbeiten kann. Im Fall, daß der Alarm den DC-Eingang ausgeschaltet hat, wird dieser durch das Master-Gerät automatisch wieder eingeschaltet, sobald der Alarm bestätigt wurde.

- Verbindungsabbruch zu einem oder mehreren Slaves führt aus Sicherheitsgründen zur Abschaltung aller DC-Eingänge und der Master meldet diesen Zustand als Master-Slave-Sicherheitsmodus. Dann muß das MS-System durch Betätigung des Bedienfeldes „Initialisieren“ neu initialisiert werden, mit oder ohne den/die Slaves, die den Verbindungsabbruch verursachten.
- Alle Geräte, auch die Slaves, können über den Pin „Rem-SB“ der analogen Schnittstelle DC-seitig ausgeschaltet werden. Das ist eine Art Notfallabschaltung (kein Not-Aus!), die üblicherweise über einen Kontakt gesteuert zu allen beteiligten Geräten parallel verdrahtet wird.

3.11.1.6 Alarm- und andere Problemsituationen

Beim Master-Slave-Betrieb können, durch die Verbindung mehrerer Geräte und deren Zusammenarbeit, zusätzliche Problemsituationen entstehen, die beim Betrieb einzelner Geräte nicht auftreten können. Es wurden für solche Fälle folgende Festlegungen getroffen:

- Wenn der Master die Verbindung zu irgendeinem der Slaves verliert, wird immer ein MSS-Alarm (Master-Slave Sicherheitsmodus) ausgelöst, der zur Abschaltung des DC-Eingangs und einem Pop-up in der Anzeige des Masters führt. Alle Slaves fallen zurück in den Einzelbetrieb und schalten auch ihren DC-Anschluß aus. Der MSS-Alarm kann gelöscht werden, indem der Master-Slave-Betrieb neu initialisiert wird. Das kann direkt im Pop-up-Fenster des MSS-Alarms oder im MENU des Masters oder per Fernsteuerung geschehen. Alternativ kann zum Löschen des Alarms auch der MS-Modus deaktiviert werden.
- Falls ein oder mehrere Slave-Geräte AC-seitig ausfallen (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall, auch bei Netzunterspannung) werden sie nach der Wiederkehr nicht automatisch wieder als Slaves eingebunden. Die Initialisierung des MS-System muß dann wiederholt werden.
- Falls das Master-Gerät AC-seitig ausfällt (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall) und später wiederkommt, initialisiert es automatisch das MS-System neu und bindet alle erkannten Slaves ein. In diesem Fall kann MS-Betrieb automatisch fortgeführt werden, wenn z. B. eine Software das Master-Gerät überwacht und steuert.
- Falls mehrere Master-Geräte wurden, kann das Master-Slave-System nicht initialisiert werden.

In Situationen, wo ein oder mehrere Geräte einen Gerätealarm wie OV oder PF erzeugen, gilt Folgendes:

- Jeder Gerätealarm eines Slaves wird auf dem Display des Slaves und auf dem des Masters angezeigt.
- Bei gleichzeitig auftretenden Alarmen mehrerer Slaves zeigt der Master nur den zuletzt aufgetretenen Alarm an. Hier könnten die konkret anliegenden Alarme dann nur bei den Slaves erfaßt selbst werden. Über eine Software kann die Alarmhistorie ausgelesen werden.
- Alle Geräte im MS-System überwachen ihre eigenen Werte hinsichtlich Überstrom (OC) und anderer Schwellen und melden Alarme an den Master. Es kann daher auch vorkommen, hauptsächlich wenn durch irgendeinen Grund der Strom zwischen den Geräten nicht gleichmäßig aufgeteilt ist, daß ein Gerät bereits OC meldet auch wenn die globale OCP-Schwelle des MS-System noch gar nicht erreicht wurde. Das Gleiche gilt für OP.

3.11.1.7 Allgemeine Hinweise



- *Sollten ein oder mehrere Geräte im Parallelsystem nicht genutzt werden und deshalb ausgeschaltet bleiben, so kann es abhängig von der Anzahl der aktiven Einheiten und wie dynamisch das System arbeiten soll erforderlich sein, bei den inaktiven Einheiten den Share-Bus-Stecker abzuziehen, weil sie auch im ausgeschalteten Zustand durch ihre Impedanz auf den Share Bus wirken und ihn negativ beeinflussen könnten.*
- *Slave-Geräte haben direkt in der Konfigurationsseite für Master-Slave eine standardmäßig nicht aktivierte Option für das Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung. Diese kann aktiviert werden, da die Anzeige der Slaves nach der Initialisierung des MS-System nicht mehr benötigt wird. Die Funktion ist identisch mit der in den HMI-Einstellungen.*

3.11.2 Reihenschaltung



Reihenschaltung ist keine zulässige Betriebsart von elektronischen Lasten und darf daher unter keinen Umständen so verbunden und betrieben werden! Der Hauptgrund ist die Tatsache, daß sich die Lasten untereinander nicht wegen ihres Innenwiderstandes ausgleichen können.

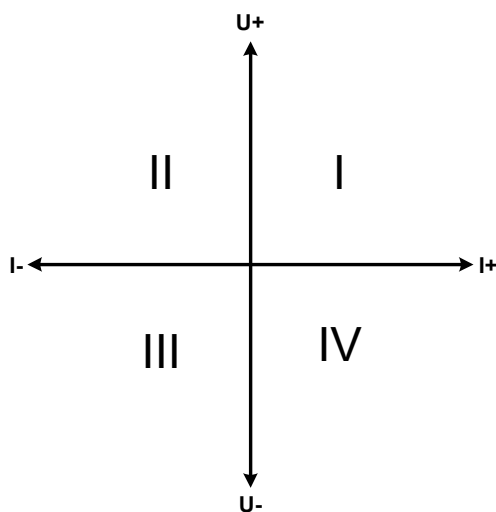
3.11.3 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)

3.11.3.1 Einleitung

Diese Betriebsart bezieht sich auf die Verwendung einer Quelle, in dem Fall ein Netzgerät aus einer kompatiblen Serie (siehe „1.9.10. Share-Bus-Anschluß“) und einer Senke, hier eine elektronische Last der Serie EL 9000 B. Die Quelle und die Senke treten abwechselnd in Funktion, um einen Prüfling, wie z. B. eine Batterie, im Rahmen eines Funktions- oder Endtests gezielt zu laden und zu entladen.

Dabei kann der Anwender entscheiden, ob er das System manuell bedient, nur das Netzgerät als bestimmende Einheit per PC steuert oder beide Geräte. Wir empfehlen die Bedienung des Netzgerätes allein, das dann bei Verbindung beider Geräte über den Share-Bus das Verhalten der Last bestimmt. Der Zwei-Quadranten-Betrieb ist nur für Spannungskonstantbetrieb (CV) geeignet.

Verdeutlichung:

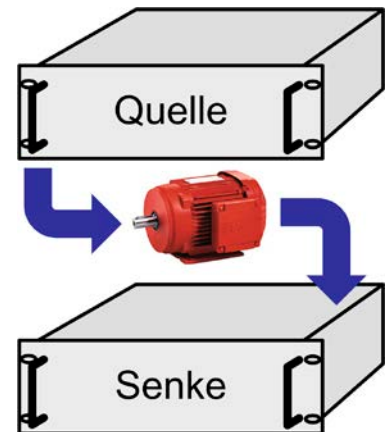


Mit einer Kombination Quelle-Senke können nur die Quadranten I + II abgebildet werden. Dies bedeutet, nur positive Spannungen sind möglich. Der positive Strom wird von der Quelle, ggf. von der Anwendung, generiert und der negative Strom fließt in die Last.

An der Last müssen die für den Anwendungsfall benötigten Sollwerte für Strom und Leistung eingestellt werden. Dies kann auch über eine Schnittstelle erfolgen. Am Netzgerät ist vorzugsweise die Betriebsart CV zu wählen. Nur dann wird es mittels des Share-Bus' die Eingangsspannung der Last entsprechend steuern.

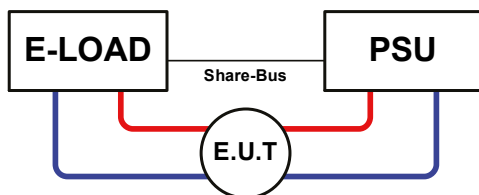
Typische Anwendungen:

- Brennstoffzellen
- Kondensatortests
- Motorisch betriebene Anwendungen
- Elektroniktests, wo eine höhere Dynamik für Entladevorgänge erforderlich ist



3.11.3.2 Verbindung der Geräte zum 2QB

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Quelle(n) und Senke(n) zum 2QB zu verbinden:

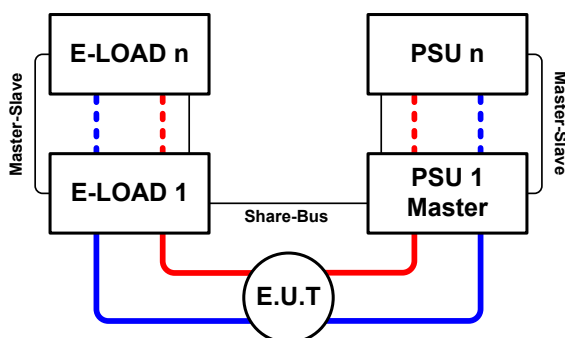


Konfiguration A:

1x E-Last und 1x Netzgerät, plus 1x Prüfling (E.U.T.).

Dies ist eine sehr gebräuchliche Konfiguration für 2QB.

Die Nennwerte U und I beider Geräte sollten zueinander passen, also z. B. EL 9080-170 B und PSI 9080-170 3U. Das System wird vom Netzgerät gesteuert, welches dazu im Setup-Menü als „Master“ gesetzt werden muß, auch wenn kein Master-Slave-Betrieb stattfindet.



Konfiguration B:

Mehrere E-Lasten und mehrere Netzgeräte zur Aufstockung für höhere Gesamtleistung, plus ein Prüfling (E.U.T.).

Der Lastenverbund und der Netzgeräteverbund bilden jeder für sich ein Gesamtsystem mit einer bestimmten Leistung. Auch hier gilt: die Nennwerte der beiden Systeme müssen zueinander passen.

Grundsätzlich werden alle Quellen und Senken über den Share-Bus verbunden, wobei sich die Anzahl auf max. 16 Geräte begrenzt. Im Bezug auf den Share-Bus müssen alle Lasten Slaves sein, sowie eins der PSUs Master.

3.11.3.3 Einstellungen an den Geräten

Die Master-Slave-Einstellungen im MENU wirken sich auch auf die Funktion des Share-Bus' aus. Für den korrekten Betrieb des 2QB muß an den beteiligten Lasten sichergestellt sein, daß sie auf den Share-Bus nicht bestimmend einwirken. Das geschieht bei Slave-Lasten automatisch mit der Master-Slave-Einstellung SLAVE bzw. wenn kein Master-Slave-Betrieb gefahren wird, mit Einstellung OFF. Bei einer eventuell vorhandenen Master-Last (Einstellung: MASTER) muß zusätzlich der Parameter „PSI/ELR System“ aktiviert sein.

Bei einem der Netzgeräte hingegen muß die Master-Slave-Einstellung MASTER definiert werden, wenn nicht ohnehin schon eins Master auf dem digitalen MS-Bus ist. Siehe auch 3.4.3.1.

Zur Sicherheit der Gesamtanwendung und hauptsächlich des Prüflings wird empfohlen, die Überwachungsgrenzen wie OVP, OCP oder OPP bei allen beteiligten Geräten auf passende Werte zu setzen, damit im Fehlerfall der DC-Ausgang der Quelle bzw. DC-Eingang der Senke abgeschaltet wird und der Prüfling keinen Schaden nimmt.

3.11.3.4 Einschränkungen

Nachdem die elektronischen Lasten (Slaves) über den Share-Bus mit dem Master-Gerät (hier: Netzgerät) verbunden wurden können sie ihre eigenen Spannung nicht mehr begrenzen. Direkter CV-Betrieb ist dann nicht verfügbar und die Begrenzung der Eingangsspannung nach unten hin muß durch korrekte Einstellung des Masters erfolgen.

3.11.3.5 Anwendungsbeispiel

Laden und Entladen einer Batterie 24 V/400 Ah, gemäß Konfiguration A (siehe oben):

- Netzgerät PSI 9080-170 3U mit: $I_{\text{Soll}} = 40 \text{ A}$ (Ladestrom, 1/10 der Kapazität), $P_{\text{Soll}} = 5000 \text{ W}$
- Elektronische Last EL 9080-340 B, eingestellt auf: $I_{\text{Soll}} = \text{max. Entladestrom der Batterie (z. B. } 100 \text{ A)}$, $P_{\text{Soll}} = 4800 \text{ W}$, $U_{\text{Soll}} = 24 \text{ V}$, eventuell UVD = 20 V (oder anders) mit Event-Typ „Alarm“, um Tiefentladung zu vermeiden
- Annahme: die Batterie hat zu Beginn eine Spannung von 26 V
- Bei allen Geräten ist der DC-Eingang bzw. DC-Ausgang ausgeschaltet



Bei dieser Kombination von Geräten wird empfohlen, stets zuerst den DC-Ausgang der Quelle einzuschalten und dann erst den DC-Eingang der Senke.

1. Entladung der Batterie auf 24 V

Vorgabe: Spannung am Netzgerät auf 24 V eingestellt, DC-Ausgang Netzgerät und DC-Eingang Last eingeschaltet

Reaktion: Die Last wird die Batterie mit dem eingestellten Strom belasten, um die Spannung von 24 V durch Entladung zu erreichen. Das Netzgerät liefert in diesem Fall keinen Strom, weil die Batteriespannung noch höher ist als die am Netzgerät eingestellte. Die Last wird sukzessive den Strom reduzieren, um die Spannung konstant bei 24 V zu halten. Hat die Batteriespannung bei ca. 0 A Entladestrom die 24 V erreicht, wird diese Spannung konstant gehalten, ggf. durch Nachladen der Batterie vom Netzgerät.



Das Netzgerät bestimmt die Spannungsvorgabe der Last. Damit durch versehentliches Verstellen des Spannungssollwertes am Netzgerät, z. B. auf 0 V, die Batterie nicht tiefentladen wird, empfehlen wir, bei der Last die sog. Unterspannungsüberwachung (UVD) zu konfigurieren, damit bei Erreichen der minimal zulässigen Entladeschlussspannung der DC-Eingang abgeschaltet wird. Der über den Share-Bus vorgegebene Sollwert ist nicht auf der Anzeige der Last ablesbar.

2. Laden der Batterie auf 27 V

Vorgabe: Spannung am Netzgerät auf 27 V einstellen

Reaktion: Das Netzgerät wird nun die Batterie mit max. 40 A Ladestrom aufladen, welcher sich mit sukzessive steigender Batteriespannung verringert, als Reaktion auf den sich ändernden Innenwiderstand der Batterie. Die Last nimmt während der Aufladephase keinen Strom auf, weil sie über die Share-Bus-Verbindung einen Spannungssollwert übermittelt bekommt und dieser höher liegt als die momentane Batteriespannung. Bei Erreichen von 27 V wird das Netzgerät nur noch den Erhaltungsladestrom für die Batterie liefern.

4. Instandhaltung & Wartung

4.1 Wartung / Reinigung

Die Geräte erfordern keine Wartung. Reinigung kann, je nachdem in welcher Umgebung sie betrieben werden, früher oder später für die internen Lüfter nötig sein. Diese dienen zur Kühlung der internen Komponenten, die durch die zwangsweise entstehende, hohe Verlustleistung erhitzt werden. Stark verdeckte Lüfter können zu unzureichender Luftzufuhr führen und damit zu vorzeitiger Abschaltung des DC-Eingangs wegen Überhitzung bzw. zu vorzeitigen Defekten.

Die Reinigung der internen Lüfter kann mit einem Staubsauger oder ähnlichem Gerät erfolgen. Dazu ist das Gerät zu öffnen.

4.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur

Im Fall, daß sich das Gerät plötzlich unerwartet verhält, was auf einen möglichen Defekt hinweist, oder es einen offensichtlichen Defekt hat, kann und darf es nicht durch den Anwender repariert werden. Konsultieren Sie bitte im Verdachtsfall den Lieferanten und klären Sie mit ihm weitere Schritte ab.

Üblicherweise wird es dann nötig werden, das Gerät an Elektro-Automatik zwecks Reparatur (mit Garantie oder ohne) einzuschicken. Im Fall, daß eine Einsendung zur Überprüfung bzw. Reparatur ansteht, stellen Sie sicher, daß...

- Sie vorher Ihren Lieferanten kontaktiert und mit ihm abgeklärt haben, wie und wohin das Gerät geschickt werden soll
- es in zusammengebautem Zustand sicher für den Transport verpackt wird, idealerweise in der Originalverpackung.
- mit dem Gerät zusammen betriebene Optionen, wie z.B. ein digitales Schnittstellenmodul, mit dem Gerät mit eingeschickt werden, wenn sie mit dem Problemfall in Zusammenhang stehen.
- eine möglichst detaillierte Fehlerbeschreibung beiliegt.
- bei Einsendung zum Hersteller in ein anderes Land alle für den Zoll benötigten Papiere beiliegen.

4.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen

Die Absicherung des Gerätes erfolgt über eine Schmelzsicherung, die sich in einem Sicherungshalter auf der Geräterückseite befindet. Wert siehe Aufdruck neben dem Sicherungshalter. Ersetzen Sie die Sicherung stets nur durch eine gleicher Größe und gleichen Wertes.

4.2.2 Firmware-Aktualisierungen



Firmware-Updates sollten nur dann durchgeführt werden, wenn damit Fehler in der bisherigen Firmware des Gerätes behoben werden können!

Die Firmwares der Bedieneinheit HMI, der Kommunikationseinheit KE und des digitalen Reglers DR können über die rückseitige USB-Schnittstelle aktualisiert werden. Dazu wird die Software EA Power Control benötigt, die mit dem Gerät mitgeliefert wird, welche aber auch als Download von der Herstellerwebseite erhältlich ist, zusammen mit einer Firmware-Datei.

Es wird jedoch davor gewarnt, Updates bedenkenlos zu installieren. Jedes Update birgt das Risiko, das Gerät oder ganze Prüfsysteme vorerst unbenutzbar zu machen. Daher wird empfohlen, nur dann Updates zu installieren, wenn...

- damit ein am Gerät bestehendes Problem direkt behoben werden kann, insbesondere wenn das von uns im Rahmen der Unterstützung zur Problembehebung vorgeschlagen wurde.
- neue Funktionen in der Firmware-Historie aufgelistet sind, die genutzt werden möchten. In diesem Fall geschieht die Aktualisierung des Gerätes auf eigene Gefahr!

Außerdem gilt im Zusammenhang mit Firmware-Aktualisierung folgendes zu beachten:

- Simple Änderungen in Firmwares können für den Endanwender zeitaufwendige Änderungen von Steuerungs-Applikationen mit sich bringen. Es wird empfohlen, die Firmware-Historie in Hinsicht auf Änderungen genauestens durchzulesen
- Bei neuen Funktionen ist eine aktualisierte Dokumentation (Handbuch und/oder Programmieranleitung, sowie LabView VIs) teils erst viel später verfügbar

4.3 Nachjustierung (Kalibrierung)

4.3.1 Einleitung

Die Geräte der Serie EL 9000 B verfügen über eine Nachjustierungsfunktion, die im Rahmen einer Kalibrierung dazu dient, Abweichungen zwischen den Stellwerten und tatsächlichen Werten bis zu einem gewissen Grad zu kompensieren. Gründe, die eine Nachjustierung der Gerätestellwerte nötig machen, gibt es einige: Bauteilalterung, Bauteilverschleiß, extreme Umgebungsbedingungen, häufige Benutzung.

Um festzustellen, ob die zulässige Toleranz bei Stellwerten überschritten wurde, erfordert es präzise externe Meßgeräte, deren Meßfehler weitaus geringer sein muß, jedoch höchstens die Hälfte der Toleranz des Gerätes betragen darf. Erst dann kann ein Vergleich zwischen Stellwert und tatsächlichem Eingangswert gezogen werden.

Wenn Sie z. B. den Strom des Modells EL 9080-510 B bei den max. 510 A kalibrieren wollten, wobei der Strom in den technischen Daten mit einem max. Fehler von 0,2% angegeben ist, dürfte der zu verwendende Meßshunt max. 0,1% Fehler haben, sollte jedoch möglichst noch besser sein. Auch und gerade bei hohen Strömen darf der Meßvorgang nicht zu lange dauern bzw. der Meßshunt nicht zu 100% belastet werden, weil er dann seinen max. Fehler voraussichtlich überschreiten wird. Es wird daher empfohlen einen Shunt zu wählen, der für mindestens 25% mehr Strom ausgelegt ist.

Bei Strommessung über Shunts addiert sich außerdem der Fehler des Meßgeräts (Multimeter am Shunt) zu dem des Shunts. Die Summe der Fehler darf bzw. sollte die max. Fehlertoleranz des Gerätes nicht überschreiten.

4.3.2 Vorbereitung

Für eine erfolgreiche Messung und Nachkalibrierung werden bestimmte Meßmittel und Umgebungsbedingungen benötigt:

- Ein Meßmittel (Multimeter) für die Spannungsmessung, das im Meßbereich, in dem die Nennspannung des EL-Gerätes zu messen ist, eine Fehlertoleranz besitzt, die maximal nur halb so groß ist wie die Spannungsfehlertoleranz der EL. Dieses Meßmittel kann eventuell auch für die Messung der Shuntspannung benutzt werden
- Falls der Strom zu kalibrieren ist: geeigneter Meßshunt, der für mindestens 125% des Maximalstromes der EL ausgelegt ist und der eine Fehlertoleranz besitzt, die maximal nur halb so groß ist wie die Stromfehlertoleranz der EL
- Normale Umgebungstemperatur von ca. 20-25 °C
- Eine einstellbare Spannungs- und Stromquelle, die mind. 102% Spannung und Strom der Maximalwerte des zu kalibrierenden EL-Gerätes liefern kann oder zwei einzelne Geräte und die abgeglichen ist

Vor Beginn des Kalibriervorgangs sind noch einige Maßnahmen zu treffen:

- Das EL-Gerät mit der Spannungs- / Stromquelle verbinden und mindestens 10 Minuten lang mit 50% Leistung warmlaufen lassen
- Für den Anschluß des Fernfühlungseingangs (SENSE) ein Verbindungskabel zum DC-Eingang vorbereiten, aber nicht stecken
- Jegliche Fernsteuerung beenden, Master-Slave deaktivieren, Widerstandsmodus deaktivieren
- Shunt zwischen Quelle und elektronischer Last installieren und so platzieren, daß er durch Luftbewegung gekühlt wird, z. B. im Luftstrom, der aus der Quelle austritt und welcher nur mäßig warm sein dürfte. Der Shunt kommt so zusätzlich auf Betriebstemperatur.
- Geeignete Meßmittel am DC-Eingang und am Shunt anschließen, je nachdem ob zuerst Spannung oder Strom kalibriert werden soll

4.3.3 Abgleichvorgang

Nach der Vorbereitung kann der Abgleich starten. Wichtig ist jetzt die Reihenfolge. Generell müssen nicht immer alle drei Parameter abgeglichen werden, es wird aber empfohlen. Es gilt dabei:



*Der Eingangsstrom sollte immer zuerst abgeglichen werden, weil dessen Sollwert im Spannungsabgleich eine Rolle spielt.
Während die Eingangsspannung abgeglichen wird, darf der Fernfühlungseingang nicht verbunden sein.*

Die Erläuterung des Abgleichvorgangs erfolgt anhand des Beispiel-Modells EL 9080-170 B. Andere Modelle sind auf gleiche Weise zu behandeln, mit entsprechenden Werten für Spannung und Strom beim Gerät und auch der angeschlossenen Quelle.

4.3.3.1 Sollwerte abgleichen

► So gleichen Sie die Spannung ab

1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung des EL-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf 5% des Nennstromes der Last, hier 8,5 A, einstellen. Prüfen Sie zu nochmals, daß für den Spannungsabgleich der Fernfühlungseingang (Sense) hinten am Gerät nicht verbunden ist.
2. In der Anzeige der EL in das **MENU** wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“, dann mit  bis zu **Gerät abgleichen:** und dort auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Spannungs-Abgleich**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER**. Das Gerät schaltet dann den DC-Eingang ein, belastet die Quelle und mißt die Eingangsspannung (**U-mon**).
4. Im nächsten Bildschirm ist eine manuelle Eingabe erforderlich. Geben Sie hier die mit dem externen Meßmittel gemessene Eingangsspannung bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein (vorher auf den Wert tippen) und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).



► So gleichen Sie den Strom ab

1. Die Stromquelle auf etwa 102% Nennstrom des EL-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 173,4 A bzw. aufgerundet 174 A, einstellen. Die Spannung der Quelle auf etwa 10% der Nennspannung der EL, in diesem Beispiel also 8 V, einstellen und den Ausgang der Quelle einschalten.
2. In der Anzeige der EL in das **MENU** wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“, dann mit  bis zu **Gerät abgleichen:** und dort auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Stromabgleich**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER**. Das Gerät schaltet dann den DC-Eingang ein, belastet die Quelle und mißt den Eingangsstrom (**I-mon**).
4. Im nächsten Bildschirm ist eine Eingabe erforderlich. Geben Sie hier den mit dem externen Meßmittel (Shunt) gemessenen Eingangsstrom bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

4.3.3.2 Fernfühlung abgleichen

Falls Fernfühlung (Sense) genutzt wird, sollte die Fernfühlungsspannung auch abgeglichen werden. Die Vorgehensweise ist dabei identisch mit dem Spannungsabgleich, außer daß hierbei der Fernfühlungseingang (Sense) mit dem DC-Eingang der EL polrichtig verbunden sein muß.

► So gleichen Sie die Sense-Spannung ab

1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung des EL-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf 5% des Nennstromes der Last, hier 8,5 A, einstellen. Prüfen Sie zu nochmals, daß für den Spannungsabgleich der Fernfühlungseingang (Sense) hinten am Gerät verbunden ist.
2. In der Anzeige der EL in das **MENU** wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“, dann mit  bis zu **Gerät abgleichen:** und dort auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Sense-Sp. abgleichen**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER**.
4. Im nächsten Bildschirm ist eine manuelle Eingabe erforderlich. Geben Sie hier die mit dem externen Meßmittel gemessene Fernfühlungsspannung bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein (vorher auf den Wert tippen) und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

4.3.3.3 Anzeigewerte abgleichen

Die Vorgehensweise beim Abgleich der Istwerte für die Eingangsspannung, den Eingangsstrom und die Eingangsspannung bei Fernfühlungsbetrieb ist weitgehend identisch mit der für die Sollwerte. In den Untermenüs wird statt „**Eingangsabgleich**“ dann jeweils „**Anzeigeabgleich**“ gewählt. Der Unterschied zum Sollwerteabgleich ist, daß hier nichts eingegeben werden muß, sondern nur angezeigte Meßwerte bestätigt werden müssen, wie in der Anzeige dazu aufgefordert. Bitte beachten Sie, den angezeigten Meßwert immer erst nach etwa mindestens 2 Sekunden zu bestätigen, weil eine Einpendelung des Meßwertes gewartet wird.

4.3.3.4 Speichern und beenden

Zum Schluß kann noch über das Bedienfeld



das Datum des Abgleichs im Format JJJJ / MM / TT

Danach sollten die Abgleichwerte unbedingt noch mit dem Bedienfeld



gespeichert werden.



Verlassen des Abgleichmenüs ohne auf „Speichern und beenden“ zu tippen verwirft alle ermittelten Abgleichdaten und die Abgleichprozedur müßte wiederholt werden!

5. Service & Support

5.1 Reparaturen

Reparaturen, falls nicht anders zwischen Anwender und Lieferant ausgemacht, werden durch Elektro-Automatik durchgeführt. Dazu muß das Gerät im Allgemeinen an den Hersteller eingeschickt werden. Es wird keine RMA-Nummer benötigt. Es genügt, das Gerät ausreichend zu verpacken, eine ausführliche Fehlerbeschreibung und, bei noch bestehender Garantie, die Kopie des Kaufbelegs beizulegen und an die unten genannte Adresse einzuschicken.

5.2 Kontaktmöglichkeiten

Bei Fragen und Problemen mit dem Betrieb des Gerätes, Verwendung von optionalen Komponenten, mit der Dokumentation oder Software kann der technische Support telefonisch oder per E-Mail kontaktiert werden.

Hauptsitz	E-Mailadressen	Telefonnummern
EA Elektro-Automatik GmbH Helmholtzstr. 31-37 41747 Viersen Deutschland	Technische Hilfe: support@elektroautomatik.de Alle anderen Themen: ea1974@elektroautomatik.de	Zentrale: 02162 / 37850 Support: 02162 / 378566



Elektro-Automatik

EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG
Entwicklung - Produktion - Vertrieb

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen

Telefon: 02162 / 37 85-0
Telefax: 02162 / 16 230
E-Mail: ea1974@elektroautomatik.de
Internet: www.elektroautomatik.de