

Betriebsanleitung

EL 9000 B 15U/24U

Elektronische DC-Last



Achtung! Diese Anleitung gilt nur für Geräte mit TFT-Anzeige und einer Firmware ab „KE: 2.31“, „HMI: 2.20“ und „DR: 1.6.6“.

Doc ID: EL9B15DE
Revision: 03
Date: 11/2021



INHALT

1 ALLGEMEINES

1.1	Zu diesem Dokument	5
1.1.1	Aufbewahrung und Verwendung	5
1.1.2	Urberschutz (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	Bedieneinheit	9
1.8.3	Technische Daten	9
1.8.4	Ansichten	13
1.8.5	Bedienelemente	17
1.9	Aufbau und Funktion	18
1.9.1	Allgemeine Beschreibung	18
1.9.2	Blockdiagramm	18
1.9.3	Lieferumfang	19
1.9.4	Zubehör	19
1.9.5	Optionen	19
1.9.6	Die Bedieneinheit (HMI)	20
1.9.7	USB-Port Typ B (Rückseite)	23
1.9.8	Steckplatz für Schnittstellenmodule	23
1.9.9	Analogschnittstelle	23
1.9.10	Share-Bus-Anschluß	24
1.9.11	Sense-Anschluß (Fernfühlung)	24
1.9.12	Master-Slave-Bus	24

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1	Transport und Lagerung	25
2.1.1	Transport	25
2.1.2	Lagerung	25
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle	25
2.3	Installation	25
2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch	25
2.3.2	Vorbereitung	26
2.3.3	Aufstellung des Gerätes	26
2.3.4	Anschließen an das Stromnetz (AC)	27
2.3.5	Anschließen von DC-Quellen	28
2.3.6	Erdung des DC-Eingangs	30
2.3.7	Verbinden oder Erweitern des Share-Bus'	30

2.3.8	Anschließen der Fernfühlung	30
2.3.9	Installation eines Schnittstellenmoduls	31
2.3.10	Anschließen der analogen Schnittstelle	31
2.3.11	Anschließen des USB-Ports (Rückseite)	32
2.3.12	Erstinbetriebnahme	32
2.3.13	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung	32
2.3.14	Entnahme von Einheiten	32
2.3.15	Einsetzen von Einheiten	33
2.3.16	Hinzufügen von neuen Einheiten	33
2.3.17	Not-Aus	33

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1	Personenschutz	34
3.2	Regelungsarten	34
3.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung	34
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	35
3.2.3	Widerstandsregelung/Konstantwiderstand	35
3.2.4	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung	35
3.2.5	Regelverhalten und Stabilitätskriterium	36
3.3	Alarmzustände	37
3.3.1	Power Fail	37
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature)	37
3.3.3	Überspannung (Overvoltage)	37
3.3.4	Überstrom (Overcurrent)	37
3.3.5	Überleistung (Overpower)	37
3.4	Manuelle Bedienung	38
3.4.1	Einschalten des Gerätes	38
3.4.2	Ausschalten des Gerätes	38
3.4.3	Konfiguration im MENU	38
3.4.4	Einstellgrenzen (Limits)	45
3.4.5	Bedienart wechseln	45
3.4.6	Sollwerte manuell einstellen	46
3.4.7	Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln	47
3.4.8	Die Meßleisten	47
3.4.9	DC-Eingang ein- oder ausschalten	48
3.4.10	Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)	48
3.5	Fernsteuerung	50
3.5.1	Allgemeines	50
3.5.2	Bedienorte	50
3.5.3	Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle	50
3.5.4	Fernsteuerung über Anlogschnittstelle (AS)	52
3.6	Alarmer und Überwachung	56
3.6.1	Begriffsdefinition	56
3.6.2	Gerätealarmer und Events handhaben	56
3.7	Bedieneinheit (HMI) sperren	59

3.8	Einstellgrenzen (Limits) sperren.....	59
3.9	Nutzerprofile laden und speichern	60
3.10	Der Funktionsgenerator.....	61
3.10.1	Einleitung.....	61
3.10.2	Allgemeines.....	61
3.10.3	Arbeitsweise.....	62
3.10.4	Manuelle Bedienung.....	62
3.10.5	Sinus-Funktion	63
3.10.6	Dreieck-Funktion.....	64
3.10.7	Rechteck-Funktion.....	64
3.10.8	Trapez-Funktion.....	65
3.10.9	DIN 40839-Funktion.....	65
3.10.10	Arbiträr-Funktion	66
3.10.11	Rampen-Funktion	70
3.10.12	UI- und IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)....	70
3.10.13	Batterietest-Funktion.....	72
3.10.14	MPP-Tracking-Funktion.....	74
3.10.15	Fernsteuerung des Funktionsgenerators....	77
3.11	Weitere Anwendungen	78
3.11.1	Parallelschaltung.....	78
3.11.2	Reihenschaltung	78

4 WEITERE INFORMATIONEN

4.1	Besonderheiten beim Master-Slave-Betrieb	78
-----	--	----

5 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

5.1	Wartung / Reinigung	79
5.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .	79
5.2.1	Defekte Netzsicherung tauschen	79
5.2.2	Firmware-Aktualisierungen.....	80
5.3	Nachjustierung (Kalibrierung).....	81
5.3.1	Einleitung.....	81
5.3.2	Vorbereitung.....	81
5.3.3	Abgleichvorgang	82

6 SERVICE & SUPPORT

6.1	Reparaturen	83
6.2	Kontaktmöglichkeiten	83

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 Urheberschutz (Copyright)

Nachdruck, Vervielfältigung oder auszugsweise, zweckentfremdete Verwendung dieser Bedienungsanleitung sind nicht gestattet und können bei Nichtbeachtung rechtliche Schritte nach sich ziehen.

1.1.3 Geltungsbereich

Diese Betriebsanleitung gilt für folgende Geräte:

Model	Artikelnr.	Model	Artikelnr.
EL 9080-1530 B 15U	33240600	EL 9080-2550 B 24U	33240610
EL 9200-630 B 15U	33240601	EL 9200-1050 B 24U	33240611
EL 9360-360 B 15U	33240602	EL 9360-600 B 24U	33240612
EL 9500-270 B 15U	33240603	EL 9500-450 B 24U	33240613
EL 9750-180 B 15U	33240604	EL 9750-300 B 24U	33240614
EL 9080-2040 B 24U	33240605	EL 9080-3060 B 24U	33240615
EL 9200-840 B 24U	33240606	EL 9200-1260 B 24U	33240616
EL 9360-480 B 24U	33240607	EL 9360-720 B 24U	33240617
EL 9500-360 B 24U	33240608	EL 9500-540 B 24U	33240618
EL 9750-240 B 24U	33240609	EL 9750-360 B 24 U	33240619

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) oder für den Betrieb wichtige Informationen
	<i>Allgemeiner Hinweis</i>

1.2 Gewährleistung und Garantie

Elektro-Automatik garantiert die Funktionsfähigkeit der angewandten Verfahrenstechnik und die ausgewiesenen Leistungsparameter. Die Gewährleistungsfrist beginnt mit der mängelfreien Übergabe.

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

1.4 Entsorgung des Gerätes

Ein Gerät, das zur Entsorgung vorgesehen ist, muß laut europaweit geltenden Gesetzen und Verordnungen (ElektroG, WEEE) vom Hersteller 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 9 080 - 3060 B 24U

	Ausführung/Bauweise: 15U / 24U = Schrank mit 15 HE oder 24 HE Nutzhöhe
	B = Zweite Generation
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt
	Serienkennzeichnung: 9 = Serie 9000
Typkennzeichnung: EL = Elektronische Last, programmierbar ELR = Electronic Load Recovery (Elektronische Last mit Rückspeisung)	

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 DC-Anschlussklemmen müssen im spannungslosen Zustand des Gerätes erfolgen (DC-Eingang nicht verbunden mit Quelle) 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 an der Netzanschlußbuchse der einzelnen Einheiten oder am Netzanschluß des Schrankes nie direkt nach dem Entfernen des Anschlußkabels, da die Gefahr eines Stromschlags besteht!
- Berühren Sie die Kontakte am DC-Anschluß niemals direkt nach dem Ausschalten des DC-Eingangs oder dessen Trennung von einer Spannungsquelle, da noch gefährliches Potential zwischen DC-Minus und PE bzw. DC-Plus und PE bestehen kann, aufgrund von noch nicht entladenen X-Kondensatoren!
- Beachten Sie stets die fünf Sicherheitsregeln beim An- und Abklemmen von elektrischen Geräten:
 - Freischalten (phys. Trennung aller Spannungsquellen vom Gerät)
 - Gegen Wiedereinschalten sichern
 - Spannungsfreiheit feststellen
 - Erden und kurzschließen
 - Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder räumlich trennen



- 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 Schnittstellenmodule 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 Nennspannung 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.

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 beeinträchtigt 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, die 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 diverse 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)	<ul style="list-style-type: none"> • Überhitzung des Gerätes • DC-Eingang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal OVP (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> • Überspannungsabschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen überhöhter Spannung, von außen auf das Gerät gelangend oder durch einen Defekt vom Gerät erzeugt • Kritisch! Gerät und/oder Quelle könnten beschädigt sein
Signal OCP (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> • Überstromabschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Quelle vor zu hoher Stromabgabe
Signal OPP (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> • Überlastabschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Quelle vor zu hoher Leistungsabgabe
Signal PF (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaltung des DC-Eingangs wegen Netzunterspannung oder Defekt im AC-Eingangskreis • Kritisch bei Überspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

- Verwendung nur in trockenen Innenräumen
- Umgebungstemperaturbereich: 0...50°C
- Betriebshöhe: max. 2000 m über NN
- Max. 80% relative Feuchte, nicht kondensierend

1.8.2 Bedieneinheit

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 Technische Daten

Global	
AC-Eingang	
Netzspannung	90...264 V _{AC} , 45 - 65 Hz
Netzanschluß	1-phasig (L, N)
Absicherung	Automat, 1x 16 A (Charakteristik K)
Leistungsfaktor	≈ 0,99
Ableitstrom	≤ 3,5 mA pro Einheit, max. 21 mA pro Schrank
DC-Eingang	
Temperaturkoeffizient (Δ/K)	Sollwerte: 30 ppm
Überspannungsschutzbereich	0...1,03 * U _{Nenn}
Überstromschutzbereich	0...1,1 * I _{Nenn}
Überleistungsschutzbereich	0...1,1 * P _{Spitze}
Maximal zulässige Eingangsspannung	1,1 * U _{Nenn}

Global	
Spannungsregelung	
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	< 0,1% U _{Nenn}
Stabilität bei ΔI	< 0,05% U _{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“
Anzeige: Genauigkeit ⁽⁴⁾	≤ 0,1% U _{Nenn}
Kompensation Fernföhlung	Max. 5% U _{Nenn}
Stromregelung	
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	< 0,2% I _{Nenn}
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I _{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“
Anzeige: Genauigkeit ⁽⁴⁾	≤ 0,1% I _{Nenn}
Leistungsregelung	
Einstellbereich	0...P _{Spitze}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	< 0,5% P _{Spitze}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“
Anzeige: Genauigkeit ⁽²⁾	≤ 0,2% P _{Spitze}
Innenwiderstandsregelung	
Genauigkeit ⁽¹⁾	≤ 1% vom Widerstands-Endwert ± 0,3% vom Stromnennwert
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“
Anzeige: Genauigkeit ⁽²⁾	≤ 0,2% R _{Max}
Analoge Schnittstelle ⁽³⁾	
Steuereingänge	U, I, P, R
Monitorausgänge	U, I
Steuersignale	DC ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, Widerstandsregelung ein/aus
Meldesignale	CV, OVP, OCP, OPP, OT, PF, DC ein/aus
Isolation	
AC-Eingang <-> Gehäuse	Max. 2500 V, kurzzeitig
DC-Eingang <-> Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ±400 V DC-Plus: dauerhaft max. ±400 V + max. Eingangsspannung
Digitale Schnittstellen	
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen
Steckplatz (Master-Einheit)	optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT
Verschiedenes	
Köhlungsart	Temperaturgeregeltel Lüfter, Lufteinlaß vorn, Luftauslaß hinten
Umgebungstemperatur	0..50°C
Lagertemperatur	-20...70°C
Luftfeuchtigkeit	< 80%, nicht kondensierend
Normen	EN 61010-1:2011-07, EN 61000-6-2:2016-05, EN 61000-6-3:2011-09 Klasse B
Anschlüsse	
Rückseite (Master)	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, AnyBus-Modul-Steckplatz
Vorderseite (Master)	USB-A
Abmessungen	
Schrank (BxHxT)	15 HE-Ausführung: 60 x 95 x 69 cm (mit Not-Aus-Option: 60 x 110 x 69 cm) 24 HE-Ausführung: 60 x 135 x 69 cm (mit Not-Aus-Option: 60 x 150 x 69 cm)

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

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

(3 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 53

15 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-1530 B	EL 9200-630 B	EL 9360-360 B	EL 9500-270 B	EL 9750-180 B
Standardbestückung	3 Einheiten	3 Einheiten	3 Einheiten	3 Einheiten	3 Einheiten
AC-Einschaltstrom @ 230 V	≤ 207 A	≤ 207 A	≤ 207 A	≤ 207 A	≤ 207 A
AC-Leistungsaufnahme	Max. 400 W	Max. 400 W	Max. 400 W	Max. 400 W	Max. 400 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	1530 A	630 A	360 A	270 A	180 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	21,6 kW	18 kW	16,2 kW	10,8 kW	10,8 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	13,5 kW	13,5 kW	13,5 kW	10,8 kW	10,8 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...1560,6 A	0...642,6 A	0...367,2 A	0...275,4 A	0...183,6 A
Leistung	0...22,03 kW	0...18,36 kW	0...16,52 kW	0...11,02 kW	0...11,02 kW
Widerstand	0,005...1,666 Ω	0,0266...9,333 Ω	0,09...30 Ω	0,167...55,666 Ω	0,4...120 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...1683 A	0...693 A	0...396 A	0...297 A	0...198 A
Überleistung	0...23,76 kW	0...19,8 kW	0...17,82 kW	0...11,88 kW	0...11,88 kW
U_{Min} für I_{Max} ⁽¹⁾	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Leistungsreduktion	ca. 171 W/°K	ca. 171 W/°K	ca. 171 W/°K	ca. 171 W/°K	ca. 171 W/°K
Stromdynamik					
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
Gewicht	ca. 120 kg	ca. 120 kg	ca. 120 kg	ca. 120 kg	ca. 120 kg
Artikelnummer	33240600	33240601	33240602	33240603	33240604

24 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-2040 B	EL 9200-840 B	EL 9360-480 B	EL 9500-360 B	EL 9750-240 B
Standardbestückung	4 Einheiten	4 Einheiten	4 Einheiten	4 Einheiten	4 Einheiten
AC-Einschaltstrom @ 230 V	≤ 276 A	≤ 276 A	≤ 276 A	≤ 276 A	≤ 276 A
AC-Leistungsaufnahme	Max. 530 W	Max. 530 W	Max. 530 W	Max. 530 W	Max. 530 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	2040 A	840 A	480 A	360 A	240 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	28,8 kW	24 kW	21,6 kW	14,4 kW	14,4 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	18 kW	18 kW	18 kW	14,4 kW	14,4 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...2081 A	0...856,8 A	0...489,6 A	0...367,2 A	0...244,8 A
Leistung	0...29,38 kW	0...24,48 kW	0...22,03 kW	0...14,69 kW	0...14,69 kW
Widerstand	0,0038...1,25 Ω	0,02...7 Ω	0,0675...22,5 Ω	0,125...41,75 Ω	0,3...90 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...2244 A	0...924 A	0...528 A	0...396 A	0...264 A
Überleistung	0...31,68 kW	0...26,4 kW	0...23,76 kW	0...15,84 kW	0...15,84 kW
U_{Min} für I_{Max} ⁽¹⁾	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Leistungsreduktion	ca. 228 W/°K	ca. 228 W/°K	ca. 228 W/°K	ca. 228 W/°K	ca. 228 W/°K
Stromdynamik					
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
Gewicht	ca. 170 kg	ca. 170 kg	ca. 170 kg	ca. 170 kg	ca. 170 kg
Artikelnummer	33240605	33240606	33240607	33240608	33240609

(1) Mindest-Eingangsspannung, die erforderlich ist, um den max. Strom aufzunehmen. Siehe auch 3.2.1.2

24 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-2550 B	EL 9200-1050 B	EL 9360-600 B	EL 9500-450 B	EL 9750-300 B
Standardbestückung	5 Einheiten	5 Einheiten	5 Einheiten	5 Einheiten	5 Einheiten
AC-Einschaltstrom @ 230 V	≤ 345 A	≤ 345 A	≤ 345 A	≤ 345 A	≤ 345 A
AC-Leistungsaufnahme	Max. 660 W	Max. 660 W	Max. 660 W	Max. 660 W	Max. 660 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	2550 A	1050 A	600 A	450 A	300 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	36 kW	30 kW	27 kW	18 kW	18 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	22,5 kW	22,5 kW	22,5 kW	18 kW	18 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...2601 A	0...1071 A	0...612 A	0...459 A	0...306 A
Leistung	0...36,72 kW	0...30,6 kW	0...27,54 kW	0...18,36 kW	0...18,36 kW
Widerstand	0,003...1 Ω	0,016...5,6 Ω	0,054...18 Ω	0,1...33,4 Ω	0,24...72 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...2805 A	0...1155 A	0...660 A	0...495 A	0...330 A
Überleistung	0...39,6 kW	0...33 kW	0...29,7 kW	0...19,8 kW	0...19,8 kW
U_{Min} für $I_{Max}^{(1)}$	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Leistungsreduktion	ca. 285 W/°K	ca. 285 W/°K	ca. 285 W/°K	ca. 285 W/°K	ca. 285 W/°K
Stromdynamik					
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
Gewicht	ca. 187 kg	ca. 187 kg	ca. 187 kg	ca. 187 kg	ca. 187 kg
Artikelnummer	33240610	33240611	33240612	33240613	33240614

24 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-3060 B	EL 9200-1260 B	EL 9360-720 B	EL 9500-540 B	EL 9750-360 B
Standardbestückung	6 Einheiten	6 Einheiten	6 Einheiten	6 Einheiten	6 Einheiten
AC-Einschaltstrom @ 230 V	≤ 414 A	≤ 414 A	≤ 414 A	≤ 414 A	≤ 414 A
AC-Leistungsaufnahme	Max. 800 W	Max. 800 W	Max. 800 W	Max. 800 W	Max. 800 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	3060 A	1260 A	720 A	540 A	360 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	43,2 kW	36 kW	32,4 kW	21,6 kW	21,6 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	27 kW	27 kW	27 kW	21,6 kW	21,6 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...3121 A	0...1285,2 A	0...734,4 A	0...550,8 A	0...367,2 A
Leistung	0...44,06 kW	0...36,72 kW	0...33,04 kW	0...22,03 kW	0...22,03 kW
Widerstand	0,0025...0,833 Ω	0,0133...4,666 Ω	0,045...15 Ω	0,0833...27,833 Ω	0,2...60 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...3366 A	0...1386 A	0...792 A	0...594 A	0...396 A
Überleistung	0...47,52 kW	0...39,6 kW	0...35,64 kW	0...23,76 kW	0...23,76 kW
U_{Min} für $I_{Max}^{(1)}$	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Leistungsreduktion	ca. 342 W/°K	ca. 342 W/°K	ca. 342 W/°K	ca. 342 W/°K	ca. 342 W/°K
Stromdynamik					
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
Gewicht	ca. 204 kg	ca. 204 kg	ca. 204 kg	ca. 204 kg	ca. 204 kg
Artikelnummer	33240615	33240616	33240617	33240618	33240619

(1 Mindest-Eingangsspannung, die erforderlich ist, um den max. Strom aufzunehmen. Siehe auch 3.2.1.2

1.8.4 Ansichten

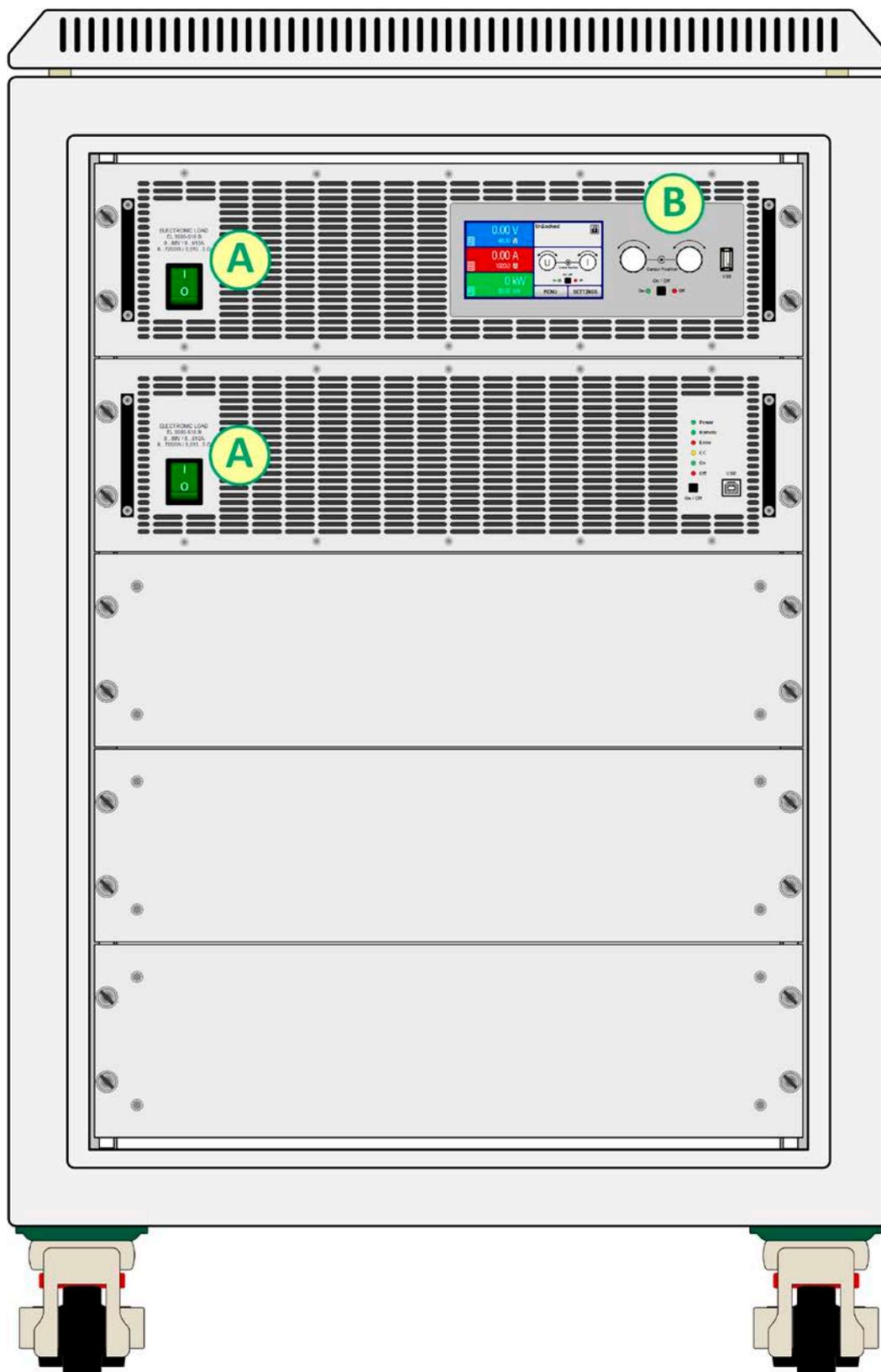


Bild 1 - Vorderseite (Beispielmodell in 15 HE)

- A - Netzschalter
- B - Bedienteil

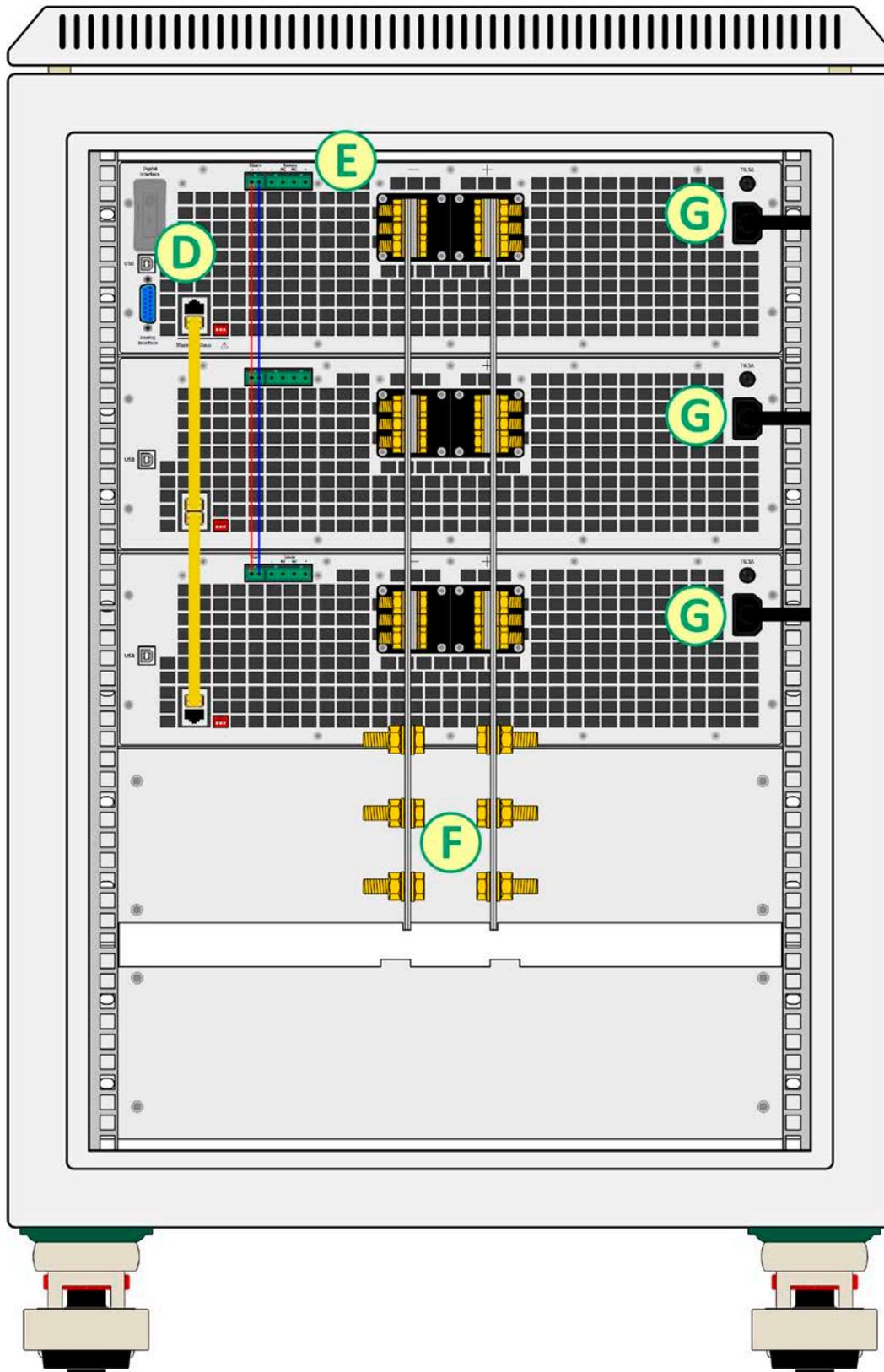
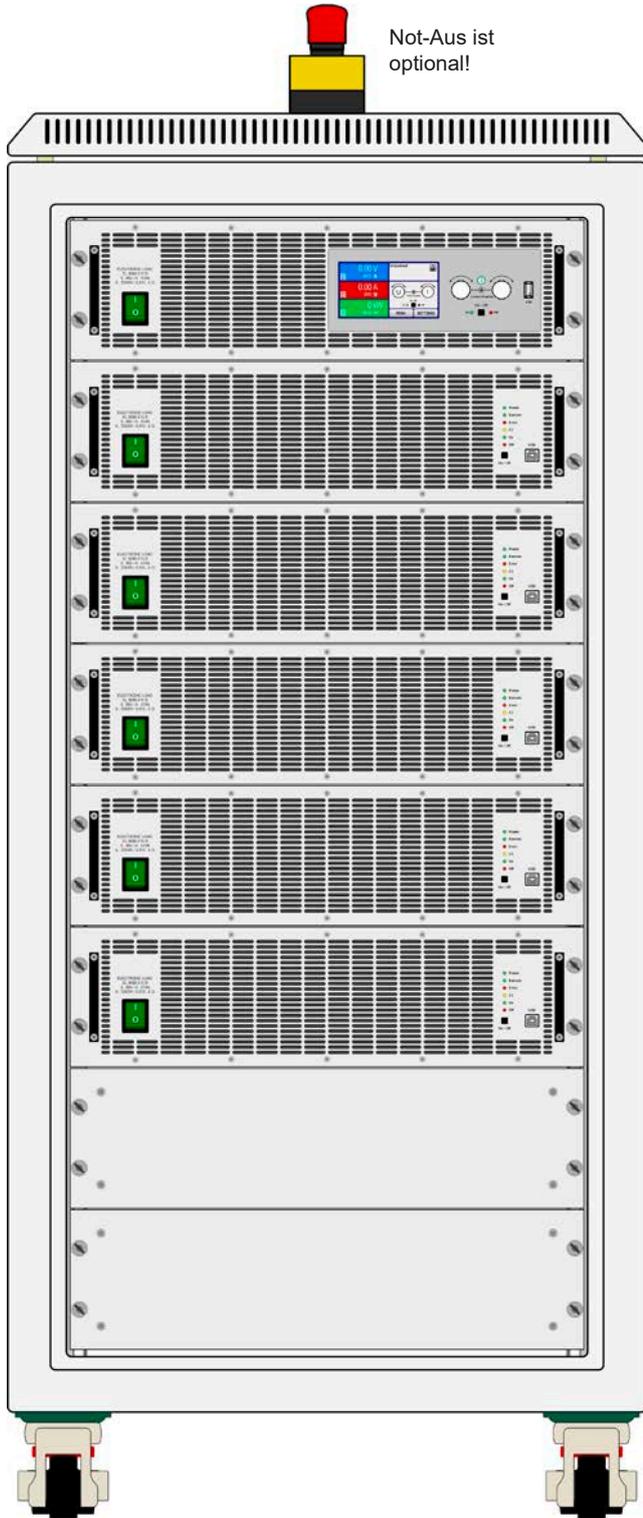


Bild 2 - Rückseite (Beispielmodell in 15 HE, andere Modelle ähnlich)

- D - Digitale und analoge Schnittstellen
- E - Share-Bus- und Fernfühlungsanschlüsse
- F - DC-Eingang
- G - Netzanschlüsse der Einzeleinheiten



Not-Aus ist optional!

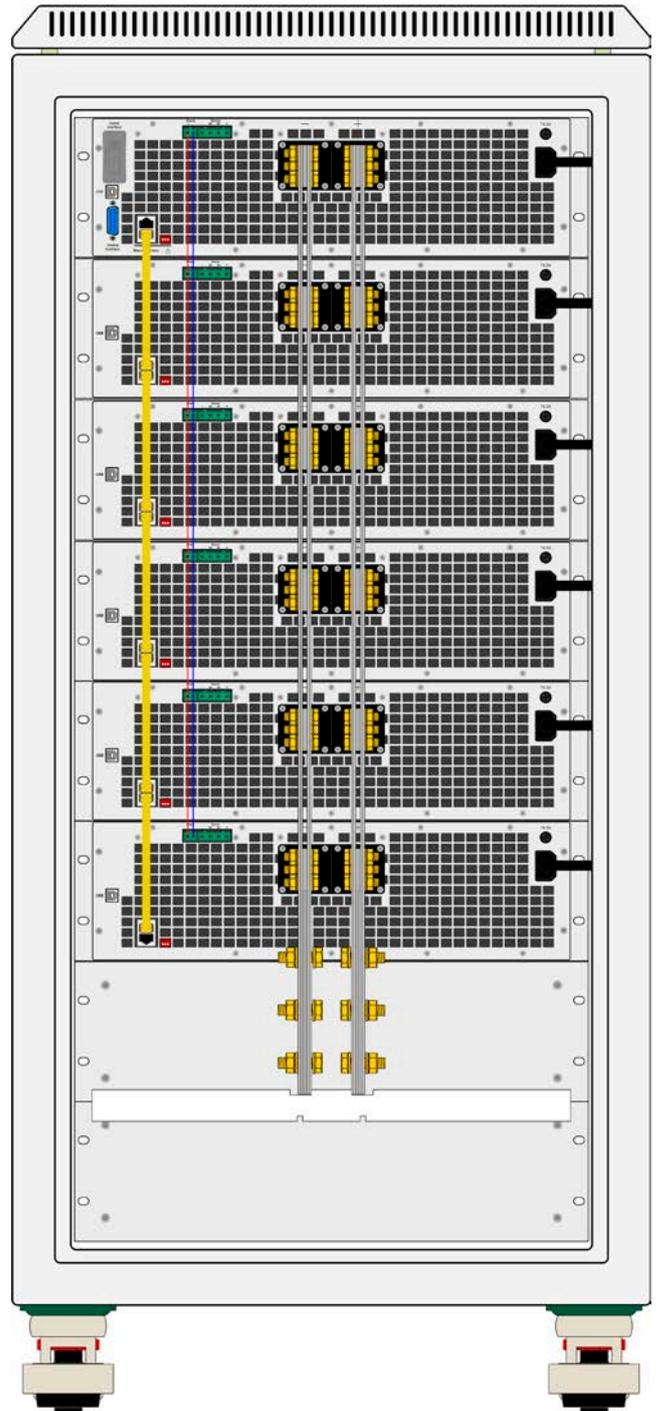


Bild 3 - Vorderseite (Beispielmodell in 24 HE mit optionalem Not-Aus)

Bild 4 - Rückseite (Beispielmodell in 24 HE)

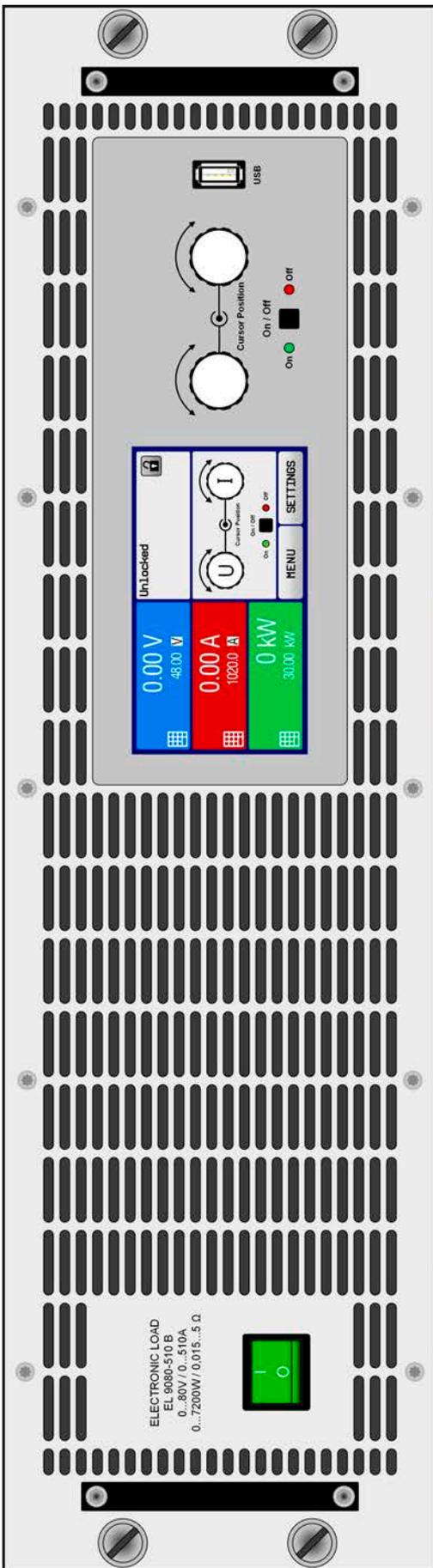


Bild 5 - Vorderseite Master-Einheit, mit Bedienteil

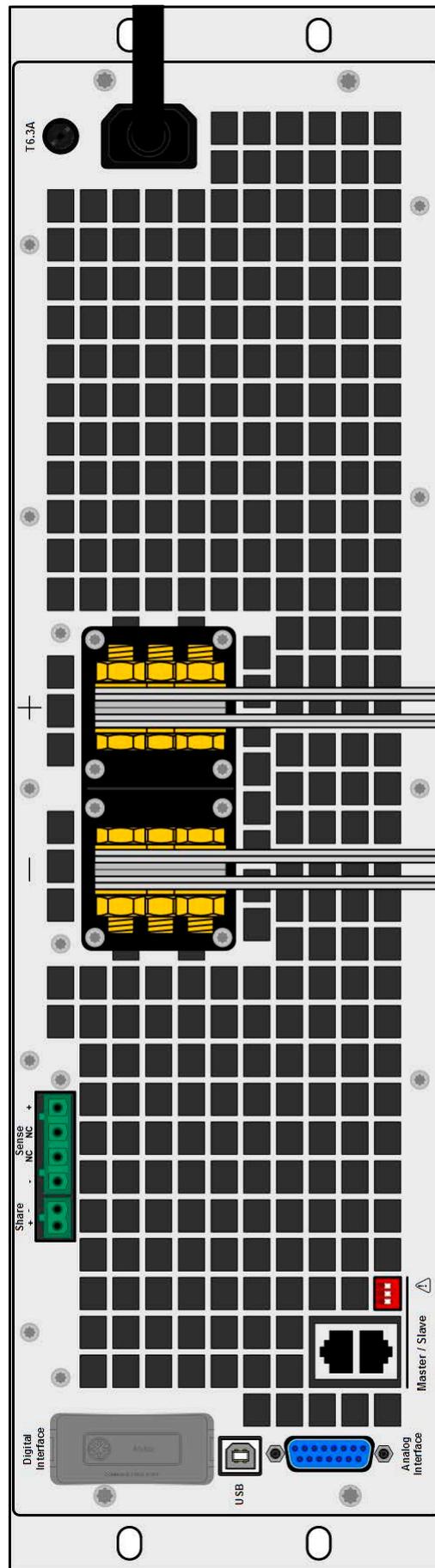


Bild 6 - Rückseite Master-Einheit, mit allen Anschlüssen

1.8.5 Bedienelemente

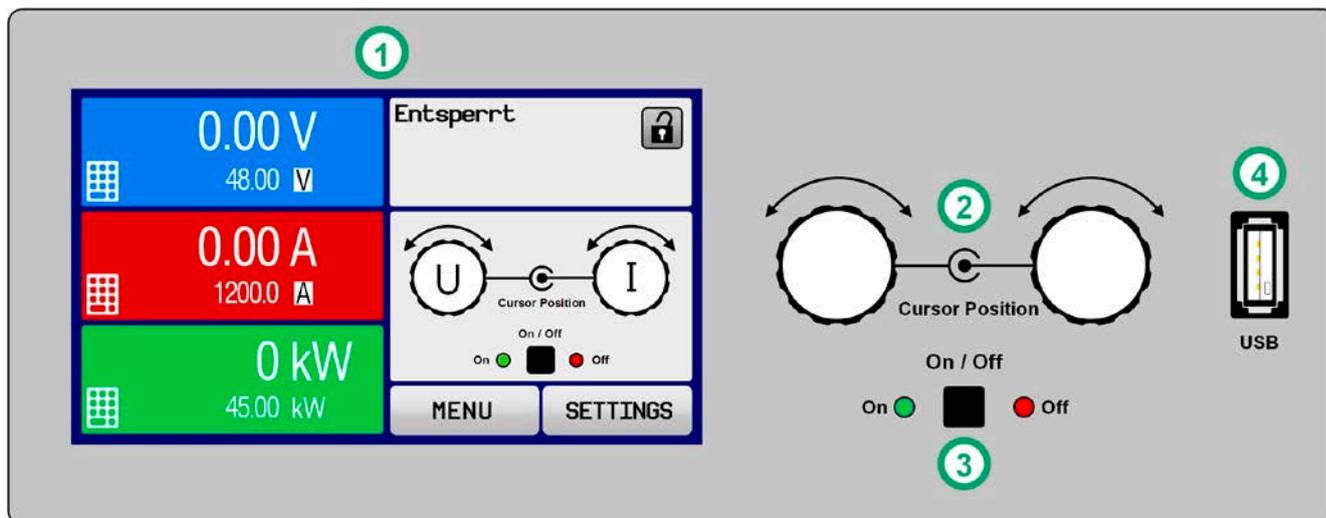


Bild 7- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

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

(1)	<p>Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen)</p> <p>Dient zur Auswahl von Sollwerten, Menüs, Zuständen, sowie zur Anzeige der Istwerte und des Status. Der Touchscreen kann mit den Fingern oder mit einem Stift (Stylus) bedient werden.</p>
(2)	<p>Drehknöpfe mit Tastfunktion</p> <p>Linker Drehknopf (Drehen): Einstellen des Spannungssollwertes, Leistungssollwertes oder Widerstandssollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü</p> <p>Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle des Wertes zum Einstellen (Cursor) wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist</p> <p>Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Stromsollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü</p> <p>Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle des Wertes zum Einstellen (Cursor) wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist</p>
(3)	<p>Taster für das Ein- und Ausschalten des DC-Eingangs</p> <p>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</p>
(4)	<p>Steckplatz für USB-Sticks</p> <p>Dient zur Aufnahme handelsüblicher USB-Sticks. Siehe Abschnitt „1.9.6.5. USB-Port (Vorderseite)“ für weitere Informationen.</p>

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die elektronischen Hochleistungs-DC-Lasten der Serie EL 9000 B 15U / 24U sind für Industrieanwendungen konzipiert worden, wo hohe Ströme und Leistungen gefordert sind. Untergebracht in rollbaren 19"-Schränken in entweder 15 oder 24 Höheneinheiten (24U = 24 HE) erlauben sie den Einsatz in vielfältigen Anwendungen, wie beispielsweise Hochleistungs-Batterietests oder Motorentests. Diese Serie basiert auf den 7,2 kW-Modellen der Serie EL 9000 B und bietet somit dieselben Funktionen und Steuerungsmöglichkeiten.

Für die Fernsteuerung per PC oder SPS verfügt jedes Modell serienmäßig an der Master-Einheit über eine rückwärtige USB-B-Schnittstelle, sowie eine galvanisch getrennte Analogschnittstelle.

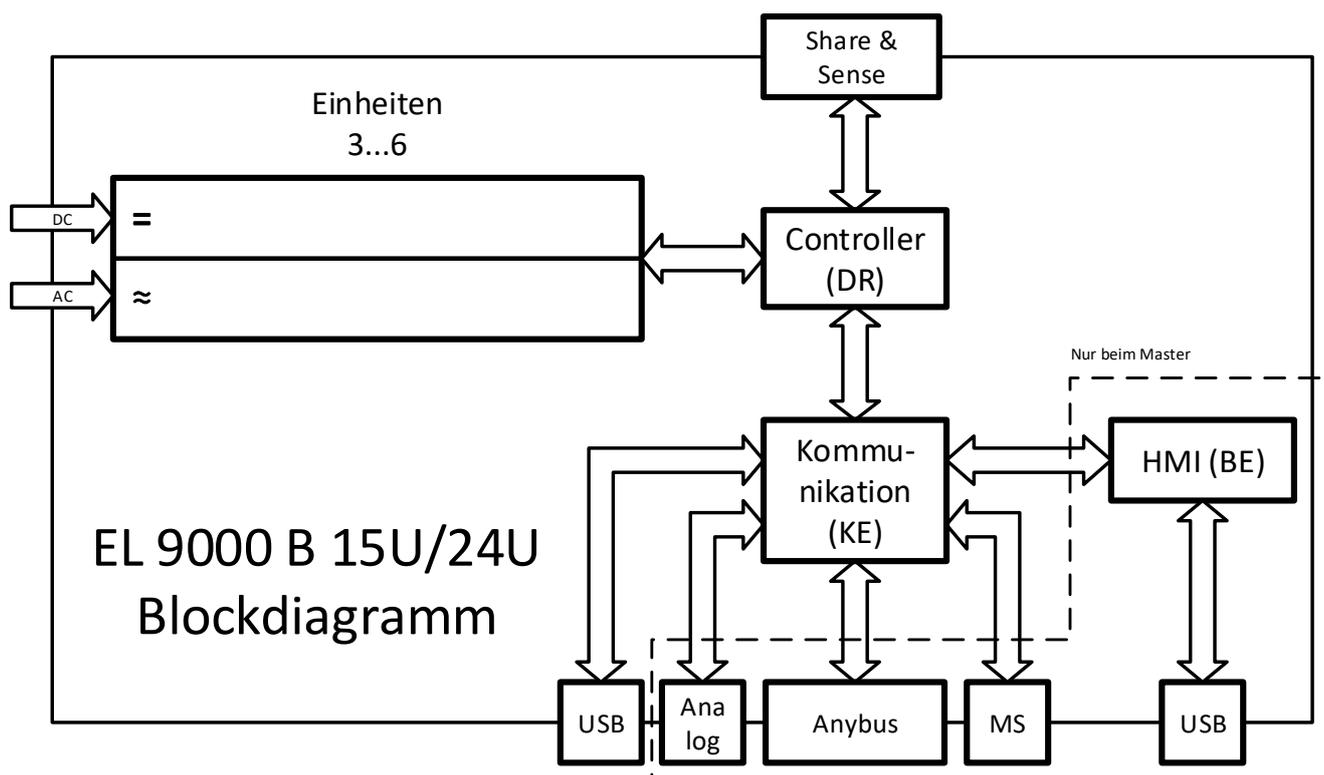
Zusätzlich kann mittels optionaler, steck- und nachrüstbarer Schnittstellenmodule eine weitere digitale Schnittstelle mit entweder Ethernet, RS232, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN oder EtherCAT hinzugefügt werden. Dies ermöglicht die Anbindung der Geräte an gängige industrielle Busse allein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

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. Die Leistungsstufen (Units) sind hierbei separate Einheiten, jeweils mit eigenem AC-Anschluß und DC-Eingang. Es gibt eine Master-Einheit und bis zu 5 Slave-Einheiten, die ohne Bedienteil arbeiten.



1.9.3 Lieferumfang

1 x Elektronische Last als rollbarer Schrank

1 x USB-Kabel 1,8 m

1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software (für den Schrank, weitere USB-Sticks von den Leistungsmodulen können enthalten sein)

1.9.4 Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

IF-AB Digitale Schnittstellenmodule	Steck- und nachrüstbare digitale Schnittstellenmodule für RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, EtherCAT oder CAN sind erhältlich. Details zu den Schnittstellenmodulen und der Programmierung des Gerätes über diese Schnittstellen sind in weiteren Handbüchern zu finden, die dem Gerät auf einem USB-Stick mitgeliefert werden bzw. als Download auf der Herstellerwebseite zur Verfügung stehen.																				
EL 9000 B SLAVE Zusätzliche Slave-Einheiten	Einige Modelle dieser Serie haben einen freien Platz für eine weitere Slave-Einheit, die vom Betreiber des Schrankes nachträglich installiert werden kann (siehe „2.3.16. Hinzufügen von neuen Einheiten“). Anhand der unten gelisteten Artikelnummer können die Einheiten nachbestellt werden. Die Nachrüstung erfordert, je nach Anzahl hinzuzufügender Einheiten und sich ergebendem Strom, die Installation weiterer DC-Bus-Schienen. Kontaktieren Sie uns für ein passendes Angebot. Im Lieferumfang befindet sich auch ein Patchkabel für die Anbindung der neuen Slaves an den Master-Slave-Bus. Folgende Slave-Einheiten sind erhältlich: <table border="1" data-bbox="533 976 1474 1420"> <thead> <tr> <th>Modell</th> <th>Artikelnummer</th> <th>Kann installiert werden in</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EL 9080-510 B 3U Slave</td> <td>33290270</td> <td>EL 9080-1530 B 15U EL 9080-2550 B 24U</td> </tr> <tr> <td>EL 9200-210 B 3U Slave</td> <td>33290271</td> <td>EL 9200-630 B 15U EL 9200-1050 B 24U</td> </tr> <tr> <td>EL 9360-120 B 3U Slave</td> <td>33290272</td> <td>EL 9360-360 B 15U EL 9360-600 B 24U</td> </tr> <tr> <td>EL 9500-90 B 3U Slave</td> <td>33290273</td> <td>EL 9500-270 B 15U EL 9500-450 B 24U</td> </tr> <tr> <td>EL 9750-60 B 3U Slave</td> <td>33290274</td> <td>EL 9750-180 B 15U EL 9750-300 B 24U</td> </tr> </tbody> </table>			Modell	Artikelnummer	Kann installiert werden in	EL 9080-510 B 3U Slave	33290270	EL 9080-1530 B 15U EL 9080-2550 B 24U	EL 9200-210 B 3U Slave	33290271	EL 9200-630 B 15U EL 9200-1050 B 24U	EL 9360-120 B 3U Slave	33290272	EL 9360-360 B 15U EL 9360-600 B 24U	EL 9500-90 B 3U Slave	33290273	EL 9500-270 B 15U EL 9500-450 B 24U	EL 9750-60 B 3U Slave	33290274	EL 9750-180 B 15U EL 9750-300 B 24U
Modell	Artikelnummer	Kann installiert werden in																			
EL 9080-510 B 3U Slave	33290270	EL 9080-1530 B 15U EL 9080-2550 B 24U																			
EL 9200-210 B 3U Slave	33290271	EL 9200-630 B 15U EL 9200-1050 B 24U																			
EL 9360-120 B 3U Slave	33290272	EL 9360-360 B 15U EL 9360-600 B 24U																			
EL 9500-90 B 3U Slave	33290273	EL 9500-270 B 15U EL 9500-450 B 24U																			
EL 9750-60 B 3U Slave	33290274	EL 9750-180 B 15U EL 9750-300 B 24U																			

1.9.5 Optionen

Diese Optionen können nicht nachgerüstet werden, denn sie werden ab Werk dauerhaft eingebaut bzw. vorkonfiguriert.

NOT-AUS Not-Aus-System	Not-Aus-Kreis mit manuellem Not-Aus-Schalter (oben auf dem Schrank montiert), Schütz und externen Kontakt zur Einbindung von zusätzlichen Öffner-Kontakten. Das Schütz trennt in einer Not-Aus-Situation alle Einheiten im Schrank vom Netz, wodurch diese den DC-Eingang abschalten.
----------------------------------	---

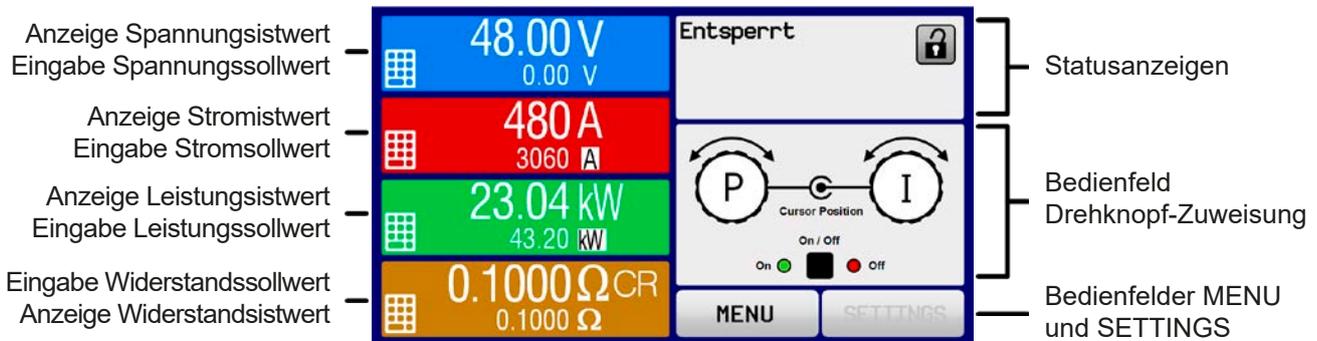
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)

HMI steht für **H**uman **M**achine **I**nterface, 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 Hauptseite 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, Leistung und Widerstand mit ihrer Einheit angezeigt. Die beiden Werte zum variablen Innenwiderstand werden 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.

Die Sollwerte sind mit den rechts neben der Anzeige befindlichen Drehknöpfen oder per Direkteingabe über den Touchscreen verstellbar, wobei 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	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	A	0-102% I_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung des DC-Eingangstroms
Istwert Leistung	kW	0,2-125% P_{Spitze}	Aktueller Wert der Eingangsleistung nach $P = U_{Ein} \cdot I_{Ein}$
Sollwert Leistung	kW	0-102% P_{Spitze}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Eingangsleistung
Istwert Widerstand	Ω	$x^{(1-99999)}$ Ω	Aktueller Wert des Innenwiderstandes nach $R = U_{Ein} / I_{Ein}$
Sollwert Widerstand	Ω	$x^{(1-102)}$ R_{Max}	Einstellwert für den gewünschten Innenwiderstand
Einstellgrenzen	A, V, kW, Ω	0-102% Nenn	U-max, I-min usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen 1	A, kW	0-110% Nenn	OCP and OPP, immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen 2	V	0-103% Nenn	OVP, auf die Eingangsspannung bezogen

⁽¹⁾ Der Minimalwert für Widerstandssollwerte variiert je nach Modell. Siehe technische Daten in Abschnitt 1.8.3

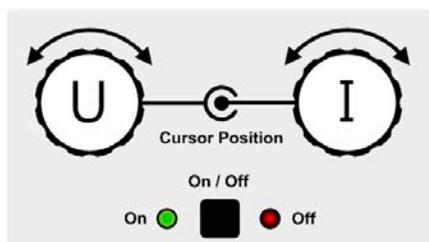
• Statusanzeigen (oben rechts)

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-Einheit
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, wenn 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 dient:



1.9.6.4 Auflösung der Anzeigewerte

In der Anzeige können Sollwerte in festgelegten Schrittweiten eingestellt werden. Die Anzahl der Nachkommastellen hängt vom Gerätemodell ab. Die Werte haben 4 oder 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	Min. Schrittweite	Nennwert	Stellen	Min. Schrittweite	Nennwert	Stellen	Min. Schrittweite	Nennwert	Stellen	Min. Schrittweite
80 V	4	0,01 V	180 A - 270 A	5	0,01 A	alle	4	0,01 kW	0,8333 Ω - 9,33 Ω	5	0,0001 Ω
200 V	5	0,01 V	300 A - 840 A	4	0,1 A				15 Ω - 90 Ω	5	0,001 Ω
360 V	4	0,1 V	1050 A - 2550 A	5	0,1 A				120 Ω	5	0,01 Ω
500 V	4	0,1 V	3060 A	4	1 A						
750 V	4	0,1 V									

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 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	Funktionsgenerator-Arbiträr-Funktion für die Spannung U bzw. Strom I. Der Name muß am Anfang <i>wave_u</i> oder <i>wave_i</i> enthalten, der Rest ist beliebig.
iu<beliebig>.csv	IU-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang <i>iu</i> enthalten, der Rest ist beliebig.
ui<beliebig>.csv	UI-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang <i>ui</i> 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

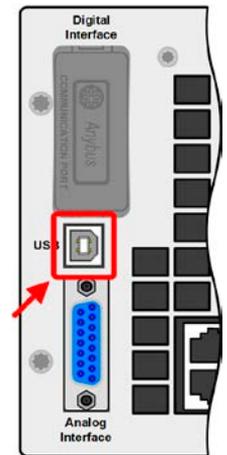
1.9.7 USB-Port Typ B (Rückseite)

Der USB-Port Typ B auf der Rückseite der obersten Einheit (Master) dient zur Kommunikation mit dem Gerät, sowie zur Firmwareaktualisierung der Master-Einheit. Firmwareaktualisierungen der untergeordneten Slave-Einheiten werden jeweils über deren USB-Port vorgenommen.

Über das mitgelieferte USB-Kabel kann die Master-Einheit mit einem PC verbunden werden (USB 2.0, USB 3.0). Der Treiber wird mitgeliefert und installiert einen virtuellen COM-Port. Details zur Fernsteuerung sind in weiterer Dokumentation auf der Webseite des Geräteherstellers bzw. auf dem mitgelieferten USB-Stick zu finden.

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.

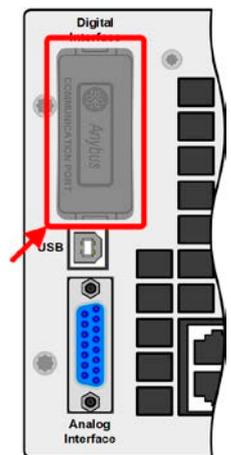
Die USB-Schnittstelle hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor dem Schnittstellenmodul (siehe unten) oder der Analogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.



1.9.8 Steckplatz für Schnittstellenmodule

Dieser Steckplatz auf der Rückseite der obersten Einheit (Master) dient zur Aufnahme diverser Schnittstellenmodule vom Typ AnyBus CompactCom (kurz: ABCC) der Schnittstellen-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 2.0 A / 2.0 B, 1x Sub-D 9-polig, männlich
35400112	IF-AB-ECT	EtherCAT, 2x RJ45



Die Module werden vom Anwender installiert und können problemlos nachgerüstet werden. Gegebenenfalls ist ein Firmwareupdate des Gerätes erforderlich, damit ein bestimmtes Modul erkannt und unterstützt werden kann. In dem Fall ist es dann ausreichend, nur die Master-Einheit zu aktualisieren.

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.



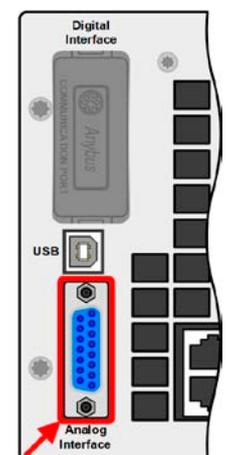
Stecken bzw. Abziehen des Moduls nur bei ausgeschaltetem Gerät!

1.9.9 Analogschnittstelle

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

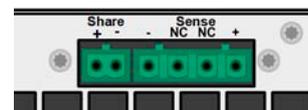
Wenn ferngesteuert werden soll, kann diese analoge Schnittstelle nur abwechselnd zu einer der digitalen benutzt werden. Überwachung (Monitoring) ist jedoch jederzeit möglich.

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.



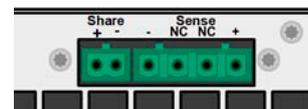
1.9.10 Share-Bus-Anschluß

Der auf der Rückseite aller Einheiten befindliche Anschluß „Share“ dient zur Ausregelung des DC-Eingangstromes der Einheiten untereinander und darf nicht extern verbunden oder genutzt werden und muß für den korrekten Betrieb des Schrankes permanent in allen Einheiten gesteckt bleiben. Sofern Leistungsstufen nachgerüstet werden (wo möglich), um die Gesamtleistung zu erhöhen, muß die Share-Bus-Verbindung auf die zusätzlichen Einheiten nach dem vorhandenen Schema erweitert werden.



1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

Um den Spannungsabfall über die Leitungen von der Quelle zur DC-Last zu kompensieren, kann der Eingang „Sense“ polrichtig mit der Last 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

Der Master-Slave auf der Rückseite ist eine für den korrekten Betrieb des Schrankes essentielle Vorrichtung und darf nicht umkonfiguriert werden. Einzige Ausnahme: es werden ein oder mehrere Leistungsmodule (Slave) zeitweise zu Reparatur- oder Wartungszwecken entnommen und es wird erforderlich, den Busabschluß des Busses zu aktivieren oder deaktivieren, z. B. wenn die Master-Einheit Probleme auf dem Bus meldet oder nicht alle Leistungsstufen initialisieren kann.



Der Master-Slave-Bus darf nicht zu außerhalb des Schrankes befindlichen Geräten verbunden werden!

2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Transport und Lagerung

2.1.1 Transport



- Die Griffe an der Vorderseite der Einheiten dienen **nicht** zum Tragen, sondern nur zum Einschleiben in oder Herausziehen aus dem Schrank!
- Die Einheiten sollte aufgrund ihres hohen Gewichts 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
- Ortsveränderung, d. h. Bewegen des Schrankes nicht im eingeschalteten oder angeschlossenen Zustand!
- Der Schrank darf nur auf waagerechten Untergründen aufgestellt und betrieben werden, die das Gesamtgewicht des Schrankes plus mehrerer Personen tragen können, die das Gerät bedienen
- Soll der Schrank an einen anderen Aufstellort bewegt werden, muß für die gesamte Strecke ausreichende Tragfähigkeit (besonders Aufzüge) sichergestellt und der Schrank stets gegen Wegrollen oder Umkippen gesichert sein
- 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 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



- Der Schrank hat ein beträchtliches Gewicht. Stellen Sie daher vor der Aufstellung sicher, daß der Aufstellungsort sowie der gesamte Transportweg das Gewicht ohne Einschränkungen tragen können!
- Nach Aufstellung sollte der Schrank gegen Wegrollen gesichert werden, in dem die höhenverstellbaren Füßen herausgedreht werden!
- Stellen Sie vor dem Anschließen 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.

2.3.2 Vorbereitung

Zwecks **AC-Anschluß** des Schrankes sind rückseitig zugänglich drei Klemmen (L, N, PE) vorhanden, über die der Schrank entweder an eine Hauptverteilung fest angebunden wird. Alternativ kann eine herkömmliche, dreiadrige Netzleitung (16 A, 1,5 mm²) verwendet werden. In beiden Fällen ist eine Zugentlastung vorzusehen.

Die AC-Leistungsaufnahme des Schrankes (siehe technische Daten) in Zusammenhang mit anderen möglicherweise am selben Anschluß befindlichen Geräten ist zu berücksichtigen, damit der Gesamtstrom den zulässigen Nennstrom des gewählten Anschlusses (Steckdose, Mehrfachsteckdose) nicht überschreitet.

Für den **DC-Anschluß** müssen entsprechende Leitungen konfektioniert werden, die nicht im Lieferumfang enthalten sind. Bei der Dimensionierung der DC-Leitungen sind mehrere Dinge zu betrachten:



- Der Querschnitt der Leitungen sollte immer mindestens für den Maximalstrom des Gerätes ausgelegt sein
- Bei dauerhafter Strombelastung der Leitungen am zulässigen Limit entsteht Wärme, die ggf. abgeführt werden muß, sowie ein Spannungsabfall, der von der Leitungslänge und der Erwärmung der Leitung abhängig ist. Um das zu kompensieren, muß der Querschnitt erhöht bzw. die Leitungslänge verringert werden.

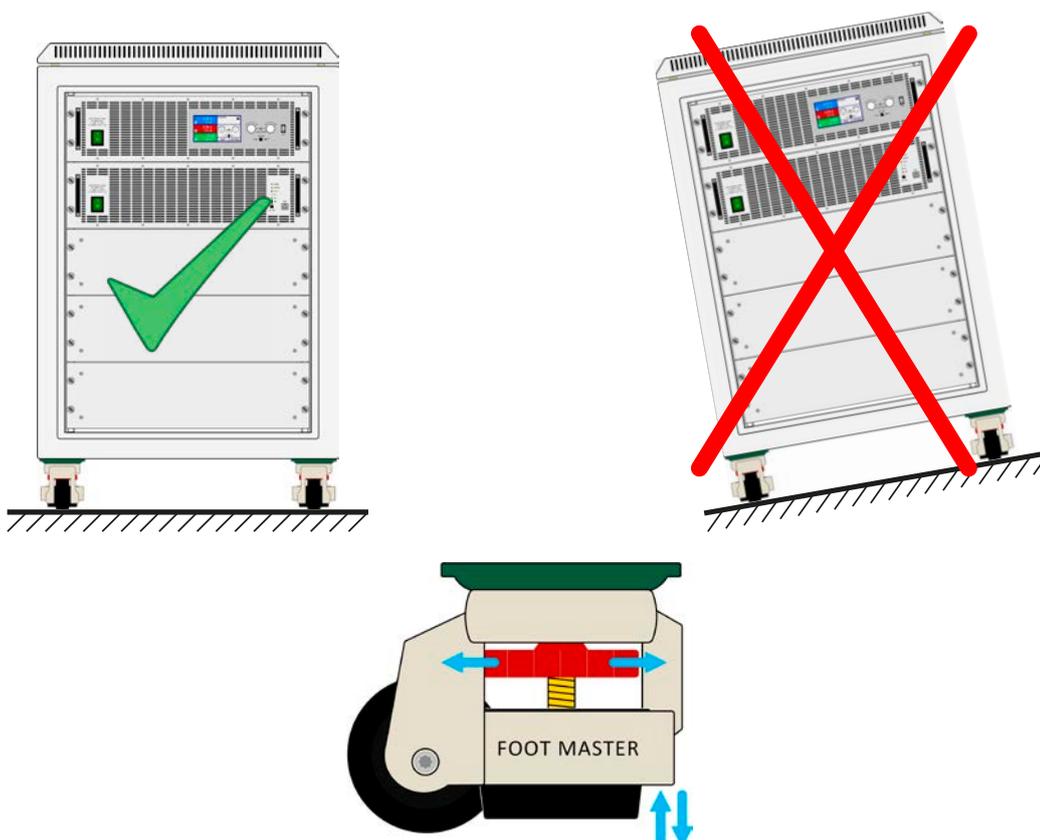
2.3.3 Aufstellung des Gerätes



- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zur Quelle so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, mindestens 50 cm, für die hinten austretende Abluft.
- Stellen Sie das Gerät mit dessen Rückseite niemals vor brennbare Materialien wie Stoff oder Plastik, da das Gerät, je nach Modell, bis über 40 kW Leistung in Form von heißer Luft nach hinten herausbläst
- Für Modelle mit installiertem Not-Aus-Schalter (optional, siehe 1.9.5) muß nach oben mind. 30 cm Platz berücksichtigt werden

Der Schrank darf nur auf horizontalen Untergründen aufgestellt und betrieben werden. Selbst ein gegen Wegrollen gesicherter Schrank könnte auf einer weniger oder mehr schrägen Ebene ins Rutschen kommen.

Nach dem Transport an den Zielort und **möglichst vor** dem Anschluß der AC- und DC-Leitungen sollte der Schrank gegen Wegrollen gesichert werden. Das kann geschehen, indem die höhenverstellbaren FüÙe in den Rollen herausgedreht werden:



2.3.4 Anschließen an das Stromnetz (AC)



- Das Anschließen an eine AC-Stromversorgung darf nur durch entsprechend geschultes Personal erfolgen!
- Dimensionieren Sie den Querschnitt von Anschlußleitungen entsprechend des maximalen Eingangsstromes des Gerätes (siehe Tabelle)!
- Stellen Sie vor dem Anstecken des Netzanschlußsteckers sicher, daß das Gerät am Netzschalter ausgeschaltet ist!

Der Schrank hat einen 3-poligen AC-Anschluß mit Schraubklemmen, der auf der Rückseite zugänglich ist. Dieser wird mit entsprechenden Leitungen entweder zu einem einphasigen Hauptanschluß oder über ein herkömmliches Netzkabel mit einer Wandsteckdose oder einem Verteiler verbunden. Benötigt werden für den Netzanschluß folgende Phasen:

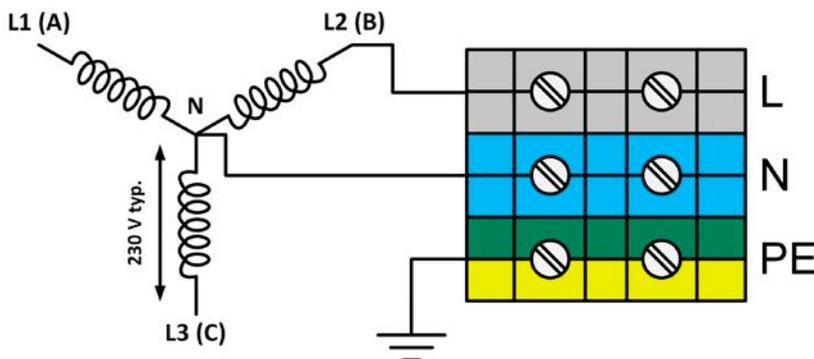
Nennleistung	Anschlußphasen	Anschlußtyp
alle	L, N, PE	Wandsteckdose o. ä.



Der PE-Leiter ist zwingend erforderlich und muß daher verbunden werden!

Für die Dimensionierung des **Querschnittes** der Anschlußleitung ist die maximale AC-Leistungsaufnahme des Schrankes bestimmend. Da selbst Modelle mit 6 Einheiten nur max. 800 W Leistungsaufnahme haben, reicht eine Leitung für 10 A (0,75 mm²) bzw. eine für 16 A (1,5 mm²) aus. Ist nur ein Dreiphasen-Anschluß vorhanden, kann das Gerät einer beliebigen Phase angebunden werden. Sollen mehrere Schränke an demselben Dreiphasen-Anschluß betrieben werden, so sollte eine möglichst gleichmäßige AC-Stromverteilung angestrebt werden.

Anschlußschema eines einzelnen Schrankes:



2.3.4.1 Einschaltstrom

Modelle in dieser Serie haben teils einen sehr hohen Einschaltstrom. Siehe „1.8.3. Technische Daten“ für den jeweiligen Wert. Dieser Strom ist bedingt durch drei Leistungsblöcke pro Einheit und erhöht sich bei bis zu 6 Einheiten pro Schrank entsprechend. Die Leistungsblöcke haben intern zwecks Redundanz je eine Hilfsversorgung, die mit einem 10 Ohm Widerstand pro Block zwar den Einschaltstrom begrenzt, aber bei 230 V AC-Nennspannung eben auch bereits 69 A Einschaltstrom pro Einheit bedingen kann. Der 16 A Sicherungsautomat für den Schrank ist mit Charakteristik K und kann diesen Einschaltstrom vertragen und löst nicht aus, aber eine weitere, externe Absicherung möglicherweise nicht. Es hängt von der Charakteristik des Automaten ab.

Den höchsten Einschaltstrom hat der Schrank, wenn alle Einheiten gleichzeitig eingeschaltet werden, wie das geschieht wenn der Schrank über ein Schütz AC-seitig geschaltet wird (Not-Aus-System). Um den Einschaltstrom zu verringern gibt es nur eine Möglichkeit: die Einheiten einzeln und nacheinander einschalten, so wie vorgesehen, selbst wenn der Schrank ein eigenes Not-Aus-System hat.

2.3.5 Anschließen von DC-Quellen

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

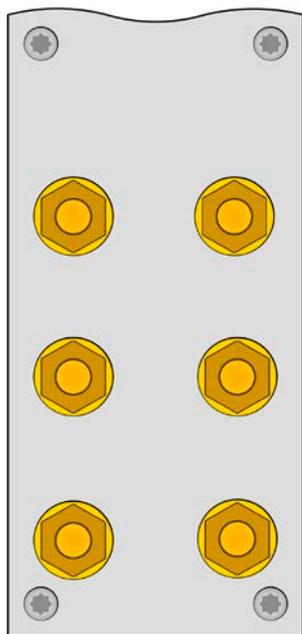
Bei Lastleitungen **bis 5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen **bis 30°C** empfehlen wir **pro Anschluß-pol** (mehradrig, isoliert, frei verlegt, Standardkabel) nachfolgend genannte Querschnitte mindestens zu verwenden. Bei längeren Lastleitungen bzw. höherer Umgebungstemperatur ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

Die mit Ringkabelschuhen versehenen Kabel werden am unteren Ende der DC-Schienen an den Anschlußpunkten verschraubt. Dabei sollte der Lochdurchmesser der Ringkabelschuhe zu dem des Anschlußpunktes passen. Das schränkt die Wahl des Kabelquerschnittes etwas ein, weil z. B. Ringkabelschuhe für M8 nur bis 95 mm² verwendbar sind. Die Tabelle unten berücksichtigt das. Die Anzahl der Leitungen erhöht sich, jedoch wird der Querschnitt pro Leitung nicht so hoch, was wiederum die Handhabung der Kabel verbessert.

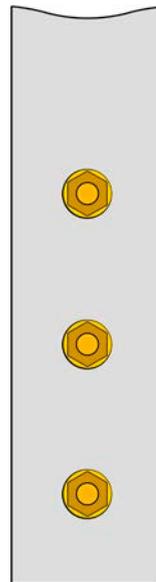
Größe	I _{Max}	Anschlußpunkte	Minimal erforderlicher Querschnitt <u>pro</u> DC-Pol
15U	180 A	3x M8	1x 70 mm ² oder 2x 25 mm ²
	240 A	6x M10	1x 95 mm ² oder 2x 35 mm ²
	270 A	3x M8	2x 50 mm ² oder 3x 25 mm ²
	360 A	6x M10	2x 70 mm ² oder 3x 35 mm ²
	480 A	6x M10	2x 70 mm ² oder 3x 50 mm ²
	630 A	6x M10	2x 150 mm ² oder 3x 70 mm ²
	840 A	6x M10	3x 150 mm ² oder 4x 70 mm ²
	1530 A	6x M10	5x 120 mm ² oder 6x 95 mm ²
2040 A	6x M10	6x 150 mm ² oder 8x 95 mm ²	
24U	300 A	3x M8	2x 50 mm ² oder 3x 25 mm ²
	360 A	3x M8	2x 70 mm ² oder 3x 35 mm ²
	450 A	3x M8	2x 95 mm ² oder 3x 50 mm ²
	540 A	3x M8	2x 120 mm ² oder 3x 70 mm ²
	600 A	6x M10	2x 150 mm ² oder 3x 70 mm ²
	720 A	6x M10	3x 95 mm ² oder 4x 70 mm ²
	1050 A	6x M10	4x 120 mm ² oder 6x 50 mm ²
	1260 A	6x M10	4x 150 mm ² oder 6x 70 mm ²
	2550 A	6x M10	8x 150 mm ² oder 10x 95 mm ²
	3060 A	6x M10	10x 150 mm ² oder Kupferschiene mit mind. 720 mm ²

2.3.5.1 Anschlußpunkte

Jeder Schrank ist mit Kupferschienen versehen, die am unteren Ende 3 oder 6 Anschlußpunkte haben, an denen dann pro Anschlußpunkt ein oder zwei Kabel angeschraubt werden können. Die Tabelle in 2.3.5 gibt an, bei welchem Ausgangsstrom und welcher Leistung des Schrankes welche Anschlußpunkte verfügbar sind.

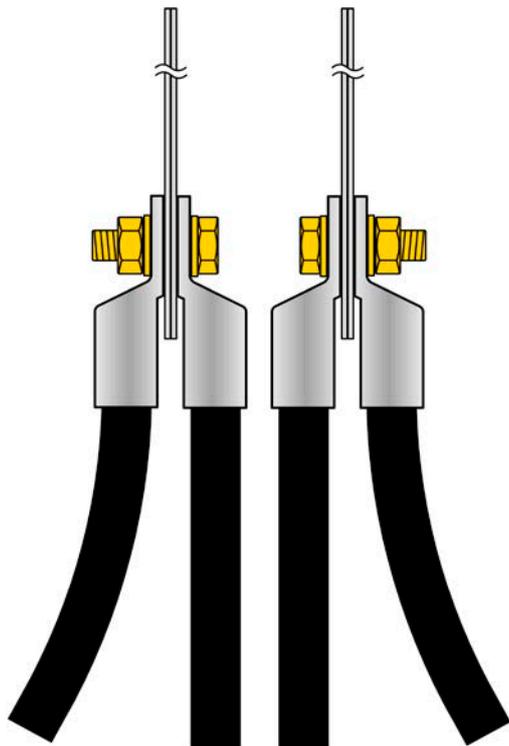


6x M10 für bis zu 12 Kabel



3x M8 für bis zu 6 Kabel

Anschlußbeispiel für 2 Kabel an einem Anschlußpunkt (hier M10 mit Rohrkabelschuhen für 150 mm²):



Die mitgelieferte Abdeckung für die DC-Eingangsschienen muß beim Betrieb des Schrankes stets montiert sein, egal ob die rückseitige Tür geschlossen gehalten wird oder nicht!



Bei Modellen mit hohen Nennströmen können die Kupferschienen im Betrieb sehr heiß werden, hauptsächlich weil sie im Luftstrom der hinten austretenden Abwärme der Geräte positioniert sind. Die Erhitzung überträgt sich auf die DC-Leitungen und kann zur Ablösung der Ummantelung führen. Es wird empfohlen, Kabel mit entsprechender Temperaturstabilität zu verwenden, z. B. welche die für 105°C ausgelegt sind.

2.3.6 Erdung des DC-Eingangs

Grundsätzlich kann das Gerät am DC-Minuspol geerdet, sprich direkt mit PE verbunden werden. Beim DC-Pluspol ist das anders. Hier gilt: wenn geerdet werden soll, dann nur bis 400 V Eingangsspannung, weil das Potential des DC-Minuspols dann um den Betrag der Eingangsspannung negativ verschoben würde.

Daher ist bei Modellen, die mehr als 400 V Eingangsspannung vertragen, die Erdung des DC-Pluspols aus Sicherheitsgründen nicht zulässig. Siehe auch technische Daten in 1.8.3, Punkt „Isolation“.

2.3.7 Verbinden oder Erweitern des Share-Bus‘

Der rückseitig am Gerät befindliche „Share-Bus“ dient zur Symmetrierung der einzelnen Einheiten im Schrank im Konstantspannungs-Modus und ist für den korrekten Betrieb unerlässlich. Die Verbindung darf nicht entfernt werden, es sei denn, es wird ein Gerät zwecks Reparatur oder Wartung zeitweise entnommen. Die bei einigen Modellen angebrachte Abdeckung für den Sense-Anschluß, die auch den Share-Bus einschließt, muß stets korrekt montiert sein.

Bei Erweiterung des Schrankes um eine Einheit (wo möglich) muß der Share-Bus auf die zusätzliche Einheit erweitert werden.

2.3.8 Anschließen der Fernfühlung

Auch wenn jede Einheit im Schrank einen Anschluß „Sense“ besitzt darf nur der Anschluß an der Master-Einheit für Fernfühlung genutzt werden. Diese Einheit ist für die Spannungsregelung und deren Spannungsausgleich über die Fernfühlung im Konstantspannungsbetrieb zuständig und gibt das entsprechende Regelsignal über den Share-Bus an die Slaves weiter.



- Die beiden Pins „NC“ am Sense-Anschluß dürfen nicht verbunden werden!



- 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 miteinander 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 oder am Lasteingang anzubringen
- (+) Sense darf nur am (+) der Quelle und (-) Sense nur am (-) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten können beide Systeme beschädigt werden.

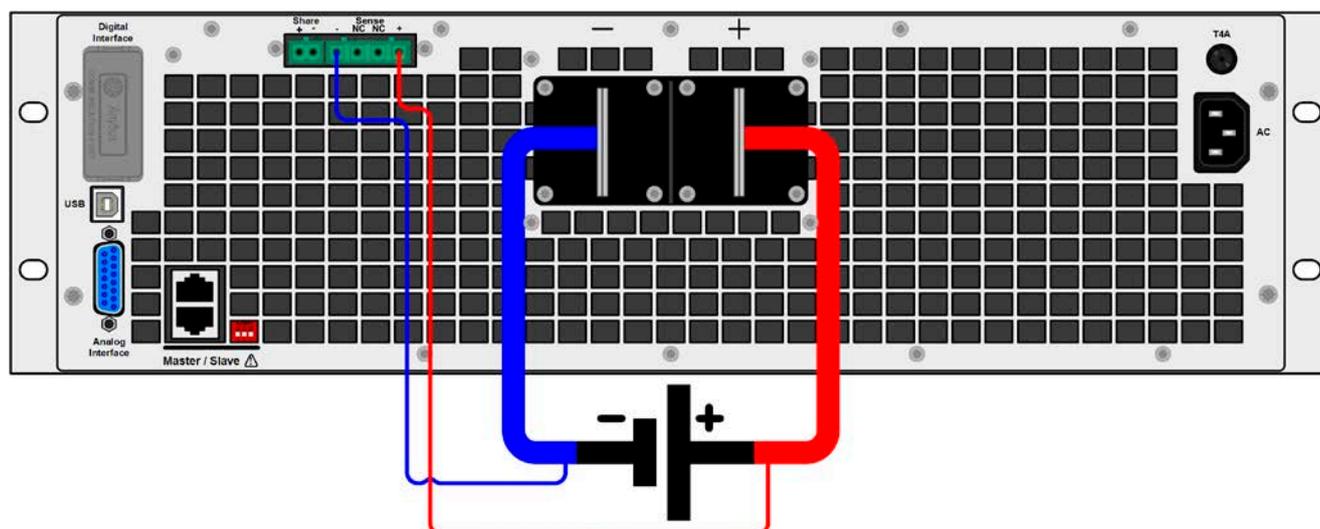


Bild 8 - Prinzip der Fernfühlungsverdrahtung an der Master-Einheit

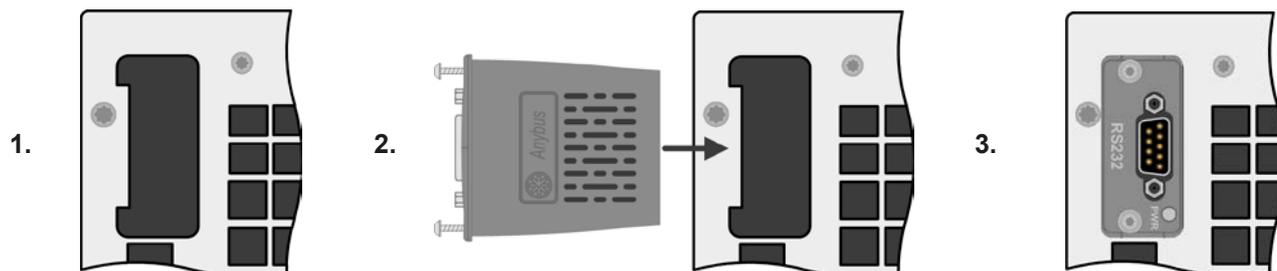
2.3.9 Installation eines Schnittstellenmoduls

Die optional erhältlichen Schnittstellenmodule können durch den Anwender nachgerüstet werden und sind durch andere Module austauschbar. Die Einstellungen zum momentan installierten Modul variieren und sollten 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 die Module der IF-AB-Serie 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

Installationschritte:



1. Abdeckung des Schnittstellenslots entfernen. Eventuell dazu 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.

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.

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

2.3.10 Anschließen der analogen Schnittstelle

Der 15polige Anschluß (Typ: Sub-D, D-Sub) auf der Rückseite ist eine analoge Schnittstelle. Um diesen 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-Ausgang, weil das die galvanische Trennung aufhebt.

2.3.11 Anschließen des USB-Ports (Rückseite)

Um das Gerät über diesen Anschluß an der Master-Einheit fernsteuern zu können, verbinden Sie Gerät und PC über das mitgelieferte USB-Kabel und schalten Sie das Gerät ein, falls noch ausgeschaltet. Die USB-Ports an den Slave-Einheiten dienen nur Servicezwecken, wie z. B. Firmware-Updates.

2.3.11.1 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.

2.3.11.2 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. Neuere Versionen von Linux oder MacOS haben eventuell schon einen generischen CDC-Treiber „an Bord“.

2.3.11.3 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“.

2.3.12 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 Einstellungen bezüglich der Sollwerte, Sicherheits- und Überwachungsfunktionen sowie Kommunikation daraufhin, daß Sie für die geplante 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 Bedarf kann die Sprache der Anzeige (Touchscreen) beim Start des Gerätes auf **Deutsch** umgestellt werden.



Nachfolgend ist in diesem Dokument alles, was 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.

2.3.14 Entnahme von Einheiten

Im Fall des Defekts einer Slave-Einheit kann der Schrank mit den verbleibenden Einheiten weiter betrieben werden. Für Reparatur oder Austausch wird die betroffene Einheit durch eine bestimmte Reihenfolge von Handlungen entnommen (siehe unten) bzw. wieder eingesetzt. Nach dem nächsten Einschalten des Schrankes bzw. der Master-Einheit wird das System automatisch neu konfiguriert. Steht die Normalkonfiguration nicht zur Verfügung, sind weniger Nennleistung und Nennstrom verfügbar. Das Gerät präsentiert sich dementsprechend in der Anzeige und einer Steuerungssoftware gegenüber mit einer anderen Gerätebezeichnung, die sich entsprechend des Schemas in „1.5. Produktschlüssel“ ergibt.

Folgende Schritte zur Entnahme einer Einheit:

1. Den Schrank, das heißt alle Einheiten am Netzdreheschalter (Front) ausschalten.
2. Bei der betroffenen Einheit dann:
 - a. Die Zugentlastung am AC-Anschlußkabel entfernen und die AC-Steckerbefestigung lösen
 - b. Den AC-Anschlußstecker lösen.
 - c. Die eventuell vorhandene Abdeckung an den Anschlüssen „Sense“ und „Share“ lösen.
 - d. Den Stecker am Anschluß „Share“ abziehen. Wenn Master-Einheit: den eventuell gesteckten Stecker am Anschluß „Sense“ abziehen.

- e. Das bzw. die Patchkabel vom Master-Slave-Bus-Anschluß lösen. Für den späteren Betrieb des Schrankes muß der Bus die entstandene Lücke überbrücken können und beim nächsten Gerät eingesteckt werden. Dazu ist eventuell ein längeres Kabel erforderlich.
- f. Wenn Master-Einheit: weitere eventuell vorhandene Verbindungskabel zur digitalen oder analogen Schnittstelle abziehen.
- g. Die Schrauben am DC-Anschluß lösen und entfernen (2-6 Stück). Vorher sicherstellen, daß keine berührungsgefährliche Spannung anliegt. Gegebenenfalls mit einem Multimeter messen.
- h. Die Befestigungsschrauben an der Front (4x) lösen und entfernen.
- i. Einheit vorsichtig aus dem Schrank herausziehen.

2.3.15 Einsetzen von Einheiten

Das Wiedereinsetzen von Einheiten, die vorher aus einem bestimmten Grund entnommen worden waren, geht grundsätzlich in umgekehrter Reihenfolge als die Entnahme vor sich. Siehe dazu die Schritte in „2.3.14. Entnahme von Einheiten“. Vor dem Einsetzen einer Einheit in den Schrank muß sichergestellt sein, daß dieser komplett stromlos ist.

2.3.16 Hinzufügen von neuen Einheiten

Manche Modelle haben eine Position für eine weitere Slave-Einheit übrig, die zwecks Aufstockung der Gesamtleistung mit nachträglich lieferbaren Slave-Modellen bestückt werden kann. Siehe „1.9.4. Zubehör“ für Einzelheiten.

Für die Aufstockung gilt folgendes zu beachten:

- Der Schrank wird dadurch in seiner Konfiguration verändert, was Strom, Leistung und Bezeichnung angeht. Das bedeutet, die auf dem Typenschild aufgedruckten Nenndaten sind dann nicht mehr gültig und auch die Artikelnummer paßt nicht mehr.
- Bereits vorhandene Anschlußleitungen (DC-seitig) müssen eventuell durch andere mit größeren Querschnitten ersetzt bzw. ergänzt werden.
- Die hinzuzufügenden Einheiten müssen das gleiche Modell sein wie die bereits vorhandenen Slave-Einheiten.
- Je nach sich später ergebendem Strom müssen am DC-Eingang weitere Schienen installiert werden. Kontaktieren Sie uns dazu, damit das entsprechende Set für Sie zusammenstellen können.

Das Hinzufügen an sich geschieht wie in 2.3.15 bzw. 2.3.14 beschrieben.

2.3.17 Not-Aus

Ein Not-Aus-System kann ab Werk optional im Schrank installiert sein (siehe auch 1.9.5). Es besteht standardmäßig aus einem Not-Aus-Schalter (manuell betätigt, oben auf dem Schrank montiert), zwei Türkontakten (rückseitige Tür) und einem Schütz. Diese drei Kontakte sind in Reihe geschaltet und trennen die Geräte im Schrank AC-seitig, sobald einer der Kontakte geöffnet sind.

2.3.17.1 Externe Kontakte

Der Not-Aus-Kreis kann über externe Kontakte erweitert werden. Dazu sind im Schrank von der Rückseite zugänglich zwei graue Schraubkontakte mit einer Kabelbrücke zugänglich, an denen man statt der Brücke ein oder mehrere externe, in Reihe geschaltete Öffner-Kontakte anbinden kann, die dann das Not-Aus und die Abschaltung des Schrankes auch von außerhalb bewirken können.

Die Kontakte müssen potentialfrei und für 24 V DC geeignet sein.

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

Das Gerät 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 / Konstanzspannung

Konstanzspannungs-Betrieb (kurz: CV) oder Spannungsregelung ist eine untergeordnete Betriebsart. Am Eingang der elektronischen Last wird im Normalfall eine Spannungsquelle angeschlossen, die eine gewisse Eingangsspannung für die Last darstellt. Wird im Konstanzspannungsbetrieb 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 Spannungswert 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 Strom-Maximalwert oder die aufgenommene Leistung nach $P = U_{\text{EIN}} \cdot I_{\text{EIN}}$ den eingestellten Leistungs-Maximalwert, wechselt die Last automatisch in Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb, jenachdem was zuerst auftritt. Dabei kann die Eingangsspannung nicht mehr auf dem gewünschten Wert gehalten werden.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstanzspannungs-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, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

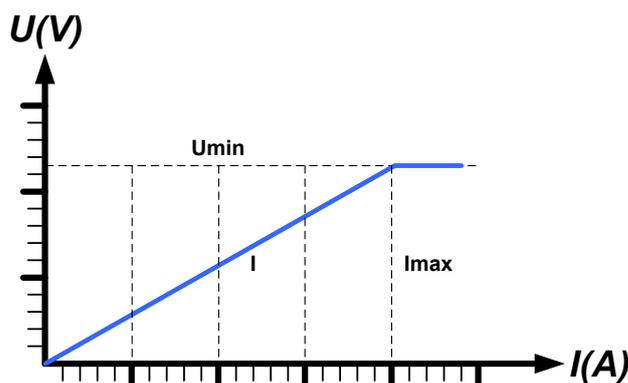
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

Der interne Spannungsregler kann zwischen „Langsam“ und „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 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-Eingangstrom 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 (siehe 3.2.4.1) 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 und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand

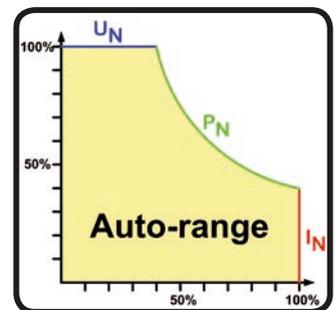
Bei einer elektronischen Last, deren Wirkprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert zu 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 Nennstrom.

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.

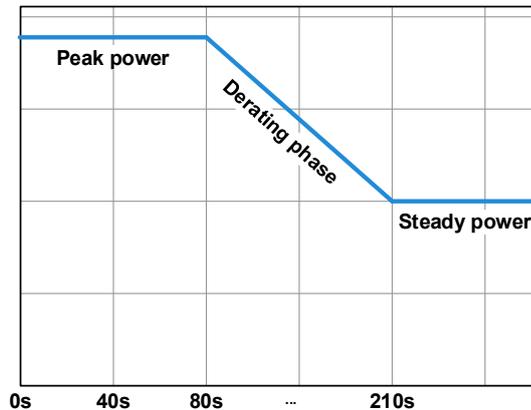
3.2.4.1 Temperaturabhängige Leistungsreduktion

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 ($x \text{ W}/^\circ\text{K}$) konstant reduziert bis runter auf eine typische Dauerleistung (siehe technische Daten), die für 25°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 25°C oder weniger Außentemperatur die Spitzenleistung aufnehmen kann.

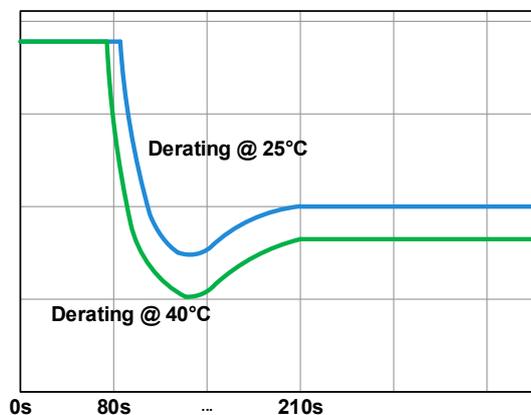
Wenn das Gerät bei weniger Leistung als die genannte Dauerleistung betrieben wird, beeinflusst das Derating den Betrieb nicht merklich. Die interne Begrenzung ist trotzdem immer vorhanden. Wenn man z. B. bei einem Modell mit 13500 W Dauerleistung mit konstant 8000 W Ist-Leistung arbeiten würde, bei den 21600 W Soll-Leistung gesetzt, und würde einen Stromsprung oder Spannungssprung nach oben machen, könnte das Gerät trotzdem keine Ist-Leistung von 21600 W erreichen.

Verdeutlichungen:



Prinzipielle Darstellung des Derating-Verlaufs anhand einer Last-Einheit. Alle Modelle dieser Geräteserie sind mit mehreren Last-Einheiten bestückt, 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 Nenn-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 Darstellung 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)
- Defekt in der internen Hilfsversorgung (PFC)

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die DC-Leistungsaufnahme und schaltet den DC-Eingang aus. War der PF-Alarm nur eine zeitweilige Netzunterspannung, verschwindet der Alarm aus der Anzeige, sobald die Unterspannung weg ist. 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 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 die Leistungsstufen abschaltet. Nach dem Abkühlen startet das Gerät die DC-Leistungsaufnahme automatisch wieder, der Alarm braucht nicht bestätigt zu werden.

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 könnte 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 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

Der Schrank ist ein Master-Slave-System mit einer Master-Einheit und bis zu 5 Slave-Einheiten. Damit die Master-Einheit die Slave-Einheiten am schnellsten finden kann, sollten diese immer zuerst eingeschaltet werden. **Empfehlung: die Einheiten im Schrank stets von unten nach oben der Reihe nach einschalten.**

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). Der DC-Eingang wäre nach dem Einschalten des Gerätes dann immer aus. **Wiederhstl.** bedeutet, daß der letzte Zustand des DC-Eingangs wiederhergestellt wird, so wie er beim letzten Ausschalten war, also entweder ein oder aus. Sämtliche Sollwerte werden außerdem gespeichert und wiederhergestellt.



Es ist zulässig, nicht alle Slave-Einheiten einzuschalten bzw. nur mit der Master-Einheit zu arbeiten, sofern für eine Anwendung weniger Leistung benötigt wird, als der Schrank maximal aufnehmen kann. Jede Einheit kann eine bestimmte Leistung liefern (Formel: Gesamtleistung des Schrankes ÷ Anzahl Einheiten). Die Master-Einheit stellt sich automatisch darauf ein.



Für die Dauer der Startphase zeigen die Meldesignale (ALARMS 1 usw.) an der analogen Schnittstelle unbestimmte Zustände an, die bis zum Ende der Startphase und Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.

3.4.2 Ausschalten des Gerätes

Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein **Alarm: PF** gemeldet. Dieser kann ignoriert werden.

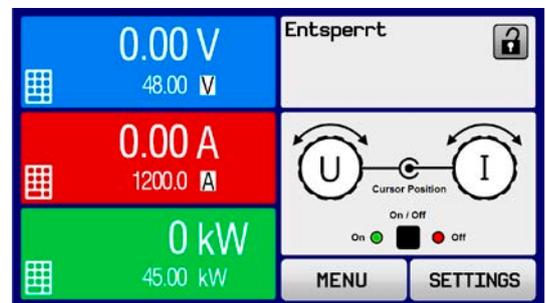
Aufgrund der Master-Slave-Konfiguration des Schrankes wird empfohlen, die Master-Einheit als erstes auszuschalten. **Empfehlung: die Einheiten im Schrank stets der Reihe nach von oben nach unten ausschalten.**

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 Grafiken rechts.

Ist der Ausgang 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 einstellbaren Werten in den Untermenüs wird nicht extra 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	Bei Wahl Nein 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 1.9.6.1.
Analogschnittstelle-Bereich	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. <ul style="list-style-type: none"> • 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 Analogschnittstelle (AS)“.
Analogschnittstelle Rem-SB	Legt fest, wie der Eingangspin REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in „3.5.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“ angegebenen Pegel. Siehe auch „3.5.4.7. Anwendungsbeispiele“. <ul style="list-style-type: none"> • 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 Eingangspin REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle gegenüber dem DC-Eingang sein soll: <ul style="list-style-type: none"> • DC AUS = DC-Eingang kann über den Pin nur ausgeschaltet werden • DC AUTO = DC-Eingang kann über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
Analogschnittstelle Pin 6	Pin 6 der Analogschnittstelle (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): <ul style="list-style-type: none"> • Alarm OT = Signalisierung des Alarms OT auf Pin 6 ein-/ausschalten • Alarm PF = Signalisierung des Alarms PF auf Pin 6 ein-/ausschalten
Analogschnittstelle Pin 14	Pin 14 der Analogschnittstelle (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): <ul style="list-style-type: none"> • 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
Analogschnittstelle Pin 15	Pin 15 der Analogschnittstelle (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): <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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. <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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 manuell oder per Befehl veranlaßtem Beenden der Fernsteuerung sein soll. <ul style="list-style-type: none"> • 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. Bei aktiviertem R-Modus kann ein zu simulierender Innenwiderstandwert in der Normalanzeige als zusätzlicher Sollwert eingestellt werden. Mehr dazu siehe „3.2.3. <i>Widerstandsregelung/Konstantwiderstand</i> “ und „3.4.6. <i>Sollwerte manuell einstellen</i> “.
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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 U/P-Modus ist. Mehr dazu siehe „5.3. <i>Nachjustierung (Kalibrierung)</i> “
Gerät zurücksetzen	Bedienfeld Start setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) auf Standardwerte, sowie alle Sollwerte auf 0 zurück
Gerät neustarten	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes
Master-Slave-Modus	Mit der Option AUS kann der Master-Slave-Modus (kurz: MS) deaktiviert werden. Da Master-Slave-Betrieb für den Schrank essentiell ist, sollte diese Einstellung nie verändert werden.
PSI / EL System	Wird nur angezeigt, wenn das Gerät als MASTER definiert wurde. Muß für die Master-Einheit bei Betrieb im Schrank deaktiviert bleiben.
Master-Init. wiederholen	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)“ auf Seite 58.

3.4.3.3 Menü „Profile“

Siehe „3.9 Nutzerprofile laden und speichern“ auf Seite 60.

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 Event-Einstellungen 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“ auf Seite 61.

3.4.3.7 Menü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zur digitalen Kommunikation über das installierte Schnittstellenmodul getroffen. Mit dem Bedienfeld für das momentan installierte Modul öffnen sich ein oder mehrere Einstellseiten. Weiterhin können zwei Kommunikations-Timeouts angepaßt werden, wovon das eine für USB durch höhere Werte ermöglicht, daß fragmentierte, d. h. zerstückelte Nachrichten sicher beim Gerät ankommen und verarbeitet werden können. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“. Im Menü **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-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	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	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	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			
		IP-Einstell. 2-P1 IP-Einstell. 2-P2	AUTO		Die Einstellungen des Ethernetports, wie Übertragungsgeschwindigkeit, werden automatisch getroffen
	Manuell		Half duplex	Manuelle Wahl der Übertragungsgeschwindigkeit (10MBit/100MBit) und Duplexmodus (Full/Half). Es wird empfohlen, Option „AUTO“ zu belassen und nur falls eine automatische Aushandlung dieser Parameter fehlschlägt, Option „Manuell“ zu wählen.	
			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	Beschreibung
RS232	-	Die Baudrate ist einstellbar, weitere serielle Einstellungen sind wie folgt festgelegt: 8 Datenbits, 1 Stopbit, Parität = keine Baudraten-Einstellungen: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

IF	Ebene 1	Beschreibung
Profinet/IO, 1 & 2 Port	Hostname	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	Funktionsbeschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Funktionsbeschreibung“ (<i>Function tag</i>). Max. Länge: 32 Zeichen
	Standortbeschreibung	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: 54 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	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	
					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	

Element	Beschreibung
Kom.-Timeout	Timeout USB/RS232 [ms] Standardwert: 5 , Bereich: 5...65535 ms 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 „Programmieranleitung ModBus & SCPI“.
	Timeout ETH [s] Standardwert: 5 , Bereich: 0 / 5...65535 s 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: aus Aktiviert bzw. deaktiviert die Funktionalität "Schnittstellenüberwachung", siehe 3.5.3.4.
	Timeout Schnittstellenüberwachung [s] Standardwert: 5 , Bereich: 5...65535 s Definiert das Timeout für die Schnittstellenüberwachung, welches nur dann aktiv wird, wenn die Schnittstellenüberwachung an sich aktiviert ist. Siehe oben bei Schnittstellenüberwachung aktivieren und auch Abschnitt 3.5.3.4.
Kom.-Protokolle	Aktiviert Standardeinstellung: beide aktiviert Aktivieren / Deaktivieren eines der beiden Kommunikationsprotokolle SCPI oder ModBus , wenn nicht benötigt. Die Einstellung wird mit Betätigung der ENTER-Taste sofort wirksam.
	Einhaltung der ModBus-Spezifikation Standardeinstellung: Limitiert Schaltet zwischen Limitierter und Voller Einhaltung der ModBus-Spezifikation in Hinsicht auf das Nachrichtenformat bei ModBus RTU bzw. TCP um, sowie bei Gebrauch der Funktion Read Coils. Näheres zu diesem Schalter bzw. dessen Hintergrund ist in der extern Dokumentation "Programmieranleitung ModBus & SCPI" zu finden.
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 Einstellungen“

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

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch (Standard), 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“ auf Seite 56.
HMI Sperre	Siehe „3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren“ auf Seite 59
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 dann eine erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung eingestellt werden.

Element	Beschreibung
Statusseite	<p>Aktiviert/deaktiviert zwei auf die Hauptanzeige bezogene Optionen bezüglich der Istwertdarstellung.</p> <p>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“.</p> <p>Alternative Statusseite: schaltet die normale Hauptanzeige mit den Soll- und Istwerten von Spannung, Strom und Leistung bzw. Widerstand, wenn aktiviert, um auf eine simplere Darstellung mit nur Spannung und Strom, plus Status. Siehe auch „3.4.7. Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln“.</p> <p>Standardeinstellung: beide deaktiviert</p>
Limits Sperre	Siehe „3.8 Einstellgrenzen (Limits) sperren“ auf Seite 59

3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)



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

Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P, R) und die zugehörigen Einstellgrenzen von 0...102% einstellbar.

Der volle Bereich kann in einigen Fällen, besonders zum Schutz von Anwendungen gegen Überstrom, hinderlich sein. Daher können jeweils für Spannung (U), 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 nur obere Einstellgrenzen festgelegt werden.



► So konfigurieren Sie die Einstellgrenzen

1. Tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld **SETTINGS**.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen 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 auf der jeweiligen Seite, also z. B. „3. Limits“, auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.



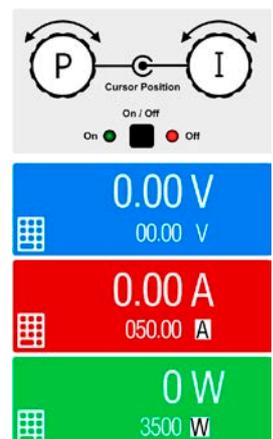
Die Einstellgrenzen sind an die Sollwerte gekoppelt. Das bedeutet, daß die obere Einstellgrenze (-max) des Sollwertes nicht kleiner bzw. die untere Einstellgrenze (-min) nicht höher eingestellt werden kann als der Sollwert momentan ist.
Beispiel: Wenn man die Einstellgrenze der Leistung (P-max) auf 30.00 kW einstellen möchte und der Leistungssollwert ist noch auf 40.00 kW eingestellt, dann müßte man den Leistungssollwert zuerst auf 30.00 kW oder geringer einstellen, um P-max auf 30.00 kW setzen zu können.

3.4.5 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung des Gerätes zwischen den drei Bedienarten U/I, P/I und R/I unterschieden, die an die Sollwerteingabe per Drehknopf oder Zehnertastatur gekoppelt 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

1. Sofern das Gerät nicht in Fernsteuerung oder das Bedienfeld gesperrt ist, gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder Sie tippen auf die Abbildung des linken Drehknopfes (siehe Abbildung rechts), dann wechselt dessen Zuordnung zwischen U, P und R. Oder:
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 Eingang dann tatsächlich als aktuelle Regelungsart 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, standardmäßig jedoch Leistung und Strom.

Die Sollwerte können auf zwei Arten manuell vorgegeben werden: per **Drehknopf** oder **Direkteingabe**. Der wichtige Unterschied dabei ist, daß Betätigung des Drehknopfes den Wert *schrittweise* verstellt, Direkteingabe hingegen *sprunghaft*.



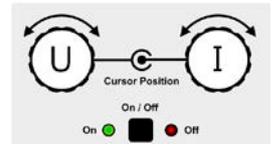
Die Eingabe von Sollwerten, egal ob per Knopf oder direkt, setzt den Sollwert immer sofort, egal ob der Ausgang ein- oder ausgeschaltet ist.



Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)“ auf Seite 45. Bei Erreichen einer der Grenzen wird in der Anzeige, links neben dem Wert, für 1,5 Sekunden ein Hinweis „Limit: U-max“ usw. eingeblendet.

► So können Sie manuell Sollwerte mit den Drehknöpfen einstellen

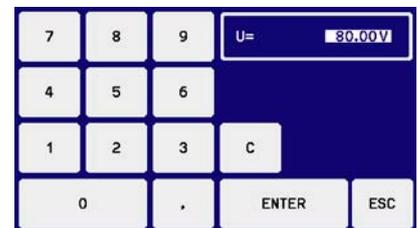
1. Prüfen Sie zunächst, ob der Sollwert (U, I, P, R), den Sie einstellen wollen, bereits einem der Drehknöpfe zugeordnet ist. Die Hauptbildschirm zeigt die Zuordnung wie rechts im Bild dargestellt.
2. Falls, wie rechts im Beispiel gezeigt, für den linken Drehknopf die Spannung (U) und den rechten Drehknopf die Strom (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:



35.00 kW → 35.00 kW → 35.00 kW

► 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 Hauptseite und der Sollwert wird übernommen und gesetzt.



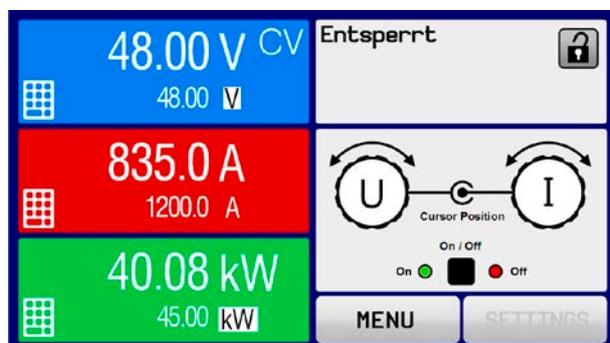
Wird ein Wert eingegeben, der höher als die jeweilige Einstellgrenze ist, erscheint ein Hinweis und der eingegebene Wert wird auf 0 zurückgesetzt und nicht übernommen.

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 **deutlich 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 Einstellungen““ 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 des Widerstandes wird nicht angezeigt und 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 Ausgang = aus und nur in SETTINGS eingestellt werden.

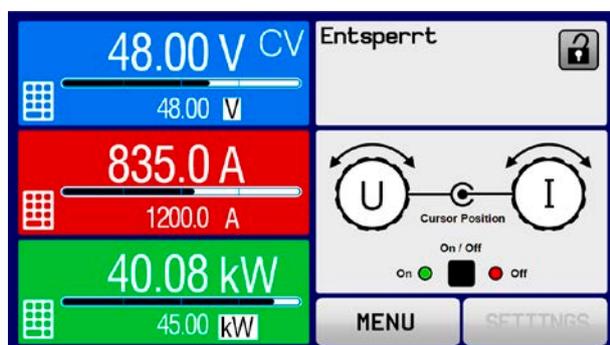
Für die manuelle Bedienung am HMI im Modus „alternative Statusseite“ gilt:

- 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. Informationen, wo die Meßleisten im MENU ein- und ausgeschaltet werden können, sind in „3.4.3.8. Menü „HMI Einstellungen““ zu finden.

Normale Statusseite mit Meßleiste



Alternative Statusseite mit Meßleiste



Die Meßleisten werden nicht angezeigt, solange der Widerstands-Modus (U/I/R) aktiviert ist.

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 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.

► 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.
2. Jenachdem, ob der Eingang vor der Betätigung der Taste ein- oder ausgeschaltet war, wird der entgegengesetzte Zustand aktiviert, sofern nicht durch einen Alarm oder den Zustand **Fern** gesperrt. Der aktuelle Zustand wird in der Anzeige (Statusfeld) bzw. mit den LEDs neben der Taste On/Off gemeldet.

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

1. Siehe Abschnitt „3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“ auf Seite 52.

► 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, bzw. siehe externe Dokumentation der LabView VIs oder von vom Hersteller 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 der Loggingfunktion 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 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.

3.4.10.2 Bedienung (Start/Stop)

Bei Einstellung **Start/Stop 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/Stop** 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.

3.4.10.3 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: Status, ob die Widerstandsregelung ein/aus ist

Output/Input: Zustand des DC-Ausgangs/-Eingangs

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

Error: Gerätealarme

Time: Zeit ab Start des Logging

Hinweise:

- R set und R actual werden nur aufgezeichnet, wenn der UIR-Modus 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

3.4.10.4 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/Stopp mit DC-Eingang EIN/AUS**“ auch bei Alarmen oder Events mit Aktion „Alarm“, weil diese den DC-Eingang ausschalten
- Bei Einstellung „**Manueller Start/Stopp**“ 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 betrifft in dem Schrank nur die Master-Einheit, da Slaves nur überwacht werden können, egal welche Schnittstelle man dazu nutzt. Grundsätzlich ist die Fernsteuerung des Masters über dessen eingebaute analoge oder USB-Schnittstelle oder über eine der optional erhältlichen digitalen Schnittstellenmodule (Serie IF-AB) möglich.

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 wird. Grundsätzlich gibt es da 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 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 der Sperre bzw. 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 (**Fern: Analog**), 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

Alle Modelle dieser Serie unterstützen folgende optional erhältliche Schnittstellenmodule im serienmäßigen Schnittstellen-Slot an der Master-Einheit:

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/IO Slave
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	Ethernet TCP, mit Switch
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP, mit Switch
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet/IO Slave, mit Switch
IF-AB-CAN	CAN	1	CAN 2.0 A & 2.0 B
IF-AB-ECT	EtherCAT	2	Einfacher EtherCAT-Slave mit CoE

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

3.5.3.2 Allgemeines zu den Schnittstellenmodulen

In der Master-Einheit kann jeweils eins der in 3.5.3.1 genannten steck- und nachrüstbaren Module installiert sein. Dieses kann das Gerät alternativ zu der fest eingebauten USB-Schnittstelle (Rückseite, Typ B) oder der fest eingebauten Analo­gschnittstelle fernsteuern. Zur Installation siehe „2.3.9. 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 Webseite des Geräteherstellers verfügbar ist.

3.5.3.4 Schnittstellenüberwachung

Die ab Firmware KE 2.31 verfügbare und ab Firmware HMI 2.20 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, PF, OVP)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Einganges

Das Stellen der **drei** 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. Steuerung des Widerstandes ist außerdem möglich.

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 die Sollwerte an, wie Sie 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 und ist dann, je nach Wahl, 5 V oder 10 V. Es gilt dann folgendes:

0-5 V: 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-Eingang 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 vorherige Umschaltung auf Fernsteuerbetrieb mit Pin REMOTE. Einzige Ausnahme ist der Pin REM-SB
- 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. Daraufhin vom Gerät ausgegebene Alarmmeldungen (siehe 3.6.2) erscheinen immer in der Anzeige, die meisten davon können aber auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben werden (siehe Tabelle unten). Welche genau, das ist im Setup-Menü (siehe 3.4.3.1) konfigurierbar.

Die Alarmer OVP, OCP und OPP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch 3.6.2). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Anschlusses per Pin REM-SB quittiert werden, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50ms 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% ***** Eingangsimpedanz $R_i > 40\text{ k}\Omega \dots 100\text{ k}\Omega$
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von I_{Nenn}	
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% *****, bei $I_{max} = +5\text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Bezugspotential für alle digitalen Signale		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 0..100% von R_{Max}	Genauigkeit 0-5 V-Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V-Bereich: < 0,2% ***** Eingangsimpedanz $R_i > 40\text{ k}\Omega \dots 100\text{ k}\Omega$
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von P_{Nenn}	
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% ***** bei $I_{Max} = +2\text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
10	CMON	AO	Istwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von I_{Nenn}	
11	AGND	POT	Bezugspotential für alle analogen Signale		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) (Alarm 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 Empfohlener 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, $U_{High} > 4\text{ V}$ Aus = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$	

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

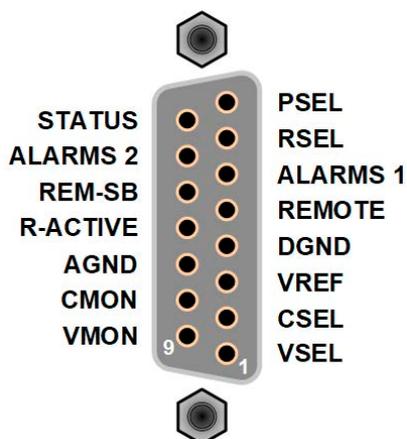
** Interne V_{cc} ca. 10 V

*** 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



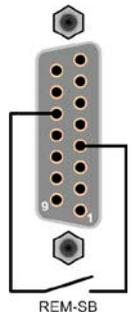
3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

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

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-Eingangs des Gerätes genutzt. Er funktioniert aber auch ohne aktivierte Fernsteuerung. Dann kann er zum Einen das manuelle oder digital ferngesteuerte Einschalten des DC-Eingangs 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 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 der Pin 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 Rem-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	

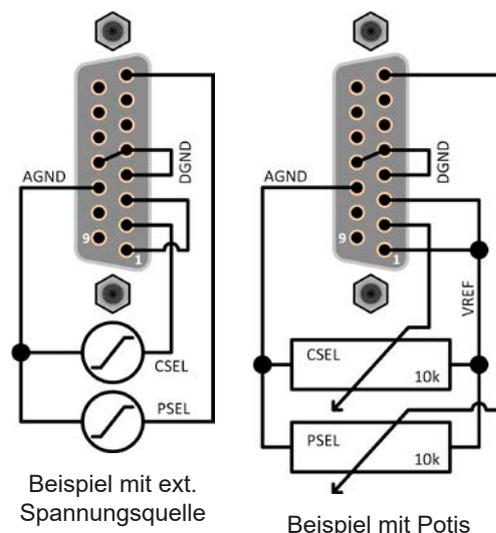
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW).

Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL aus beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Das Gerät kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA Last für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens 10 kΩ benutzt werden.

Der Spannungssollwert wird hier fest auf VREF ($\pm 100\%$) gelegt und beeinflusst somit Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb nicht.

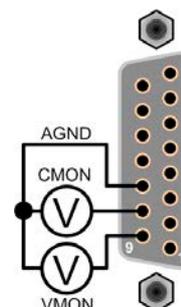
Bei Einspeisung der Steuerspannungen von einer externen Spannungsquelle wäre die Wahl des Eingangsspannungsbereiches für Sollwerte (0...5 V oder 0...10 V) zu beachten.



! 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. bzw. elektronische Meßschaltungen und -karten.



3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Gerätealarmen (siehe „3.3. Alarmzustände“), wie 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 sowohl den DC-Eingang abschalten (bei Aktion **ALARM**), als auch nur als akustisches bzw. optisches 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.	
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, sowie ein akustisches Signal ausgegeben (falls der Alarmton aktiviert 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 und durch Regelverzögerungen kurzzeitig einen Spannungsüberschwinger mit Dauer x haben, 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 der Master-Einheit 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 bereits abgekühlt ist nach einer Überhitzungsphase, 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: 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 können konfiguriert werden:

Kurz	Lang	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.	$0 V \dots 1,1 * U_{Nenn}$	Anzeige, Anlogschnittstelle, 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.	$0 A \dots 1,1 * I_{Nenn}$	
OPP	OverPower Protection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 W \dots 1,1 * P_{Nenn}$	

Diese Gerätealarme bzw. Fehler können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Kurz	Lang	Beschreibung	Meldeorte
PF	Power Fail	Löst einen Alarm aus, wenn die AC-Versorgung außerhalb der Spezifikationen des Gerätes arbeiten sollte (Unterspannung) 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, Anlogschnittstelle, digitale Schnittstellen
OT	OverTemperature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur mindesten einer Einheit im Schrank eine bestimmte Schwelle erreicht. 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, Anlogschnittstelle, digitale Schnittstellen
MSS	Master-Slave Sicherheitsmodus	Wird ausgelöst, wenn die Master-Einheit den Kontakt zu einem oder mehreren Slave-Einheiten verliert bzw. ein Slave noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Eingang aller Geräte ausgeschaltet. Der Fehler kann durch erneute Initialisierung des MS-System gelöscht werden.	Anzeige, digitale Schnittstellen

► So konfigurieren Sie die Gerätealarme

- Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld **SETTINGS**.
- Tippen Sie auf der rechten Seite auf die Pfeile, um **2. Protect.** auszuwählen.
- 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“ auf Seite 38)

- Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld **MENU**.
- In der Menüseite das Feld **HMI Einstellungen** berühren.
- In der nächsten Menüseite das Feld **Alarmton** berühren.
- 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 keine Unterspannung mehr erfaßt würde, nachdem der Eingang ausgeschaltet wurde, aber noch Spannung anliegt.

Folgende Events können unabhängig voneinander und jeweils mit Aktion **KEINE**, **SIGNAL**, **WARNUNG** oder **ALARM** konfiguriert werden:

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



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

► So konfigurieren Sie die Events

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld **SETTINGS**.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die 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 Event auszulösende Aktion (siehe „3.6.1. Begriffsdefinition“) gemäß der Anwendung ein.

4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit .



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.



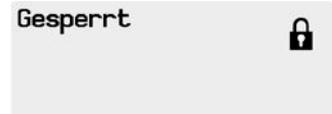
Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man auf der jeweiligen Seite unten auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.

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 Hauptseite oben rechts auf das Schloßsymbol .
2. Es erscheint die Menüseite **HMI Sperrung**, 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 oben 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 Touchscreens 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 falsche Sollwerte 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 Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie im Menü erst auf **HMI Einstellungen** und 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 Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie im Menü erst auf **HMI Einstellungen** und 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. Tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld  .



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 einen der Sollwerte Spannung (U) oder Strom (I) anzuwenden.

Bei manueller Bedienung können die Funktionen des Generators komplett bedient werden. Bei Fernsteuerung sind nur der **Arbiträrgenerator** und eine **XY-Funktion** verfügbar. Der Arbiträrgenerator ist in der Lage, alle manuell bedienbaren Funktionen, außer UI und IU nachzubilden. Dafür ist die XY-Funktion gedacht.

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 Gesamtdauer
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 Strom- oder Spannungskurven (Tabelle, CSV)
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. Solarpanel) und dessen sog. Tracking-Funktion beim Finden des Maximum Power Point (MPP)



Bei aktiviertem Widerstandsmodus (CR) ist der Zugang zum Funktionsgenerator gesperrt.

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 9080-1530 B 15U verwendet, mit Nennwert U von 80 V und Nennwert I von 1530 A. **Formel: min. Steigung = 0,000725 * Nennwert / 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 1,1 A/s. Die max. erreichbare Zeit bei der min. Steigung errechnet sich dann als $t_{\max} = \text{Nennwert} / \text{min. Steigung}$. 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 und 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 800 A festgelegt hat mit Offset 1000 A, so daß der Funktionsgenerator einen Sinusverlauf der Stromes zwischen 200 A (min.) und 1800 A (max.) erzeugt, daß das eine Eingangsleistung zwischen 2 kW(min.) und 18 kW(max.) zur Folge hätte. Die Leistung wird aber stets auf den eingestellten Wert begrenzt. Würde sie nun auf 15 kW begrenzt, würde der Strom rechnerisch auf 1500 A begrenzt sein und würde man ihn über eine Stromzange auf einem Oszilloskop darstellen, würde er bei 1500 A gekappt werden und nie die gewollten 1800 A erreichen.

Master-Slave-Systeme haben zusätzliche Gegebenheiten:



Am Ende der Konfiguration aller Standardfunktionen sind die sogenannten „U/I/P-Limits“ einzustellen. 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 werden, 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. Im Menü tippen Sie auf  und danach auf die gewünschte Funktion.
3. Je nach gewählter Funktion kommt noch eine Abfrage, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte:  oder .
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. Am Ende werden Sie noch aufgefordert die Grenzwerte für U, I und P festzulegen, die zum Teil globale Grenzwerte sind während das Limit, das zum von der Funktion gesteuerten Sollwert gehört, als Grenzwert für die Slave-Einheiten dient. Dieser muß entsprechend hoch genug eingestellt sein, damit die Slaves ungehindert mitarbeiten. Beispiel: es wurde ein Rechteck konfiguriert, mit einem Offset von 20 A und einer Amplitude von 100 A. Die Stromspitze liegt also bei 120 A. Dieser Wert muß dann für den Strom in der U/I/P-Limits-Einstellseite gesetzt werden.



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.

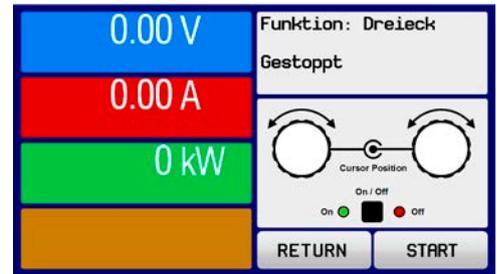
Die Einstellungen der einzelnen Funktionen sind weiter unten beschrieben. Nachdem die Einstellungen getroffen wurden, muß die Funktion geladen werden.

► 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 werden die statischen Werte gesetzt (Leistung bzw. Strom oder Spannung), 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 Quelle, 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 den 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 den statischen Werten
 - b) Taste On/Off: Funktion stoppt und der DC-Eingang wird ausgeschaltet



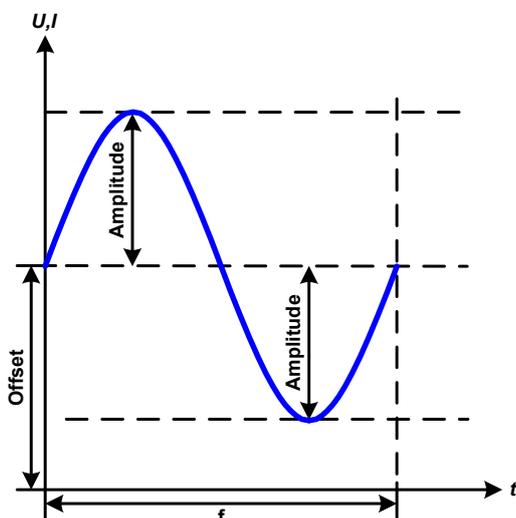
Bei Gerätealarmen (Überspannung, Übertemperatur usw.), Schutzfunktionen (OPP, OCP) oder Events mit Aktion= ALARM stoppt der Funktionsablauf automatisch, der DC-Eingang wird ausgeschaltet und der Alarm gemeldet.

3.10.5 Sinus-Funktion

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	(A)...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = 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 $(30 \text{ A} + 25 \text{ A}) * 15 \text{ V} = 825 \text{ W}$.

3.10.6 Dreieck-Funktion

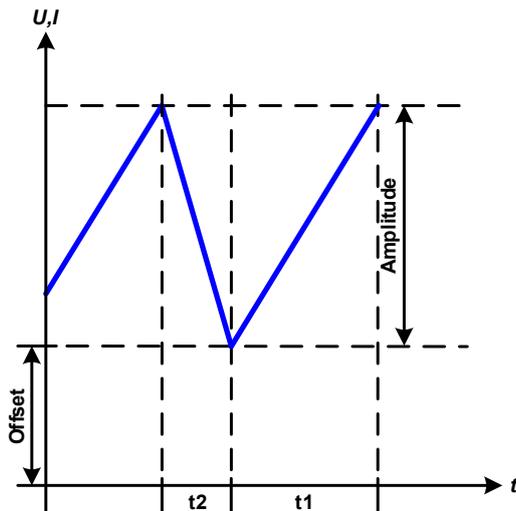
Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

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



Bei sehr kurzen Zeiten für t_1 und t_2 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein dreieckförmiges Signal für den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung erzeugt. Die Zeiten der ansteigenden und abfallenden Flanke sind getrennt einstellbar.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

Die Summe der Zeiten t_1 und t_2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert eine Frequenz.

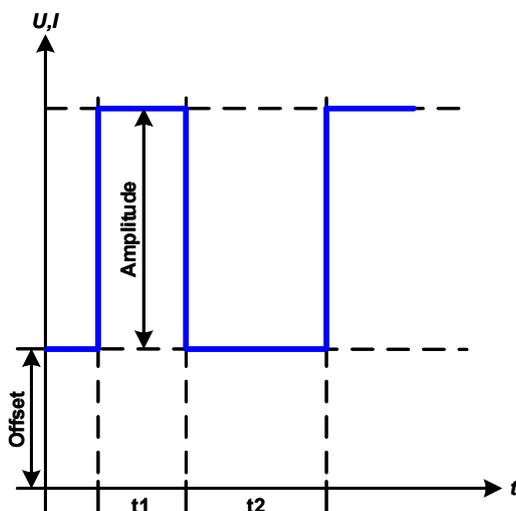
Wollte man beispielsweise eine Frequenz von 10 Hz erreichen, ergäbe sich bei $T = 1/f$ eine Periode von 100 ms. Diese 100 ms kann man nun beliebig auf t_1 und t_2 aufteilen. Z. B. mit 50 ms:50 ms (gleichschenkliges Dreieck) oder 99,9 ms:0,1 ms (Dreieck mit rechtem Winkel, auch Sägezahn genannt).

3.10.7 Rechteck-Funktion

Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = 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 oder die Eingangsspannung erzeugt. Die Zeiten t_1 und t_2 bestimmen dabei, wie lang jeweils der Wert der Amplitude (zugehörig zu t_1) und der Pause (Amplitude = 0, nur Offset effektiv, zugehörig zu t_2) wirkt.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

Mit den Zeiten t_1 und t_2 ist das sogenannte Puls-Pausen-Verhältnis oder Tastverhältnis (engl. *duty cycle*) einstellbar. Die Summe der Zeiten t_1 und t_2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert die Frequenz.

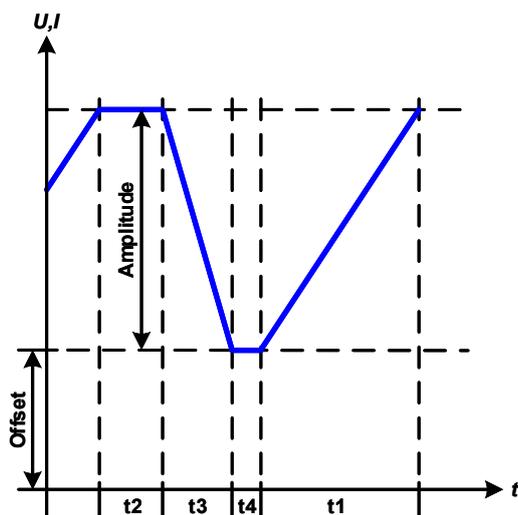
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müsste die Summe von t_1 und t_2 , also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t_1 = 40 \text{ ms} \cdot 0,8 = 32 \text{ ms}$. Die Zeit t_2 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 - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = 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 die Wiederholfrequenz aus vier Zeiten. Bei entsprechenden Einstellungen ergibt sich statt eines Trapezes ein Dreieck oder ein Rechteck. Diese Funktion ist somit recht universal.

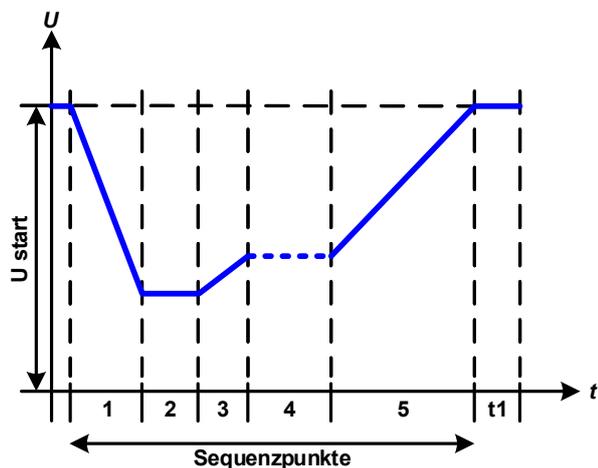
3.10.9 DIN 40839-Funktion

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 Autobatteriespannung beim Start eines Automotors nachbilden. Die Kurve ist in 5 Sequenzpunkte eingeteilt (siehe Abbildung unten), die jeweils die gleichen Parameter haben. Die Standardwerte aus der Norm sind für die fünf Sequenzpunkte bereits als Standardwert eingetragen.

Folgende Parameter können für die DIN40839-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	0,01 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 nicht für den alleinigen Betrieb der elektronischen Last, sondern nur für den Verbund mit einem kompatiblen Netzgerät, z. B. aus der PSI 9000 Serie. Dabei sorgt die Last als Senke für den schnellen Abfall der Ausgangsspannung des Netzgeräts, damit dessen Ausgangsspannungsverlauf der DIN-Kurve entspricht.

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 alternativ mit dem Arbiträrgenerator erzeugt werden.

3.10.10 Arbiträr-Funktion

Die Arbiträr-Funktion (von arbiträr = beliebig) bietet dem Anwender einen erweiterten Spielraum. Es sind 99 Sequenzpunkte verfügbar, die zwar alle mit denselben Satz an Parametern haben, aber unterschiedlich konfiguriert werden können, um so komplexe Funktionsabläufe „zusammenzubauen“. Von den 99 verfügbaren Sequenzpunkten können beliebig viele nacheinander ablaufen. Das ergibt einen Sequenzpunktblock. Dieser Block kann dann noch 1...999 mal oder unendlich oft wiederholt werden. Von den 99 Sequenzen kann der abzuarbeitende Block von Sequenz Nummer x bis y beliebig festgelegt werden. Ein Sequenzpunkt oder ein Sequenzpunktblock wirkt immer entweder auf die Spannung oder den Strom. Eine Vermischung der Zuordnung zu U oder I ist nicht möglich.

Die Arbiträrkurve überlagert einen linearen Verlauf (DC) mit einer Sinuskurve (AC), deren Amplitude und Frequenz zwischen Anfangswert und Endwert ausgebildet werden. Bei Startfrequenz (f_s) = Endfrequenz (f_e) = 0 Hz sind die AC-Werte unwirksam und es wirkt nur der DC-Anteil. Für jeden Sequenzpunkt ist eine Zeit gegeben, innerhalb der die AC/DC-Kurve von Start bis Ende generiert wird.

Folgende Parameter können für jeden Sequenzpunkt der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden (die Tabelle listet einige Parameter für den Strom, bei der Spannung ist es dann jeweils U_s , U_e usw.):

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Is(AC)	0...50% Nennwert von I	Anfangsamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve
Ie(AC)	0...50% Nennwert von I	Endamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve
fs(1/T)	0 Hz...10000 Hz	Anfangsfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve
fe(1/T)	0 Hz...10000 Hz	Endfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve
Winkel	0°...359°	Anfangswinkel des sinusförmigen Anteils der Kurve
Is(DC)	Is(AC)...(Nennwert - Is(AC)) von I	Startwert des DC-Anteils der Kurve
Ie(DC)	Ie(AC)...(Nennwert - Ie(AC)) von I	Endwert des DC-Anteils der Kurve
Seq.Zeit	0,01 ms...36000 s	Zeit für die gewählte Sequenzpunkt



Die Sequenzpunktzeit (Seq.zeit) und die Startfrequenz/Endfrequenz stehen in Zusammenhang. Es besteht ein minimum $\Delta f/s$ von 9,3. Also würde z. B. eine Einstellung mit $f_s = 1$ Hz, $f_e = 11$ Hz und Seq.zeit = 5 s nicht akzeptiert, weil das $\Delta f/s$ dann nur 2 wäre. Bei Seq.Zeit = 1 s paßt es wieder oder man müßte bei Seq.Zeit = 5 s mindestens eine $f_e = 51$ Hz einstellen.



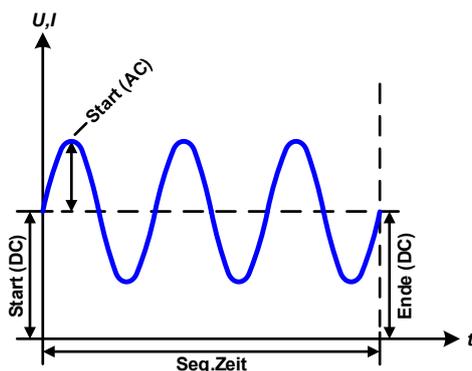
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzpunktzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. Siehe Abschnitt „3.10.2.3. Minimale Steigung / Max. Zeit für Rampen“ für mehr Informationen.

Wenn diese Einstellungen für den gerade gewählten Sequenzpunkt mit Bedienfeld SPEICHERN übernommen werden, können noch weitere konfiguriert werden. Betätigt man im Sequenzpunkt-Auswahlfenster das Bedienfeld WEITER, erscheint das zweite Einstellungs Menü, das globale Einstellungen für alle Punkte enthält. Folgende Parameter können für den Gesamt-Ablauf der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Startseq.	1...Endseq.	Erster Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks
Endseq.	Startseq...99	Letzter Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks
Seq. Zyklen	∞ oder 1...999	Anzahl der Abläufe des Sequenzpunktblocks

Nach Betätigung von **WEITER** müssen noch globale Sollwerte (U/I/P-Limits) für den Funktionsablauf definiert werden.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

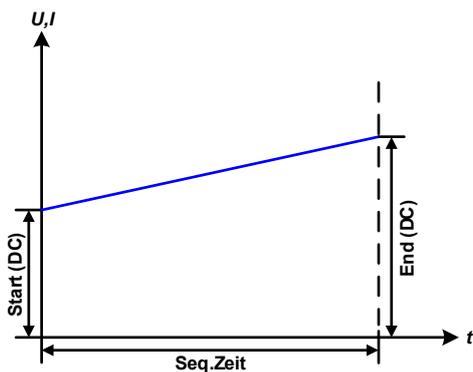
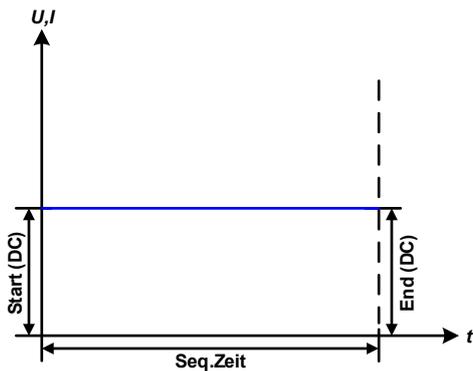
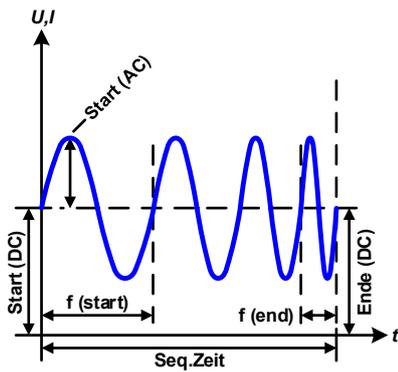
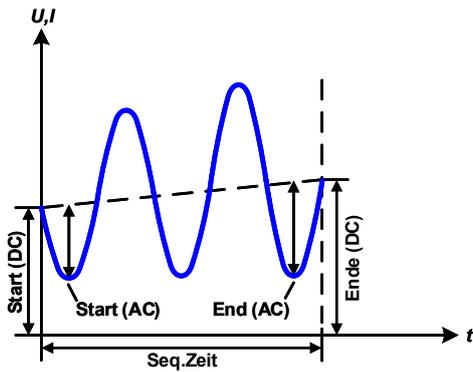
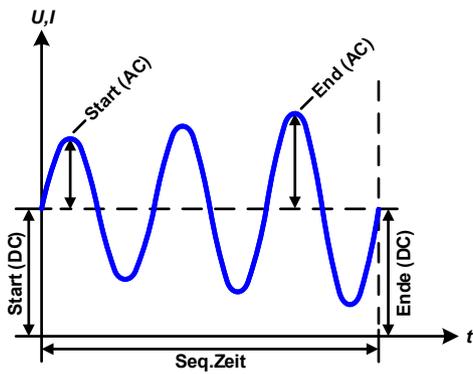
Beispiel 1

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenz:

Die DC-Werte von Start und Ende sind gleich, die AC-Werte (Amplitude) auch. Mit einer Frequenz ungleich Null ergibt sich ein sinusförmiger Verlauf des Sollwertes mit einer bestimmten Amplitude, Frequenz und Y-Verschiebung (Offset, DC-Wert von Start/Ende).

Die Anzahl der Sinusperioden pro Sequenzpunkt hängt von der Sequenzpunktzeit und der Frequenz ab. Wäre die Zeit beispielsweise 1 s und die Frequenz 1 Hz, entstünde genau 1 Sinuswelle. Wäre bei gleicher Frequenz die Zeit nur 0,5 s, entstünde nur eine Sinushalbwellen.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 2

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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 zulässt, daß während des Ablaufs mehrere Sinuswellen erzeugt werden können. Bei $f=1$ Hz und **Seq. Zeit**=3 s ergäbe das z. B. drei ganze Wellen (bei Winkel=0°), umgekehrt genauso bei $f=3$ Hz und **Seq. Zeit**=1 s.

Beispiel 3

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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 Sequenzpunktes:

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 Sequenzpunkttaufs mit Sequenzpunktzeit x.

Beispiel 5

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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.

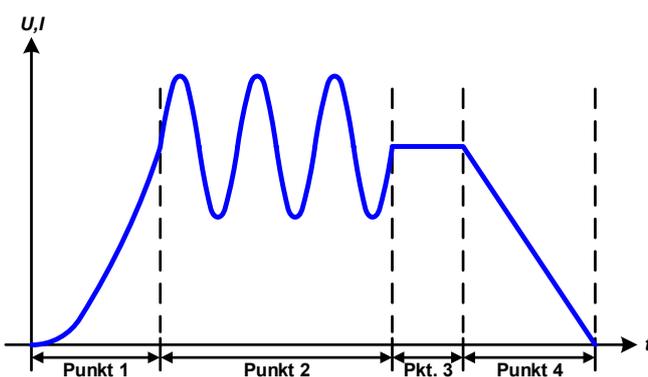
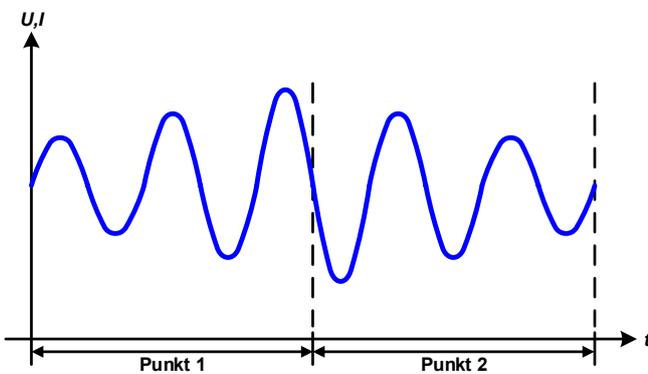
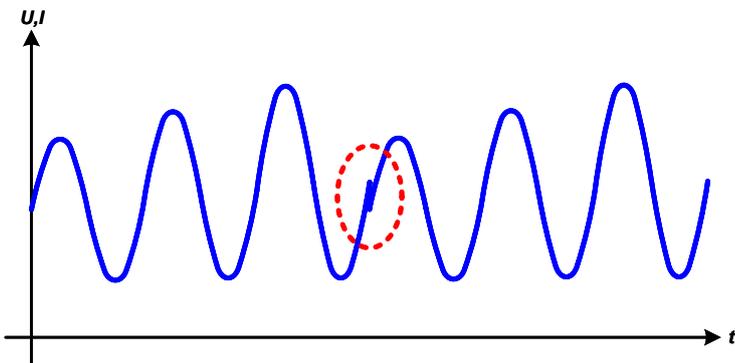
Beispiel 6

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 99:

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 und Ende ungleich. Generiert wird eine Rampe mit ansteigendem Verlauf.

Durch Aneinanderreihung mehrerer unterschiedlich konfigurierter Sequenzpunkte können komplexe Abläufe erzeugt werden. Dabei kann der Arbiträrgenerator durch geschickte Konfiguration 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 pro Sequenz erzeugen.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 7

Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes:

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 des Sequenzblocks auf denselben Anfangswert zurück wie beim ersten Ablauf des Sequenzpunktes, ganz gleich wo der erzeugte Wert der Sinuswelle am Ende des ersten Ablaufs war. Das erzeugt eine gewisse Verzerrung im Gesamtablauf (rote Markierung) und kann nur mit dementsprechend sorgsam gewählten Einstellwerten kompensiert werden.

Beispiel 8

Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten:

Zwei Sequenzpunkte laufen hintereinander ab. Die erste erzeugt einen sinusförmigen Verlauf mit größer werdender Amplitude, die 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 Sequenzpunktes 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 Punkte der Arbiträrfunktion, die auf Spannung U oder Strom I anwendbar ist, können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes auf einen USB-Stick (FAT32-formatiert) 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.

Für das Laden einer Sequenzpunkttafel für den Arbiträr-Generator gelten folgende Anforderungen

- Die Tabelle muß 99 Zeilen (100 sind wegen Kompatibilität zu früheren Firmwares auch zulässig) mit jeweils 8 aufeinanderfolgenden Spalten enthalten und darf keine Lücken aufweisen
- Das zu verwendende Spaltentrennzeichen (Semikolon, Komma) wird über die Einstellung **USB-Trennzeichenformat** festgelegt und bestimmt auch das Dezimaltrennzeichen (Komma, Punkt)
- 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)
- 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 ist folgender Aufbau vorgegeben (Spaltenbenennung wie bei Excel), in Anlehnung der Einstellparameter, die bei der manuellen Bedienung für den Arbiträrgenerator festgelegt werden können:

Spalte	Parameter	Wertebereich
A	AC Startamplitude	0...50% U o. I
B	AC Endamplitude	0...50% U o. 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	100...36.000.000.000 (36 Mrd. µs)

Für eine genauere Beschreibung der Parameter und der Arbiträrfunktion 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. Diese Tabelle könnte für z. B. ein Modell EL 9080-1530 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 nicht **Arbiträr** --> **U** wählen im Funktionsgeneratormenü und dann eine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

► So laden Sie eine Sequenzpunkttafel 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 / I**, um zur Hauptseite der Sequenzauswahl 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 99 Sequenzpunkte 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-**.



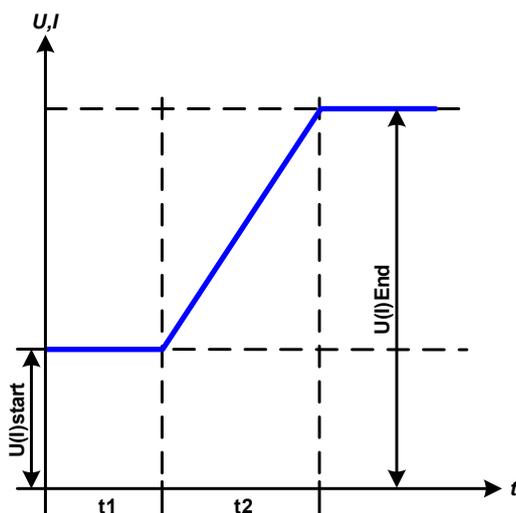
4. Speichern dann mit **Auf USB sichern**.

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	0,1 ms...36000 s	Zeit vor der ansteigenden bzw. abfallenden Flanke der Rampe
t2	0,1 ms...36000 s	Anstiegszeit der Rampe

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Diese Funktion generiert eine ansteigende oder abfallende Rampe zwischen Startwert und Endwert über die Zeit **t2**. Die 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, müßte die Trapezfunktion benutzt werden (siehe 3.10.8).

Wichtig ist hier noch die Betrachtung des statischen Wertes I bzw. U, der den Startwert vor dem Beginn der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem **Ustart** bzw. **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.



10h nach Erreichen des Rampen-Endes stoppt die Funktion automatisch (I = 0 A bzw. U = 0 V), sofern sie nicht vorher schon anderweitig gestoppt wurde.

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

Die IU-Funktion bietet dem Anwender die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der DC-Eingangsspannung einen bestimmten DC-Strom zu setzen bzw. die UI-Funktion 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, wenngleich nur der Bereich 0...102% effektiv werden kann, weil das Gerät als Senke auf max. 102% Nennwert begrenzt ist.. Diese Tabelle kann entweder von einem USB-Stick über die frontseitige USB-Buchse des Gerätes oder per Fernsteuerung (ModBus-Protokoll oder SCPI) in das Gerät geladen und dann angewendet werden. Es gilt:

UI- Funktion: $U = f(I)$ -> das Gerät arbeitet im CV-Betrieb und regelt die Spannung einer Quelle im CC-Betrieb

IU-Funktion: $I = f(U)$ -> das Gerät arbeitet im CC-Betrieb mit einer Quelle im CV-Betrieb

Bei der **UI-Funktion** ermittelt der Meßkreis des Gerätes den Wert des DC-Eingangsstromes. Zu jedem der 3277 effektiven 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 DC-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 4096 Werte innerhalb 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 Spannungswert der elektronischen Last leicht schwankt und dazu führt, daß die Last ständig zwischen zwei Stromwerten aus der Tabelle hin und her pendelt, wo im ungünstigsten Fall der eine 0 A ist und der andere Maximalstrom.

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), je nachdem 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 102% Nennwert überschreiten, also wenn Sie z. B. ein 80 V-Modell haben und laden eine UI-Tabelle mit Spannungswerten, darf keiner größer als 81,6 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen haben, das der Wahl des Einstellparameters "USB Trennzeichenformat" entspricht („Standard“: Trennzeichen = Semikolon, Dezimaltrennzeichen = Komma)
- 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**
3. Wählen Sie im nächsten Fenster die gewünschte Funktion mit **UI-Tabelle** oder **IU-Tabelle** aus.
4. Konfigurieren Sie noch die zusätzliche Grenzen für U, I und P.



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



8. 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

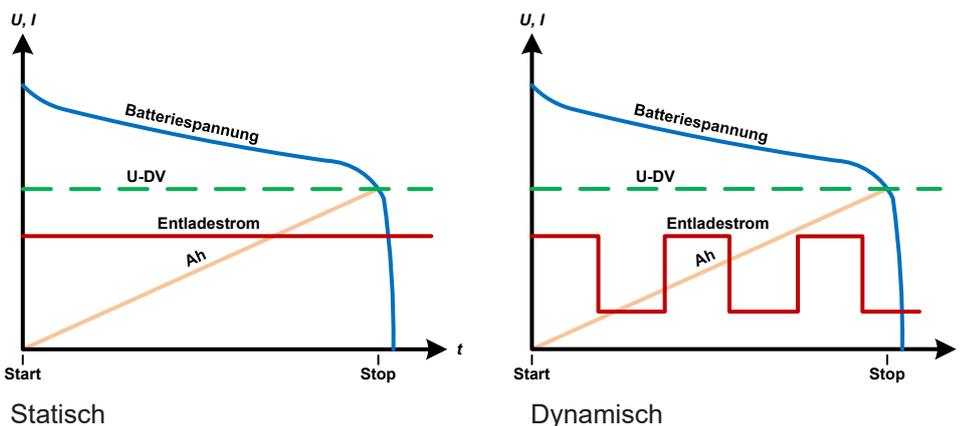
Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen. Diese Funktion ist so wie unten beschrieben nur über manuelle Bedienung am HMI verfügbar, kann aber wie die anderen Funktionen über den Arbiträrgenerator in Fernsteuerung nachgebildet werden. Es stehen dann jedoch die sonst vom Gerät ermittelten und angezeigten Arbeitswerte wie die Testzeit, entnommene Batteriekapazität in Ah oder Energie (Wh) nicht zur Verfügung. Diese können durch eine steuernde Software und deren eigene Zeitzählung sowie Istwerterfassung ergänzend berechnet werden.

Der Batterietest 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 --> AUS)

3.10.13.2 Parameter für den dynamischen Batterietest

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

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

3.10.13.3 Andere Parameter

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

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Entlade-Spannung	0...Nennwert von U	Variable Entladeschlußspannung, 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 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 Daten haben ein etwas anderes Format als die des „normalen“ USB-Logging.
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
- Aktueller Entladestrom in A
- Ist-Leistung in W
- Entladeschlußspannung U_{DV} in V
- 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 ein kleines Diskettensymbol 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	

Static = Aktueller Modus
 Iset = Max. Strom
 Pset = Max. Leistung
 Rset = Gewünschter Widerstand
 DV = Entlade-Spannung
 DT = Entladezeit
 DC = Entlade-Kapazität
 U//Pactual = Istwerte
 Ah = Entnommene Kapazität
 Wh = Entnommene Energie



Unabhängig davon wie das Zeitintervall für die Aufzeichnung eingestellt wurde, das Gerät berechnet 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 gestoppt werden durch:

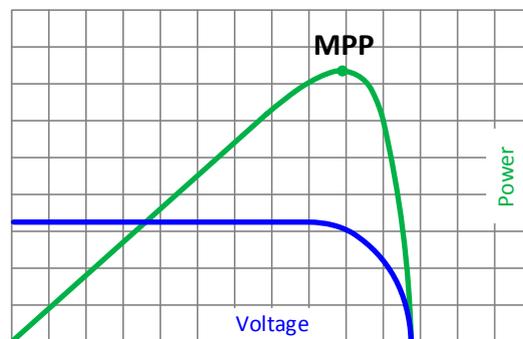
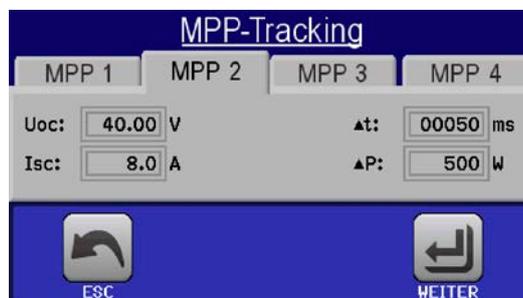
- Manuelle Betätigung des Bedienfeldes STOP in der Anzeige
- Irgendeinen Geräte-Alarm wie OT usw.
- Erreichen der eingestellten max. Testzeit, wenn dafür **Aktion = Test-Ende** eingestellt ist
- Erreichen des eingestellten max. Ah-Wertes, wenn dafür **Aktion = Test-Ende** eingestellt ist
- Erreichen der Entladeschlussspannung U_{DV}

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 (engl. „tracking“) zu finden und zu halten. 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 U/I-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...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP

Anwendung und Resultat:

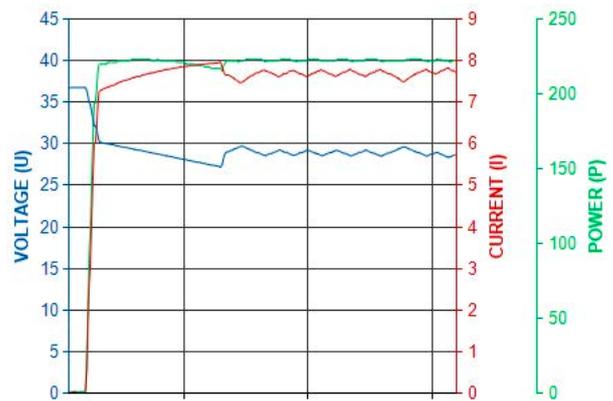
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines 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 einen 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...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W...0,5 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_{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...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W...0,5 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...65535 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 **Daten 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 Ergebnis-Datensätze 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 **Daten 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 Fernkonfiguration und -steuerung von Funktionen mittels einzelner Befehle prinzipiell anders als bei manueller Bedienung. Die auf USB-Stick mitgelieferte Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“ erläutert die Vorgehensweise.

Folgendes gilt generell:

- 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

3.11 Weitere Anwendungen

3.11.1 Parallelschaltung

Es ist nicht vorgesehen, mehrere Schränke parallelzuschalten. Es wird von den Geräten auch nicht unterstützt. Im Fall, daß für eine Anwendung die Leistung nicht ausreichen sollte, können bestimmte Modelle um eine Einheit erweitert werden. Siehe dazu „1.9.5. Optionen“ und „2.3.16. Hinzufügen von neuen Einheiten“. Für andere Lösungen kontaktieren Sie bitte unseren Support. Kontaktdetails finden Sie in „6. Service & Support“.

3.11.2 Reihenschaltung



Reihenschaltung ist keine zulässige Betriebsart von elektronischen Lasten und darf daher unter keinen Umständen so verbunden und betrieben werden!

4. Weitere Informationen

4.1 Besonderheiten beim Master-Slave-Betrieb

Die Einheiten im Schrank arbeiten im Master-Slave-Betrieb und dadurch können zusätzliche Problemsituationen entstehen, die beim Betrieb außerhalb von Master-Slave nicht auftreten können. Es wurden für solche Fälle folgende Festlegungen getroffen:

- Falls ein oder mehrere Slave-Einheiten DC-seitig ausfallen (Defekt, Überhitzung) schaltet die Master-Einheit den Leistungsausgang des Systems aus. Dann ist Interaktion durch Bedienpersonal erforderlich.
- Falls ein oder mehrere Slave-Einheiten AC-seitig ausfallen (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall, auch bei Netzunterspannung) werden sie nach der Wiederkehr normalerweise automatisch wieder als Slaves eingebunden. Sollte das nicht geschehen, kann bzw. muß die Initialisierung des MS-Systems manuell gestartet werden.
- Falls die Master-Einheit ausfällt oder wegen eines Defekts bzw. Überhitzung den DC-Eingang abschaltet, bringt der gesamte Schrank keine Leistung mehr.
- Falls die Master-Einheit 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 die Master-Einheit überwacht und steuert.

In Situationen wie OV oder PF gilt Folgendes:

- Jeder Gerätealarm kann von einer Slave-Einheit oder von der Master-Einheit selbst erzeugt werden, wobei die Slave-Einheiten nichts anzeigen können und die Master-Einheit nur allgemein, daß ein Alarm aufgetreten ist, aber nicht, durch welche Einheit im Schrank verursacht. Das kann nur durch softwaremäßige Überwachung aller Slave-Einheiten über deren USB-Schnittstelle eindeutig herausgefunden werden, da jede Einheit einen eigenen Alarmzähler hat.
- Bei mehreren gleichzeitig auftretenden Alarmen zeigt der Master nur den zuletzt aufgetretenen in der Anzeige, während der auslesbare Alarmzähler alle erfaßt.
- Alle Einheiten im Schrank überwachen ihre eigenen Werte hinsichtlich Überstrom (OCP) und anderer Schwellen und Slave-Einheiten melden Alarme an die Master-Einheit. Es kann daher auch vorkommen, hauptsächlich wenn durch irgendeinen Grund der Strom zwischen den Geräten nicht gleichmäßig aufgeteilt ist, daß ein Gerät bereits OCP meldet auch wenn die globale OCP-Schwelle des Schrankes - wie an der Master-Einheit eingestellt - noch gar nicht erreicht wurde. Das Gleiche gilt für OPP.

5. Instandhaltung & Wartung

5.1 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 verdreckte Lüfter können zu unzureichender Luftzufuhr führen und damit zu vorzeitigem Abschaltung des DC-Eingangs wegen Überhitzung bzw. zu vorzeitigem Defekten.

Die Reinigung der internen Lüfter kann mit einem Staubsauger oder ähnlichem Gerät erfolgen. Sie befinden sich vorn in den Einheiten, jeweils hinter der Frontplatte. Für die Reinigung kann das Gerät an der Vorderseite geöffnet werden.

5.2 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 den Hersteller 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 (kompletter Schrank) oder zerlegtem Zustand (Einheiten entnommen und separat) sicher für den Transport verpackt wird
- mit dem Gerät zusammen betriebene Optionen, wie z. B. ein digitales Schnittstellenmodul, mit dem Gerät 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.

5.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen

Im Fall, daß die Master-Einheit einen Alarm meldet bzw. plötzlich weniger Gesamtleistung zur Verfügung steht als vom Schrank zu erwarten könnte eine, vielleicht auch mehrere Netzsicherungen in einer der Einheiten defekt sein. Dieser Fall ist jedoch die Ausnahme. Meistens hat ein Ausfall einer Einheit den Defekten von anderen Bauteilen zur Ursache. Wenn man die betroffene Einheit lokalisiert hat, sie öffnet, aber keinen offensichtlichen Defekt vorfindet und die AC-Versorgung in Ordnung ist, könnte es reichen, eine Sicherung zu wechseln um das Problem zu beseitigen.

Die Absicherung einzelnen Einheiten erfolgt jeweils über sechs Stück 6,3x32 mm Schmelzsicherungen (T16 A, 500 V, Keramik), die sich im Gerät befinden. Zum Austausch der Sicherungen muß die Einheit zuerst von der AC-Versorgung getrennt, aus dem Schrank entnommen (siehe „2.3.14. Entnahme von Einheiten“) und dann geöffnet werden. Innen befinden sich 3 Leistungsmodul in schwarzen Plastikgehäusen, die jeweils zwei der genannten Sicherungen enthalten.



Das Öffnen des Gerätes und das Austauschen von Sicherungen darf nur durch technisch geschulte Personen erfolgen!

Benötigte Hilfsmittel: 1x Schraubendreher Torx 10, 1x flacher Schraubendreher ca. 5 mm, 1x Multimeter

► Schritt 1: So öffnen Sie die Einheit

1. Einheit am Netzschalter ausschalten und AC-Stecker abziehen. DC-Eingang von DC-Schiene trennen.
2. Einheit aus dem Schrank entnehmen. Siehe „2.3.14. Entnahme von Einheiten“ für Einzelheiten.
3. Oberteil entfernen (5x Schraube hinten, 5x Schraube vorn, je 7x Schraube seitlich) mit Schraubendreher Torx und durch Hochdrücken (Finger in Anybus-Slot)
4. Obere Plastikabdeckung(en) der Leistungsmodul entfernen

► Schritt 2: So ersetzen Sie eine defekte Sicherung

1. Da normalerweise nicht bekannt ist, welche Sicherungen defekt sind, sollten alle geprüft werden. Die Sicherungen sind im Leistungsmodul an der vorderen Seitenwand (gesehen von der Vorderseite des Gerätes aus) angebracht und durch Weichplastikkappen abgedeckt.
2. Entfernen Sie die Weichplastikkappen der zu prüfenden Sicherung und hebeln Sie die Sicherung vorsichtig mit dem flachen Schraubendreher heraus und entnehmen Sie sie.

3. Prüfen Sie die Sicherung mit dem Multimeter auf Durchgang und falls Sie defekt ist, ersetzen Sie sie durch eine gleichen Typs (Abmessungen, Werte, Trägheit).
4. Wiederholen Sie Schritt 2 für alle weiteren Sicherungen

Nachdem die Sicherungen getauscht wurden und sofern kein weiterer Defekt vorliegt, kann das Gerät wieder verschlossen werden (Schritt 1 in umgekehrter Reihenfolge).

5.2.2 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 Problembhebung 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

5.3 Nachjustierung (Kalibrierung)

5.3.1 Einleitung

Diese Serie verfügt 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.

In einem Schrank befinden sich 3-6 Einheiten, von denen jede eine eigene Abweichung, eine Toleranz in positiver oder negativer Richtung haben kann. Daher ist es unerlässlich, die Einheiten einzeln nachjustieren. Dies kann bei der Master-Einheit wie unten beschrieben geschehen, bei den Slave-Einheiten jedoch nur über EA Power Control. Nachfolgend wird sich auf die Nachjustierung der Master-Einheit bezogen. Dies kann im eingebauten Zustand geschehen, wenn die Master-Einheit einzeln betrieben wird, d. h. alle Slave-Einheiten sind ausgeschaltet.

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 Ausgangswert gezogen werden.

Wenn Sie z. B. den Strom einer Geräteeinheit EL 9080-510 3U (der Modellname der Einheiten ist auf der Vorderseite aufgedruckt) 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. Bei z. B. 510 A wäre daher ein Shunt zu empfehlen, 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 zu kalibrierenden Gerätes nicht überschreiten.

5.3.2 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 Spannungstoleranz 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 plazieren, 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, jenachdem ob zuerst Spannung oder Strom kalibriert werden soll

5.3.3 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 der Beispiel-Einheit EL 9080-510 B. Andere Einheitenmodelle in anderen Schrankmodellen sind auf gleiche Weise zu behandeln, mit entsprechenden Werten für Spannung und Strom der Master-Einheit und auch der angeschlossenen Quelle.

5.3.3.1 Sollwerte abgleichen

► So gleichen Sie die Spannung ab

1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung der EL, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf 5% des Nennstromes der EL, hier ca. 25 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 runter bis **Gerät abgleichen** und 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 der EL, in diesem Beispiel dann rechnerisch ca. 520 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 in das MENU wechseln, dann **Allg. Einstellungen**, dann runter bis **Gerät abgleichen** und 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).

5.3.3.2 Fernfühlung abgleichen

Falls Fernfühlung (Sense) generell 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 kalibrieren Sie die Sense-Spannung

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 ca. 25 A, einstellen. Prüfen Sie zu nochmals, daß für den Spannungsabgleich der Fernfühlungseingang (Sense) hinten am Gerät nicht verbunden ist.
2. In der Anzeige in das MENU wechseln, dann **Allg. Einstellungen**, dann runter bis **Gerät abgleichen** und 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).

5.3.3.3 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.

5.3.3.4 Speichern und beenden

Zum Schluß kann noch über das Bedienfeld



das Datum des Abgleichs im Format JJJJ / MM / TT eingegeben und auch abgerufen werden.

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!

6. Service & Support

6.1 Reparaturen

Reparaturen, falls nicht anders zwischen Anwender und Lieferant ausgemacht, werden durch den Hersteller 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.

6.2 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	Support: 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
Mail: ea1974@elektroautomatik.de
Web: www.elektroautomatik.de