

Betriebsanleitung

EL 3000 B

Elektronische DC-Last



Doc ID: EL3DE
Revision: 02
Date: 11/2020



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	Allgemeine technische Daten	9
1.8.3	Spezifische technische Daten	10
1.8.4	Ansichten	12
1.8.5	Bedienelemente	14
1.9	Aufbau und Funktion	15
1.9.1	Allgemeine Beschreibung	15
1.9.2	Blockdiagramm	15
1.9.3	Lieferumfang	16
1.9.4	Optionales Zubehör	16
1.9.5	Die Bedieneinheit (HMI)	17
1.9.6	USB-Port (optional)	19
1.9.7	Ethernetport (optional)	19
1.9.8	Analogschnittstelle (optional)	20
1.9.9	Sense-Anschluß (Fernfühlung)	20

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1	Lagerung	21
2.1.1	Verpackung	21
2.1.2	Lagerung	21
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle	21
2.3	Installation	21
2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch	21
2.3.2	Vorbereitung	21
2.3.3	Aufstellung des Gerätes	21
2.3.4	Anschließen von DC-Quellen	23
2.3.5	Erdung des DC-Eingangs	23
2.3.6	Anschließen der Fernfühlung	24
2.3.7	Anschließen der analogen Schnittstelle	24
2.3.8	Anschließen des USB-Ports	24
2.3.9	Anschließen des LAN-Ports	25
2.3.10	Erstinbetriebnahme	25
2.3.11	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung	25

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1	Personenschutz	26
3.2	Regelungsarten	26
3.2.1	Spannungsregelung / Konstanzspannung	26
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	27
3.2.3	Widerstandsregelung / Konstantwiderstand	27
3.2.4	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung	27
3.2.5	Regelverhalten und Stabilitätskriterium	27
3.3	Alarmzustände	29
3.3.1	Power Fail	29
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature)	29
3.3.3	Überspannung (Overvoltage)	29
3.3.4	Überstrom (Overcurrent)	29
3.3.5	Überleistung (Overpower)	29
3.4	Manuelle Bedienung	30
3.4.1	Einschalten des Gerätes	30
3.4.2	Ausschalten des Gerätes	30
3.4.3	Konfiguration im MENU	30
3.4.4	Einstellgrenzen („Limits“)	36
3.4.5	Sollwerte manuell einstellen	36
3.4.6	Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln	37
3.4.7	DC-Eingang ein- oder ausschalten	37
3.5	Fernsteuerung	38
3.5.1	Allgemeines	38
3.5.2	Bedienorte	38
3.5.3	Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle	38
3.5.4	Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)	39
3.6	Alarmer und Überwachung	43
3.6.1	Gerätealarme und Events handhaben	43
3.7	Bedieneinheit (HMI) sperren	44
3.8	Nutzerprofile laden und speichern	45
3.9	Der Funktionsgenerator	46
3.9.1	Einleitung	46
3.9.2	Allgemeines	46
3.9.3	Arbeitsweise	46
3.9.4	Manuelle Bedienung	47
3.9.5	Dreieck-Funktion	48
3.9.6	Rechteck-Funktion	48
3.9.7	Trapez-Funktion	49
3.9.8	Rampen-Funktion	49
3.9.9	Batterietest-Funktion	50
3.9.10	MPP-Tracking-Funktion	52
3.9.11	Fernsteuerung des Funktionsgenerators	53
3.10	Weitere Anwendungen	54
3.10.1	Reihenschaltung	54
3.10.2	Parallelschaltung	54

4 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

4.1	Wartung / Reinigung	54
4.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .	54
4.2.1	Defekte Netzsicherung tauschen	54
4.2.2	Firmware-Aktualisierungen.....	54

5 SERVICE & SUPPORT

5.1	Reparaturen	55
5.2	Kontaktmöglichkeiten	55

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, sowie für deren Varianten:

Model	Artikelnr.
EL 3080-60 B	35 320 205
EL 3200-25 B	35 320 206
EL 3500-10 B	35 320 207

1.1.4 Symbole und Hinweise

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

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

1.2 Gewährleistung und Garantie

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

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

1.3 Haftungsbeschränkungen

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

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

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

1.4 Entsorgung des Gerätes

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



1.5 Produktschlüssel

Aufschlüsselung der Produktbezeichnung auf dem Typenschild anhand eines Beispiels:

EL 3080 - 60 B

	Ausführung/Bauweise: B = Zweite Generation
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt
	Serienkennzeichnung: 3 = Serie 3000
	Typkennzeichnung: EL = Electronic Load (Elektronische Last), immer programmierbar



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

1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

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

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



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

1.7 Sicherheit

1.7.1 Sicherheitshinweise

Lebensgefahr - Gefährliche Spannung



- Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsweise bestimmte Teile unter teils gefährlicher Spannung. Daher sind alle spannungsführenden Teile abzudecken!
- Alle Arbeiten an den Anschlussklemmen müssen im spannungslosen Zustand des Gerätes erfolgen (Eingang nicht verbunden mit Spannungsquellen) und dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die mit den Gefahren des elektrischen Stroms vertraut sind oder unterrichtet wurden! Unsachgemäßer Umgang mit diesen Geräten kann zu tödlichen Verletzungen, sowie erheblichen Sachschäden führen.
- Berühren Sie die Kontakte am Netzkabel oder der Netzanschlußbuchse nie direkt nach dem Entfernen des Kabels aus der Steckdose oder dem Hauptanschluß, da die Gefahr eines Stromschlags besteht!
- Berühren Sie niemals blanke Kontaktstellen am DC-Eingang des Gerätes kurz nach Verwendung des Gerätes, da sich zwischen dem Gehäuse (PE) und DC- sowie DC+ noch Potential (Ableitkondensatoren) befindet, das sich nicht oder nur sehr langsam abbaut!



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

1.7.2 Verantwortung des Bedieners

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

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

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

1.7.3 Pflichten des Betreibers

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

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

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

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

1.7.4 Anforderungen an das Bedienpersonal

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

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



Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!

Unsachgemäßes Arbeiten kann zu Personen- und Sachschäden führen. Jegliche Tätigkeiten dürfen nur Personen ausführen, 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 verschiedene Möglichkeiten der Signalisierung von Alarmsituationen, jedoch nicht von Gefahrensituationen. Die Signalisierung kann optisch (auf der Anzeige als **Text**), akustisch (Piezosummer) oder elektronisch (Pin/Melde 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"> • Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte, weil überhöhte Spannung auf den DC-Eingang des Gerätes gelangt • Kritisch! Gerät und/oder Quelle könnten beschädigt sein
Signal OCP (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohen Strom
Signal OPP (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohe Leistung
Signal PF (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaltung des DC-Eingangs wegen Netzunterspannung oder interner Defekt • Kritisch bei Netzüberspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

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

1.8.2 Allgemeine technische Daten

Ausführung der Anzeige: Farbige TFT-Anzeige, 480 x 128 Punkte

Bedienelemente: 2 Drehknöpfe mit Tastfunktion, 7 Drucktasten

Die Nennwerte des Gerätes bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

1.8.3 Spezifische technische Daten

400 W	Modell		
	EL 3080-60 B	EL 3200-25 B	EL 3500-10 B
Netzversorgung			
Netzspannung	90...264 V AC		
Netzanschluß	Steckdose		
Netzfrequenz	45...65 Hz		
Netzsicherung	T 2 A		
Leistungsaufnahme	Max. 40 W		
Einschaltstrom @ 230 V	Ca. 23 A		
Ableitstrom	< 3,5 mA		
DC-Eingang			
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	500 V
Eingangsleistung P_{Nenn}	400 W	400 W	400 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	60 A	25 A	10 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	550 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	Ca. 2,6 V	Ca. 1,9 V	Ca. 4,7 V
Eingangskapazität	1,5 μ F (2,2 μ F + 1 Ω)	880 nF (1,5 μ F + 0,47 Ω)	530 nF (1 μ F + 1 Ω)
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 100 ppm		
Spannungsregelung			
Einstellbereich	0...81,6 V	0...204 V	0...510 V
Stabilität bei ΔI	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“		
Anzeige: Genauigkeit ⁽²⁾	$\leq 0,1\%$		
Kompensation Fernföhlung	Max. 5% U_{Nenn}		
Stromregelung			
Einstellbereich	0...61,2 A	0...25,5 A	0...10,2 A
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“		
Anzeige: Genauigkeit ⁽²⁾	$\leq 0,1\%$		
Leistungsregelung			
Einstellbereich	0...408 W	0...408 W	0...408 W
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	< 1% P_{Nenn}	< 1% P_{Nenn}	< 1% P_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“		
Anzeige: Genauigkeit ⁽²⁾	$\leq 0,2\%$		
Widerstandsregelung			
Einstellbereich	0,12...40 Ω	1...340 Ω	6...2000 Ω
Genauigkeit ⁽³⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$\leq 1\%$ vom Widerstands-Endwert + 0,3% von I_{Nenn}		
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“		

(1 Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert.

(2 Die Genauigkeit der Anzeige addiert sich zur Genauigkeit der Istwerte am DC-Eingang

(3 Inkludiert die Genauigkeit des angezeigten Istwertes

400 W	Modell		
	EL 3080-60 B	EL 3200-25 B	EL 3500-10 B
Analoge Schnittstelle (optional) ⁽¹⁾			
Sollwerteingänge	U, I, P, R		
Istwertausgänge	U, I		
Steuersignale	DC ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus		
Meldesignale	CV, OVP, OT		
Isolation			
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. ± 400 V + max. Eingangsspannung		
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig		
Klima			
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter		
Umgebungstemperatur	0..50 °C		
Lagertemperatur	-20...70 °C		
Digitale Schnittstellen			
Optional erhältlich	IF-KE5 USB: 1x USB IF-KE5 USB/LAN: 1x USB + 1x LAN IF-KE5 USB/ANALOG: 1x USB + 1x Analog		
Anschlüsse			
Rückseite	AC-Eingang, Analogschnittstelle (optional), USB (optional), Ethernet (optional)		
Vorderseite	DC-Eingang, Fernföhlung (Sense)		
Maße			
Gehäuse (BxHxT)	260 x 88 x 325 mm		
Total (BxHxT)	308 x max. 195 x mind. 361 mm		
Normen	EN 61010-1:2011-07, EN 61000-6-2:2016-5, EN 61000-6-3:2011-09 Klasse B		
Gewicht	4 kg	4 kg	4 kg
Artikelnummer	35320205	35320206	35320207

(1 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 38

1.8.4 Ansichten

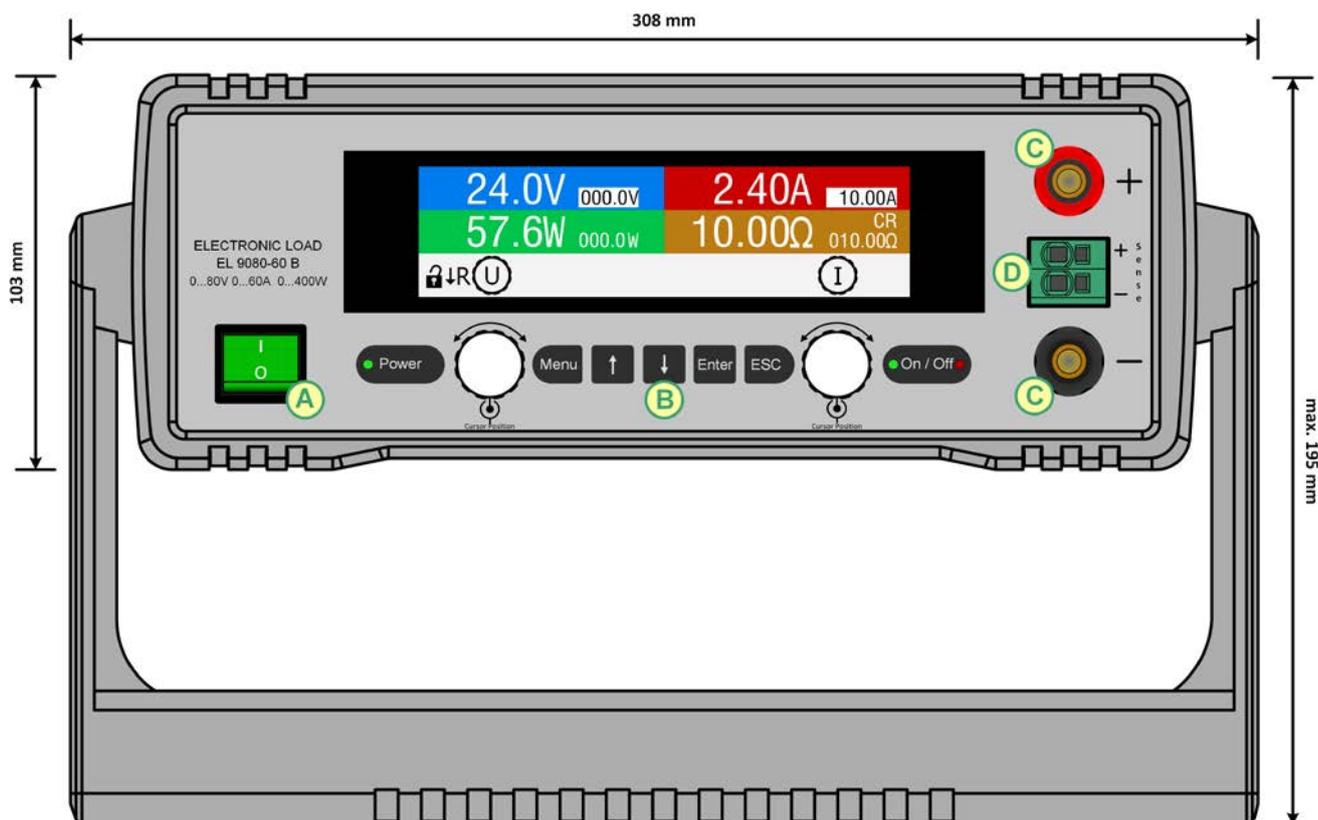


Bild 1 - Vorderseite

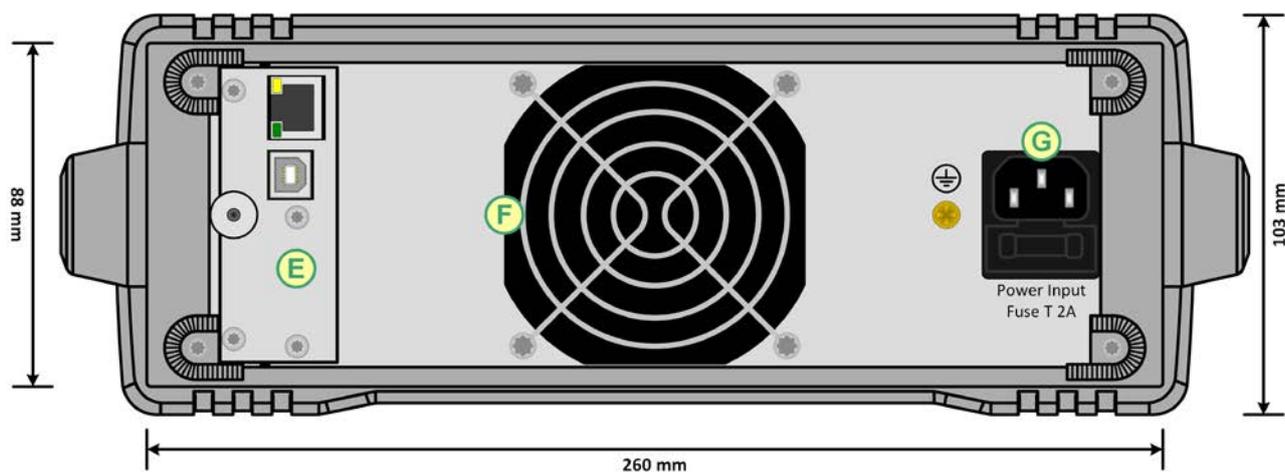


Bild 2 - Rückseite



Der Messingschraube des Erdungspunkts neben dem Sicherungshalter G darf nicht gelöst werden, um eigene Erdungsleitungen anzubinden! Das Gerät soll über das Netzkabel geerdet werden. Der Erdungspunkt dient zur internen Verbindung von PE zum Gehäuse.

A - Netzschalter

B - Bedienteil

C - DC-Eingang

D - Fernfühlungs-Eingang

E - Fernsteuerungs-Schnittstellen (optional, USB/Ethernet gezeigt)

F - Lüfterausgang

G - Netzanschluß mit Sicherungshalter

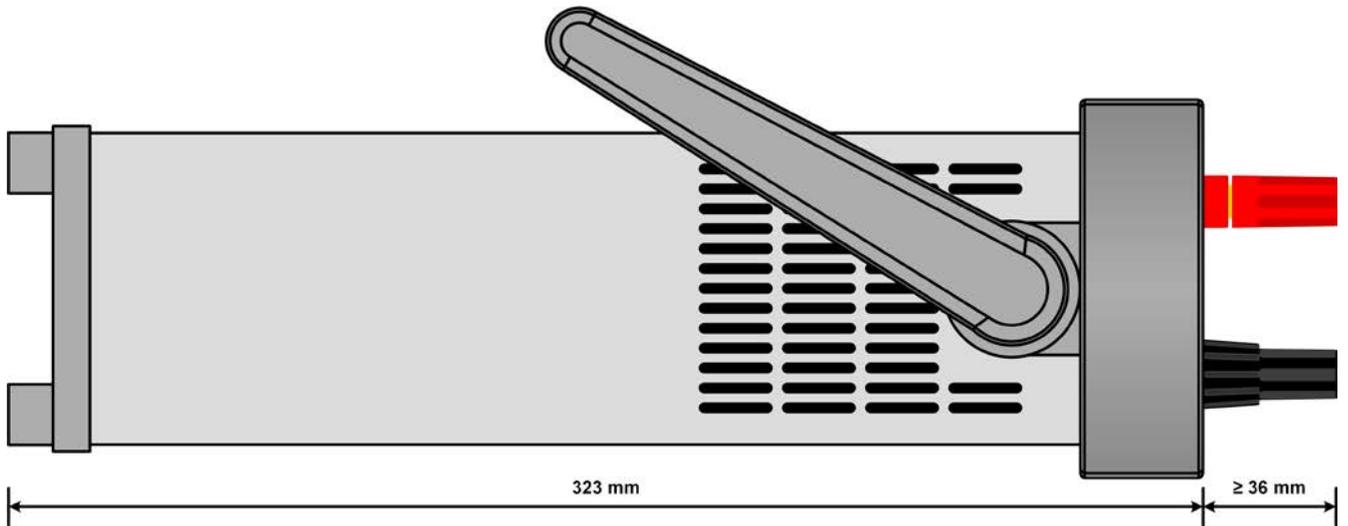


Bild 3 - Seitenansicht von links, liegend

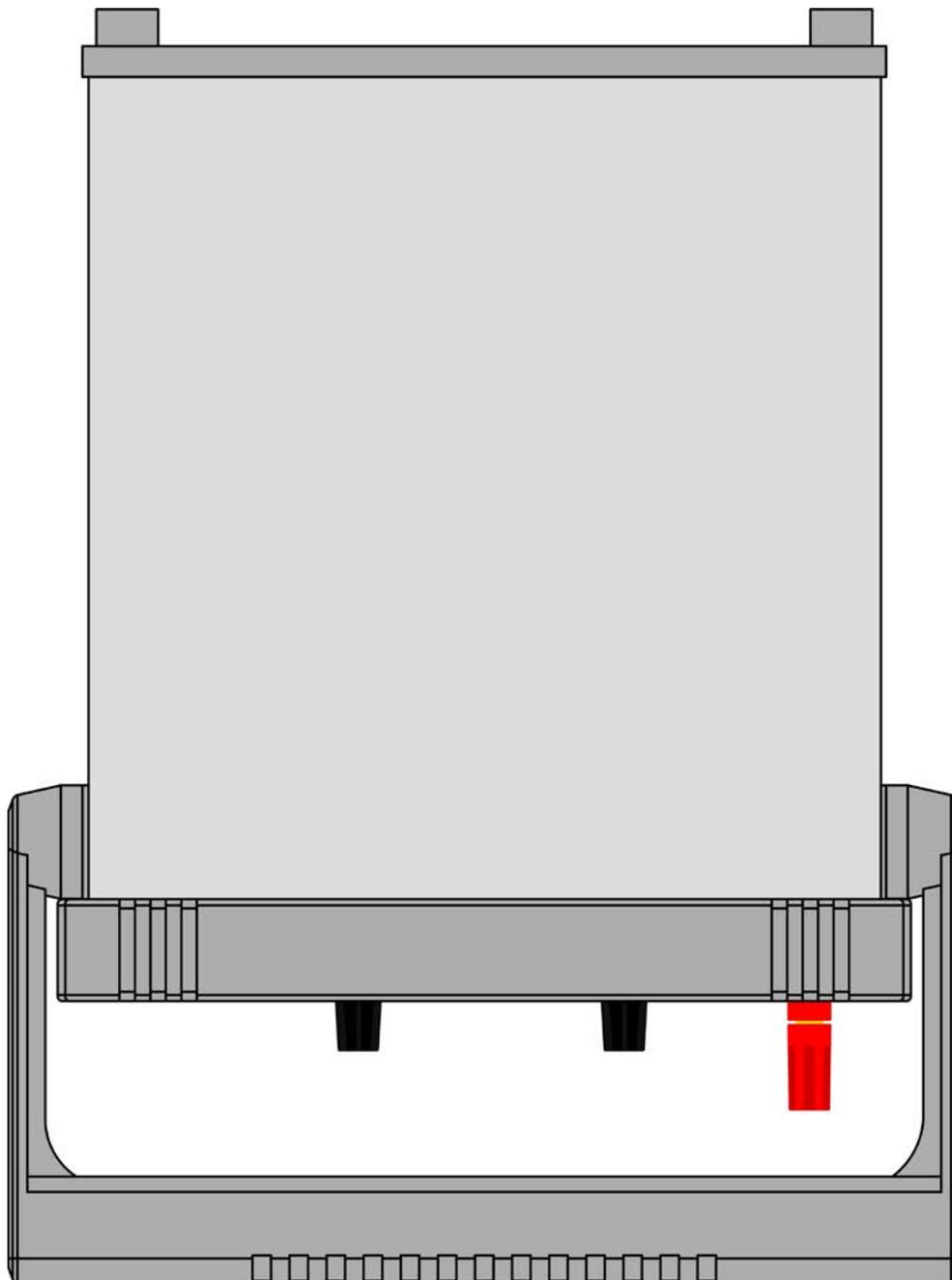


Bild 4 - Ansicht von oben

1.8.5 Bedienelemente

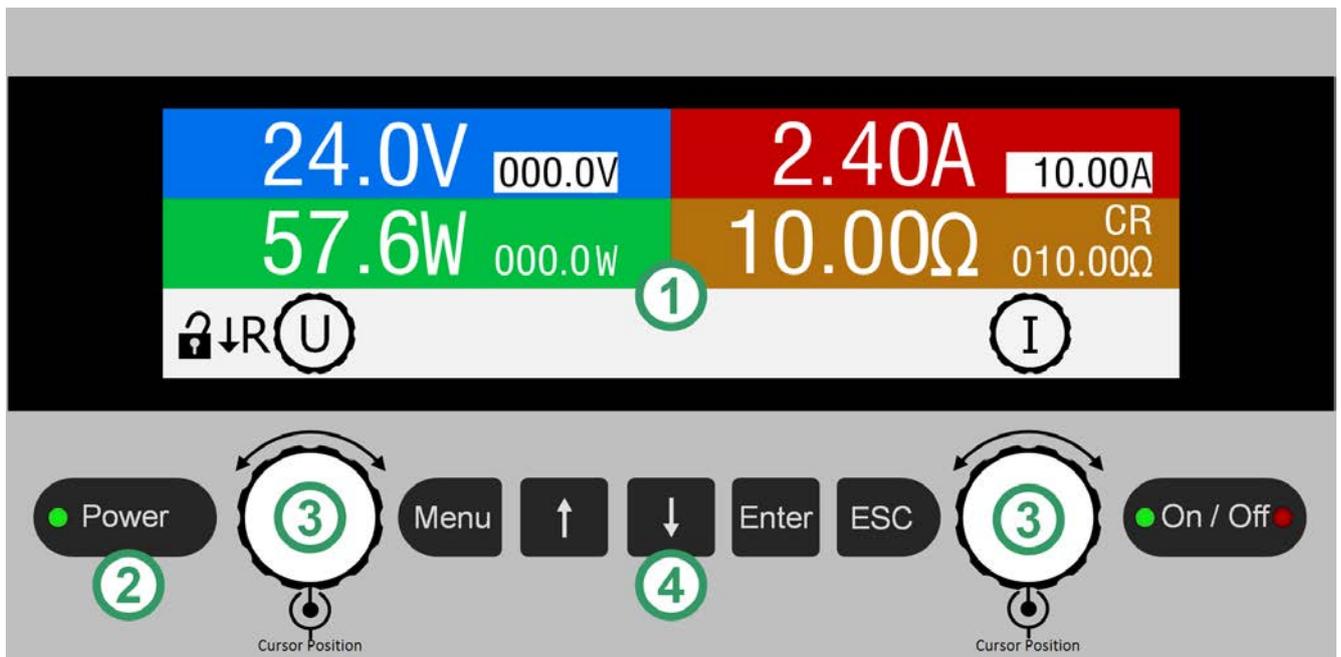


Bild 5- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine genaue Erläuterung siehe Abschnitt „1.9.5. Die Bedieneinheit (HMI)“.

(1)	Anzeige Dient zur Anzeige von Sollwerten, Menüs, Zuständen, sowie Istwerten, Alarmen und der Drehknopfzuordnung.
(2)	LED „Power“ Zeigt nach dem Einschalten durch mehrere Farben einzelne Phasen des Starts an. Sie leuchtet dauerhaft „grün“, sobald das Gerät betriebsbereit ist.
(3)	Drehknöpfe mit Tastfunktion Linker Drehknopf (Drehen): Einstellen des Spannungssollwertes oder Leistungssollwertes oder Widerstandssollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) des Wertes wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Stromsollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) des Wertes wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist
(4)	Tasten
	Menu Dient zum Erreichen des Geräte-Menüs (bei ausgeschaltetem DC-Eingang) bzw. zum Schnellzugriff auf die HMI-Sperre (bei eingeschaltetem DC-Eingang)
	↑ ↓ Dienen im Geräte-Menü zur Navigation zwischen Untermenüs und Einstellwerten bzw. in der Hauptanzeige zum Umschalten der Drehknopfzuordnung
	Enter Dient im Geräte-Menü zum Zugriff auf Untermenüs und Bestätigung von Einstellungen bzw. in der Hauptanzeige zur Entsperrung des HMI
	ESC Dient zum Verlassen der Geräte-Menüseiten bzw. zum Abbrechen von Aktionen
	● On / Off ● Dient zum Ein- oder Ausschalten des DC-Eingangs bei manueller Bedienung, sowie zum Starten bzw. Stoppen einer Funktion. Die beiden LEDs zeigen den Zustand des DC-Eingangs an, egal ob bei manueller Bedienung oder Fernsteuerung.

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die konventionellen, elektronischen DC-Lasten der Serie EL 3000 B sind die zweite Generation von kleinen Tischlasten bis 400 W Nennleistung. Sie eignen sich aufgrund der kompakten Größe besonders für Testaufbauten in Forschungslaboren, Kleinapplikationen oder Schul- und Ausbildungseinrichtungen.

Über die gängigen Funktionen von elektronischen Lasten hinaus können mit dem integrierten Funktionsgenerator rechteck- oder dreieckförmige Sollwertkurven sowie weitere Kurvenformen erzeugt werden.

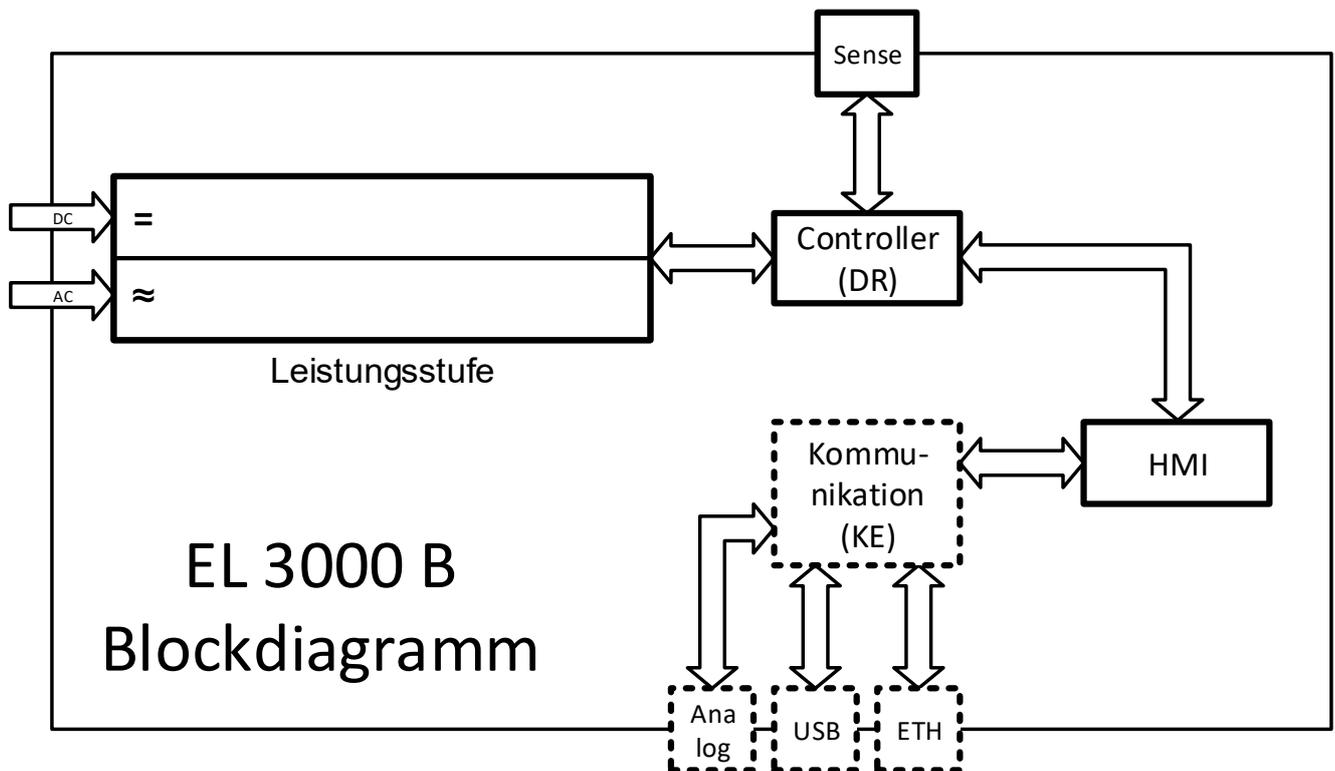
Für die Fernsteuerung per PC oder SPS können die Geräte mit einer separat und optional erhältlichen, durch den Anwender leicht nachrüstbaren Schnittstellenkarte bestückt werden. Dabei kann die Wahl zwischen drei Ausführungen getroffen werden: USB, USB+Ethernet oder USB+Analog. Alle Schnittstellen sind zum Gerät hin galvanisch getrennt.

Für den Transport des Gerätes verfügt das es über einen Tragegriff, der gleichzeitig auch als Aufstellbügel dient und durch den Anwender in verschiedene Schrägpositionen gebracht werden kann, um die Anzeige leichter ablesen und erreichen zu können.

Alle Modelle sind mikroprozessorgesteuert.

1.9.2 Blockdiagramm

Das Blockdiagramm soll die einzelnen Hauptkomponenten und deren Zusammenspiel verdeutlichen. Es gibt drei digitale, microcontrollergesteuerte Elemente (KE, DR, BE), die von Firmwareaktualisierungen betroffen sein können, siehe unten (gestrichelte Elemente sind optionale Komponenten):



1.9.3 Lieferumfang

- 1 x Elektronische Last
- 1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software
- 1 x Netzkabel

1.9.4 Optionales Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

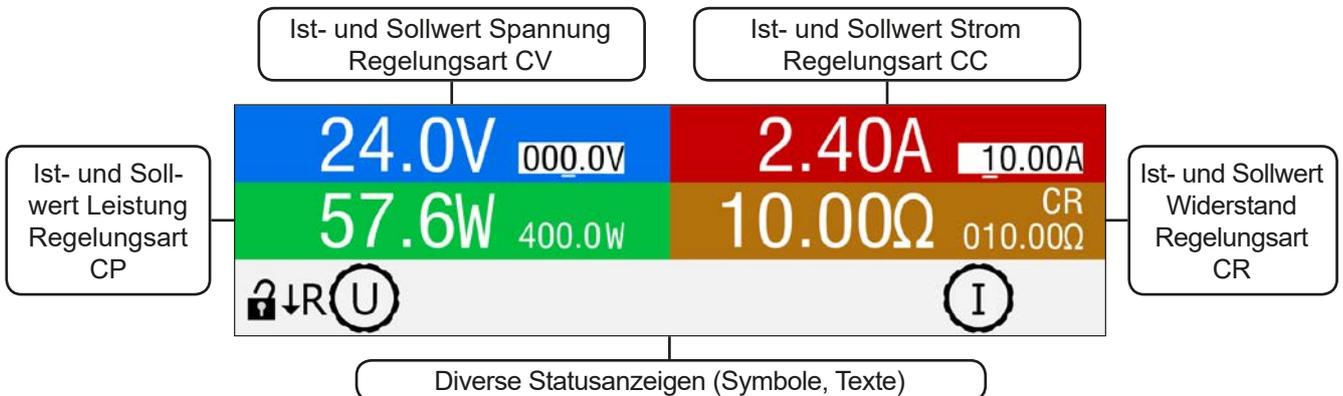
IF-KE5 USB Bestell-Nr. 33 100 232	Digitale Schnittstellenkarte mit USB-Port . Kann separat und nachträglich bestellt und vom Anwender vor Ort leicht installiert werden. Ein 1,8 m langes USB-Kabel ist enthalten.
IF-KE5 USB LAN Bestell-Nr. 33 100 233	Digitale Schnittstellenkarte mit USB-Port und Ethernet/LAN-Port . Kann separat und nachträglich bestellt und vom Anwender vor Ort leicht installiert werden. Ein 1,8 m langes USB-Kabel ist enthalten.
IF-KE5 USB Analog Bestell-Nr. 33 100 234	Digitale Schnittstellenkarte mit USB-Port und 15-poligem analogen Sub-D-Anschluß . Kann separat und nachträglich bestellt und vom Anwender vor Ort leicht installiert werden. Ein 1,8 m langes USB-Kabel ist enthalten.

1.9.5 Die Bedieneinheit (HMI)

HMI steht für **H**uman **M**achine **I**nterface, auf Deutsch Mensch-Maschine-Schnittstelle und besteht hier aus einer farbigen Anzeige, zwei Drehknöpfen und sechs Tasten.

1.9.5.1 Anzeige

Die grafische Anzeige ist in mehrere Bereiche aufgeteilt. Im Normalbetrieb werden im oberen Teil (2/3) Ist- und Sollwerte angezeigt und im unteren Teil (1/3) Statusinformationen:



• **Bereich Sollwerte/Istwerte (blau / grün / rot / orange)**

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

Oberhalb des jeweiligen Sollwertes wird bei eingeschaltetem DC-Eingang die aktuelle Regelungsart **CV**, **CC**, **CP** oder **CR** angezeigt, wie im Beispiel oben mit „CR“ gezeigt.

Die Sollwerte sind mit den unter der Anzeige befindlichen Drehknöpfen verstellbar, wobei die Dezimalstelle durch Druck auf den jeweiligen Drehknopf verschoben werden kann. Die Einstellwerte werden beim Drehen logisch herauf- oder heruntergezählt. Die gegenwärtige Zuweisung der Drehknöpfe zu den Sollwerten kann zum Einen an den invertiert dargestellten Sollwerten und zum Anderen an den Drehknopfsymbolen mit dem gängigen phys. Zeichen (U, I, P, R) erkannt werden. Sollten die phys. Zeichen nicht angezeigt werden, können die Werte nicht manuell verstellt werden, wie es z. B. bei HMI-Sperre oder Fernsteuerung der Fall wäre.

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:

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

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

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

• **Statusanzeigen (unterer Teil)**

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

Anzeige	Beschreibung
	Das HMI ist gesperrt
	Das HMI ist nicht gesperrt
Fern:	Das Gerät befindet sich in Fernsteuerung durch...
Analog	...die (optionale) Analogschnittstelle
USB	...die (optionale) USB-Schnittstelle
Ethernet	...die (optionale) Ethernet-Schnittstelle
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
Funktion:	Funktionsgenerator aktiviert, Funktion geladen
Gestoppt / Läuft	Status des Funktionsgenerator bzw. der geladenen Funktion

• **Feld für Zuordnung der Drehknöpfe**

Die beiden unter der Anzeige befindlichen Drehknöpfe können unterschiedliche Bedienfunktionen zugeordnet werden. Die Statuszeile in der Anzeige stellt die Zuordnung dar. Nach dem Start des Gerätes und in der Hauptanzeige sind das Spannungssollwert (links) und Stromsollwert (rechts):



Die Werte können dann manuell verändert werden. Die zum Einstellen gewählte Dezimalstelle ist unterstrichen dargestellt, der Sollwert invertiert:



Es gibt folgende mögliche Zuordnungen, wobei der rechte Drehknopf immer dem Strom zugeordnet bleibt:

U I

Linker Drehknopf: Spannung
Rechter Drehknopf: Strom

P I

Linker Drehknopf: Leistung
Rechter Drehknopf: Strom

R I

Linker Drehknopf: Widerstand
Rechter Drehknopf: Strom
(nur bei aktiviertem R-Modus)

Die jeweils anderen Sollwerte sind dann nicht direkt über die Drehknöpfe einstellbar, bis man die Zuordnung wieder ändert. Die Umschaltung erfolgt mit der Taste „Pfeil runter“, wie mit der Symbolik neben der Drehknopfabbildung angezeigt:



Hier wäre der linke Drehknopf der Spannung zugeordnet und kann als nächstes auf den Widerstand umgeschaltet werden, falls der Widerstands-Modus aktiviert, ansonsten auf die Leistung.

1.9.5.2 **Drehknöpfe**



Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung aller Sollwerte, sowie zur Auswahl und Einstellung der Parameter im „Menu“. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe „3.4 Manuelle Bedienung“ auf Seite 30.

1.9.5.3 **Tastfunktion der Drehknöpfe**

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



1.9.5.4 Auflösung der Anzeigewerte

In der Anzeige können Sollwerte in festen Schrittweiten eingestellt werden. Die Anzahl der Nachkommastellen hängt vom Gerätemodell ab. Die Werte haben 4 oder 5 Stellen. Ist- und Sollwerte haben die gleiche Stellenanzahl.

Einstellaufösung und Anzeigebreite der Sollwerte in der Anzeige:

Spannung, OVP, U-min, U-max			Strom, OCP, I-min, I-max			Leistung, OPP, 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	10 A	4	0,01 A	400 W	4	0,1 W	40 Ω	5	0,001 Ω
200 V	4	0,1 V	25 A	4	0,01 A				340 Ω	5	0,01 Ω
500 V	4	0,1 V	60 A	4	0,01 A				2000 Ω	5	0,1 Ω

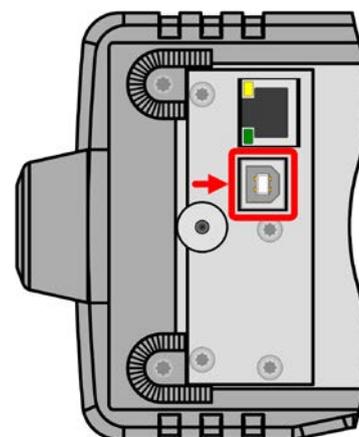
1.9.6 USB-Port (optional)

Auf der Rückseite des Gerätes ist ein Schacht in dem optional und nachträglich eine von drei Typen Schnittstellenkarte durch den Anwender installiert werden kann. Siehe auch 1.9.4. Alle drei enthalten einen USB-Anschluß.

Der Anschluß dient zur Kommunikation mit dem Gerät, sowie zur Firmwareaktualisierung. Über das zur Schnittstelle gehörige USB-Kabel kann das Gerät mit einem PC verbunden werden (USB 2.0, USB 3.0). Der Treiber wird auf USB-Stick mitgeliefert und installiert einen virtuellen COM-Port. Details zur Fernsteuerung sind in weiterer Dokumentation auf der Webseite von Elektro-Automatik bzw. auf dem 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 einer anderen digitalen oder analogen und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.



1.9.7 Ethernetport (optional)

Auf der Rückseite des Gerätes ist ein Schacht in dem optional und nachträglich eine von drei Typen Schnittstellenkarte durch den Anwender installiert werden kann. Siehe auch 1.9.4. Ein Typ bietet einen Ethernet/LAN-Anschluß, plus einen USB-Port.

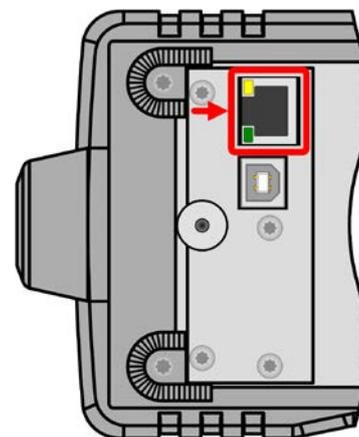
Der RJ45-Ethernet/LAN-Port dient ausschließlich zur Kommunikation mit dem Gerät im Sinne von Fernsteuerung oder Monitoring über größere Distanzen als mit USB möglich. Dabei hat der Anwender grundsätzlich zwei Möglichkeiten des Zugriffs:

1. Eine Webseite (HTTP, Port 80), die normal in einem Browser über die IP oder den Hostnamen aufgerufen wird und die Informationen über das Gerät anzeigt, die eine Konfigurationsmöglichkeit der Netzwerkparameter bietet und eine Eingabezeile für SCPI-Befehle.
2. TCP/IP-Zugriff über einen frei wählbaren Port (außer 80 und andere reservierte Ports). Standardport für dieses Gerät ist 5025. Über TCP/IP und den Port kann über diverse Tools sowie die meisten, gängigen Programmiersprachen mit dem Gerät kommuniziert werden.

Das Gerät kann bei Verwendung von TCP/IP über diesen Port wahlweise über das ModBus RTU-Protokoll oder per SCPI-Sprache angesprochen werden. Es erkennt das in einer Nachricht verwendete Protokoll automatisch.

Die Konfiguration des Netzwerkparameter kann manuell oder per DHCP geschehen. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist dabei auf „Auto“ gestellt, das bedeutet 10MBit/s oder 100MBit/s. 1GBit/s wird nicht unterstützt. Duplexmodus ist immer Vollduplex.

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



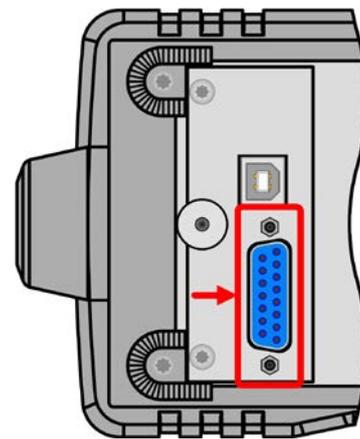
1.9.8 Analogschnittstelle (optional)

Auf der Rückseite des Gerätes ist ein Schacht in dem optional und nachträglich eine von drei Typen Schnittstellenkarte durch den Anwender installiert werden kann. Siehe auch 1.9.4. Ein Typ bietet einen analogen, 15-poligen D-Sub-Steckanschluß, plus einen USB-Port.

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

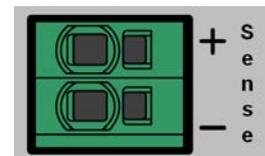
Wenn ferngesteuert werden soll, kann diese analoge Schnittstelle nur abwechselnd zu der digitalen benutzt werden. Überwachung (Monitoring) ist jedoch jederzeit möglich.

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.



1.9.9 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

Um Spannungsabfall über die Zuleitungen zu kompensieren, kann der Eingang **Sense** (Vorderseite, zwischen den DC-Klemmen) polrichtig mit der Quelle verbunden werden. Das Gerät erkennt automatisch, ob die Fernfühlung (Sense+) angeschlossen ist und regelt die Eingangsspannung entsprechend aus. Die max. Kompensation ist in den technischen Daten aufgeführt.



2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Lagerung

2.1.1 Verpackung

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

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 Erstinbetriebnahme 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



- Bei Installation in einem 19"-Schrank mittels des optional erhältlichen Einbaurahmens sind Halteschienen zu montieren, die für das Gesamtgewicht (siehe „1.8.3. Spezifische technische Daten“) geeignet sind.
- Stellen Sie vor dem Anschluß des Gerätes an die AC-Stromzufuhr sicher, daß die auf dem Typenschild des Gerätes angegebenen Anschlußdaten eingehalten werden. Eine Überspannung am AC-Anschluß kann das Gerät beschädigen.
- Stellen Sie vor Anschluß einer Spannungsquelle sicher, daß diese keine höhere DC-Spannung erzeugt als die elektronische Last am Eingang vertragen kann bzw. treffen Sie geeignete Maßnahmen, die verhindern, daß die Spannungsquelle die Last durch zu hohe Spannung beschädigen kann.

2.3.2 Vorbereitung

Für das netzseitige Anschließen der elektronischen Last der Serie EL 3000 B ist ein 3-poliges Netzkabel von 1.5 m Länge im Lieferumfang enthalten.

Bei der Dimensionierung der DC-Leitungen zur Quelle 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



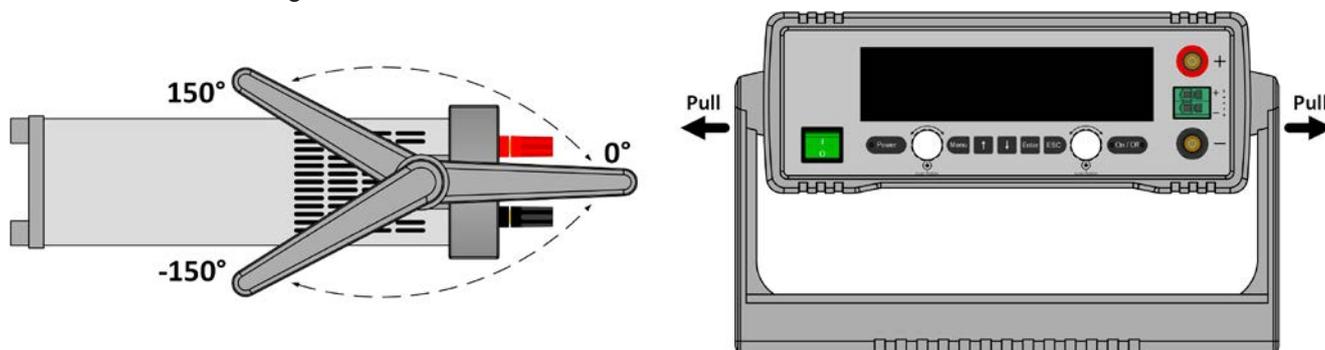
- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zum Gerät so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz für die hinten austretende, warme bis heiße Abluft, jedoch mindestens 30 cm
- Verdecken Sie niemals die seitlichen Lufteinlaß-Schlitze!
- Wenn der Tragegriff zur Hochstellung, d. h. angewinkelte Betriebsposition des Gerätes benutzt wird, dürfen keine Gegenstände auf das Gerät gestellt werden!

2.3.3.1 Der Tragegriff

Der Tragegriff dient auch als Aufstellbügel, um das Gerät in verschiedene Positionen bringen zu können, mit dem Zweck, die Bedienelemente besser zu erreichen oder die Anzeige besser abzulesen.

Der Griff kann in einem Drehwinkel von ca. 300° verstellt werden, wobei er auf verschiedenen Stellungen einrastet: variabler Bereich (60...150°), Trageposition (0°), -45°, -90° und -150°.

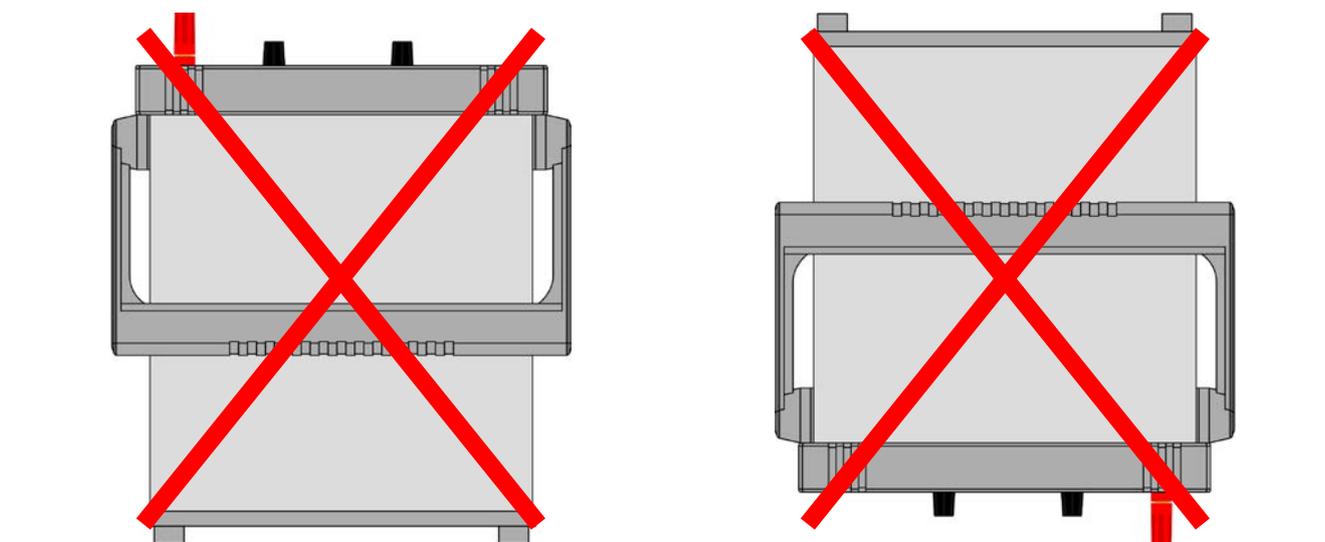
Die Verstellung erfolgt durch gleichzeitiges seitliches Ziehen am Griff, durch das sich die Raste lösen sollte, und anschließender Drehung um die Griffachse:



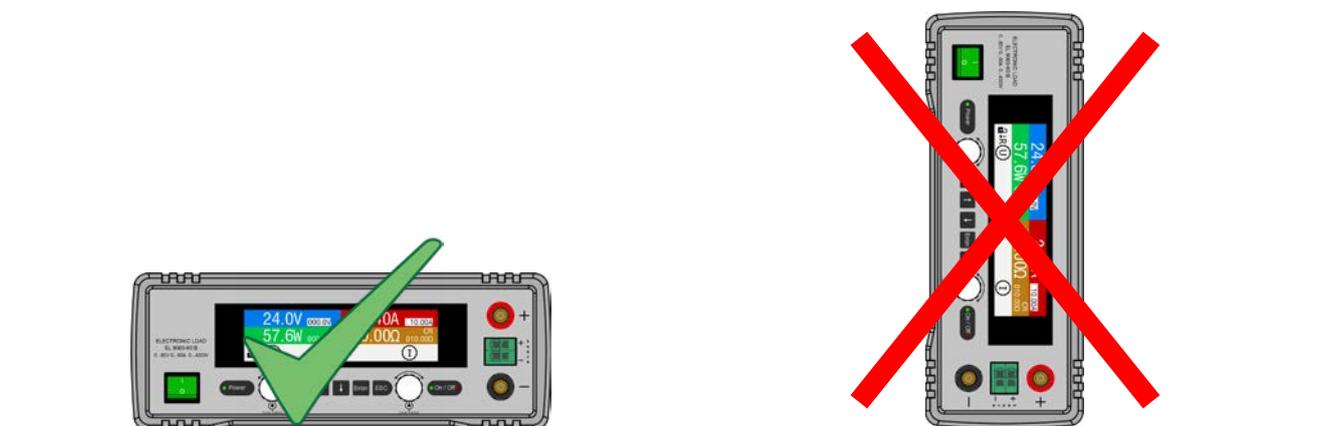
2.3.3.2 Aufstellung auf horizontale Oberflächen

Dieses Gerät ist aufgrund seiner Konstruktion ein Tischgerät und sollte daher möglichst nur auf horizontalen Oberflächen aufgestellt werden, deren Tragfähigkeit für das Gewicht des Gerätes ausreicht.

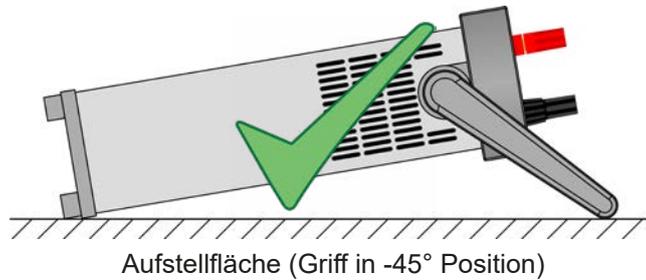
Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:



Aufstellfläche



Aufstellfläche



Aufstellfläche (Griff in -45° Position)

2.3.4 Anschließen von DC-Quellen



- Bei dem Modell mit 60 A Nennstrom muß darauf geachtet werden, wo die Quelle an den DC-Eingangsklemmen verbunden wird. Der vordere 4 mm Büchelstecker-Anschluß ist **nur bis 32 A** zugelassen!
- Anschließen von Spannungsquellen, die eine Spannung höher als 110% Nennspannung erzeugen können, ist nicht zulässig!
- Anschließen von Spannungsquellen mit umgekehrter Polarität ist nicht zulässig!

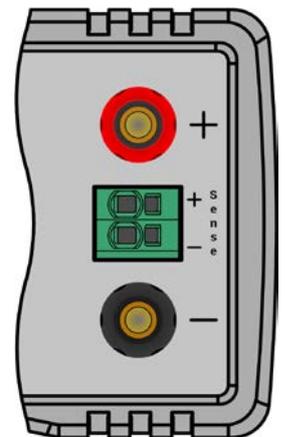
Der DC-Lasteingang befindet sich auf der Vorderseite des Gerätes und ist **nicht** über eine Sicherung abgesichert. Der Querschnitt der Zuleitungen richtet sich nach der Stromaufnahme, der Leitungslänge und der Umgebungstemperatur.

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

bis **10 A**: 0,75 mm² bis **25 A**: 4 mm²

bis **60 A**: 16 mm²

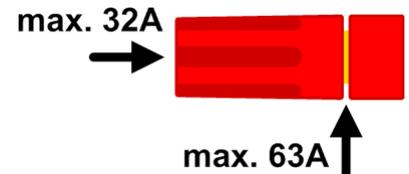
pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 16 mm², können durch 2x 6 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.



2.3.4.1 Anschlußmöglichkeiten am DC-Eingang

Der DC-Eingang auf der Vorderseite des Gerätes ist vom Typ Klemm-Steck-Verbindung und eignet sich für:

- Bananen- oder Büchel- oder Sicherheitsstecker 4mm (**maximal 32 A**)
- Gabelkabelschuhe (ab 6 mm)
- verzinnete Kabelenden (nur bedingt zu empfehlen, max. 10 A)



Bei Verwendung jeglicher Art von Kabelschuhen (Ring, Gabel, Stift) oder Aderendhülsen sind nur isolierte Varianten zu verwenden, damit Berührungsschutz gewährleistet ist!

2.3.5 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 zu einer gewissen 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“.



- Keine Erdung des DC-Pluspols bei Modellen mit >400 V Nennspannung
- Bei Erdung einer der Eingangspole muß beachtet werden, ob an der Quelle (z. B. Netzgerät) ein Ausgangspol geerdet ist. Dies kann zu einem Kurzschluß führen!

2.3.6 Anschließen der Fernföhlung



- Die Fernföhlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernföhlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernföhlung generell erhöht wird.
- Der Querschnitt von Föhrerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm²
- Föhrerleitungen sollten verdreht sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdröcken. Gegebenenfalls ist zur Unterdröckung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Quelle anzubringen
- (+) Sense darf nur am (+) der Quelle und (-) Sense nur am (-) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten könnte die elektronische Last beschädigt werden. Siehe auch *Bild 6*.

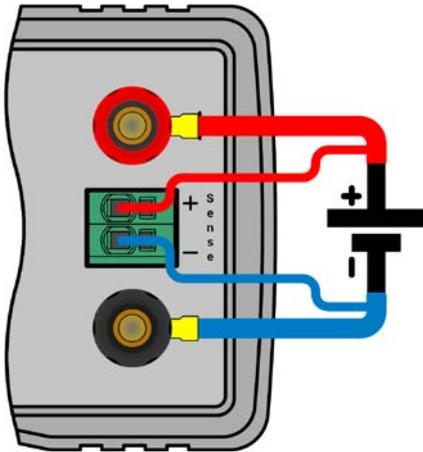


Bild 6 - Prinzip der Fernföhlungsverdrahtung

Die Klemme **Sense** ist ein Klemm-Steck-System. Das bedeutet für die Fernföhlungsleitungen:

- Stecken: Kabelende mit Aderendhölse versehen und in die Klemme (größere Öfönung) dröcken
- Abziehen: einen kleinen Schraubendreher in die jeweilige Öfönung neben der Kabelklemme stecken (kleinere Öfönung), um die Kabelkemme zu lösen und das Kabelende abzuziehen

2.3.7 Anschließen der analogen Schnittstelle

Optional ist eine analoge Schnittstelle in Form einer steckbaren Schnittstellenkarte (zusammen mit USB) erhältlich, die nachträglich und vom Anwender vor Ort im röckseitigen Schacht installiert werden kann. Sie bietet einen 15-poligen Sub-D-Anschluß. 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-Eingang, weil das die galvanische Trennung aufhebt.

2.3.8 Anschließen des USB-Ports

Optional ist eine USB-Schnittstelle in Form einer steckbaren Schnittstellenkarte erhältlich, die nachträglich und vom Anwender vor Ort im röckseitigen Schacht installiert werden kann. Je nach Typ bietet sie nur den USB-Port oder noch einen weiteren Anschluß (LAN oder analog).

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

2.3.8.1 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.

2.3.8.2 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“.

2.3.8.3 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“.

2.3.9 Anschließen des LAN-Ports

Optional ist eine Ethernet/LAN-Schnittstelle in Form einer steckbaren Schnittstellenkarte erhältlich, die nachträglich und vom Anwender vor Ort im rückseitigen Schacht installiert werden kann.

Die Verbindung zum entfernten Host (Switch, Server, PC) erfolgt über handelsübliche CAT 5 Ethernetkabel (Patchkabel, nicht im Lieferumfang enthalten). Es gibt mehrere am Gerät einstellbare Parameter für den Ethernet-Port. Im Abschnitt 3.4.3 sind weitere Informationen zu den Einstellmöglichkeiten zu finden.

2.3.10 Erstinbetriebnahme

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

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

2.3.11 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung

Bei der erneuten Inbetriebnahme nach einer Firmwareaktualisierung, Rückergang 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 „2.3.10. Erstinbetriebnahme“.

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

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Personenschutz



- Um Sicherheit bei der Benutzung des Gerätes zu gewährleisten, darf das Gerät nur von Personen bedient werden, die über die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen elektrischen Spannungen unterrichtet worden sind
- Bei Geräten, die eine berührungsgefährliche Spannung erzeugen können oder an diese angebunden werden, sind stets isolierende Maßnahmen anzuwenden, um Berührungsschutz am DC-Eingang sicherzustellen
- Schalten Sie bei Umkonfiguration des DC-Anschlusses immer die Quelle ab oder trennen sie von der elektronischen Last!

3.2 Regelungsarten

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

3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Konstantspannungs-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 Konstantspannungsbetrieb der Sollwert der Spannung höher eingestellt als die tatsächliche Spannung der Quelle, dann kann die Vorgabe nicht erreicht werden. Die Last entnimmt der Quelle dann keinen Strom. Wird der Spannungssollwert geringer als die Eingangsspannung eingestellt, wird die Last versuchen, die Spannungsquelle so sehr zu belasten (Spannungsabfall über den Innenwiderstand der Quelle), daß deren Spannung auf den gewünschten Wert gelangt. Übersteigt der dazu notwendige Strom den an der Last eingestellten 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 Konstantspannungs-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand "CV-Betrieb aktiv" als Kürzel **CV** auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

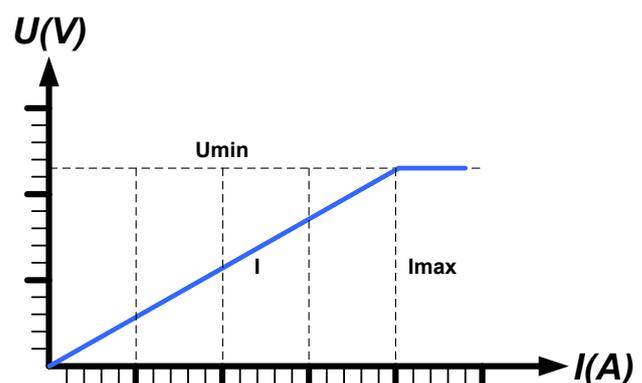
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

Der interne Spannungsregler kann zwischen **Langsam** und **Schnell** umgeschaltet werden, entweder im MENU (siehe „3.4.3.2. 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, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt den Eingangsstrom nach $I_{MAX} = P_{SOLL} / U_{EIN}$ 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

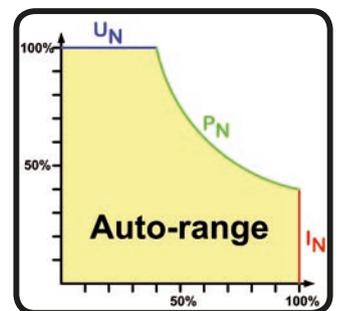
Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert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

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

3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

Leistungsregelung, auch Leistungsbegrenzung oder Konstantleistung (kurz: CP) genannt, hält die DC-Eingangsleistung des Gerätes konstant auf dem eingestellten Wert, damit der aus der Quelle fließende Strom in Zusammenhang mit der Spannung der Quelle nach $P = U * I$ den gestellten Leistungswert erreicht. Die Leistungsbegrenzung begrenzt dann den Eingangsstrom nach $I_{EIN} = P_{SOLL} / U_{EIN}$, sofern die Spannungsquelle/Stromquelle den Strom bzw. die Leistung überhaupt liefern kann.

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 Leistungswert 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.

3.2.5 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 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) und als über optionale, digitale Schnittstelle auslesbarer Status, sowie Alarmzähler signalisiert. Die Alarmzustände OT, PF und OVP werden zusätzlich über die optionale, analoge Schnittstelle signalisiert. Zwecks nachträglicher Erfassung der Alarmer kann der Alarmzähler auch in der Anzeige aufgerufen 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 im Eingangskreis (PFC)

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die 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 Leistungsstufe abschaltet. Dies kann durch einen Defekt der eingebauten Lüfter oder durch zu hohe Umgebungstemperatur zustandekommen.

Nach dem Abkühlen startet das Gerät die 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) 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

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

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



Für die Dauer der Startphase können die Meldesignale (ALARMS, OVP usw.) an der analogen Schnittstelle unbestimmte Zustände anzeigen, 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 DC-Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein „Alarm: PF“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Der DC-Eingang wird sofort ausgeschaltet, das Gerät ist nach kurzer Zeit dann komplett aus.

3.4.3 Konfiguration im MENU

Das MENU dient zur Konfiguration aller Betriebsparameter, die nicht ständig benötigt werden. Es kann per Druck auf die Taste MENU erreicht werden, aber nur, wenn der DC-Eingang **ausgeschaltet** ist. Siehe Grafiken unten. Ist der Eingang eingeschaltet, werden statt einem Einstellmenü nur Statusinformationen angezeigt.

Die Navigation erfolgt in den Untermenüs mittels der Pfeiltasten und Enter, sowie ESC. Parameter und Werte werden mit den Drehknöpfen eingestellt. Die Zuordnung der Drehknöpfe zu den einstellbaren Werten wird hier nicht angezeigt, daher gilt folgendes:

- Wert auf linker Seite der Anzeige -> linker Drehknopf
- Wert auf rechter Seite der Anzeige -> rechter Drehknopf.
- Mehrere Werte links oder rechts -> Umschalten mittels Pfeiltasten

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



3.4.3.1 Menü „Einstellungen“

Dieses Menü umfaßt alle Einstellungen für den generellen Betrieb des Gerätes und dessen Schnittstellen:

Untermenü	Beschreibung
Eingangs-Einstellungen	Auf den DC-Eingang bezogene Sollwerte setzen, alternativ zur Bedienung im Hauptbildschirm
Schutz-Einstellungen	Auf den DC-Eingang bezogene Schutzwerte (hier: OVP, OCP, OPP) setzen. Siehe auch Abschnitt „3.3. Alarmzustände“
Limits-Einstellungen	Auf den DC-Eingang bezogene Einstellgrenzen für Sollwerte setzen. Mehr dazu in „3.4.4. Einstellgrenzen („Limits““
Allgemeine Einstellungen	Einstellungen zum Betrieb des Gerätes und der optionalen Anlogschnittstelle. Siehe unten.
Gerät zurücksetzen	Wird die Auswahl Ja mit Taste Enter bestätigt, setzt das alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) und Werte auf Standardwerte (Auslieferungszustand) zurück, wie in den Menüstruktur-Diagrammen auf den vorherigen Seiten angegeben

3.4.3.2 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 1.9.5.1.
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 • Wiederherstellen = Zustand des DC-Eingangs wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war
DC-Eingang nach PF-Alarm	Legt fest, wie sich der DC-Eingang des Gerätes nach einem Powerfail-Alarm (PF), 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
DC-Eingang nach Remote	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Verlassen, d.h. manuelles oder per Befehl veranlaßtes 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
Einst. Spannungsregler	Wählt die Regelungsgeschwindigkeit des internen Spannungsreglers zwischen „ Langsam “ und „ Schnell “. Siehe „3.2.1.1. <i>Geschwindigkeit des Spannungsreglers</i> “
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> “
Analog Rem-SB Verhalten	<i>Wird nur angezeigt, wenn die optionale Analog/USB-Schnittstelle installiert ist.</i> Legt fest, wie das Verhalten des Eingangspin REM-SB an der eingebauten Anlogschnittstelle gegenüber dem DC-Eingang sein soll: <ul style="list-style-type: none"> • DC AUS = DC-Eingang kann über den Pin nur ausgeschaltet werden • DC EIN/AUS = DC-Eingang kann über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
Anlogschnittst.-Bereich	<i>Wird nur angezeigt, wenn die optionale Analog/USB-Schnittstelle installiert ist.</i> Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungs-Ausgang. <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. <i>Fernsteuerung über Anlogschnittstelle (AS)</i> “.

Einstellung	Beschreibung
Analogschnittst. Rem-SB	<p>Wird nur angezeigt, wenn die optionale Analog/USB-Schnittstelle installiert ist.</p> <p>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“.</p> <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

3.4.3.3 Menü „Profile“

Siehe „3.8 Nutzerprofile laden und speichern“ auf Seite 43.

3.4.3.4 Menü „Übersicht“

Diese Menüseiten zeigen eine Übersicht der aktuellen Sollwerte (U, I, P bzw. U, I, P, R) und Gerätealarmeinstellungen, sowie die Eventeinstellungen und Einstellgrenzen 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 „Funktions-Generator“

Siehe „3.9 Der Funktionsgenerator“ auf Seite 44.

3.4.3.7 Menü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zu den optionalen, auf der Rückseite des Gerätes installierbaren, digitalen Schnittstellen getroffen. Der USB-Port, der sich an allen drei optionalen Schnittstellenkarten befindet, wird nicht konfiguriert. Durch die Installation des Schnittstellen-Typs IF-KE5 USB LAN erhält das Gerät einen Ethernet/LAN-Port. Dieser hat nach dem Einbau oder nach einer Zurücksetzung des Gerätes folgende **Standard-Netzwerkparameter**:

- DHCP: aus
- IP: 192.168.0.2
- Subnetzmaske: 255.255.255.0
- Gateway: 192.168.0.1
- Port: 5025
- DNS: 0.0.0.0
- Hostname: „Client“, über PC-Software einstellbar
- Domäne: „Workgroup“, über PC-Software einstellbar

Diese Parameter können nach Belieben den lokalen Erfordernissen entsprechend konfiguriert werden. Weiterhin gibt es generelle Kommunikations-Einstellungen, die Protokollen und Timing zugeordnet sind.

Untermenü IP-Einstellungen 1

Element	Beschreibung
IP-Adresse abrufen	<p>DHCP: Bei dieser Einstellung wird das Gerät nach dem Einschalten versuchen, von einem DHCP-Server die Netzwerkparameter (IP, Subnetzmaske, Gateways, DNS) zugewiesen zu bekommen. Ebenso wird verfahren, wenn man von Manual auf DHCP wechselt und mit Taste ENTER übernimmt. Sollte die DHCP-Konfiguration nicht erfolgreich sein, werden die für Manual eingestellten Parameter verwendet und im Übersichtsbildschirm Einstellungen anzeigen würde dann DHCP (Fehler) angezeigt, statt DHCP (aktiv).</p> <p>Manual (Standardeinstellung): setzt die Standard-Netzwerkparameter (nach Auslieferung oder Reset) bzw. die zuletzt eingestellten. Diese Parameter werden durch Einstellung DHCP nicht überschrieben und sind nach Wechsel zu Manual wieder verfügbar.</p>
IP-Adresse	Nur verfügbar, wenn Manual gewählt wurde. Standardwert: siehe oben Dauerhafte Einstellung einer fixen IP-Adresse für das Gerät im üblichen IP-Adressformat
Subnetzmaske	Nur verfügbar, wenn Manual gewählt wurde. Standardwert: siehe oben Dauerhafte Einstellung einer fixen Subnetzmaske im üblichen IP-Adressformat
Gateway	Nur verfügbar, wenn Manual gewählt wurde. Standardwert: siehe oben Dauerhafte Einstellung einer fixen Gateway-Adresse im üblichen IP-Adressformat

Untermenü **IP-Einstellungen 2**

Element	Beschreibung
Port	Standardwert: 5025 Hier wird der zur IP-Adresse gehörige Port eingestellt, über den TCP/IP-Zugriff bei Fernsteuerung über Ethernetschnittstelle stattfindet
DNS-Adresse	Standardwert: 0.0.0.0 Geben Sie hier die IP des Domain Name Servers (kurz: DNS) an, der im Netzwerk vorhanden sein sollte, um Domäne und Hostname als alternative Zugriffsvariante statt der IP verwenden zu können
TCP Keep-Alive aktivieren	Standardeinstellung: deaktiviert Aktiviert/deaktiviert die sogenannte "keep-alive"-Funktionalität des TCP

Untermenü **Komm.-Protokolle**

Element	Beschreibung
Aktiviert	Standardeinstellung: SCPI&ModBus Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle SCPI oder ModBus RTU für den USB- und Ethernet-Port. Jeweils eins von beiden kann deaktiviert werden, wenn nicht benötigt.

Untermenü **Komm.-Timeout**

Element	Beschreibung
Timeout USB (ms)	Standardwert: 5 , Bereich: 5...65535 USB/RS232-Kommunikations-Timeout in Millisekunden. Stellt die Zeit ein, die max. zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes einer Nachricht ablaufen darf. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“.
Timeout ETH (s)	Standardwert: 5 , Bereich: 5...65535 Findet während der eingestellten Zeit keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt es die Socketverbindung. Das Timeout wird durch Aktivierung der Option TCP Keep-alive aktivieren (siehe oben) unwirksam, sofern „keep-alive“ innerhalb des Netzwerkes wie zu erwarten funktioniert.

3.4.3.8 Menü „HMI-Einstellung“

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

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch, Russisch oder Chinesisch. Standardeinstellung: Englisch
Hinterg. Beleuchtung	Hiermit kann man wählen, ob die Hintergrundbeleuchtung immer an sein soll oder sich abschaltet, wenn 60 s lange kein Tastendruck oder Drehknopfbetätigung erfolgte. Sobald eine Eingabe erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Beleuchtung in 100 Stufen eingestellt werden. Standardeinstellungen: Immer an, 100
Statusseite	Umschaltung der Darstellung in der Hauptanzeige. Der Anwender kann zwischen zwei Layouts wählen, die hier als Vorschau in Form kleiner Grafiken gezeigt werden. Siehe auch Abschnitt „3.4.6. Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln“. Standardeinstellung: Layout 1
Tastenton	Aktiviert bzw. deaktiviert die Tonausgabe bei Betätigung einer Taste. Dieser Ton kann als Bestätigung dienen, daß die Betätigung der Taste angenommen wurde. Standardeinstellung: aus
Alarmton	Aktiviert bzw. deaktiviert die zusätzliche akustische Signalisierung eines Gerätealarms. Siehe auch „3.6 Alarmer und Überwachung“ auf Seite 41. Standardeinstellung: aus
HMI Sperre	Siehe „3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren“ auf Seite 42. Standardeinstellungen: Alles sperren, Nein

3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)



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

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

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

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

Limit-Einstellungen

U-min=	00.00V	U-max=	80.00V
I-min=	00.00A	I-max=	20.00A
P-max=	400.0W	R-max=	10.000Ω

► So konfigurieren Sie die Einstellgrenzen

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang betätigen Sie die Taste .
2. Im Menü betätigen Sie , dann navigieren Sie mit den Pfeiltasten (↓, ↑) zu **Limit-Einstellungen** und betätigen erneut .
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 Betätigung der Pfeiltasten.
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit .



Die Einstellgrenzen sind an die Sollwerte gekoppelt. Das bedeutet z. B., daß die obere Einstellgrenze (-max) des Sollwertes nicht kleiner eingestellt werden kann als der Sollwert momentan ist. Beispiel: Sie möchten die obere Einstellgrenze des Stromes (I-max) auf 35 A einstellen, während der Stromsollwert noch auf 40 A eingestellt ist. Sie müßten dann den Stromsollwert zuerst auf 35 A oder geringer einstellen, um I-max auf 35 A setzen zu können.

3.4.5 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 Spannung und Strom. Die Sollwerte können nur per **Drehknopf** eingestellt werden.



Die Betätigung der Drehknöpfe in der Hauptanzeige setzt den Sollwert immer sofort, egal ob der DC-Eingang ein- oder ausgeschaltet ist. Im Menü hingegen müssen geänderte Werte immer mit Taste „Enter“ bestätigt werden.



Die Sollwerteinstellung kann nach oben oder unten hin durch die Einstellgrenzen zusätzlich eingeschränkt sein. Siehe auch „3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)" auf Seite 34. Bei Erreichen einer der Grenzen wird in der Anzeige für 1,5 Sekunden ein Hinweis wie z. B. „Limit: U-max“ eingeblendet. Im Menü ist der Hinweis reduziert auf ein Ausrufezeichen.

► So können Sie manuell Sollwerte mit den Drehknöpfen einstellen

1. Prüfen Sie zunächst, ob der Sollwert (U, I, P, R), den Sie einstellen wollen, bereits einem der Drehknöpfe zugeordnet ist. Der Hauptbildschirm zeigt die Zuordnung:



2. Falls, wie oben gezeigt, für den linken Drehknopf die Leistung (P) und den rechten Drehknopf der Strom (I) zugewiesen ist, Sie möchten aber die Leistung einstellen, können Sie die Zuordnung ändern, indem Sie auf die Taste ↓ betätigen, bis **P** (für Leistung) auf der Abbildung des Knopfes 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:

 →  → 

3.4.6 Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln

Die Hauptanzeige, auch genannt Statusseite, mit ihren Soll- und Istwerten sowie den Gerätestatus, kann auf eine andere Darstellung (hier: Layout 2) umgeschaltet werden, die immer nur zwei physikalische Werte sowie den Status anzeigt. Der Vorteil der anderen Darstellung ist, daß die beiden Istwerte mit **größeren Zahlen** dargestellt werden, wodurch das Ablesen aus größerer Entfernung möglich wird. Informationen, wo die Anzeige im MENU umgeschaltet werden kann, sind in „3.4.3.8. Menü „HMI-Einstellung““ zu finden. Vergleich der Layouts:

Layout 1 (Standard)



Layout 2 (alternativ)



Unterschiede bei Layout 2 im Vergleich zum Standard Layout 1:

- Die jeweils anderen beiden Sollwerte können durch Umschalten der Zuordnung des linken Drehknopfes angezeigt werden, wodurch sich die linke Hälfte des oberen Anzeigeteils ändert
- Die aktuelle Regelungsart wird unabhängig von der linken Anzeige bei eingeschaltetem DC-Eingang immer angezeigt, und zwar unten links, wie im oberen rechten Bild beispielsweise mit **CR** gezeigt; das ist die Entsprechung von Layout 1

3.4.7 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 optionalen Analogschnittstelle gesperrt sein, falls diese aktiviert ist und der entsprechende Parameter aktiviert wurde. Siehe dazu auch 3.4.3.2 und Beispiel a) in 3.5.4.7. In der Anzeige würde dann ein entsprechender Hinweis eingeblendet.

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

1. Sofern das Bedienfeld nicht komplett gesperrt ist, betätigen Sie Taste . Anderenfalls werden Sie zunächst gefragt, die Sperre aufzuheben, was durch einfaches Drücken der Taste bzw. durch Eingabe der PIN erfolgt, sofern die PIN im Menü **HMI-Sperre** aktiviert wurde.
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“ verhindert. Der aktuelle Zustand des DC-Eingangs an der Taste mittels der grünen (= ein) und roten LED (= aus) angezeigt.

► 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 37.

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

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

3.5 Fernsteuerung

3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist grundsätzlich über eine der optional erhältlichen Schnittstellen (siehe „1.9.4. Optionales Zubehör“) und deren entweder digitalen oder analogen Anschluß möglich. Wichtig ist dabei, daß immer nur eine beiden Schnittstellen 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 zwei: am Gerät (manuelle Bedienung) und außerhalb (Fernsteuerung). Folgende Bedienorte sind definiert:

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

Fernsteuerung kann über die Einstellung **Fernsteuerung erlauben** (siehe „3.4.3.2. Menü „Allgemeine Einstellungen““) explizit erlaubt oder gesperrt werden. Im gesperrten Zustand ist im Statusfeld in der Anzeige der Text **Lokal** zu lesen. Die Aktivierung der Sperre kann dienlich sein, wenn normalerweise eine Software oder eine Elektronik das Gerät ständig fernsteuert, man aber zwecks Einstellung am Gerät oder auch im Notfall am Gerät hantieren muß, was bei Fernsteuerung sonst nicht möglich wäre. Die Aktivierung des Zustandes **Lokal** bewirkt folgendes:

- Falls Fernsteuerung über digitale Schnittstelle aktiv ist (angezeigt als **Fern**:), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muß später auf der PC-Seite, sobald **Lokal** nicht mehr aktiv ist, erneut übernommen werden, wenn benötigt
- 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

Das Gerät unterstützt nur die optional erhältlichen, digitalen Schnittstellen USB und Ethernet.

Für die USB-Schnittstelle wird ein Standardkabel bei der Schnittstellenkarte mitgeliefert, nicht mit dem Gerät, sowie ein Windows-Treiber auf USB-Stick. Diese Schnittstelle benötigt keine Einstellungen im Setup-Menü.

Für die Ethernetschnittstelle sind dagegen die üblichen Netzwerkeinstellungen wie DHCP oder, bei manueller IP-Vergabe, die IP-Adresse usw. zu treffen, sofern nicht die Standardparameter bereits akzeptabel sind.

3.5.3.2 Allgemeines

Zur Installation des Netzwerkanschlusses siehe „1.9.7. Ethernetport (optional)“.

Die digitalen Schnittstellen benötigen nur wenige oder keine Einstellungen für den Betrieb bzw. können bereits mit den Standardeinstellungen direkt verwendet werden. Die zuletzt getroffenen Einstellungen werden dauerhaft gespeichert, können aber auch über den Menüpunkt **Gerät zurücksetzen** auf die Standardwerte zurückgebracht werden. Über die digitalen Schnittstellen können in erster Linie Sollwerte (Strom, Spannung, Leistung), sowie Gerätezustände gesetzt oder ausgelesen werden. In zweiter Linie sind fast alle über das Menü am HMI einstellbaren Werte (Schutz, Limits), sowie einige Betriebsparameter über Fernsteuerung einstellbar.

Bei Wechsel auf Fernsteuerung werden die zuletzt am Gerät eingestellten Werte beibehalten, bis sie geändert werden. Somit wäre eine reine Spannungssteuerung durch Vorgabe von Spannungssollwerten möglich, wenn die anderen Sollwerte unverändert blieben.

3.5.3.3 Programmierung

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

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.5.4.1 Allgemeines

Die optional erhältliche, 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 (CC/CP, CV)
- Fernüberwachung Alarmer (OT, OVP, PF)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Einganges

Das Stellen der Sollwerte über analoge Schnittstelle geschieht **immer zusammen**. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben während Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellbar bleiben oder umgekehrt. Steuerung des Widerstandssollwertes ist ein- und ausschaltbar, so daß dieser nicht immer erforderlich ist.

Geräte-Schutzschwellen, wie z. B. OVP, können über die AS nicht eingestellt werden und sind daher vor Gebrauch der AS am Gerät auf die gegebene Situation anzupassen. Die analogen Sollwerte können von jeder beliebigen externe Spannungsquelle 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. Es gilt dann folgendes:

0-5 V: Referenzspannung = 5 V, 0...5 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL) entsprechen 0...100% Nennwert während es bei RSEL dann $R_{MIN}...R_{MAX}$ ist, 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) entsprechen 0...100% Nennwert während es bei RSEL dann $R_{MIN}...R_{MAX}$ ist, 0...100% Istwert entsprechen 0...10 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON).

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

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!



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

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

3.5.4.2 Auflösung

Intern wird die analoge Schnittstelle digital verarbeitet. Das bedingt zum Einen eine bestimmte, effektive Auflösung. Diese ist für alle Sollwerte (VSEL usw.) und Istwerte (VMON/CMON) gleich und beträgt 4096, bei Verwendung des 10 V-Bereiches. Bei gewähltem 5 V-Bereich halbiert sich die Auflösung. Durch Toleranzen am analogen Eingang kann sich die tatsächliche Auflösung leicht verringern.

3.5.4.3 Quittieren von Alarmmeldungen

Alarmmeldungen des Gerätes (siehe 3.6.1) erscheinen immer in der Anzeige, einige davon auch als Signal auf der analogen Schnittstelle (siehe Tabelle unten).

Tritt während der Fernsteuerung über analoge Schnittstelle ein Gerätealarm auf, schaltet der DC-Eingang genauso aus wie bei manueller Bedienung. Bei den Alarmen Übertemperatur (OT), Power Fail (PF) und Überspannung (OV) kann das über die Signalpins der AS erfaßt werden, bei anderen Alarmen wie z. B. Überstrom (OC) nicht. Diese Alarme können nur durch Auswertung der Istwerte gegenüber den Sollwerten erfaßt werden.

Die Alarme OV, OC und OP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch „3.6.1. Gerätealarme und Events handhaben“). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Eingangs per Pin REM-SB quittiert werden, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50 ms für LOW).

3.5.4.4 Spezifikation der Anlogschnittstelle

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 $R_i > 40 \text{ k}\Omega$...100 k Ω
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	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 $R_i > 40 \text{ k}\Omega$...100 k Ω
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) (Alarme quittieren *****)	Aus = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Ein, wenn unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = +1 \text{ mA}$ bei 5 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
14	OVP	DO	Überspannungsalarm	OVP = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Kein OVP = 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 $U_{ce} = 0,3 \text{ V}$, $U_{max} = 0...30 \text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
15	CV	DO	Anzeige Spannungsregelung aktiv	CV = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$	

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

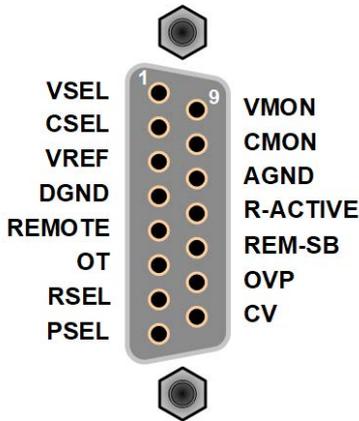
** Interne V_{cc} ca. 10 V

*** Netzausfall, Netzunterspannung oder PFC-Fehler

**** 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>Es ist ein möglichst niederohmiger Schalter zu verwenden ist (Relaiskontakt, Schalter, Schütz o.ä.), 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>

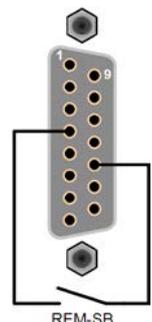
3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

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-Einganges des Gerätes genutzt, kann aber auch ohne aktivierte Fernsteuerung genutzt werden.

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 REM-SB den Zustand des DC-Eingangs des Gerätes gemäß der Tabelle in 3.5.4.4 vor. Die logische Funktion und somit die Standardpegel können durch eine Einstellung im Setup-Menü des Gerät invertiert werden. Siehe 3.4.3.2.

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 in dieser Situation mit Pin REMOTE auf Fernsteuerung umgeschaltet wird, schaltet der DC-Eingang ein!

• **Fernsteuerung wurde nicht aktiviert**

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

DC-Eingang	+	Pegel an Pin REM-SB	+	Parameter „Analog-schnittst. REM-SB“	→	Verhalten
ist aus	+	HIGH	+	Normal	→	DC-Eingang nicht gesperrt. Er kann mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden.
		LOW	+	Invertiert		
	+	HIGH	+	Invertiert	→	DC-Eingang 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-schnittst. REM-SB“	→	Verhalten
ist an	+	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		

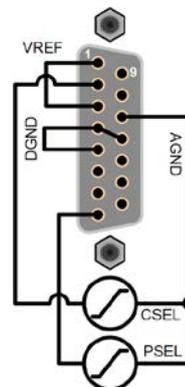
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW).

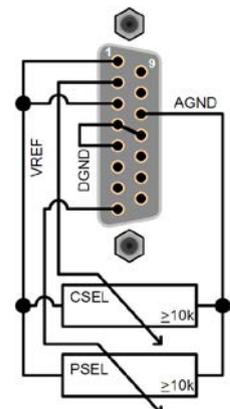
Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL von beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Die E-Last kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA Belastung für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens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

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

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



Beispiel mit ext. Spannungsquelle



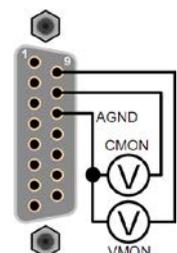
Beispiel mit Potis



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

c) Istwerte erfassen

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



3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 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 auslösen, wenn deren Schwelle entsprechend knapp eingestellt ist
- 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 auslösen kann, wenn deren Schwelle entsprechend knapp eingestellt ist

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

Alarm: OVP

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

1. Wenn in der Anzeige ein Alarm als Text angezeigt wird, kann versucht werden ihn mit der Taste  oder Taste  zu bestätigen und somit zu löschen.

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:

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

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Meldeorte
PF	Power Fail	Netzunter- oder überspannung. Löst einen Alarm aus, wenn die AC-Versorgung außerhalb der Spezifikationen des Gerätes arbeiten sollte der wenn das Gerät von der AC-Versorgung getrennt wird. 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, Anlogschnittst., Digitale Schnittstellen
OT	OverTemperature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle überschreitet. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet, was in Abhängigkeit von der Einstellung DC-Eingang nach OT-Alarm (siehe 3.4.3.1) nur ein temporärer Zustand sein könnte.	Anzeige, Anlogschnittst., Digitale Schnittstellen

► **So konfigurieren Sie die Gerätealarme**

2. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang betätigen Sie die Taste .
3. Im Menü betätigen Sie , dann navigieren Sie mit den Pfeiltasten (↓, ↑) zu **Schutz-Einstellungen** und betätigen erneut .
4. Stellen Sie hier die Grenzen für die Gerätealarme gemäß Ihrer Anwendung ein, falls die Standardwerte von 103% bzw. 110% nicht passen.

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 30)

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang betätigen Sie die Taste .
2. Im Menü navigieren Sie mit den Pfeiltasten (↓, ↑) zu **Seite 2** und betätigen . In der nächsten Menüseite zu **HMI-Einstellungen** navigieren und erneut  betätigen.
3. Dort dann navigieren zu **Alarmton** und mit  die Einstellungsseite erreichen.
4. In der Einstellungsseite dann entweder **An** oder **Aus** wählen und mit  bestätigen.

3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren

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

► **So sperren Sie das HMI**

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang betätigen Sie die Taste .
2. Im Menü navigieren Sie mit den Pfeiltasten (↓, ↑) zu **Seite 2** und betätigen . In der nächsten Menüseite zu **HMI-Einstellungen** navigieren und erneut  betätigen.
3. Dort dann navigieren zu **HMI-Sperre** und mit  die Einstellungsseite erreichen.
4. Die einfache Sperre wird durch Betätigung von  aktiviert, wodurch direkt in die nun gesperrte Hauptanzeige zurückgesprungen wird. Die Sperre wird dort mittels Text **Gesperrt** und Symbol  angezeigt.

Alternativ zur einfachen Sperre, die durch jeden Benutzer aufgehoben werden kann und keinen wirklichen Schutz bietet, kann in dieser Einstellungsseite auch eine PIN gesetzt und aktiviert werden, wodurch das Gerät, solange wie die PIN aktiviert bleibt, bei jeder Entsperrung die erneute Eingabe der PIN verlangt.

► **So sperren Sie das HMI mit PIN**



Aktivieren Sie die PIN-Sperre nicht, wenn Sie sich nicht sicher sind, welche PIN momentan gesetzt ist! Die PIN kann jedoch nur geändert werden, wenn die zuletzt gesetzte bekannt ist.

5. In der Menüseite zur HMI-Sperre wählen Sie den Parameter **PIN aktivieren** und stellen Sie ihn mittels Drehknopf auf **Ja**.
6. Wählen Sie ggf. noch **PIN ändern** und bestätigen , um über eine Eingabemaske die bisherige 1x und die neue 2x einzugeben und jeweils mit  zu bestätigen.
7. Zurück in der vorherigen Menüseite wird die PIN-Sperre dann durch Betätigung von  aktiviert, wodurch direkt in die Hauptanzeige zurückgesprungen wird. Die Sperre wird dann mittels Text **Gesperrt** und Symbol  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. Betätigen Sie einen der Drehknöpfe oder irgendeine Taste (außer Taste On/Off bei Sperrmodus **EIN/AUS zulassen**).

2. Es erscheint eine Abfrage:

HMI gesperrt!
Zum Entsperren 'Enter' drücken.

3. Entsperren Sie das HMI mittels der Taste . Erfolgt innerhalb von 5 Sekunden allerdings keine Tastenbetätigung, 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 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, Einstellgrenzen 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 Profil-Menüseite und Auswahl eines Profil können dessen wichtigsten Einstellungen, wie Sollwerte, Einstellgrenzen usw. betrachtet, aber nicht verstellt werden.

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

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang betätigen Sie die Taste

 **Menu**.

2. Im Menü navigieren Sie mit den Pfeiltasten (↓, ↑) zu **Profile** und betätigen .



3. In der nun erscheinenden Auswahl wählen Sie mit den Pfeiltasten und  eins von den Nutzerprofilen 1-5 aus, in das Sie speichern wollen.

4. In dem Untermenü zum gewählten Profil wählen Sie **Einst. in Profil x speichern** und speichern Sie mit Bedienfeld .

3.9 Der Funktionsgenerator

3.9.1 Einleitung

Der eingebaute **Funktionsgenerator** ist in der Lage, verschiedenförmige Signalformen zu erzeugen und diese auf einen der Sollwerte Spannung (U) oder Strom (I) anzuwenden.

Die Funktionen basieren dabei alle auf einem **Rampengenerator**. Bei manueller Bedienung können die Funktionen einzeln ausgewählt, konfiguriert und bedient werden. Bei Fernsteuerung bestimmen mehrere Parameter die Verlaufsform der Funktion. **Batterietest** und **MPP-Tracking** basieren nicht auf diesem Generator.

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

Funktion	Kurzerläuterung
Dreieck	Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit
Rechteck	Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Zeit
Trapez	Trapez-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegszeit, Pulszeit, Abfallzeit, Pausenzeit
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert und Abfall-/Anstiegszeit
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)

3.9.2 Allgemeines

3.9.2.1 Auflösung

Bei allen Funktionen kann das Gerät zwischen 0...100% Sollwert ungefähr 3277 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.

3.9.3 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.

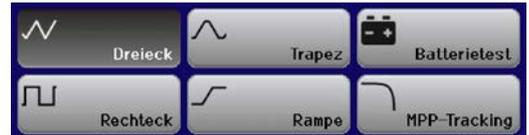
Auf einen der Sollwerte U und I kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen Sollwerte sind dann konstant und wirken begrenzend. Das bedeutet, wenn man beispielsweise 10 V am DC-Eingang anlegt und die Rechteck-Funktion auf den Strom anwenden will und als Amplitude 20 A festgelegt bei einem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

Ein anderer Fall ist, wenn man mit Funktionen arbeitet, die auf die Eingangsspannung angewendet werden. Stellt man hier die allgemeine Spannung U höher als Amplitude plus möglicher Offset zusammen ergeben, ergibt sich beim Starten der Funktion kein Reaktion, weil die Spannungseinstellung nach unten hin begrenzt, nicht nach oben hin wie beim Strom oder bei der Leistung. Die richtige Einstellung der jeweils anderen Sollwerte ist daher sehr wichtig.

3.9.4 Manuelle Bedienung

3.9.4.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

Über den Touchscreen kann eine der in 3.9.1 genannten Funktionen aufgerufen werden, konfiguriert und gesteuert werden. Auswahl und Konfiguration sind nur bei ausgeschaltetem Eingang möglich.



► So wählen Sie eine Funktion aus und stellen Parameter ein

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang betätigen Sie die Taste **Menu**.
2. Im Menü navigieren Sie mit den Pfeiltasten (↓, ↑) zu **Funktions-Generator** und betätigen erneut **Enter**.
3. In der Funktionsauswahl navigieren zu der gewünschten Funktion wählen diese mit **Enter**.
4. Je nach gewählter Funktion kommt noch eine Abfrage, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte: **Spannung** oder **Strom**.
5. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein, z. B. für eine ansteigende Rampe den Startlevel, Endlevel, sowie Anstiegszeit. Die Einstellwerte der einzelnen Funktionen sind weiter unten beschrieben. Das Umschalten zwischen den Einstellwerten erfolgt mit den Pfeiltasten.
6. Übernehmen Sie mit **Enter**, um die nächste Konfigurationsseite zu erreichen. Legen Sie hier noch die Grenzwerte für U, I und P fest.



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 statischen Werte wirken sofort nach dem Laden der Funktion auf die Quelle, weil der DC-Eingang automatisch eingeschaltet wird, um die Startsituation 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.

7. Drücken Sie noch einmal **Enter**, um die Funktion zu laden und in die Anzeige des Funktionsgenerator zu wechseln

Kurz danach wird der statische Wert gesetzt und der DC-Eingang eingeschaltet. Danach kann die Funktion gestartet werden.

► So starten und stoppen Sie eine Funktion

1. Sie können die Funktion **starten**, indem Sie entweder Taste **Enter** betätigen oder, sofern der DC-Eingang gerade ausgeschaltet ist, mit der Taste **On / Off**. Die Funktion startet dann sofort.
2. **Stoppen** können Sie die Funktion entweder mit Taste **Enter** oder Taste **On / Off**, jedoch gibt es hier unterschiedliches Verhalten:
 - a) Taste **Enter**: 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.) stoppt der Funktionsablauf automatisch, der DC-Eingang wird ausgeschaltet und der Alarm gemeldet.

3.9.5 Dreieck-Funktion

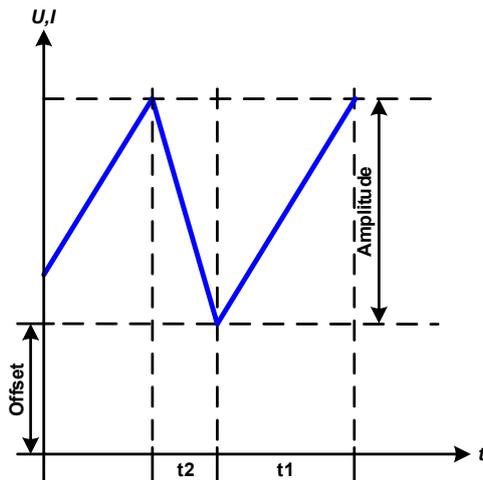
Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ampl.	0...(Nennwert - Offset) von U oder I	Ampl. = Amplitude des zu generierenden Signals
Offset	0...(Nennwert - Ampl.) von U, I	Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Dreiecks
t1	0,01 ms...6000 s	Anstiegszeit der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals
t2	0,01 ms...6000 s	Abfallzeit der abfallenden Flanke des Dreiecksignals



Bei sehr kurzen Zeiten für t1 und t2 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 auf den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung angewandt. Die Zeiten der ansteigenden und abfallenden Flanken sind variabel und unterschiedlich einstellbar.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

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

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

3.9.6 Rechteck-Funktion

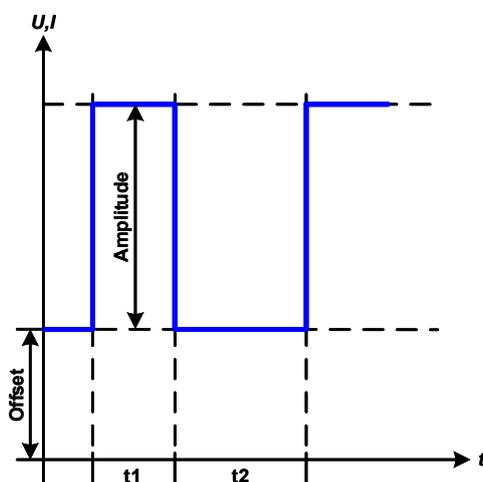
Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ampl.	0...(Nennwert - Offset) von U oder I	Ampl. = Amplitude des zu generierenden Signals
Offset	0...(Nennwert - Ampl.) von U, I	Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks
t1	0,01 ms...6000 s	Zeit (Puls) des oberen Wertes (Amplitude) des Rechtecksignals
t2	0,01 ms...6000 s	Zeit (Pause) des unteren Wertes (Offset) des Rechtecksignals



Bei sehr kurzen Zeiten für t1 und t2 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 rechteckförmiges Signal auf den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung angewandt. Die Zeiten t1 und t2 bestimmen dabei, wie lang jeweils der Wert der Amplitude (zugehörig zu t1) und der Pause (Amplitude = 0, nur Offset effektiv, zugehörig zu t2) wirkt.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

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

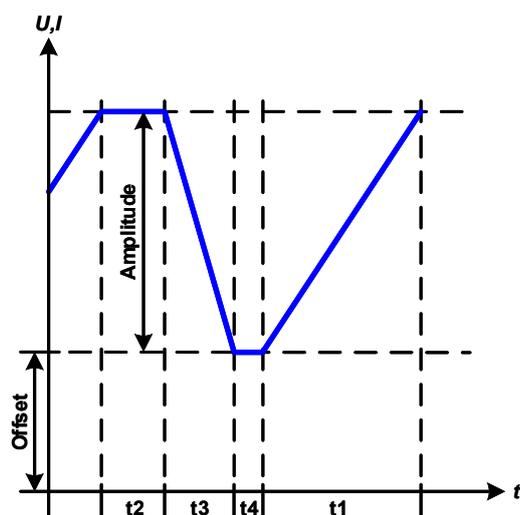
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müßte die Summe von t1 und t2, also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t1 = 40 \text{ ms} \cdot 0,8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

3.9.7 Trapez-Funktion

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ampl.	0...(Nennwert - Offset) von U oder I	Ampl. = Amplitude des zu generierenden Signals
Offset	0...(Nennwert - Ampl.) von U, I	Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Trapezes
t1	0,01 ms...6000 s	Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals
t2	0,01 ms...6000 s	Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals
t3	0,01 ms...6000 s	Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals
t4	0,01 ms...6000 s	Zeit des Low-Wertes (Offset) des Trapezsignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein trapezförmiges Signal auf den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung angewandt. Bei dem Trapez können die Winkel unterschiedlich sein durch die getrennt variabel einstellbaren Anstiegs- und Abfallzeiten.

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



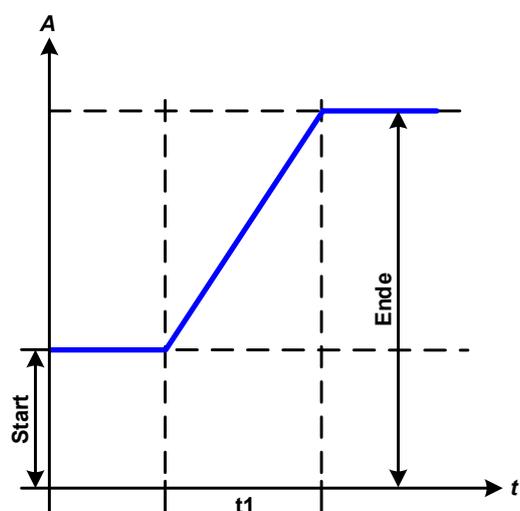
Bei sehr kurzen Zeitwerten für t1 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

3.9.8 Rampen-Funktion

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Start	0...Nennwert von U oder I	Startwert (U, I) der Rampe
Ende	0...Nennwert von U oder I	Endwert (U, I) der Rampe
t1	0,01 ms...6000 s	Anstiegs- bzw. Abfallzeit

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Diese Funktion generiert eine ansteigende oder abfallende Rampe zwischen Startwert und Endwert über die Zeit t1. Da keine Wartezeit vor dem Start der Rampe definiert werden kann, geht es beim Start sofort los.

Die Funktion läuft einmal ab und bleibt dann am Endwert stehen. Um eine sich wiederholende Rampe zu erreichen, kann die Trapezfunktion benutzt werden (siehe 3.9.7).

Wichtig ist hier noch die Betrachtung des statischen Wertes, der den Startwert vor dem Beginn der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem Wert „Start“ einzustellen.

3.9.9 Batterietest-Funktion

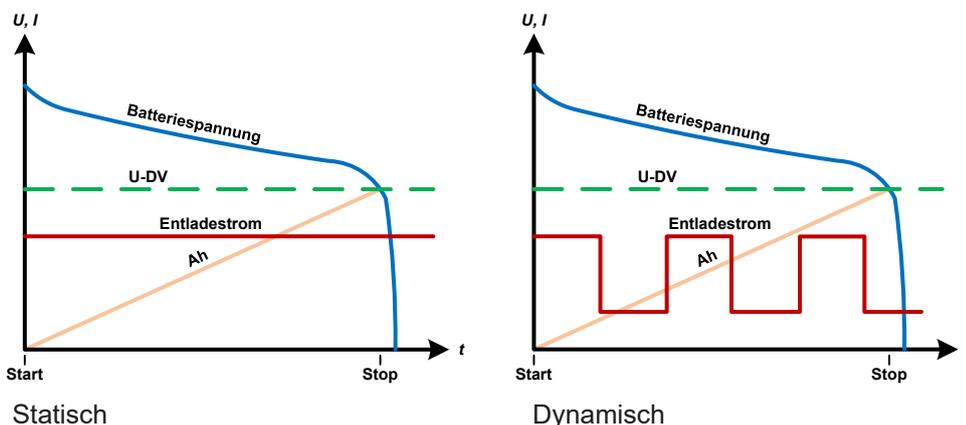
Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen.

Der Batterietest wird nur auf den DC-Eingangsstrom angewandt und kann wahlweise **Statisch** (konstanter Strom) oder **Dynamisch** (gepulster Strom) ablaufen. Beim statischen Betrieb können die Einstellwerte für die Leistung und den Widerstand (auch wenn der R-Modus nicht explizit aktiviert wurde) 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 (hier indem der R-Wert auf **AUS** gestellt wird). 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 **Entlade-Spannung** (kurz: 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 der Entlade-Spannung gelangt und dann sofort abgeschaltet wird. Daher sollte hier diese Schwelle entsprechend höher eingestellt werden.

Grafische Verdeutlichung beider Modi:



3.9.9.1 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	$R_{MIN}...R_{MAX}$	Maximaler Entladewiderstand in Ω (kann deaktiviert werden --> AUS)

3.9.9.2 Parameter für den dynamischen Batterietest

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I1	0...Nennwert von I	Unterer bzw. oberer Stromwert für gepulsten Betrieb (der höhere Einstellwert von beiden wird automatisch der obere)
I2	0...Nennwert von I	
P	0...Nennwert von P	Maximale Entladeleistung in W
t1	1 s ... 6000 s	t1 = Zeit für den oberen Stromwert (Puls)
t2	1 s ... 6000 s	t2 = Zeit für den unteren Stromwert (Pause)

3.9.9.3 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 [h:m:s]	0...10:00:00	Maximale Testzeit, nach welcher der Test automatisch stoppen kann
Entlade-Kapazität	0...99999.99 Ah	Maximal zu entnehmende Batteriekapazität, nach deren Erreichen der Test automatisch stoppen kann
Aktion	KEINE, SIGNAL, Test-Ende	Legt für die Parameter „Entladezeit“ und „Entlade-Kapazität“ fest, was bei Erreichen der Werte der beiden Parameter geschehen soll: KEINE = Nichts passiert, Test läuft weiter SIGNAL = Der Text „Zeit-Limit“ erscheint in der Anzeige, der Test läuft weiter Test-Ende = Der Test stoppt

3.9.9.4 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
- Entnommene Kapazität in Ah
- Entnommene Energie in Wh
- Testzeit in HH:MM:SS,MS
- Reglerstatus (CC, CP, CR)



3.9.9.5 Abbruchbedingungen

Der Ablauf der Batterietest-Funktion kann gewollt oder ungewollt stoppen bzw. gestoppt werden durch:

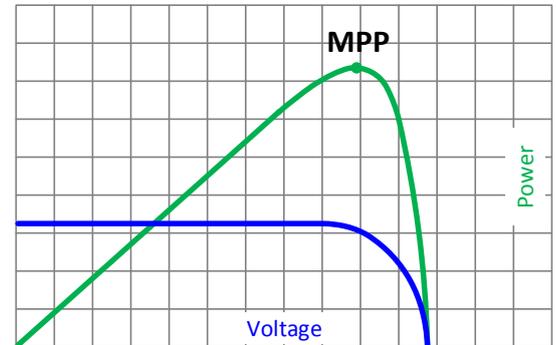
- Manuelle Betätigung der Tasten  oder 
- Irgendeinen Geräte-Alarm wie OT usw.
- Erreichen der eingestellten max. Testzeit, wenn dafür **Aktion = Test-Ende** eingestellt wurde
- Erreichen des eingestellten max. Ah-Wertes, wenn dafür **Aktion = Test-Ende** eingestellt wurde
- Unterschreiten der Entladeschlußspannung, was gleichbedeutend ist mit jeder Art von Spannungsabfall am DC-Eingang, egal wodurch verursacht



Nach einem automatischen Stopp, bedingt durch einen der genannten Gründe und anschließender Beseitigung einer eventuellen Fehlerursache, kann der Test fortgeführt werden. Zurücksetzen der Zählwerte erfolgt durch Verlassen des Funktionsgenerators-Bildschirms.

3.9.10 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 manuell bedienbare MPP-Tracking-Funktion bietet drei Modi zur Auswahl. Ein vierter Modus ist über eine der optional erhältliche, digitalen Schnittstellen (USB, Ethernet) zur Fernsteuerung verfügbar.

3.9.10.1 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 Werte 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... U_{Nenn}	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	0... I_{Nenn}	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	5...60000 ms	Zeit zwischen zwei Trackingversuchen während der MPP-Suche

Anwendung und Resultat:

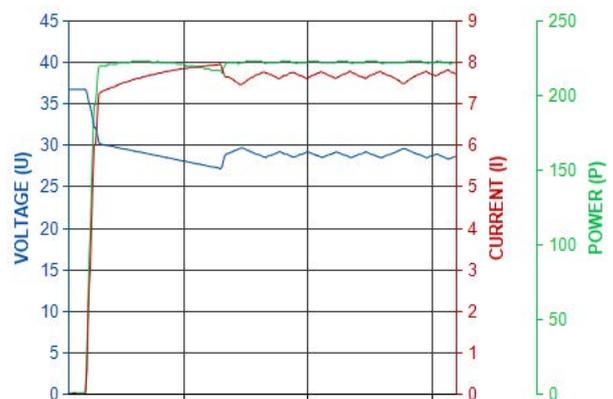
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines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



3.9.10.2 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 Solarpaneels 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}	$0 \dots U_{Nenn}$	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	$0 \dots I_{Nenn}$	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	$5 \dots 60000$ ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	$0 \text{ W} \dots P_{Nenn}$	Regeltoleranz unter dem MPP

3.9.10.3 Modus MPP3

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

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

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

3.9.10.4 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. Zwischen zwei Punkten vergeht die einstellbare Zeit Δt , der Durchlauf der definierten Punkte kann 0-255 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.

Konfiguration, Steuerung und Auswertung kann nur über ein der optional erhältlichen, digitalen Schnittstellen (USB, Ethernet) erfolgen. Dieser Modus wird über ModBus RTU- und SCPI-Protokoll unterstützt, sowie in der mitgelieferten Software EA Power Control.

3.9.11 Fernsteuerung des Funktionsgenerators

Der Funktionsgenerator ist über eine der optional erhältlichen, digitalen Schnittstellen (USB, Ethernet) fernsteuerbar, allerdings geschehen Fernkonfiguration und -steuerung von Funktionen mittels einzelner Befehle prinzipiell anders als bei manueller Bedienung. Die bei den Schnittstellen auf USB-Stick mitgelieferte, externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus RTU & SCPI“ erläutert die Vorgehensweise.

Folgendes gilt generell:

- Der Funktionsgenerator ist nicht über die analoge Schnittstelle fernbedienbar

3.10 Weitere Anwendungen

3.10.1 Reihenschaltung



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

3.10.2 Parallelschaltung

Mehrere Geräte mit gleicher Nennspannung und möglichst gleichen Modells können zu einer Parallelschaltung verbunden werden, um eine höhere Gesamtleistung zu erzielen. Dabei werden alle Lasten von ihren DC-Eingängen zur Quelle verbunden, so daß sich der Gesamtstrom aufteilen kann. Eine Unterstützung zwecks gegenseitiger Ausregelung der Lasten untereinander in Form eines Master-Slave-Systems ist nicht vorhanden. Die Geräte müssen alle separat gesteuert werden. Dabei sind parallele Signale an der analogen Schnittstelle anwendbar, da diese galvanisch getrennt ist vom Rest des Gerätes. Generell sollten folgende Dinge beachtet und eingehalten werden:

- Parallelschaltung immer nur mit identischen Modellen, zumindest aber mit solchen gleicher Nennspannung
- Möglichst keine Verbindung zwischen einer Masse der analogen Schnittstelle und dem DC-Minus-Eingang herstellen, weil das die galvanische Trennung aufhebt. Das ist insbesondere zu beachten, wenn einer der DC-Eingangspole geerdet oder im Potential verschoben werden soll.
- Zuleitungen zur Quelle dürfen nicht von Lastgerät zu Lastgerät, sondern stets von jedem Lastgerät direkt zur Quelle verlegt werden, weil sonst die DC-Eingangsklemmen strommäßig überbelastet werden könnten.

4. Instandhaltung & Wartung

4.1 Wartung / Reinigung

Die Gerät 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 vorzeitiger Abschaltung des DC-Eingangs wegen Überhitzung bzw. zu vorzeitigen Defekten.

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

4.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur

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

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

- Sie vorher Ihren Lieferanten kontaktiert und mit ihm abgeklärt haben, wie und wohin das Gerät geschickt werden soll
- es in zusammengebautem Zustand sicher für den Transport verpackt wird, idealerweise in der Originalverpackung.
- eine möglichst detaillierte Fehlerbeschreibung beiliegt.
- bei Einsendung zum Hersteller in ein anderes Land alle für den Zoll benötigten Papiere beiliegen.

4.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen

Die Absicherung des Gerätes erfolgt über eine Schmelzsicherung, die sich in einem Sicherungshalter in der Netzbuchse auf der Geräterückseite befindet. Für den Wert siehe technische Daten. Zum Austausch der Sicherung muß das Gerät zuerst von der AC-Versorgung getrennt werden. Ersetzen Sie die Sicherung stets nur durch eine gleicher Größe und gleichen Wertes.

4.2.2 Firmware-Aktualisierungen



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

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

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

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

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

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

4.3 Ersatzableitstrommessung nach DIN VDE 0701-1

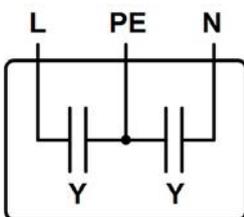
Die nach DIN VDE 0701-1 durchgeführte Ersatzableitstrommessung führt unter Umständen zu Ergebnissen, die außerhalb der Norm liegen. Grund: die Messung wird in erster Linie an sog. Netzfiltern am Wechselspannungseingang der Geräte durchgeführt. Diese Filter sind **symmetrisch** aufgebaut. Das heißt, es ist unter anderem jeweils ein Y-Kondensator von N und L nach PE geführt. Da bei der Messung N und L verbunden werden und der nach PE abfließende Strom gemessen wird, liegen somit **zwei** Kondensatoren parallel, was den gemessenen Ableitstrom **verdoppelt**.

Dies ist nach geltender Norm zulässig, bedeutet für die Messung aber, daß der ermittelte Wert **halbiert** werden muß, um dann festzustellen, ob er der Norm entspricht.

Zitat aus der Norm, Abschnitt 5.7.4:

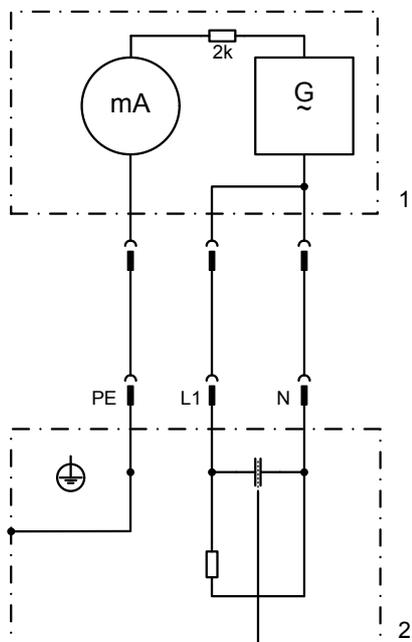
„...Bei Geräten mit zweipoliger Abschaltung und symmetrischer kapazitiver Schaltung darf der Meßwert bei diesem Verfahren halbiert werden...“

Grafische Verdeutlichung der symmetrischen Schaltung:



Beispieldarstellung aus der Norm, Bild C.3c, Schutzleiterstrommessung, Ersatzableitstrommeßverfahren:

Hinweis: Das Bild unten zeigt das Meßverfahren für zweiphasige Netzanschlüsse. Bei einem Drehstromgerät wird Phase N dann durch L2 und/oder L3 ersetzt.



5. Service & Support

5.1 Reparaturen

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

5.2 Kontaktmöglichkeiten

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

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



Elektro-Automatik

EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG

Entwicklung - Produktion - Vertrieb

Helmholtzstraße 31-37

41747 Viersen

Telefon: 02162 / 37 85-0

Mail: ea1974@elektroautomatik.de

Web: www.elektroautomatik.de