

Betriebsanleitung

EL 3000 B

Elektronische DC-Last



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 Anlogschnittstelle (AS)	39
3.6	Alarmer und Überwachung	43
3.6.1	Gerätealarmer 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	90...264 V AC	90...264 V AC
Netzanschluß	Steckdose	Steckdose	Steckdose
Netzfrequenz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz
Netzsicherung	T 2 A	T 2 A	T 2 A
Leistungsaufnahme	max. 40 W	max. 40 W	max. 40 W
Ableitstrom	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 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 Eingangssp.	88 V	220 V	550 V
Min. Eingangssp. für I_{Max}	ca. 2,6 V	ca. 1,9 V	ca. 4,7 V
Eingangskapazität	1 μ F (2,2 μ F + 1 Ω)	680 nF (1,5 μ F + 0,47 Ω)	330 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)	< 0,5% P_{Nenn}	< 0,5% P_{Nenn}	< 0,5% 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.

Beispiel: ein 60 A-Gerät hat min. 0,2% Stromgenauigkeit, das sind 120 mA. Bei einem Sollwert von 5 A dürfte der Istwert also max. 120 mA abweichen, sprich er dürfte 4,88 A...5,12 A betragen.

(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		
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC		
Abtastrate Sollwerteingänge	500 Hz		
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 USBLAN: 1x USB + 1x LAN IF-KE5 USBANALOG: 1x USB + 1x Analog		
Galvanische Trennung	max. 1500 V DC		
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 60950		
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 40

1.8.4 Ansichten

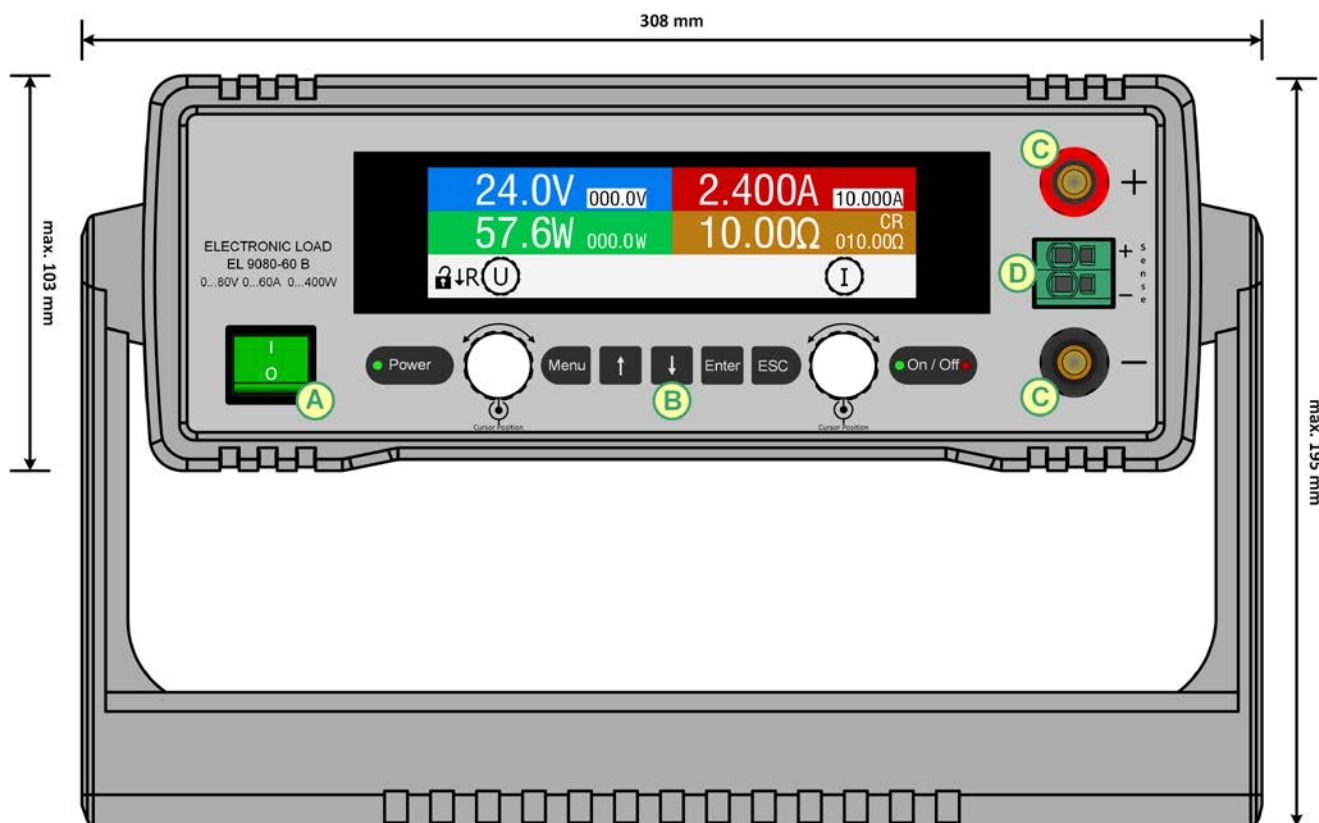


Bild 1 - Vorderseite

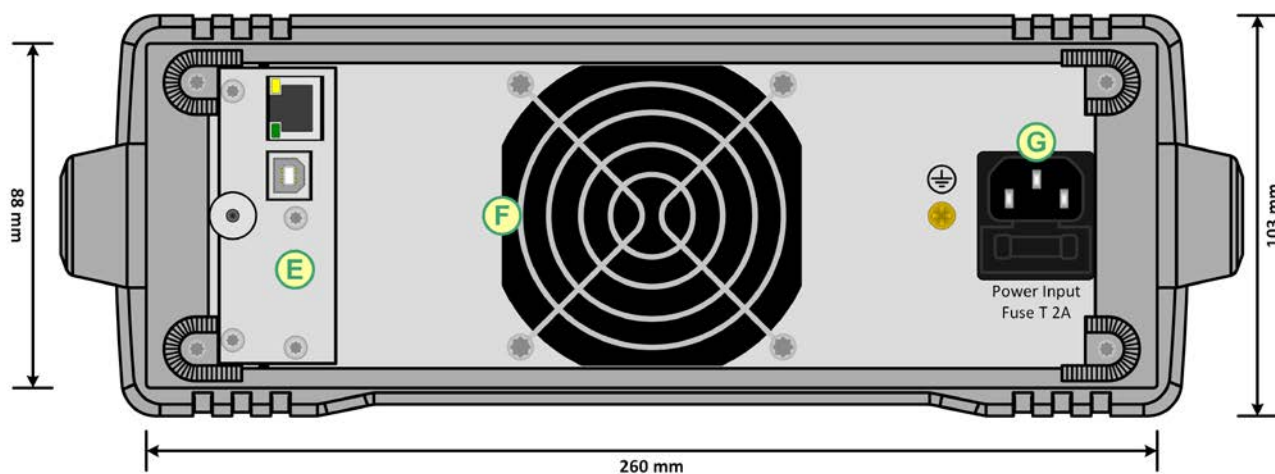


Bild 2 - Rückseite

A - Netzschalter

B - Bedienteil

C - DC-Eingang

D - Fernfühlungs-Eingang

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

F - Lüfterausgang

G - Netzanschluß mit Sicherungshalter

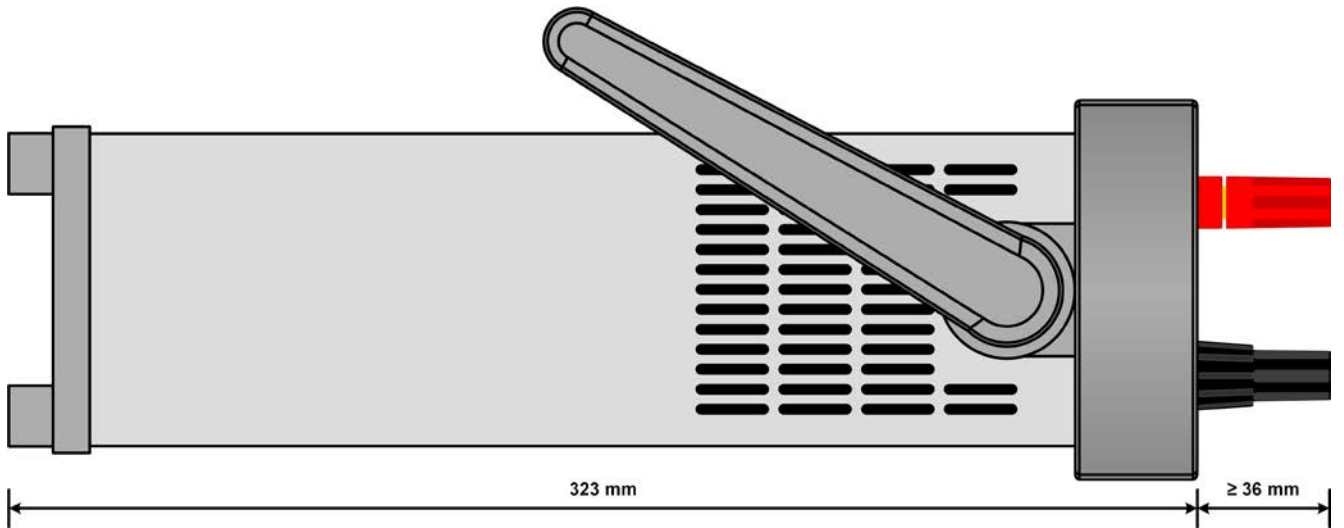


Bild 3 - Seitenansicht von links, liegend

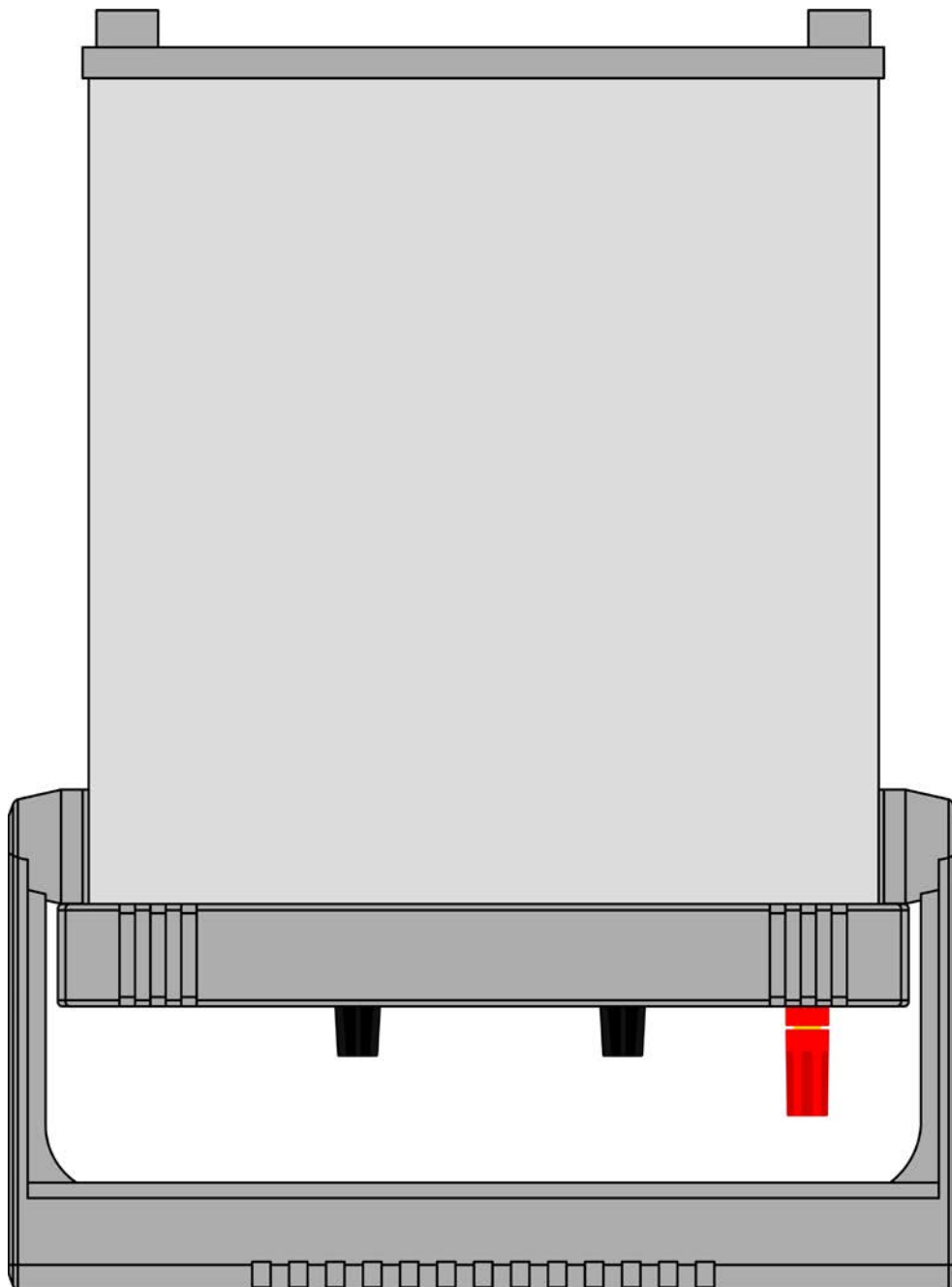


Bild 4 - Ansicht von oben

1.8.5 Bedienelemente

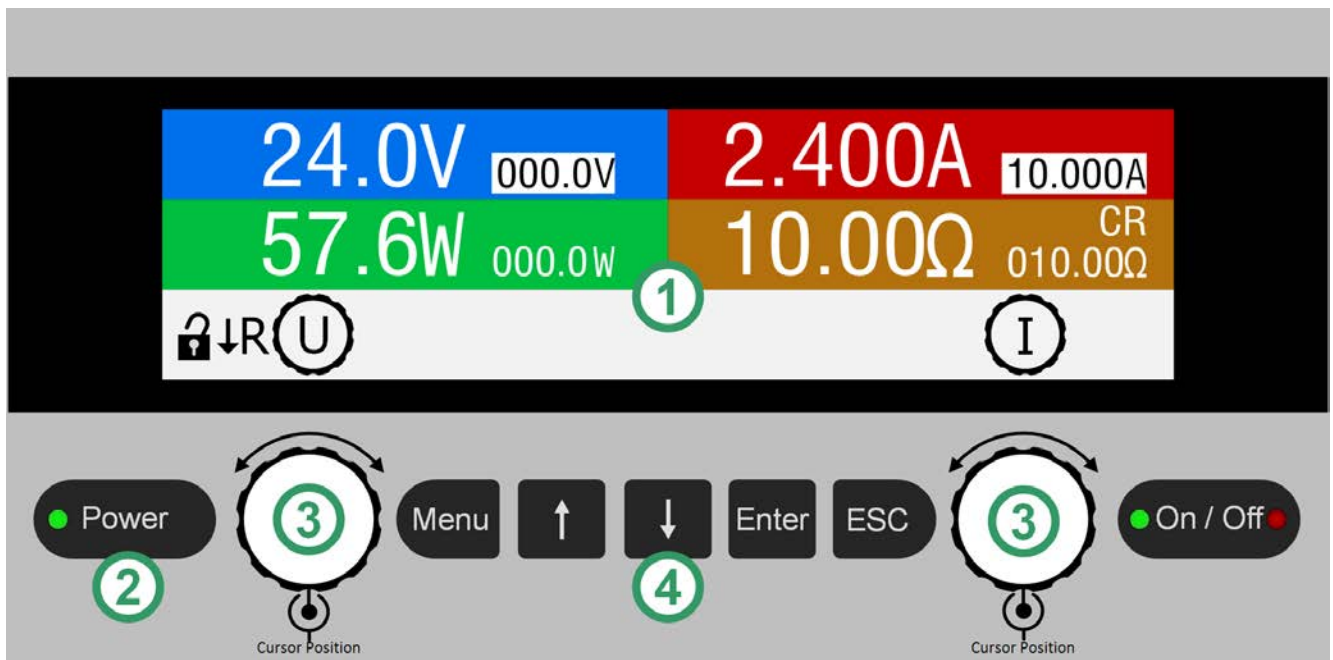







Bild 5- Bedienfeld

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 Widerstandsollwertes 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
	 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 Drehknopfuordnung
	 Dient im Geräte-Menü zum Zugriff auf Untermenüs und Bestätigung von Einstellungen bzw. in der Hauptanzeige zur Entsperrung des HMI
	 Dient zum Verlassen der Geräte-Menüseiten bzw. zum Abbrechen von Aktionen
	 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.

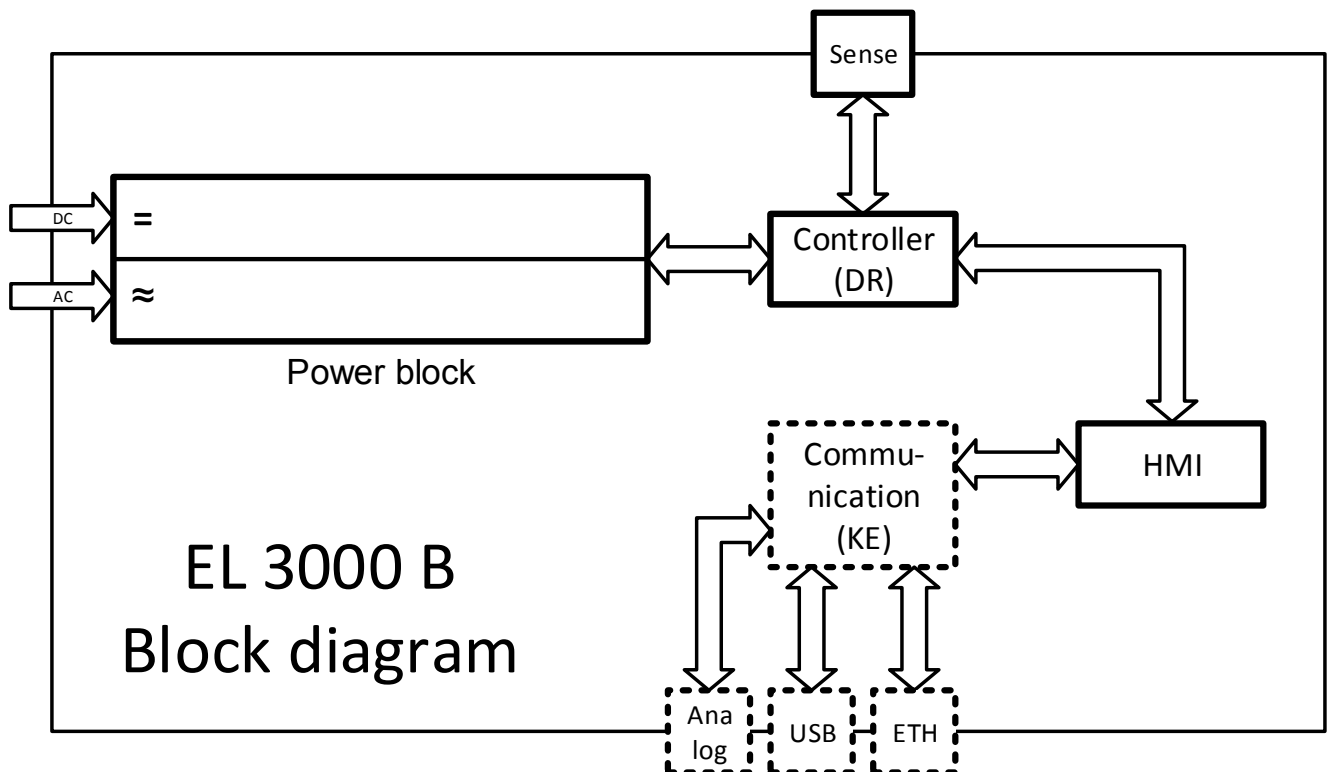
Für die Fernsteuerung per PC oder SPS können die Geräte mit einer separat und optional erhältlichen, durch den Anwender leicht nachrüstbaren Schnittstellenkarte bestückt werden. Dabei kann die Wahl zwischen drei Ausführungen getroffen werden: USB, USB+Ethernet oder USB+Analog. Alle Schnittstellen sind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

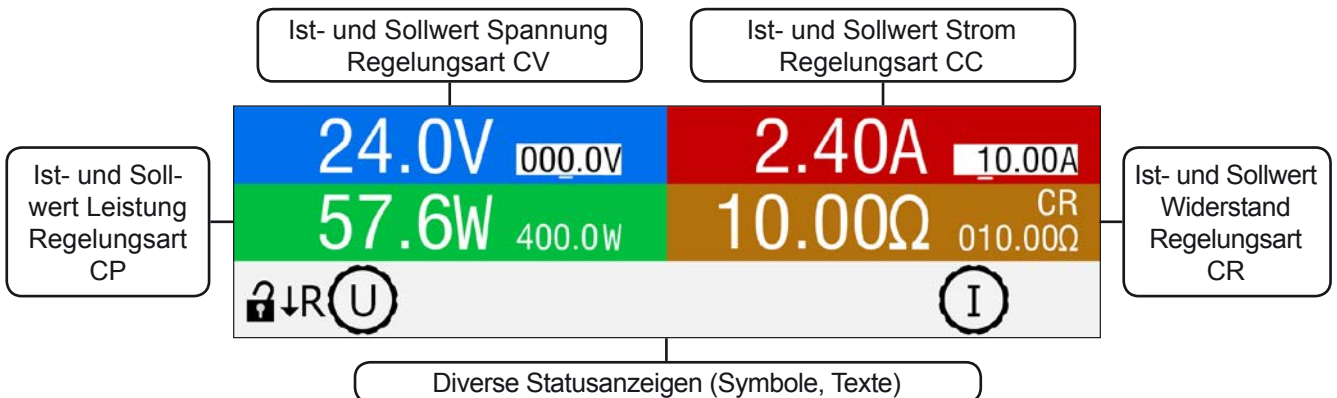
IF-KE5 USB Bestell-Nr. 33 100 232	Digitale Schnittstellenkarte mit USB-Port . Kann separat und nachträglich bestellt und vom Anwender vor Ort leicht installiert werden. Ein 1,8 m langes USB-Kabel ist enthalten.
IF-KE5 USB LAN Bestell-Nr. 33 100 233	Digitale Schnittstellenkarte mit USB-Port und Ethernet/LAN-Port . 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	0-125% 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	0-125% P_{Spitze}	Aktueller Wert der Eingangsleistung nach $P = U_{Ein} \cdot I_{Ein}$
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

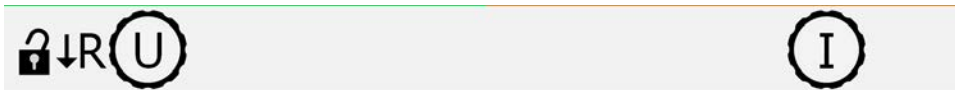
• **Statusanzeigen (oben rechts)**

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 eingebaute Analogschnittstelle
USB	...die eingebaute USB-Schnittstelle
Ethernet	...die eingebaute 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 unterschiedlichen 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 in SETTINGS und 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.

Einstellauflösung 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	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite
80 V	4	0,01 V	10 A	5	0,001 A	400 W	4	0,1 W	40 Ω	5	0,001 Ω
200 V	5	0,01 V	25 A	5	0,001 A				340 Ω	5	0,01 Ω
500 V	4	0,1 V	60 A	4	0,1 A				2000 Ω	5	0,1 Ω

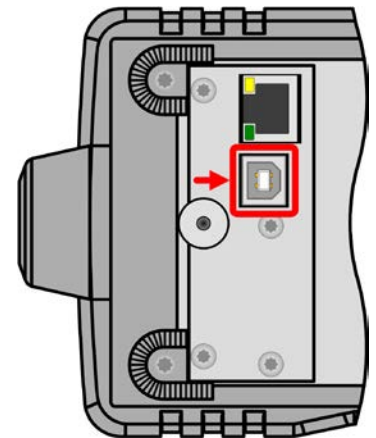
1.9.6 USB-Port (optional)

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.

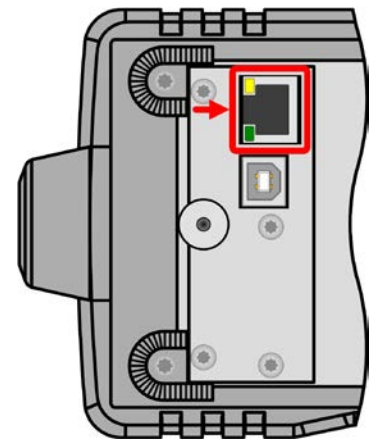
Der RJ45-Ethernet/LAN-Port dient ausschließlich zur Kommunikation mit dem Gerät im Sinne von Fernsteuerung oder Monitoring über größere Distanzen als mit USB möglich. Dabei hat der Anwender grundsätzlich zwei Möglichkeiten des Zugriffs:

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.



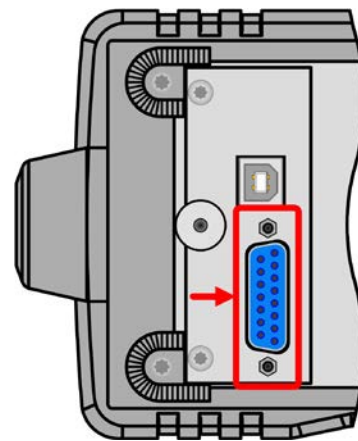
1.9.8 Anlogschnittstelle (optional)

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.

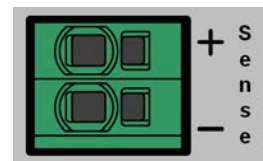
Wenn ferngesteuert werden soll, kann diese analoge Schnittstelle nur abwechselnd zu der digitalen benutzt werden. Überwachung (Monitoring) ist jedoch jederzeit möglich.

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



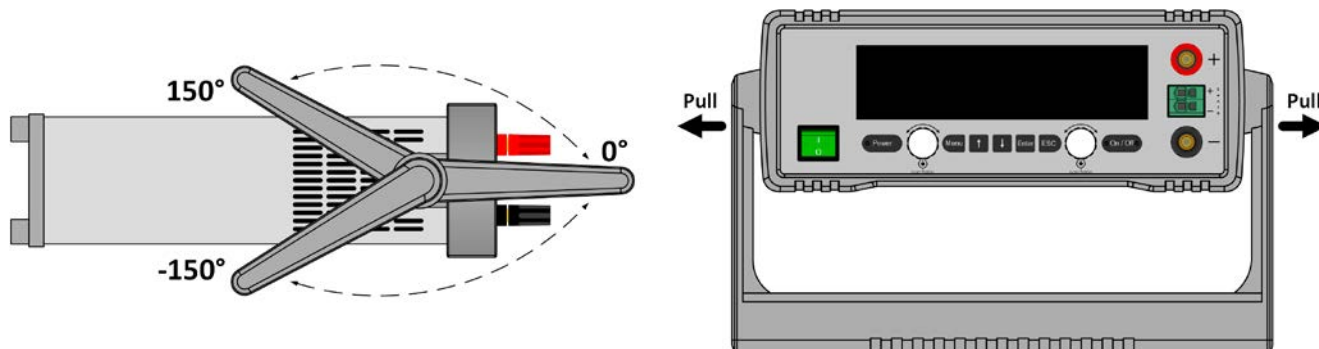
- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zum Gerät so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz für die hinten austretende, warme bis heiße Abluft, jedoch mindestens 30 cm
- Verdecken Sie niemals die seitlichen Lufteinlaß-Schlitze!
- Wenn 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°.

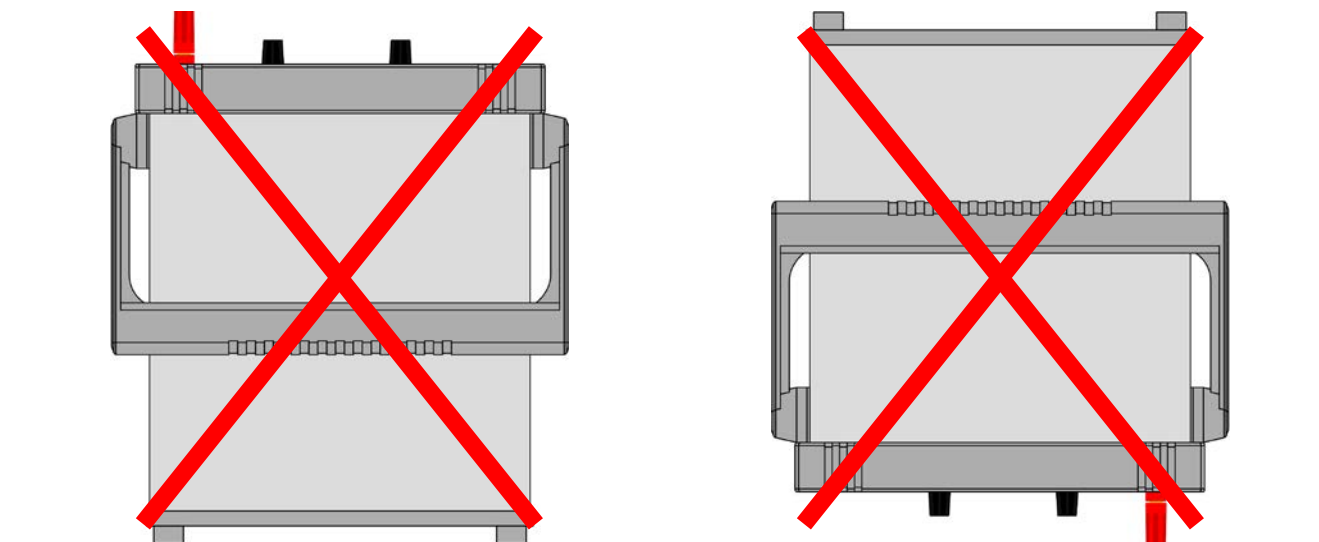
Die Verstellung erfolgt durch gleichzeitiges seitliches Ziehen am Griff, durch das sich die Raste lösen sollte, und anschließender Drehung um die Griffachse:



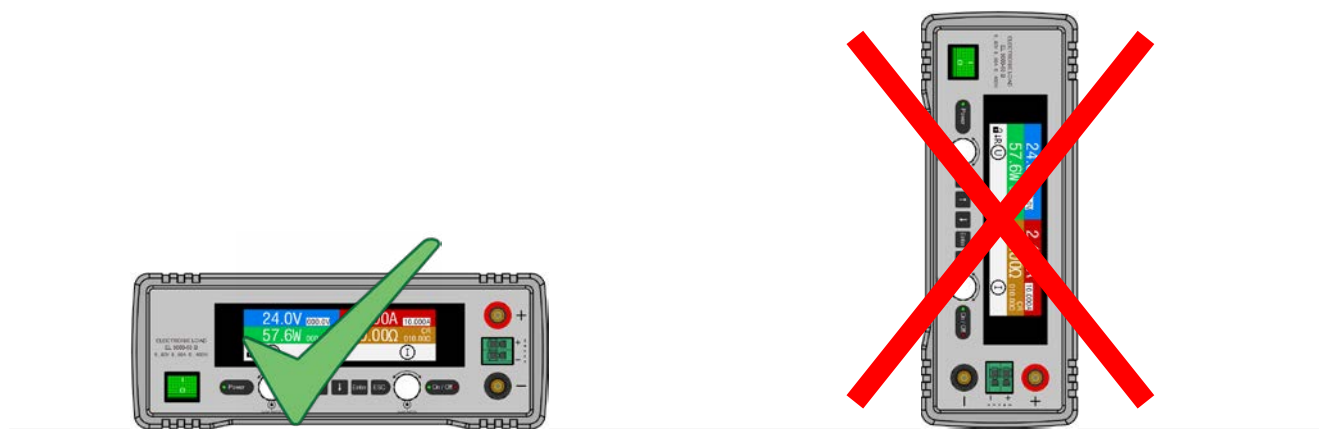
2.3.3.2 Aufstellung auf horizontale Oberflächen

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.

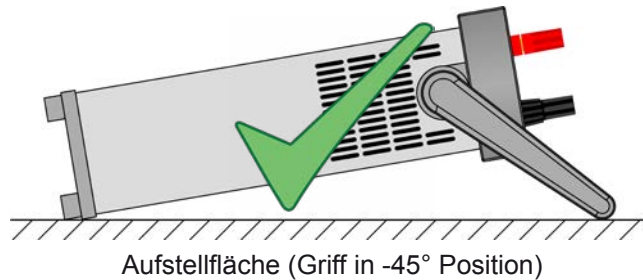
Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:



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 4mm-Büschelstecker-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!

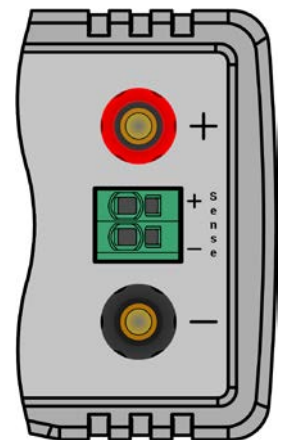
Der DC-Lasteingang befindet sich auf der Vorderseite des Gerätes und ist **nicht** über eine Sicherung abgesichert. Der Querschnitt der Zuleitungen richtet sich nach der Stromaufnahme, der Leitungslänge und der Umgebungstemperatur.

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

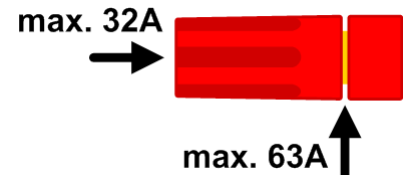
pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 16 mm², können durch 2x 6 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.



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 Büschel- oder Sicherheitsstecker 4mm (**maximal 32 A**)
- Gabelkabelschuhe (ab 6 mm)
- verzinnte 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*.

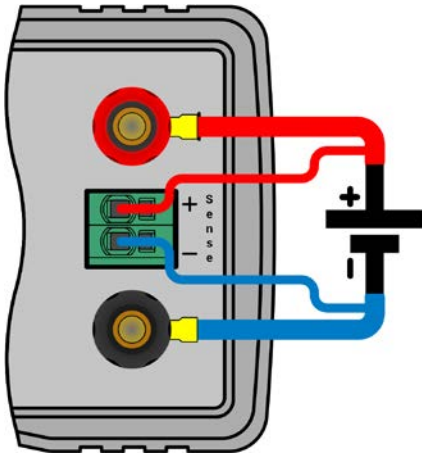


Bild 6 - Prinzip der Fernföhlungsverdrahtung

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 AC und DC auf ausreichenden Querschnitt!
- Überprüfen Sie die werkseitigen Einstellungen bezüglich 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, Rückerhalt des Gerätes nach einer Reparatur oder nach Positions- bzw. Konfigurationsveränderungen der Umgebung des Gerätes sind ähnliche Maßnahmen zu ergreifen wie bei einer Erstinbetriebnahme. Siehe daher auch „2.3.10. 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 das Gerät bei Umkonfiguration des DC-Anschlusses immer mit dem Netzschalter aus und nicht nur mit der Funktion „Eingang aus“! Schalten Sie auch die Quelle ab oder trennen Sie von der elektronischen Last!

3.2 Regelungsarten

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

3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Konstantspannungs-Betrieb (kurz: CV) oder Spannungsregelung ist eine untergeordnete Betriebsart. Am 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.

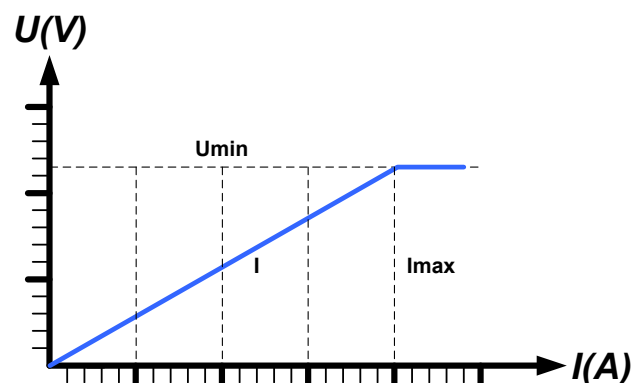
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

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

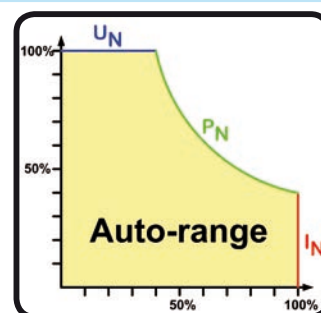
Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert 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 und danach noch etwa drei Sekunden lang Herstellernamen 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 (ERROR, 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.

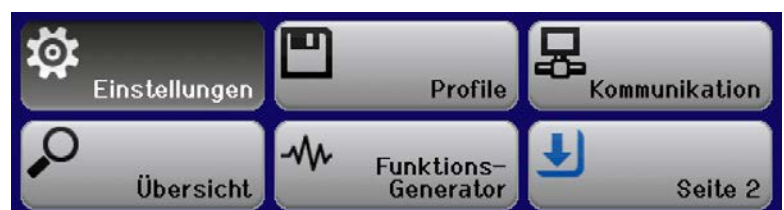
3.4.3 Konfiguration im MENU

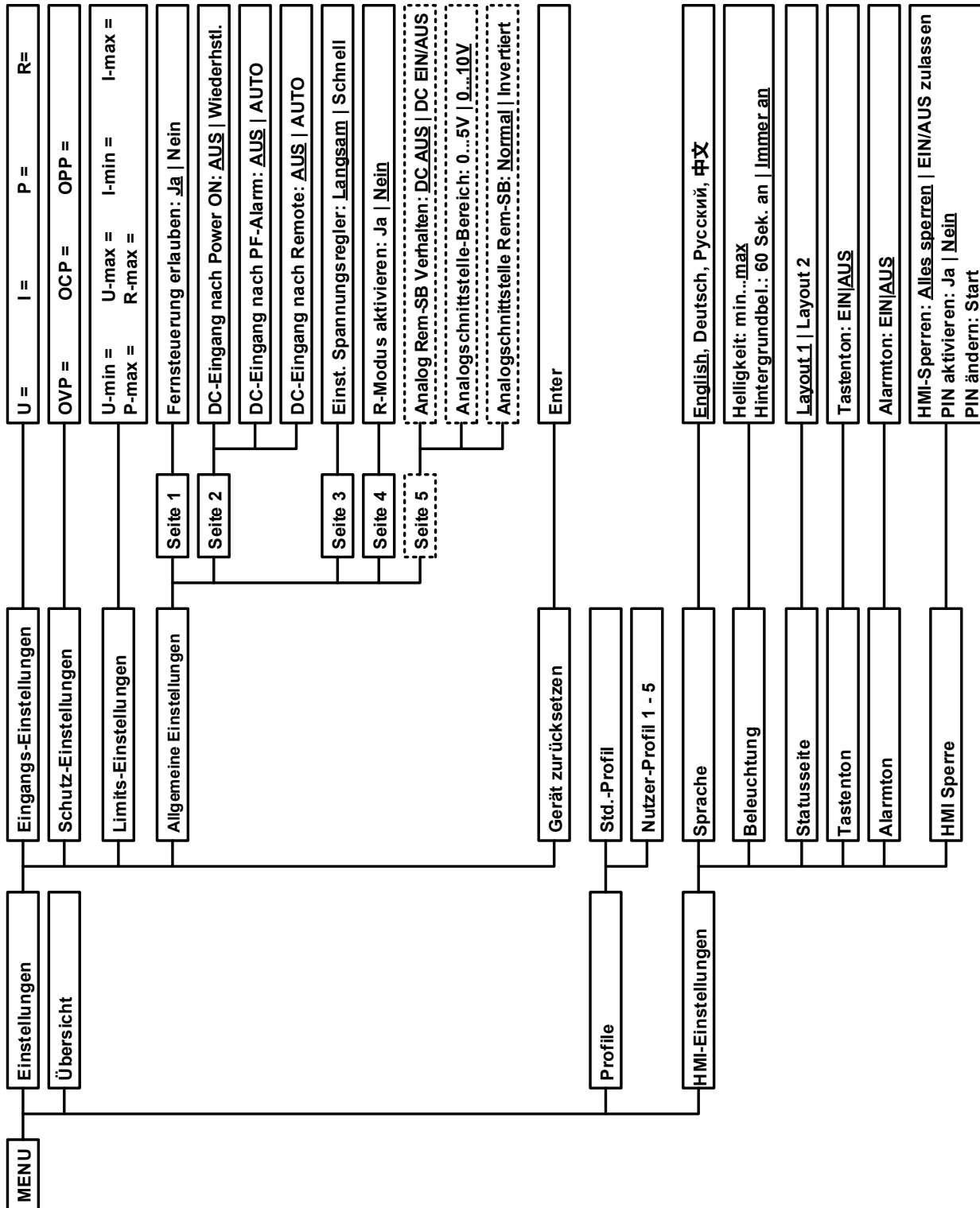
Das MENU dient zur Konfiguration aller Betriebsparameter, die nicht ständig benötigt werden. Es kann per Druck auf die Taste MENU erreicht werden, aber nur, wenn der DC-Eingang **ausgeschaltet** ist. Siehe Grafiken unten. Ist der Eingang eingeschaltet, werden statt einem Einstellmenü nur Statusinformationen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

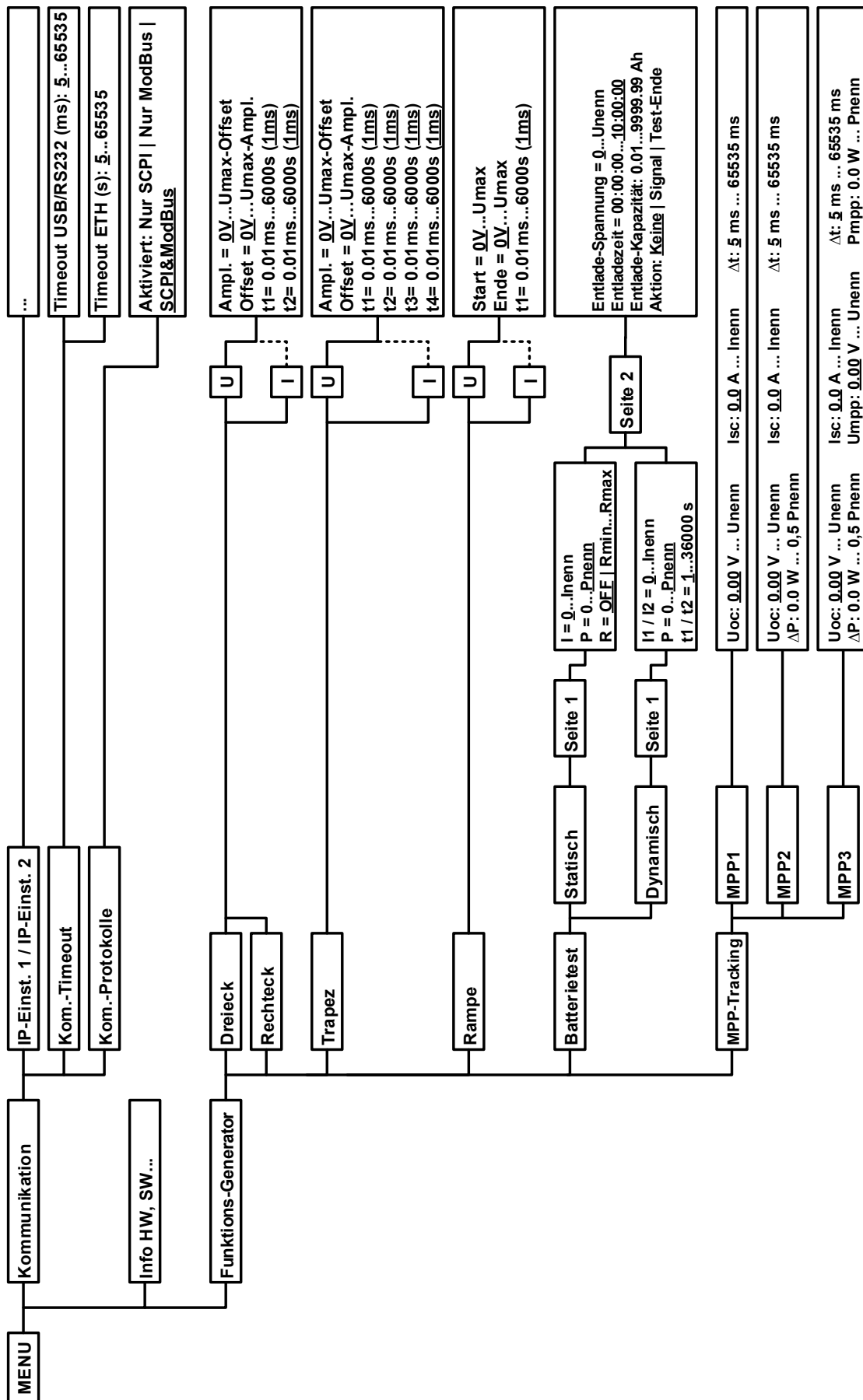
Die Menüstruktur ist auf den folgenden Seiten als Schema dargestellt. Einige Einstellparameter sind selbsterklärend, andere nicht. Diese werden auf den nachfolgenden Seiten im Einzelnen erläutert.





Werte in geschweiften Klammern stellen den auswählbaren Bereich dar, unterstrichene Werte den Standardwert nach Auslieferung oder Zurücksetzen.





Werte in geschweiften Klammern stellen den auswählbaren Bereich dar, unterstrichene Werte den Standardwert nach Auslieferung oder Zurücksetzen. Gepunktete Linien deuten auf sich wiederholende Parameter, wie z. B. bei U, I für Sinus, wo aus U(A) dann I(A) wird usw.



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	S.	Beschreibung
Fernsteuerung erlauben	1	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	2	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. <ul style="list-style-type: none"> • AUS = DC-Eingang ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • Wiederhstl. = Zustand des DC-Eingangs wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war
DC-Eingang nach PF-Alarm	2	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	2	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	3	Wählt die Regelungsgeschwindigkeit des internen Spannungsreglers zwischen „Langsam“ und „Schnell“. Siehe „3.2.1.1. Geschwindigkeit des Spannungsreglers“
R-Modus aktivieren	4	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. Widerstandsregelung/Konstantwiderstand“
Analog Rem-SB Verhalten	5	<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	5	<i>Wird nur angezeigt, wenn die optionale Analog/USB-Schnittstelle installiert ist.</i> Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. <ul style="list-style-type: none"> • 0...5 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 5 V • 0...10 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 10 V Siehe auch Abschnitt „3.5.4. Fernsteuerung über Anlogschnittstelle (AS)“.

Einstellung	S.	Beschreibung
Analogschnittst. Rem-SB	5	<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 45.

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 46.

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 time"-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 „Programming ModBus RTU & SCPI“.
Timeout ETH (s)	Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Findet während der eingestellten Zeit keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung von seitens des Gerätes. Das Timeout wird unwirksam, solange die Option „TCP Keep-alive“ (siehe oben) aktiviert ist.

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 43. Standardeinstellung: aus
HMI Sperre	Siehe „3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren“ auf Seite 44. 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 36. 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. Die Hauptbildschirm zeigt die Zuordnung:



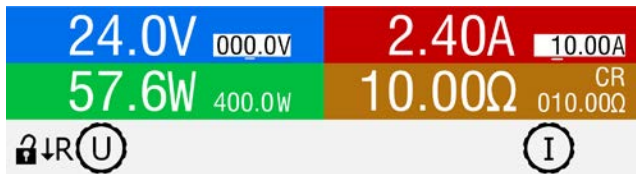
2. Falls, wie oben gezeigt, für den linken Drehknopf die Leistung (P) und den rechten Drehknopf der Strom (I) zugewiesen ist, Sie möchten aber die Leistung einstellen, können Sie die Zuordnung ändern, indem Sie auf die Taste „↓“ betätigen, bis „P“ (für Leistung) auf der Abbildung des Knopfes angezeigt 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 Werte phys. 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 39.

► 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 (auch „**Fern**“), wird die Fernsteuerung nur solange unterbrochen bis „**Lokal**“ wieder beendet, sprich die Fernsteuerung wieder erlaubt wird, weil der Pin „Remote“ an der Analogschnittstelle weiterhin das Signal „Fernsteuerung = ein“ vorgibt, es sei denn dies wird während der Phase mit „**Lokal**“ geändert

3.5.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle

3.5.3.1 Schnittstellenwahl

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

- Fernsteuerung von Strom, Spannung, Leistung und Widerstand
- Fernüberwachung Status (CC/CP, CV)
- Fernüberwachung Alarme (OT, OVP, PF)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Einganges

Das Stellen der **aller** 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, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert, 0...100% Istwert entsprechen 0...5 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON).

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

Vorgabe von zu hohen Sollwerten (z. B. >5 V im gewählten 5 V-Bereich bzw. >10 V im gewählten 10 V-Bereich) wird abgefangen, in dem der jeweilige Sollwert auf 100% bleibt.

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!



Nach dem Einschalten des Gerätes, d. h. während der Startphase, zeigt die AS unbestimmte Zustände an (ERROR, 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“ (5). 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



Die Analogschnittstelle ist zum DC-Eingang hin galvanisch getrennt. Daher empfehlen wir, möglichst nie eine der Massen der Analogschnittstelle mit DC- oder DC+ Eingang verbinden, wenn nicht unbedingt nötig.

3.5.4.2 Auflösung und Abtastrate

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 Analogschnittstelle

Pin	Name	Typ*	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** Eingangsimpedanz $R_i > 40 \text{ k}\Omega$...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 interne / externe Steuerung	Extern = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Intern = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Intern = Offen	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	OT / PF	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 < 0,2% 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	Ein = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Aus = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Aus = Offen	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 = Offen	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
15	CV	DO	Anzeige Spannungsregelung aktiv	CV = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$	$I_{max} = -10 \text{ mA}$ bei $U_{ce} = 0,3 \text{ V}$, $U_{max} = 0...30 \text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND

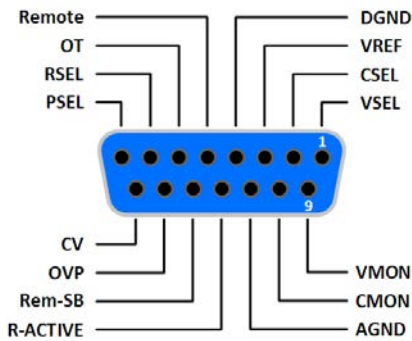
* AI = Analoger Eingang, AO = Analoger Ausgang, DI = Digitaler Eingang, DO = Digitaler Ausgang, POT = Potential

** 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



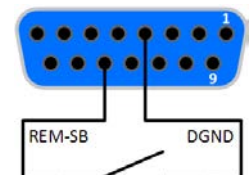
3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

	<p>Digitaler Eingang (DI) 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) Hochohmiger Eingang (Impedanz: >40 k...100 kΩ) einer OP-Schaltung.</p>
	<p>Digitaler Ausgang (DO) Ein Quasi-Open-Collector, weil hochohmiger Pullup-Widerstand gegen interne Versorgung. Ist im geschalteten Zustand LOW und kann keine Lasten treiben, sondern nur schalten, wie im Bild links am Beispiel eines Relais' gezeigt.</p>		<p>Analoger Ausgang (AO) 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 „Anlogschnittstelle 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 der Pin eine Art **Freigabe** der Taste „On/Off“ am Bedienfeld des Gerätes bzw. des Befehls „DC-Eingang ein/aus“ (bei digitaler Fernsteuerung) dar. Daraus ergeben sich folgende mögliche Situationen:

DC-Eingang	+	Pin „REM-SB“	+	Parameter „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:

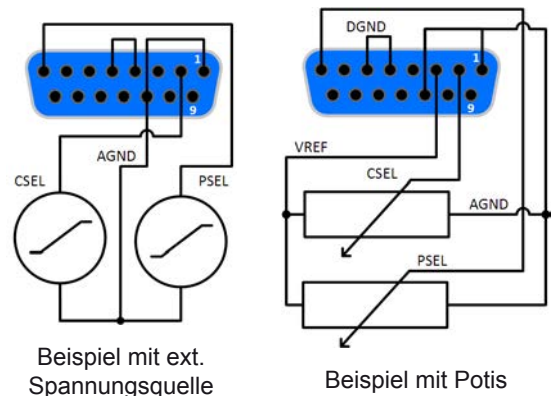
DC-Eingang	→	Pin „REM-SB“	+	Parameter „REM-SB“	→	Verhalten
ist ein	→	HIGH	+	normal	→	Der DC-Eingang bleibt eingeschaltet. Er kann mit der Taste On/Off am Bedienfeld oder per digitalem Befehl ein- oder ausgeschaltet werden.
		LOW	+	invertiert		
	→	HIGH	+	invertiert	→	Der DC-Eingang wird ausgeschaltet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

b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

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

Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL von beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Die E-Last kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA 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.

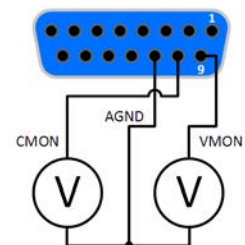


Bei Einspeisung der Steuerspannungen von einer externen Spannungsquelle wäre die Wahl des Eingangsspannungsbereiches für Sollwerte (0...5 V oder 0...10 V) zu beachten.

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 „Programming ModBus RTU & 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 (Spannung/Frequenz) oder wenn das Gerät von der AC-Versorgung getrennt wird, z. B. durch Ausschalten am Netzschalter. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	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.	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.
5. 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 eins von den Nutzerprofilen 1-5 aus, in das Sie speichern wollen.
4. In dem Untermenü zum gewählten Profil können Sie das Profil laden, speichern oder die gespeicherten Werte und Einstellungen anschauen.
5. Wählen Sie „Einst. in Profil x speichern“ und speichern Sie mit Bedienfeld

3.9 Der Funktionsgenerator

3.9.1 Einleitung

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

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. Solarpaneel) 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.

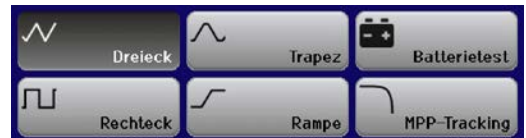
Auf einen der Sollwerte U und I kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen Sollwerte sind dann konstant und wirken begrenzend. Das bedeutet, wenn man beispielsweise 10 V am DC-Eingang anlegt und die Rechteck-Funktion auf den Strom anwenden will und als Amplitude 20 A festgelegt bei einem 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 .
2. Im Menü navigieren Sie mit den Pfeiltasten (↓, ↑) zu „**Funktions-Generator**“ und betätigen erneut .
3. In der Funktionsauswahl navigieren zu der gewünschten Funktion wählen diese mit .
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 , 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.


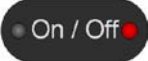






Die statischen Werte wirken sofort nach dem Laden der Funktion auf die Quelle, weil der DC-Eingang automatisch eingeschaltet wird, um die Startsituation herzustellen. Diese Werte stellen die Startwerte vor dem Ablauf der Funktion und die Endwerte nach dem Ablauf der Funktion dar. Einzige Ausnahme: bei 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 , 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  betätigen oder, sofern der DC-Eingang gerade ausgeschaltet ist, mit der Taste . Die Funktion startet dann sofort.
2. **Stoppen** können Sie die Funktion entweder mit Taste  oder Taste , jedoch gibt es hier unterschiedliches Verhalten:
 - a) Taste : Funktion stoppt lediglich, der DC-Eingang bleibt an, mit den statischen Werten.
 - b) Taste : 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

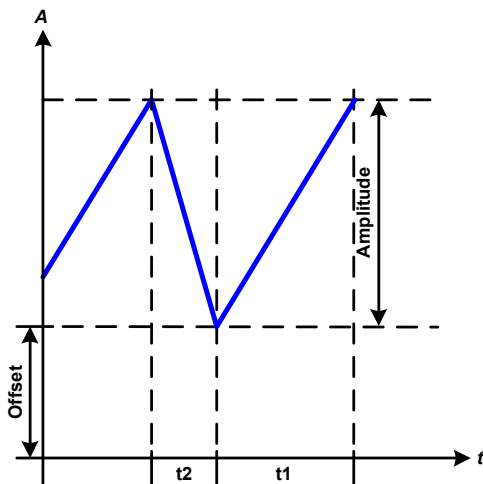
Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

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

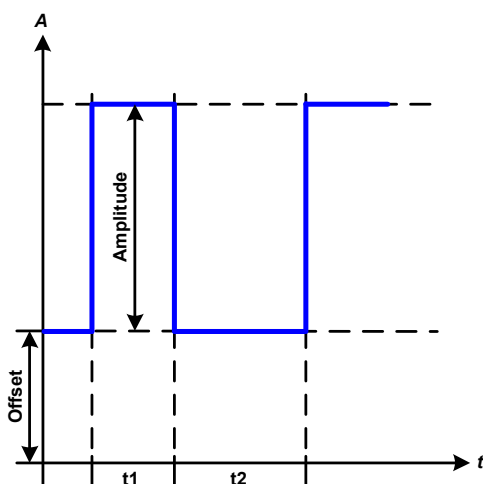
Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

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.

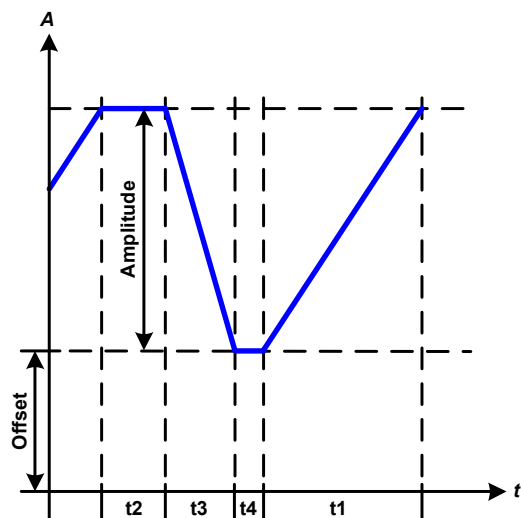
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müßte die Summe von t1 und t2, also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t1 = 40 \text{ ms} \cdot 0,8 = 32 \text{ ms}$. 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 Wiederholfrequenz aus vier Zeiten. Bei entsprechenden Einstellungen ergibt sich statt eines Trapezes ein Dreieck oder ein Rechteck. Diese Funktion ist somit recht universal.



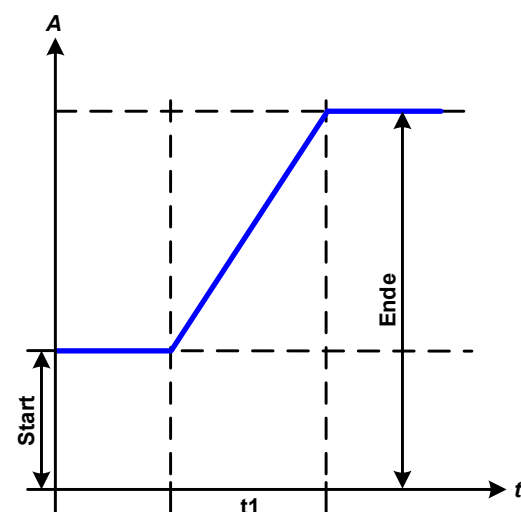
Bei sehr kurzen Zeitwerten für t1 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

3.9.8 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, den den Startwert vor dem Beginn der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem Wert „Start“ einzustellen.

3.9.9 Batterietest-Funktion

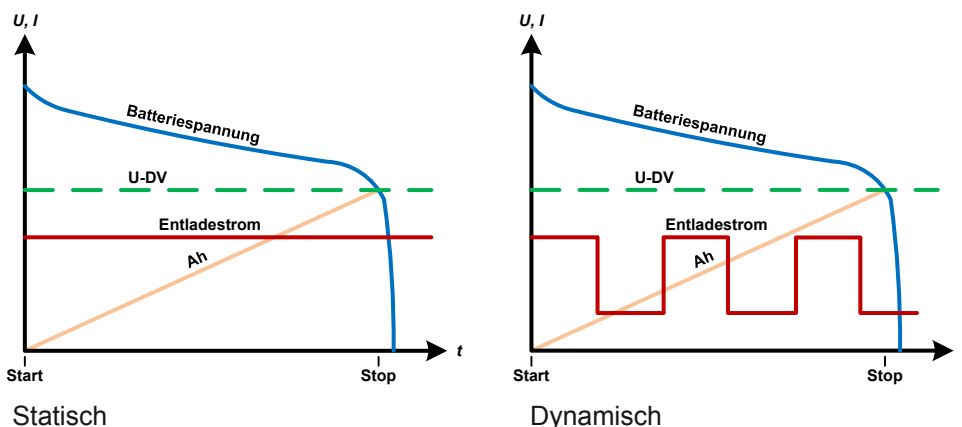
Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen.

Der Batterietest wird nur auf den DC-Eingangstrom 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 (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 sollt 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	Min..max. Nennwert von R	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 stoppt
Entlade-Kapazität	0...99999.99 Ah	Maximal zu entnehmende Batteriekapazität, nach deren Erreichen der Test automatisch stoppen kann
Aktion	KEINE, SIGNAL, Test-Ende	Legt für die Parameter „Entladezeit“ und „Entlade-Kapazität“ fest, was bei Erreichen der Werte der beiden Parameter geschehen soll: KEINE = Nichts passiert, Test läuft weiter SIGNAL = Der Text „Zeit-Limit“ erscheint in der Anzeige, der Test läuft weiter Test-Ende = Der Test stoppt

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:

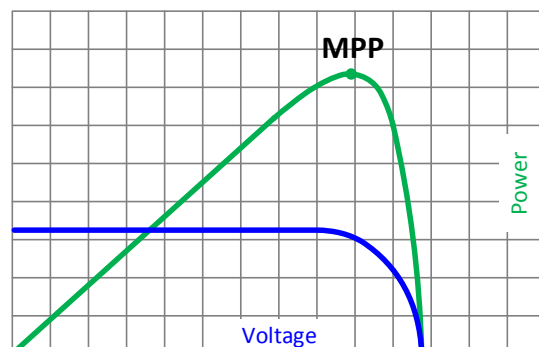
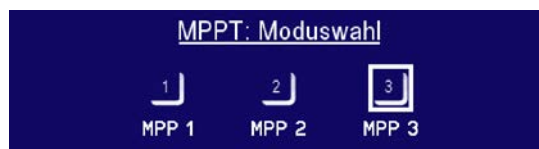
- Manuelle Betätigung der Tasten  oder 
- Irgendeinen Geräte-Alarm wie OT usw.
- Erreichen der eingestellten max. Testzeit, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Erreichen des eingestellten max. Ah-Wertes, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Unterschreiten der Entladeschlußspannung,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



Nach einem automatischen Stopp, bedingt durch einer der genannten Gründe und 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 Solarpanels 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 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP

Anwendung und Resultat:

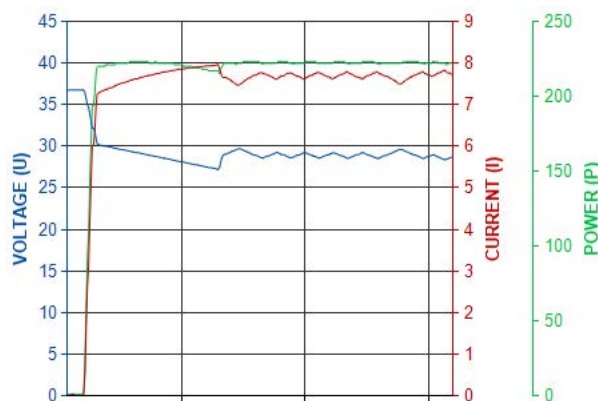
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines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



3.9.10.2 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 Solarpanels geschuldet, immer unterhalb des MPP. Nach Erreichen des MPP sinkt die Spannung zunächst und somit auch die Leistung. Der zusätzliche Parameter ΔP definiert, wie weit die Leistung absinken darf, bevor die Richtung der Spannungsänderung wieder umgekehrt und der MPP erneut angefahren wird. Spannung und Strom resultieren dadurch in einen zickzackförmigen Verlauf.

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



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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	$0 \dots U_{Nenn}$	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 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	$0 W \dots 0,5 P_{Nenn}$	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 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	$0 W \dots 0,5 P_{Nenn}$	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 0-65535 mal wiederholt werden. Nach Ende der Funktion stoppt sie automatisch mit ausgeschaltetem DC-Eingang und stellt dann pro benutzerdefiniertem Kurvenpunkt einen Meßwertsatz (Istwerte U, I, P) zur Verfügung.

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 bei den Schnittstellen 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 Geräte erfordern keine Wartung. Reinigung kann, je nachdem in welcher Umgebung sie betrieben werden, früher oder später für die internen Lüfter nötig sein. Diese dienen zur Kühlung der internen Komponenten, die durch die zwangsweise entstehende, hohe Verlustleistung erhitzt werden. Stark verdreckte Lüfter können zu unzureichender Luftzufuhr führen und damit zu 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 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 kann 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.

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.

Adressen	E-Mailadressen	Telefonnummern
EA Elektro-Automatik GmbH Helmholtzstr. 31-33 41747 Viersen Deutschland	Technische Hilfe: support@elektroautomatik.de Alle anderen Themen: ea1974@elektroautomatik.de	Zentrale: 02162 / 37850 Support: 02162 / 378566



Elektro-Automatik

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

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen

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



Operating Manual

EL 3000 B

Electronic DC Load



TABLE OF CONTENTS

1 GENERAL

1.1	About this document	5
1.1.1	Retention and use	5
1.1.2	Copyright	5
1.1.3	Validity	5
1.1.4	Symbols and warnings	5
1.2	Warranty	5
1.3	Limit of liability	5
1.4	Disposal of equipment	6
1.5	Product key	6
1.6	Intended usage	6
1.7	Safety	7
1.7.1	Safety notices	7
1.7.2	Responsibility of the user	7
1.7.3	Responsibility of the operator	8
1.7.4	User requirements	8
1.7.5	Alarm signals	9
1.8	Technical data	9
1.8.1	Approved operating conditions	9
1.8.2	General technical data	9
1.8.3	Specific technical data	10
1.8.4	Views	12
1.8.5	Control elements	14
1.9	Construction and function	15
1.9.1	General description	15
1.9.2	Block diagram	15
1.9.3	Scope of delivery	16
1.9.4	Optional accessories	16
1.9.5	The control panel (HMI)	17
1.9.6	USB port (optional)	19
1.9.7	Ethernet port (optional)	19
1.9.8	Analog interface (optional)	20
1.9.9	"Sense" connector (remote sensing)	20

2 INSTALLATION & COMMISSIONING

2.1	Storage	21
2.1.1	Packaging	21
2.1.2	Storage	21
2.2	Unpacking and visual check	21
2.3	Installation	21
2.3.1	Safety procedures before installation and use	21
2.3.2	Preparation	21
2.3.3	Installing the device	21
2.3.4	Connection to DC sources	23
2.3.5	Grounding of the DC input	23
2.3.6	Connection of remote sensing	24
2.3.7	Connecting the analog interface	24
2.3.8	Connecting the USB port	24
2.3.9	Connecting the LAN port	25
2.3.10	Initial commission	25
2.3.11	Commission after a firmware update or a long period of non use	25

3 OPERATION AND APPLICATION

3.1	Personal safety	26
3.2	Operating modes	26
3.2.1	Voltage regulation / Constant voltage	26
3.2.2	Current regulation / constant current / current limitation	27
3.2.3	Resistance regulation / constant resistance	27
3.2.4	Power regulation / constant power / power limitation	27
3.2.5	Dynamic characteristics and stability criteria	27
3.3	Alarm conditions	28
3.3.1	Power Fail	28
3.3.2	Overtemperature	28
3.3.3	Overvoltage	28
3.3.4	Overcurrent	28
3.3.5	Overpower	28
3.4	Manual operation	29
3.4.1	Powering the device	29
3.4.2	Switching the device off	29
3.4.3	Configuration via MENU	29
3.4.4	Adjustment limits	35
3.4.5	Manual adjustment of set values	35
3.4.6	Switching the main screen view	36
3.4.7	Switching the DC input on or off	36
3.5	Remote control	37
3.5.1	General	37
3.5.2	Controls locations	37
3.5.3	Remote control via a digital interface	37
3.5.4	Remote control via the analog interface (AI)	38
3.6	Alarms and monitoring	42
3.6.1	Device alarm and event handling	42
3.7	Control panel (HMI) lock	43
3.8	Loading and saving a user profile	44
3.9	The function generator	45
3.9.1	Introduction	45
3.9.2	General	45
3.9.3	Method of operation	45
3.9.4	Manual operation	45
3.9.5	Triangular function	47
3.9.6	Rectangular function	47
3.9.7	Trapezoidal function	48
3.9.8	Ramp function	48
3.9.9	Battery test function	49
3.9.10	MPP tracking function	51
3.9.11	Remote control of the function generator	52
3.10	Other applications	53
3.10.1	Series connection	53
3.10.2	Parallel operation	53

4 SERVICE AND MAINTENANCE

4.1	Maintenance / cleaning.....	53
4.2	Fault finding / diagnosis / repair.....	53
4.2.1	Replacing a defect mains fuse	53
4.2.2	Firmware updates	53

5 CONTACT AND SUPPORT

5.1	Repairs	54
5.2	Contact options	54

1. General

1.1 About this document

1.1.1 Retention and use

This document is to be kept in the vicinity of the equipment for future reference and explanation of the operation of the device. This document is to be delivered and kept with the equipment in case of change of location and/or user.

1.1.2 Copyright

Reprinting, copying, also partially, usage for other purposes as foreseen of this manual are forbidden and breach may lead to legal process.




1.1.3 Validity

This manual is valid for the following equipment, including derived variants.

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

1.1.4 Symbols and warnings

Warning and safety notices as well as general notices in this document are shown in a box with a symbol as follows:

	Symbol for a life threatening danger
	Symbol for general safety notices (instructions and damage protection bans)
	<i>Symbol for general notices</i>

1.2 Warranty

EA Elektro-Automatik guarantees the functional competence of the device within the stated performance parameters. The warranty period begins with the delivery of free from defects equipment.

Terms of guarantee are included in the general terms and conditions of EA Elektro-Automatik.

1.3 Limit of liability

All statements and instructions in this manual are based on current norms and regulations, up-to-date technology and our long term knowledge and experience. EA Elektro-Automatik accepts no liability for losses due to:

- Usage for purposes other than defined
- Use by untrained personnel
- Rebuilding by the customer
- Technical changes
- Use of non authorized spare parts

The actual delivered device(s) may differ from the explanations and diagrams given here due to latest technical changes or due to customized models with the inclusion of additionally ordered options.

1.4 Disposal of equipment

A piece of equipment which is intended for disposal must, according to European laws and regulations (ElektroG, WEEE) be returned to EA Elektro-Automatik for scrapping, unless the person operating the piece of equipment or another, delegated person is conducting the disposal. Our equipment falls under these regulations and is accordingly marked with the following symbol:



1.5 Product key

Decoding of the product description on the label, using an example:

EL 3080 - 60 B

Construction/Version: B = Second generation
Maximum current of the device in Ampere
Maximum voltage of the device in Volt
Series : 3 = Series 3000
Type identification: EL = Electronic Load, always programmable



Special models are always derived from standard models and can vary in input voltage and current from those given.

1.6 Intended usage

The equipment is intended to be used, if a power supply or battery charger, only as a variable voltage and current source, or, if an electronic load, only as a variable current sink.

Typical application for a power supply is DC supply to any relevant user, for a battery charger the charging of various battery types and for electronic loads the replacement of Ohm resistance by an adjustable DC current sink in order to load relevant voltage and current sources of any type.



- Claims of any sort due to damage caused by non-intended usage will not be accepted.
- All damage caused by non-intended usage is solely the responsibility of the operator.

1.7 Safety

1.7.1 Safety notices

Mortal danger - Hazardous voltage



- **Electrical equipment operation means that some parts will be under dangerous voltage. Therefore all parts under voltage must be covered!**
- **All work on connections must be carried out under zero voltage (input not connected to voltage sources) and may only be performed by qualified and informed persons. Improper actions can cause fatal injury as well as serious material damage.**
- **Never touch cables or connectors directly after unplugging from mains supply as the danger of electric shock remains.**
- **Never touch a blank contact on the DC input right after usage of the device, because between DC- and DC+ there is potential against ground (PE) which discharges more or less slowly or not at all!**



- The equipment must only be used as intended
- The equipment is only approved for use within the connection limits stated on the product label.
- Do not insert any object, particularly metallic, through the ventilator slots
- Avoid any use of liquids near the equipment. Protect the device from wet, damp and condensation.
- For power supplies and battery chargers: do not connect users, particularly low resistance, to devices under power; sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the user.
- For electronic loads: do not connect power sources to equipment under power, sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the source.
- ESD regulations must be applied when plugging interface cards or modules into the relative slot
- Interface cards or modules may only be attached or removed after the device is switched off. It is not necessary to open the device.
- Do not connect external power sources with reversed polarity to DC inputs or outputs! The equipment will be damaged.
- For power supply devices: avoid where possible connecting external power sources to the DC output, and never those that can generate a higher voltage than the nominal voltage of the device.
- For electronic loads: do not connect a power source to the DC input which can generate a voltage more than 120% of the nominal input voltage of the load. The equipment is not protected against over voltage and may be irreparably damaged.
- Always configure the various protecting features against overcurrent, overpower etc. for sensitive sources to what the currently used application requires

1.7.2 Responsibility of the user

The equipment is in industrial operation. Therefore the operators are governed by the legal safety regulations. Alongside the warning and safety notices in this manual the relevant safety, accident prevention and environmental regulations must also be applied. In particular the users of the equipment:

- must be informed of the relevant job safety requirements
- must work to the defined responsibilities for operation, maintenance and cleaning of the equipment
- before starting work must have read and understood the operating manual
- must use the designated and recommended safety equipment.

Furthermore, anyone working with the equipment is responsible for ensuring that the device is at all times technically fit for use.

1.7.3 Responsibility of the operator

Operator is any natural or legal person who uses the equipment or delegates the usage to a third party, and is responsible during its usage for the safety of the user, other personnel or third parties.

The equipment is in industrial operation. Therefore the operators are governed by the legal safety regulations. Alongside the warning and safety notices in this manual the relevant safety, accident prevention and environmental regulations must also be applied. In particular the operator has to

- be acquainted with the relevant job safety requirements
 - identify other possible dangers arising from the specific usage conditions at the work station via a risk assessment
 - introduce the necessary steps in the operating procedures for the local conditions
 - regularly check that the operating procedures are current
 - update the operating procedures where necessary to reflect changes in regulation, standards or operating conditions.
 - define clearly and unambiguously the responsibilities for operation, maintenance and cleaning of the equipment.
 - ensure that all employees who use the equipment have read and understood the manual. Furthermore the users are to be regularly schooled in working with the equipment and the possible dangers.
 - provide all personnel who work with the equipment with the designated and recommended safety equipment
- Furthermore, the operator is responsible for ensuring that the device is at all times technically fit for use.

1.7.4 User requirements

Any activity with equipment of this type may only be performed by persons who are able to work correctly and reliably and satisfy the requirements of the job.

- Persons whose reaction capability is negatively influenced by e.g. drugs, alcohol or medication may not operate the equipment.
- Age or job related regulations valid at the operating site must always be applied.



Danger for unqualified users

Improper operation can cause person or object damage. Only persons who have the necessary training, knowledge and experience may use the equipment.

Delegated persons are those who have been properly and demonstrably instructed in their tasks and the attendant dangers.

Qualified persons are those who are able through training, knowledge and experience as well as knowledge of the specific details to carry out all the required tasks, identify dangers and avoid personal and other risks.

1.7.5 Alarm signals

The equipment offers various possibilities for signalling alarm conditions, however, not for danger situations. The signals may be optical (on the display as text) acoustic (piezo buzzer) or electronic (pin/status output of an analog interface). All alarms will cause the device to switch off the DC input.

The meaning of the signals is as follows:

Signal OT (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> • Overheating of the device • DC input will be switched off • Non-critical
Signal OVP (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> • Overvoltage shutdown of the DC input occurs due to high voltage entering the device • Critical! The device and/or the load could be damaged
Signal OCP (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> • Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive current drain
Signal OPP (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> • Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive power drain
Signal PF (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> • DC input shutdown due to AC undervoltage or internal auxiliary supply defect • Critical on AC overvoltage! AC mains input circuit could be damaged

1.8 Technical data

1.8.1 Approved operating conditions

- Use only inside dry buildings
- Ambient temperature 0-50 °C
- Operational altitude: max. 2000 m above sea level
- Maximum 80% humidity, not condensing

1.8.2 General technical data

Display: Colour TFT display, 480pt x 128pt

Controls: 2 rotary knobs with pushbutton functions, 7 pushbuttons

The nominal values for the device determine the maximum adjustable ranges.

1.8.3 Specific technical data

400 W	Model		
	EL 3080-60 B	EL 3200-25 B	EL 3500-10 B
AC mains supply			
Supply voltage	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC
Connection type	Wall socket	Wall socket	Wall socket
Frequency	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz
Fuse	T 2 A	T 2 A	T 2 A
Power consumption	max. 40 W	max. 40 W	max. 40 W
Leak current	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA
DC Input			
Max. input voltage U_{Max}	80 V	200 V	500 V
Steady input power P_{Nom}	400 W	400 W	400 W
Max. input current I_{Max}	60 A	25 A	10 A
Overvoltage protection range	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$
Overcurrent protection range	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$
Overpower protection range	$0...1.1 * P_{Nom}$	$0...1.1 * P_{Nom}$	$0...1.1 * P_{Nom}$
Max. allowed input voltage	88 V	220 V	550 V
Min. input voltage for I_{Max}	approx. 2.6 V	approx. 1.9 V	approx. 4.7 V
Input capacitance	1 μ F (2.2 μ F + 1 Ω)	680 nF (1.5 μ F + 0.47 Ω)	330 nF (1 μ F + 1 Ω)
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm		
Voltage regulation			
Adjustment range	0...81.6 V	0...204 V	0...510 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 \pm 5°C)	\leq 0.1% U_{Max}	\leq 0.1% U_{Max}	\leq 0.1% U_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.5.4. Resolution of the displayed values“		
Display: Accuracy ⁽²⁾	\leq 0.1%		
Remote sensing compensation	max. 5% U_{Max}		
Current regulation			
Adjustment range	0...61.2 A	0...25.5 A	0...10.2 A
Stability at ΔU	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 \pm 5°C)	\leq 0.2% I_{Max}	\leq 0.2% I_{Max}	\leq 0.2% I_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.5.4. Resolution of the displayed values“		
Display: Accuracy ⁽²⁾	\leq 0.1%		
Power regulation			
Adjustment range	0...408 W	0...408 W	0...408 W
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 \pm 5°C)	< 0.5% P_{Nom}	< 0.5% P_{Nom}	< 0.5% P_{Nom}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.5.4. Resolution of the displayed values“		
Display: Accuracy ⁽²⁾	\leq 0.2%		
Resistance regulation			
Adjustment range	0.12...40 Ω	1...340 Ω	6...2000 Ω
Accuracy ⁽³⁾ (at 23 \pm 5°C)	\leq 1% of maximum resistance + 0.3% of maximum current		
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.5.4. Resolution of the displayed values“		

(1 Related to the nominal values, the accuracy defines the maximum deviation between an adjusted values and the true (actual) value.

Example: a 60 A model has a max. 0.2% tolerance (i.e. min. accuracy), which calculates as 120 mA. When adjusting the current to 5 A, the actual value is allowed to differ max. 120 mA, which means it may be between 4.88 A and 5.12 A.

(2 The display accuracy adds to the accuracy of the corresponding value on the DC input

(3 Includes the accuracy of the display actual value

400 W	Model		
	EL 3080-60 B	EL 3200-25 B	EL 3500-10 B
Analog interface (optional) ⁽¹⁾			
Set value inputs	U, I, P, R		
Actual value output	U, I		
Control signals	DC on/off, Remote control on/off, R mode on/off		
Status signals	CV, OVP, OT		
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC		
Sample rate (set value inputs)	500 Hz		
Insulation			
Input (DC) to enclosure	DC minus: permanent max. ± 400 V DC plus: permanent max. ± 400 V + max. input voltage		
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term		
Environment			
Cooling	Temperature controlled fans		
Ambient temperature	0..50 °C		
Storage temperature	-20...70 °C		
Digital interfaces			
Optionally available	IF-KE5 USB: 1x USB IF-KE5 USBLAN: 1x USB + 1x LAN IF-KE5 USBANALOG: 1x USB + 1x Analog		
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC		
Terminals			
Rear side	AC input, analog interface (optional), USB (optional), Ethernet (optional)		
Front side	DC input, remote sensing		
Dimensions			
Enclosure (WxHxD)	260 x 88 x 325 mm		
Total (WxHxD)	308 x max. 195 x mind. 361 mm		
Standards			
EN 60950			
Weight	4 kg	4 kg	4 kg
Article number	35320205	35320206	35320207

(1 For technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 39

1.8.4 Views

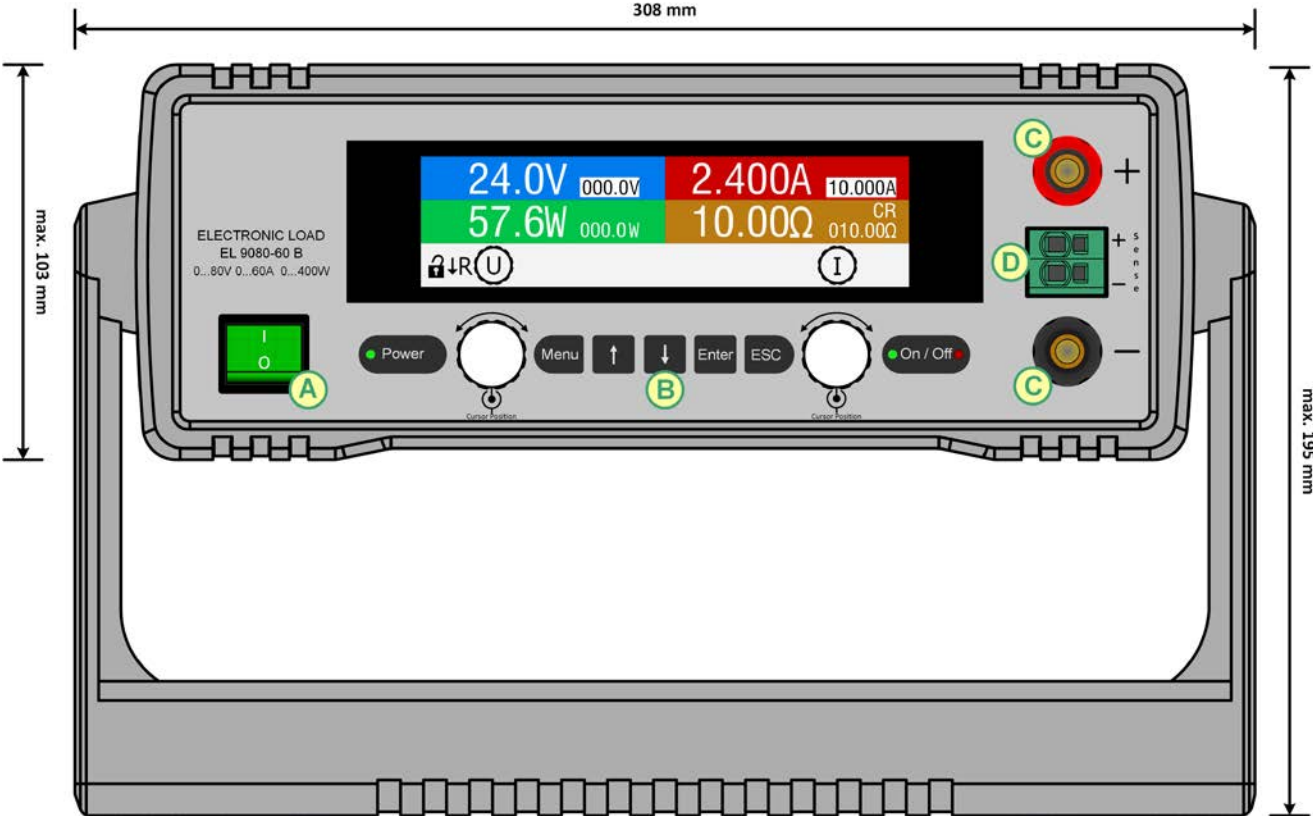


Figure 1 - Front side

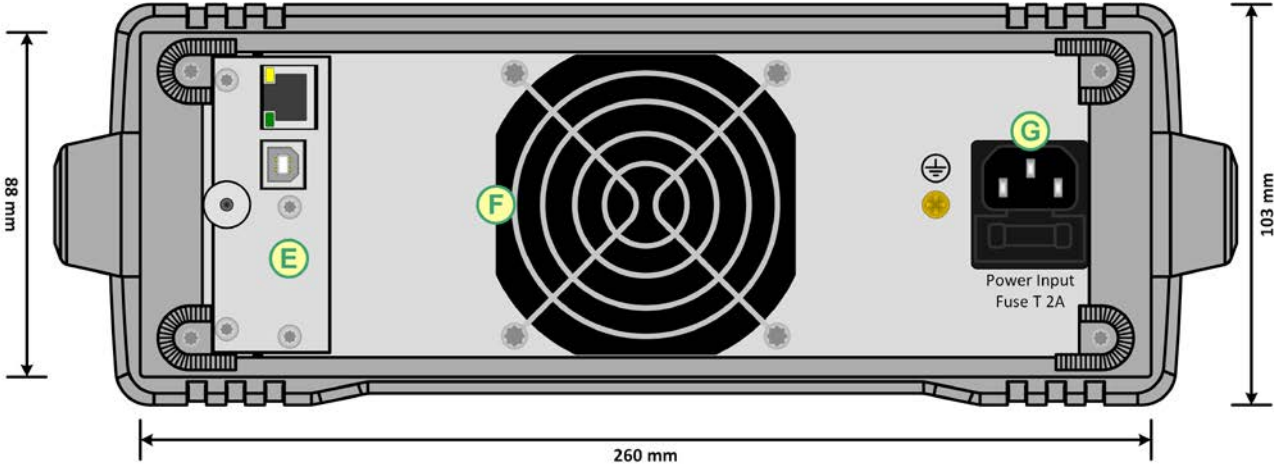


Figure 2 - Rear side

- A - Power switch
- B - Control panel
- C - DC input
- D - Remote sensing input

- E - Remote control interfaces (optional, USB/Ethernet shown)
- F - Fan exhaust
- G - AC supply connection with fuse holder

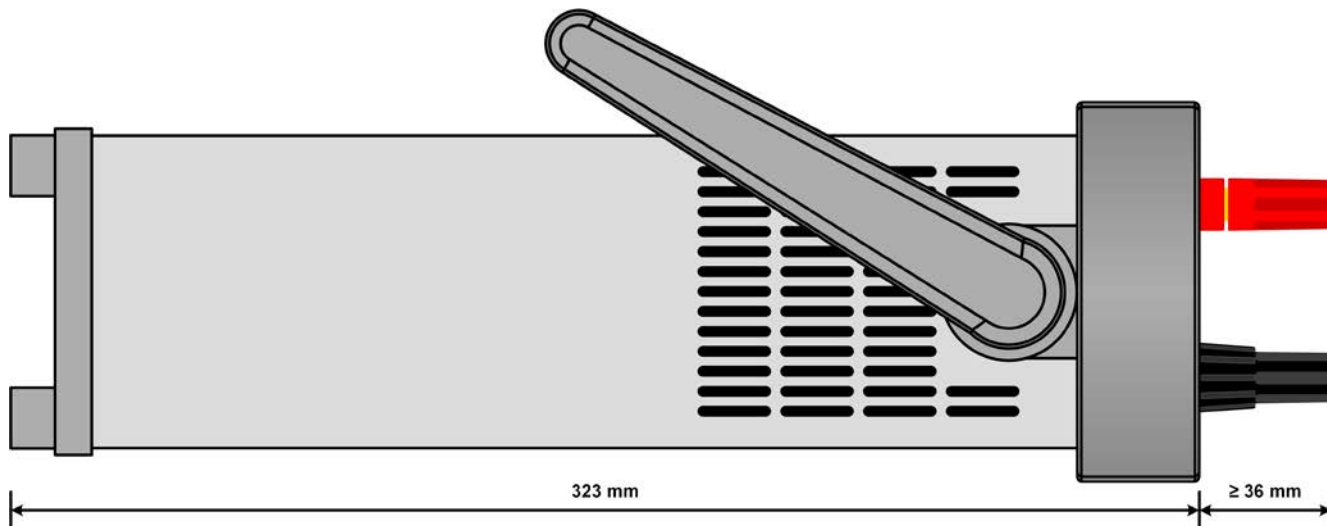


Figure 3 - Side view from left, horizontal position

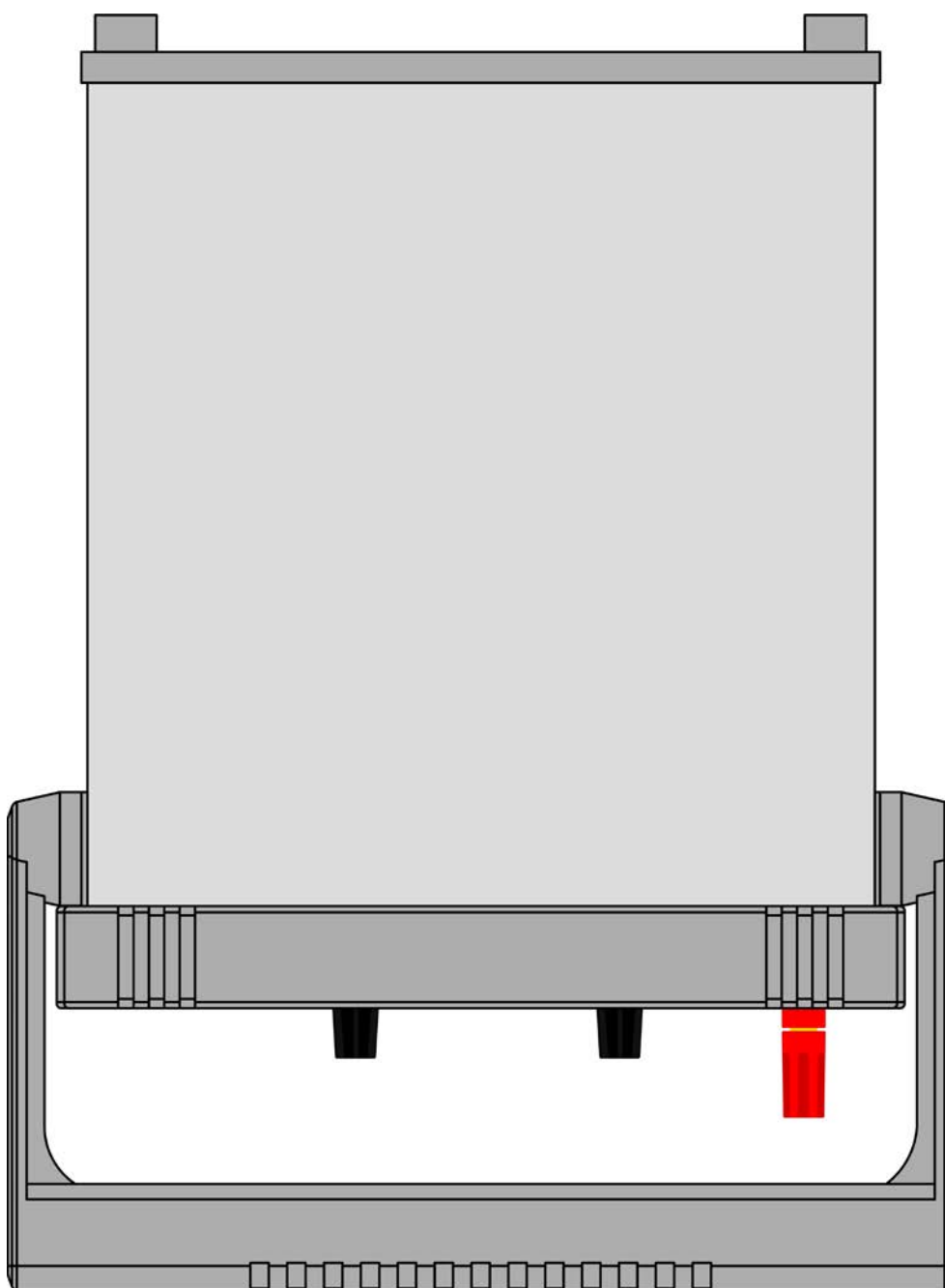


Figure 4 - Top view

1.8.5 Control elements

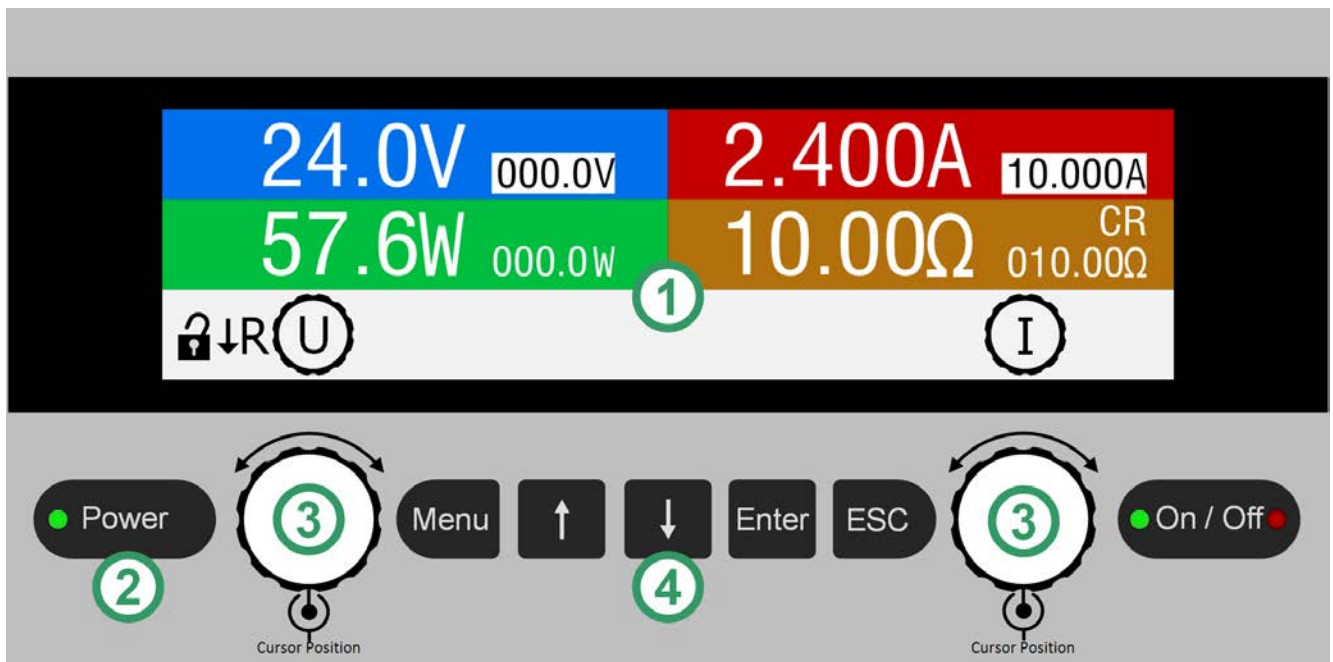





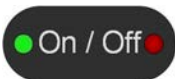


Figure 5 - Control Panel

Overview of the elements of the operating panel

For a detailed description see section „1.9.5. The control panel (HMI)“ and „1.9.5.2. Rotary knobs“.

(1)	Colour display Used for display of set values, menus, actual values, status and rotary knob assignment.
(2)	LED “Power” Indicates different colours during the start of the device and once ready for operation, it turns green and remains for the period of operation.
(3)	Rotary knob with push button function Left knob (turn): adjustment of voltage, power or resistance set value, or set parameter values in the menu Left knob (push): selection of the decimal position (cursor) of the currently assigned value Right knob (turn): adjusting the current set value, or setting parameter values in the menu Right knob (push): selection of the decimal position (cursor) of the currently assigned value
(4)	Pushbuttons
	 Menu Is used to access the device menu (while the DC input is off) or to quick access the HMI lock feature (while the DC input is on)
	  Are used to navigate in the submenus of the device menu and to switch between parameters and values, as well as to switch the knob assignment in the main screen
	 Enter Is used to access submenus in the device menu, to submit changes of settings and values, as well as to unlock the HMI
	 ESC Is uses to exit menu pages and to cancel changes on values and settings
	 On / Off Is used to switch the DC input on or off during manual control, as well to start or stop a function. The two LEDs indicate the DC input condition all the time, no matter if during manual or remote control (green = on, red = off)

1.9 Construction and function

1.9.1 General description

The conventional, electronic DC loads of EL 3000 B series are the second generation of small desktop loads in the power class up to 400 W. Due to their compact size they're especially suitable for research laboratories, test applications or educational purposes.

Apart from basic functions of electronic loads, ramp bases waves, such as rectangular or triangular can be generated the integrated function generator.

For remote control using a PC the devices can be equipped with an optional, separately available and user-retrofitable interface card. There is a choice of three different types: USB, USB+Ethernet or USB+Analog. All interfaces are galvanically isolated from the device.

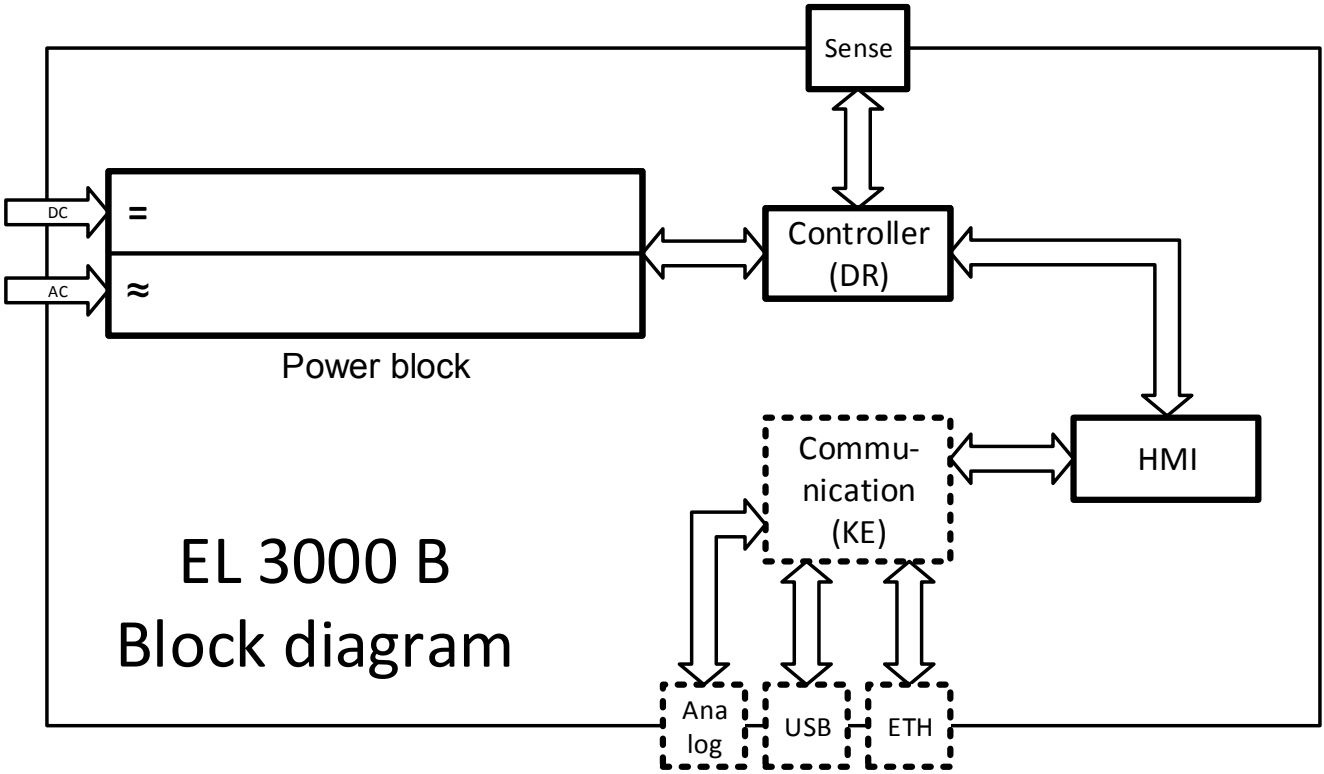
The standard carrying handle can serve as tilt stand, allowing for setup of different positions in order to make it easier to read from the display or access the control elements.

All models are controlled by microprocessors.

1.9.2 Block diagram

The block diagram illustrates the main components inside the device and their relationships.

There are digital, microprocessor controlled components (KE, DR, BE), which can be target of firmware updates. See below (dotted elements are optional components):



1.9.3 Scope of delivery

- 1 x Electronic load device
- 1 x USB stick with documentation and software
- 1 x Mains cord
- 1 x UK wall socket adapter (only included in delivery to the UK)

1.9.4 Optional accessories

For these devices the following accessories are available:

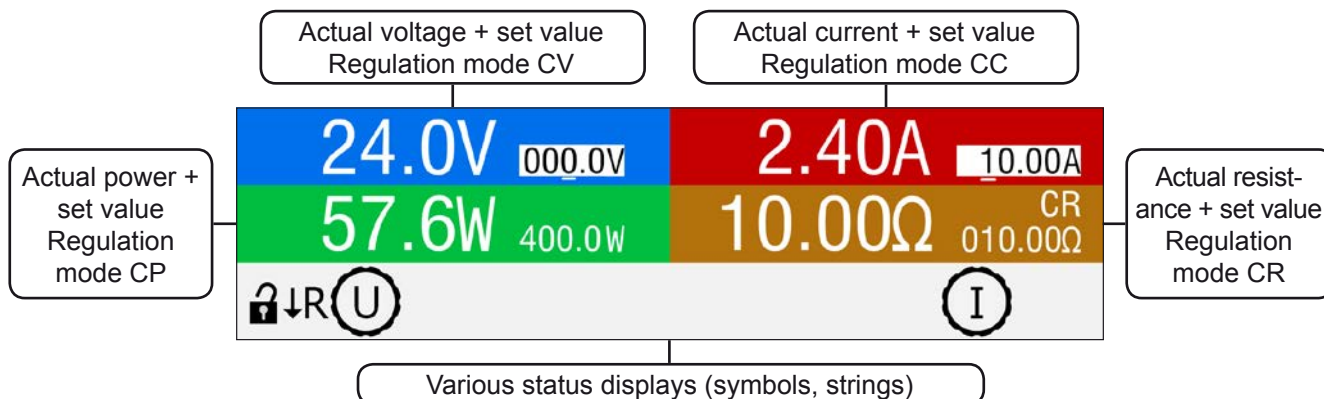
IF-KE5 USB Ordering nr. 33 100 232	Digital interface card with USB port . Can be ordered separately. Simple installation by the user on location. USB cable of 1.8 m length included.
IF-KE5 USB LAN Ordering nr. 33 100 233	Digital interface card with USB port and Ethernet/LAN port . Can be ordered separately. Simple installation by the user on location. USB cable of 1.8 m length included.
IF-KE5 USB Analog Ordering nr. 33 100 234	Digital/analog interface card with USB port and 15 pole analog D-Sub port . Can be ordered separately. Simple installation by the user on location. USB cable of 1.8 m length included.

1.9.5 The control panel (HMI)

The HMI (Human Machine Interface) consists of a display, two rotary knobs and six pushbuttons.

1.9.5.1 Display

The graphic display is divided into a number of areas. In normal operation the upper part (2/3) is used to show actual and set values and the lower part (1/3) to display status information:



• Actual / set values area (blue / green / red / orange)

In normal operation the DC input values (large numbers) and set values (small numbers) for voltage, current, power and resistance are displayed. The resistance set value is, however, only displayed if resistance mode is activated.

While the DC input is switched on, the actual regulation mode **CV**, **CC**, **CP** or **CR** is displayed above to the corresponding set value, as shown in the figure above with example “CR”.

The set values can be adjusted by rotating the knobs below the display, whereas pushing the knobs is used to select the digit to be changed. Logically, the values are increased by clockwise turning and decreased by anti-clockwise turning. The current assignment of set a value to a knob is indicated by the corresponding set value being displayed in inverted form and also by the knob depiction in the status area showing the physical sign (U, I, P, R). In case these are not shown, the values cannot be adjusted manually, like in HMI lock or remote control.

General display and setting ranges:



Display	Unit	Range	Description
Actual voltage	V	0-125% U_{Nom}	Actual value of DC input voltage
Set value of voltage ⁽¹⁾	V	0-102% U_{Nom}	Set value for limiting the DC input voltage
Actual current	A	0.2-125% I_{Nom}	Actual value of DC input current
Set value of current ⁽¹⁾	A	0-102% I_{Nom}	Set value for limiting the DC input current
Actual power	W	0-125% P_{Peak}	Calculated actual value of input power, $P = U_{IN} * I_{IN}$
Set value of power ⁽¹⁾	W	0-102% P_{Peak}	Set value for limiting DC input power
Actual resistance	Ω	0...99.999 Ω	Calculated actual internal resistance, $R = U_{IN} / I_{IN}$
Set value of resistance ⁽¹⁾	Ω	x ⁽²⁾ -102% R_{Max}	Set value for the desired internal resistance
Adjustment limits 1	A, V, W	0-102% nom	U-max, I-min etc., related to the physical values
Adjustment limits 2	Ω	x ⁽²⁾ -102% nom	R-max
Protection settings 1	A, W	0-110% nom	OCP and OPP, related to the physical values
Protection settings 2	V	0-103% U_{Nom}	OVP, related to the physical values

⁽¹⁾ Valid also for values related to these physical values, such as OVD for voltage and UCD for current

⁽²⁾ The minimum adjustable resistance set value varies depending on the model. See technical specifications in 1.8.3

• **Status display (upper right)**

This area displays various status texts and symbols:

Display	Description
	The HMI is locked
	The HMI is unlocked
Remote:	The device is under remote control from....
Analogthe built-in analog interface
USBthe built-in USB port
Ethernetthe built-in Ethernet port
Local	The device has been locked by the user explicitly against remote control
Alarm:	Alarm condition which has not been acknowledged or still exists.
Function:	Function generator activated, function loaded
Stopped / Running	Status of the function generator resp. of the function

• **Area for assigning the rotary knobs**

The two rotary knobs below the display screen can be assigned to various functions. The status area in the display area depicts the actual assignments. After the device start and in the main screen the default assignment is voltage (left-hand knob) and current (right-hand knob):



These two values can then be adjusted manually. The decimal place to adjust is underlined, the currently selected value is displayed in inverted format:



There are following possible assignments, whereas the right-hand knob remains assigned to the set value of current:

U I
 Left rotary knob: voltage
 Right rotary knob: current

P I
 Left rotary knob: power
 Right rotary knob: current

R I
 Left rotary knob: resistance
 Right rotary knob: current
 (only with R mode activated)

The other set values can't be adjusted directly, until the assignment is changed. This is done using the "arrow down" button, as depicted by this symbol next to the corresponding knob depiction:



With this being shown, the current assignment is voltage and can be changed to resistance, if resistance mode is activated, else to power.

1.9.5.2 **Rotary knobs**



As long as the device is in manual operation the two rotary knobs are used to adjust set values as well as setting the parameters in SETTINGS and MENU. For a detailed description of the individual functions see section „3.4 Manual operation“ on page 29.

1.9.5.3 **Button function of the rotary knobs**

The rotary knobs also have a pushbutton function which is used anywhere during value adjustment to shift the cursor as shown:



1.9.5.4 Resolution of the displayed values

In the display, set values can be adjusted with a fixed step width. The number of decimal places depends on the device model. The values have 4 or 5 digits. Actual and set values always have the same number of digits.

Adjustment resolution and number of digits of set values in the display:

Voltage, OVP, U-min, U-max			Current, OCP, I-min, I-max			Power, OPP, P-max			Resistance, R-max		
Nominal	Digits	Step width	Nominal	Digits	Step width	Nominal	Digits	Step width	Nominal	Digits	Step width
80 V	4	0.01 V	10 A	5	0.001 A	400 W	4	0.1 W	40 Ω	5	0.001 Ω
200 V	5	0.01 V	25 A	5	0.001 A				340 Ω	5	0.01 Ω
500 V	4	0.1 V	60 A	4	0.1 A				2000 Ω	5	0.1 Ω

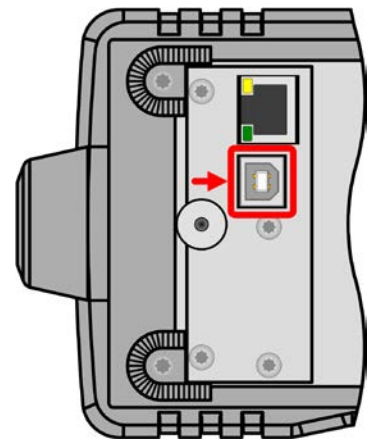
1.9.6 USB port (optional)

On the rear side of the device there is a slot to install one out of three types of optionally available, user-retrofitable interface cards. Also see section 1.9.4. All three types feature an USB port.

The USB port is for communication with the device and for firmware updates. The USB cable (included with the interface card) can be used to connect the device to a PC (USB 2.0 or 3.0). The driver is delivered on the included USB stick and installs a virtual COM port. Details for remote control can be found on the web site of Elektro-Automatik or also on the USB stick.

The device can be addressed via this port either using the international standard ModBus RTU protocol or by SCPI language. The device recognises the message protocol automatically.

When requesting remote control via the USB port it has no priority over any other digital or analog interface and can, therefore, only be used alternatively to these. However, monitoring is always available.



1.9.7 Ethernet port (optional)

On the rear side of the device there is a slot to install one out of three types of optionally available, user-retrofitable interface cards. Also see section 1.9.4. One of the types features an Ethernet/LAN port, plus an USB port.

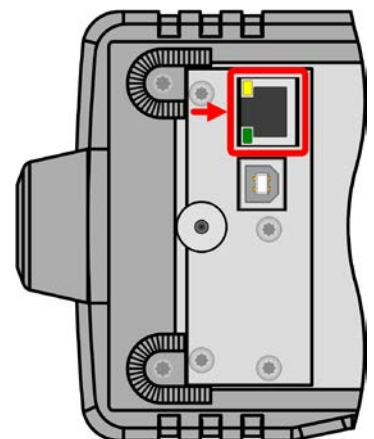
The Ethernet port is for communication with the device in terms of remote control or monitoring over longer distances than possible with USB. The user has basically two options of access:

1. A website (HTTP, port 80) which is accessible in a standard browser under the IP or the host name given for the device. This website offers to configuration page for network parameters, as well as a input box for SCPI commands.
2. TCP/IP access via a freely selectable port (except 80 and other reserved ports). The standard port for this device is 5025. Via TCP/IP and this port, communication to the device can be established in most of the common programming languages.

Using the Ethernet port, the device can either be controlled by commands from SCPI or ModBus RTU protocol, while automatically detecting the type of message.

The network setup can be done manually or by DHCP. The transmission speed is set to "Auto negotiation" and means it can use 10MBit/s or 100MBit/s. 1GB/s is not supported. Duplex mode is always full duplex.

When requesting remote control via the Ethernet port it has no priority over the USB port and can, therefore, only be used alternatively to these. However, monitoring is always available.



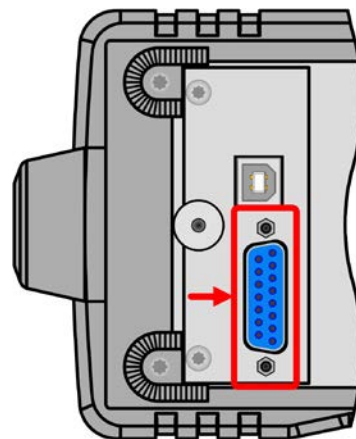
1.9.8 Analog interface (optional)

On the rear side of the device there is a slot to install one out of three types of optionally available, user-retrofitable interface cards. Also see section 1.9.4. One of the types features an analog 15 pole D-Sub type connector, plus an USB port.

This 15 pole socket is provided for remote control of the device via analog and-digital switch signals.

When requesting remote control via the analog port it has no priority over the digital interface and can, therefore, only be used alternatively to these. However, monitoring is always available.

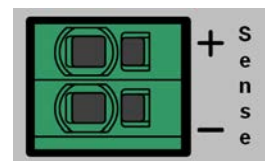
The input voltage range of the set values and the output voltage range of the monitor values, as well as reference voltage level can be switched in the settings menu of the device between 0-5 V and 0-10 V, in each case for 0-100%.



1.9.9 “Sense” connector (remote sensing)

In order to compensate for voltage drops along the DC cables, the **Sense** input (between the DC input terminals) can be connected to the source. The device will automatically detect when the sense input is wired (Sense+) and compensate the input voltage accordingly.

The maximum possible compensation is given in the technical specifications.



2. Installation & commissioning

2.1 Storage

2.1.1 Packaging

It is recommended to keep the complete transport packaging for the lifetime of the device for relocation or return to Elektro-Automatik for repair. Otherwise the packaging should be disposed of in an environmentally friendly way.

2.1.2 Storage

In case of long term storage of the equipment it is recommended to use the original packaging or similar. Storage must be in dry rooms, if possible in sealed packaging, to avoid corrosion, especially internal, through humidity.

2.2 Unpacking and visual check

After every transport, with or without packaging, or before commissioning, the equipment should be visually inspected for damage and completeness using the delivery note and/or parts list (see section „1.9.3. Scope of delivery“). An obviously damaged device (e.g. loose parts inside, damage outside) must under no circumstances be put in operation.

2.3 Installation

2.3.1 Safety procedures before installation and use



- When installing the device in a 19" rack using the optionally available mount frame, rails suitable for the total weight of the device are to be used (see „1.8.3. Specific technical data“).
- Before connecting to the mains ensure that the connection is as shown on the product label. Overvoltage on the AC supply can cause equipment damage.
- Before connecting a voltage source to the DC input make sure, that the source can not generate a voltage higher than specified for a particular model or install measures which can prevent damaging the device by overvoltage input.

2.3.2 Preparation

Mains connection with an EL 3000 B series device is done via the included 1.5 meters long 3 pole mains cord.

Dimensioning of the DC wiring to the source has to reflect the following:



- The cable cross section should always be specified for at least the maximum current of the device.
- Continuous operation at the approved limit generates heat which must be removed, as well as voltage loss which depends on cable length and heating. To compensate for these the cable cross section should be increased and/or the cable length reduced.

2.3.3 Installing the device



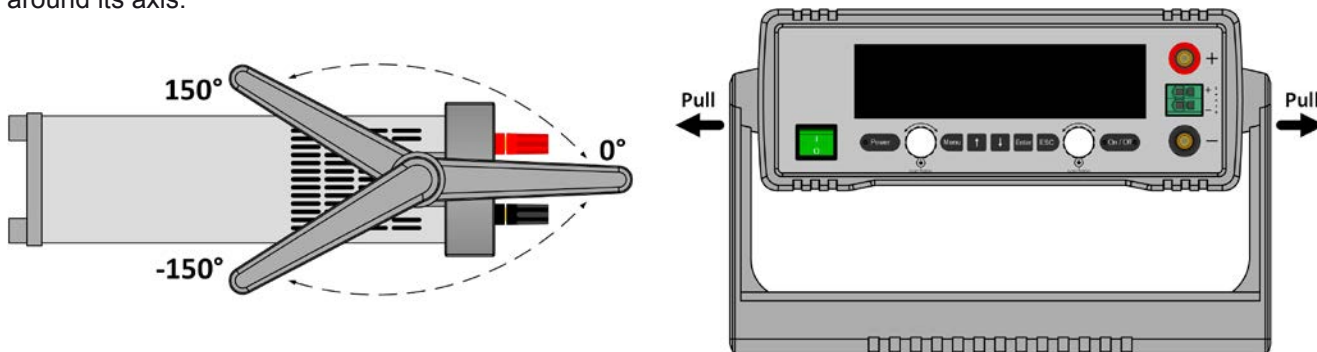
- Select the location for the device so that the connection to the source is as short as possible.
- Leave sufficient space behind the equipment, minimum 30 cm, for ventilation of warm air that will be exhausted
- Never obstruct the air inlets on the sides!
- In case the handle is used to bring the device into an uplifted position, never place any objects onto the top of the unit!

2.3.3.1 The handle

The included handle is not only used to carry the device, it can also uplift the device's front for easier access to knobs and buttons or better display readability.

The handle can be rotated into various positions in an angle of 300°, such as a variable position (60...150°), 0°, -45°, -90° and -150°.

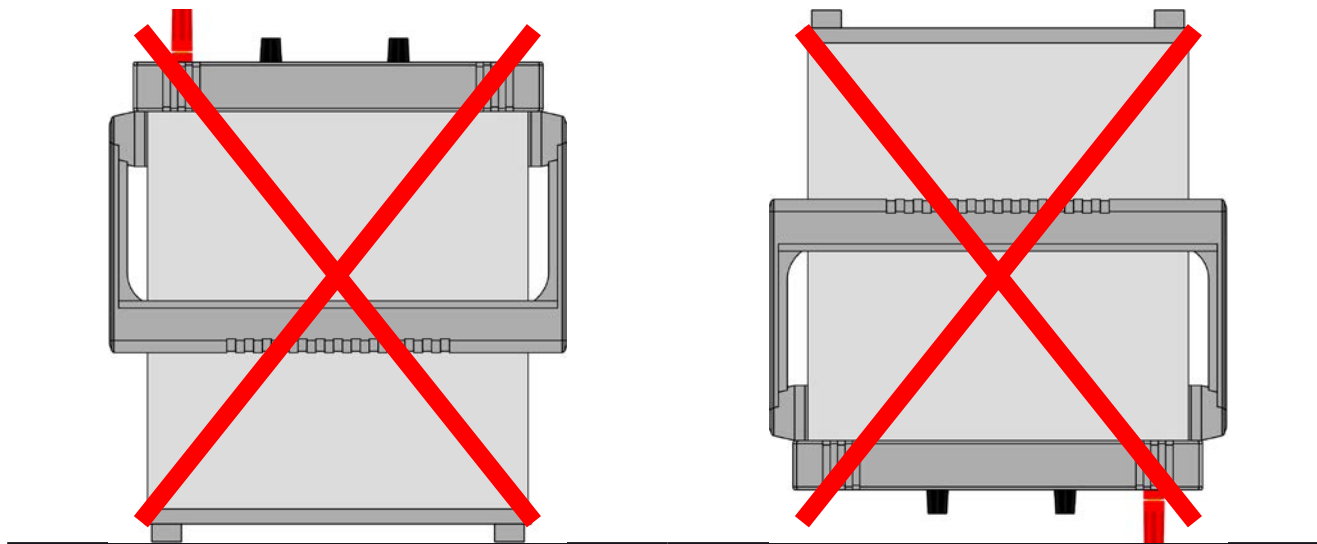
It is rotated by pulling on both sides of the handle first in order to loosen the detent and then moving the handle around its axis.



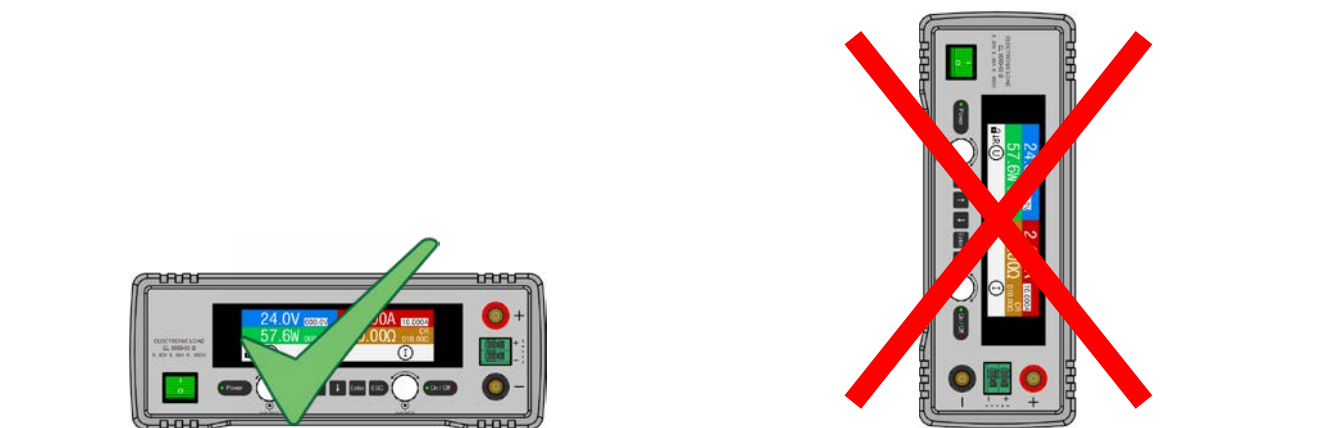
2.3.3.2 Placement on horizontal standing surfaces

The device is designed as a desktop unit and should only be operated in horizontal position on horizontal surfaces, which are capable of securely carrying the weight of the device.

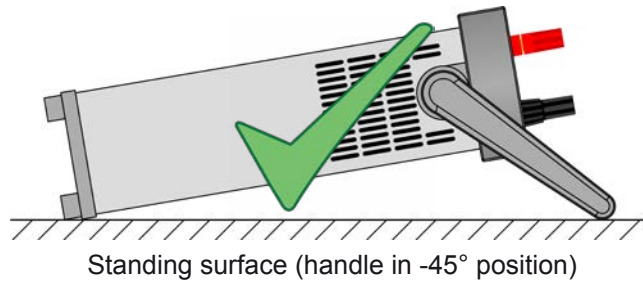
Acceptable and unacceptable operating positions:



Standing surface



Standing surface



2.3.4 Connection to DC sources



- When using the model which is rated for 60 A, attention has to be paid to where the source is connected on the DC input terminals. The front 4mm banana plug hole is only rated for **max. 32 A!**
- Connection of voltage sources which can generate a voltage higher than 110% nominal of the device model is not allowed!
- Connection of voltage sources with reversed polarity is not allowed!

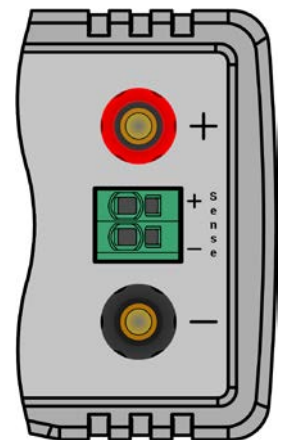
The DC load input is on the front side of the device and is **not** protected by a fuse. The cross section of the connection cable is determined by the current consumption, cable length and ambient temperature.

For cables **up to 5 m** and average ambient temperature up to 50°C, we recommend:

up to **10 A**: 0.75 mm² (AWG18) up to **25 A**: 4 mm² (AWG10)

up to **60 A**: 16 mm² (AWG4)

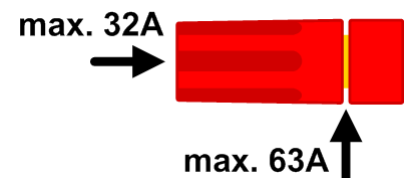
per lead (multi-conductor, insulated, openly suspended). Single cables of, for example, 16 mm² may be replaced by e.g. 2x 6 mm² etc. If the cables are long then the cross section must be increased to avoid voltage loss and overheating.



2.3.4.1 Possible connections on the DC input

The DC input on the front is of type clamp & plug and can be used with:

- 4 mm system plugs (Büschel, banana, safety) for **max. 32 A**
- Spade lugs (6 mm or bigger)
- Soldered cable ends (only recommended for small currents up to 10 A)



When using any type of lugs or cable end sleeves, only use those with insulation to ensure electric shock protection!

2.3.5 Grounding of the DC input

The device can always be grounded on the DC minus pole, i.e. can be directly connected to PE. The DC plus pole, however, if it is to be grounded, may only be so for input voltages up to 400 V, because the potential of the minus pole is shifted into negative direction by the value of the input voltage. Also see technical specification sheets in 1.8.2, item "Insulation".

For this reason, for all models which can support an input voltage higher than 400 V grounding of the DC plus pole is not allowed.



- Do not ground the DC plus pole on any model with >400 V nominal voltage
- If grounding one of the input poles ensure that no output pole of the source (e.g. power supply) is grounded. This could lead to a short-circuit!

2.3.6 Connection of remote sensing



- Remote sensing is only effective during constant voltage operation (CV) and for other regulation modes the sense input should be disconnected, if possible, because connecting it generally increases the oscillation tendency.
- The cross section of the sensing cables is noncritical. Recommendation for cables up to 5 m: use at least 0.5 mm²
- Sensing cables should be twisted and laid close to the DC cables to damp oscillation. If necessary, an additional capacitor can be installed at the source to eliminate oscillation
- Sensing cables must be connected + to + and - to - at the source, otherwise the sense input of the electronic load can be damaged. For an example see *Figure 6* below.

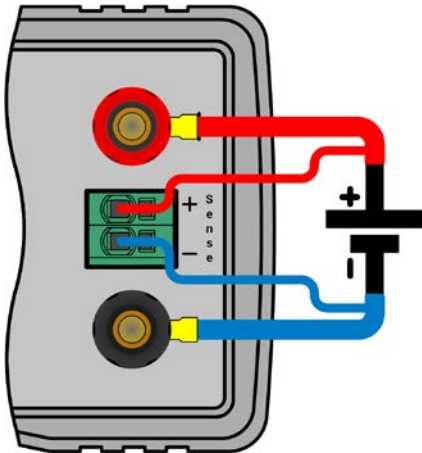


Figure 6 - Example for remote sensing wiring

The connector Sense is a clamp terminal. It means for the remote sensing cables:

- Insert cables: crimp sleeves onto the cable ends and simply push them into the bigger square hole
- Remove cables: use a small flat screwdriver and push into the smaller square hole next to the bigger one to loosen the cable clamp, then remove cable end

2.3.7 Connecting the analog interface

An analog interface in form of a pluggable interface card is optionally available, can be retrofitted by the user on location into the rear side located slot and offers a 15 pole D-Sub connector. To connect it to a control hardware (PC, PLC, electronic circuit), a standard D-Sub plug is required (not included with the interface). It is generally advisable to switch the device completely off before connecting or disconnecting this connector, but at least the DC input.



The analog interface is galvanically isolated from the device internally. Therefore do not connect any ground of the analog interface (AGND) to the DC minus input as this will cancel the galvanic isolation.

2.3.8 Connecting the USB port

An USB interface in form of a pluggable interface card is optionally available and can be retrofitted by the user on location into the rear side located slot. Depending on the type of the card it only offers the USB port or also has an extra port (LAN or analog).

In order to remotely control the device via this port, connect the device with a PC using the included USB cable and switch the device on.

2.3.8.1 Driver installation (Windows)

On the initial connection with a PC the operating system will identify the device as new hardware and will try to install a driver. The required driver is for a Communications Device Class (CDC) device and is usually integrated in current operating systems such as Windows 7 or 10. But it is strongly recommended to use and install the included driver installer (on USB stick) to gain maximum compatibility of the device to our softwares.

2.3.8.2 Driver installation (Linux, MacOS)

We cannot provide drivers or installation instructions for these operating systems. Whether a suitable driver is available is best found out by searching the Internet. With newer versions of Linux or MacOS, a generic CDC driver should be "on board".

2.3.8.3 Alternative drivers

In case the CDC drivers described above are not available on your system, or for some reason do not function correctly, commercial suppliers can help. Search the Internet for suppliers using the keywords "cdc driver windows" or "cdc driver linux" or "cdc driver macos".

2.3.9 Connecting the LAN port

An Ethernet/LAN interface in form of a pluggable interface card is optionally available and can be retrofitted by the user on location into the rear side located slot.

Connection to a remote host of any type (switch, server, PC) is done with standard Cat 5 Ethernet cables (patch cable, not included with the interface card). There are several parameters to set up proper network connection. Refer to section 3.4.3 for more information.

2.3.10 Initial commission

For the first start-up after purchasing and installing the device, the following procedures have to be executed:

- Confirm that the connection cables to be used are of a satisfactory cross section!
- Check if the factory settings of set values, safety and monitoring functions and communication are suitable for your intended application of the device and adjust them if required, as described in the manual!
- In case of remote control via PC, read the additional documentation for interfaces and software!
- In case of remote control via the analog interface, read the section in this manual concerning analog interfaces!

During every start the device show a language selection screen for a few seconds where you can quickly switch the display language. This can also be done later, via the MENU:

2.3.11 Commission after a firmware update or a long period of non use

In case of a firmware update, return of the equipment following repair or a location or configuration change, similar measures should be taken to those of initial start up. Refer to „2.3.10. Initial commission“.

Only after successful checking of the device as listed may it be operated as usual.

3. Operation and application

3.1 Personal safety



- In order to guarantee safety when using the device, it is essential that only persons operate the device who are fully acquainted and trained in the required safety measures to be taken when working with dangerous electrical voltages
- For models which accept dangerous voltages, a protection against unwanted physical contact has to be installed on the DC input
- Whenever the DC input is being re-configured, the device should be disconnected from the mains, not only switched off on the DC input! Also switch off or even disconnect the source!

3.2 Operating modes

An electronic load is internally controlled by different control or regulation circuits, which shall bring voltage, current and power to the adjusted values and hold them constant, if possible. These circuits follow typical laws of control systems engineering, resulting in different operating modes. Every operating mode has its own characteristics which is explained below in short form.

3.2.1 Voltage regulation / Constant voltage

Constant voltage operation (CV) or voltage regulation is a subordinate operating mode of electronic loads. In normal operation, a voltage source is connected to electronic load, which represents a certain input voltage for the load. If the set value for the voltage in constant voltage operation is higher than the actual voltage of the source, the value cannot be reached. The load will then take no current from the source. If the voltage set value is lower than the input voltage then the load will attempt to drain enough current from the source to achieve the desired voltage level. If the resulting current exceeds the maximum possible or adjusted current value or the total power according to $P = U_{IN} \cdot I_{IN}$ is reached, the load will automatically switch to constant current or constant power operation, whatever comes first. Then the adjusted input voltage can no longer be achieved.

While the DC input is switched on and constant voltage mode is active, then the condition "CV mode active" will be shown on the graphics display by the abbreviation CV, as well it will be passed as a signal to the analog interface and stored as internal status which can be read via digital interface.

3.2.1.1 Speed of the voltage controller

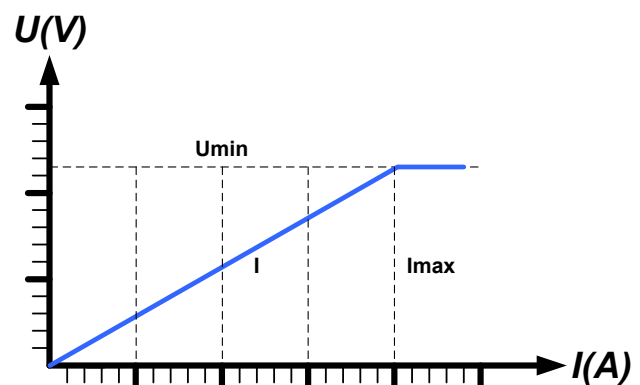
The internal voltage controller can be switched between "Slow" and "Fast" (see „3.4.3.2. Menu "General Settings""). Factory default value is "Slow". Which setting to select depends on the actual situation in which the device is going to be operated, but primarily it depends of the type of voltage source. An active, regulated source such as a switching mode power supply has its own voltage control circuit which works concurrently to the load's circuit. Both might work against each other and lead to oscillation. If this occurs it is recommended to set the controller speed to "Slow".

In other situations, e.g. operating the function generator and applying various functions to the load's input voltage and setting of small time increments, it might be necessary to set the voltage controller to "Fast" in order to achieve the expected results.

3.2.1.2 Minimum voltage for maximum current

Due to technical reasons, all models in this series have a minimum internal resistance that makes the unit to be supplied with a minimum input voltage (U_{MIN}) in order to be able to draw the full current (I_{MAX}). This minimum input voltage varies from model to model and is listed in the technical specifications. If less voltage than U_{MIN} is supplied, the load proportionally draws less current, which can be calculated easily.

See principle view to the right.



3.2.2 Current regulation / constant current / current limitation

Current regulation is also known as current limitation or constant current mode (CC) and is fundamental to the normal operation of an electronic load. The DC input current is held at a predetermined level by varying the internal resistance according to Ohm's law $R = U / I$ such that, based on the input voltage, a constant current flows. Once the current has reached the adjusted value, the device automatically switches to constant current mode. However, if the power consumption reaches the adjusted power level, the device will automatically switch to power limitation and adjust the input current according to $I_{MAX} = P_{SET} / U_{IN}$, even if the maximum current set value is higher. The current set value, as determined by the user, is always and only an upper limit.

While the DC input is switched on and constant current mode is active, the condition "CC mode active" will be shown on the graphics display by the abbreviation CC, as well it will be passed as a signal to the analog interface and stored as internal status which can be read via digital interface.

3.2.3 Resistance regulation / constant resistance

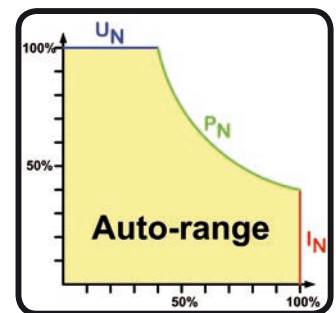
Inside electronic loads, whose operating principle is based on a variable internal resistance, constant resistance mode (CR) is almost a natural characteristic. The load attempts to set the internal resistance to the user defined value by determining the input current depending on the input voltage according to Ohm's law $I_{IN} = U_{IN} / R_{SET}$. The internal resistance is naturally limited between almost zero and maximum (resolution of current regulation too inaccurate). As the internal resistance cannot have a value of zero, the lower limit is defined to an achievable minimum. This ensures that the electronic load, at very low input voltages, can consume a high input current from the source, up to the maximum.

While the DC input is switched on and constant resistance mode is active, the condition "CR mode active" will be shown on the graphics display by the abbreviation CR, as well it will be stored as internal status which can be read via digital interface.

3.2.4 Power regulation / constant power / power limitation

Power regulation, also known as power limitation or constant power (CP), keeps the DC input power of the device at the adjusted value, so that the current flowing from the source, together with the input voltage, achieves the desired value. Power limitation then limits the input current according to $I_{IN} = P_{SET} / U_{IN}$ as long as the power source is able to provide this power.

Power limitation operates according to the auto-range principle such that at lower input voltages higher current can flow and vice versa, in order to maintain constant power within the range P_N (see diagram to the right).



While the DC input is switched on and constant power operation is active, the condition "CP mode active" will be shown on the graphic display by the abbreviation CP, as well it will be stored as internal status which can be read via digital interface.

Constant power operation impacts the internal set current value. This means that the maximum set current may not be reachable if the set power value according to $I = P / U$ sets a lower current. The user defined and displayed set current value is always the upper limit only.

3.2.5 Dynamic characteristics and stability criteria

The electronic load is characterised by short rise and fall times of the current, which are achieved by a high bandwidth of the internal regulation circuit.

In case of testing sources with own regulation circuits at the load, like for example power supplies, a regulation instability may occur. This instability is caused if the complete system (feeding source and electronic load) has too little phase and gain margin at certain frequencies. 180 ° phase shift at > 0dB amplification fulfils the condition for an oscillation and results in instability. The same can occur when using sources without own regulation circuit (eg. batteries), if the connection cables are highly inductive or inductive-capacitive.

The instability is not caused by a malfunction of the load, but by the behaviour of the complete system. An improvement of the phase and gain margin can solve this. In practice, a capacity is directly connected to the DC input of the load. The value to achieve the expected result is not defined and has to be found out. We recommend:

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

3.3 Alarm conditions



This section only gives an overview about device alarms. What to do in case your device indicates an alarm condition is described in section „3.6. Alarms and monitoring“.

As a basic principle, all alarm conditions are signalled optically (text + message in the display) and acoustically (if activated), as well status and alarm counter readable via an optional, digital interface. In addition, the alarms OT, PF and OVP are reported as signals on the optional, analogue interface. For later acquisition, the alarm counter can also be shown on display.

3.3.1 Power Fail

Power Fail (PF) indicates an alarm condition which may have various causes:

- AC input voltage too low (mains undervoltage, mains failure)
- Defect in the input circuit (PFC)

As soon as a power fail occurs, the device will stop to sink power and switch off the DC input. In case the power fail was an undervoltage and is gone later on, the alarm will vanish from display and doesn't require to be acknowledged.

The condition of the DC input after a gone PF alarm can be determined in the MENU. See 3.4.3.



Switching off the device with the power switch can not be distinguished from a mains blackout and thus the device will signalise a PF alarm every time it is switched off. This can be ignored.

3.3.2 Overtemperature

An overtemperature alarm (OT) can occur from an excess temperature inside the device and causes it to stop sinking power temporarily. This can occur due to a defect of the internal fan regulation or due to excessive ambient temperature.

After cooling down, the device will automatically continue to work, while the condition of the DC input remains and the alarm doesn't require to be acknowledged.

3.3.3 Overvoltage

An overvoltage alarm (OVP) will switch off the DC input and can occur if:

- the connected voltage source provides a higher voltage to the DC input than set in the overvoltage alarm threshold (OVP)

This function serves to warn the user of the electronic load acoustically or optically that the connected voltage source has generated an excessive voltage and thereby could damage or even destroy the input circuit and other parts of the device.



The device is not fitted with protection from external overvoltage and could even be damaged when not powered.

3.3.4 Overcurrent

An overcurrent alarm (OCP) will switch off the DC input and can occur if:

- The input current in the DC input exceeds the adjusted OCP limit.

This function serves to protect the voltage and current source so that this is not overloaded and possibly damaged, rather than offering protection to the electronic load.

3.3.5 Overpower

An overpower alarm (OPP) will switch off the DC input and can occur if:

- the product of the input voltage and input current in the DC input exceeds the adjusted OPP limit.

This function serves to protect the voltage and current source so it this is not overloaded and possibly damaged, rather than offering protection to the electronic load.

3.4 Manual operation

3.4.1 Powering the device

The device should, as far as possible, always be switched on using the toggle switch on the front of the device. After switching on, the display will first show the company logo, followed by a language selection which will close automatically after 3 seconds and later manufacturer's name and address, device type, firmware version(s), serial number and item number.

In setup (see section „3.4.3. Configuration via MENU“), in the second level menu “**General settings**” is an option “**DC input after power ON**” in which the user can determine the condition of the DC input after power-up. Factory setting here is “**OFF**”, meaning that the DC input will always be switched off on power-up, while “**Restore**” means that the last condition of the DC input will be restored, either on or off. All set values are also restored.



For the time of the start phase the analog interface can signal undefined statuses on the output pins such as ERROR or OVP. Those signals must be ignored until the device has finished booting and is ready to work.

3.4.2 Switching the device off

On switch-off, the last input condition and the most recent set values and input status are saved. Furthermore, a PF alarm (power failure) will be reported, but has to be ignored here.

The DC input is immediately switched off and after a short while the device will be completely powered off.

3.4.3 Configuration via MENU

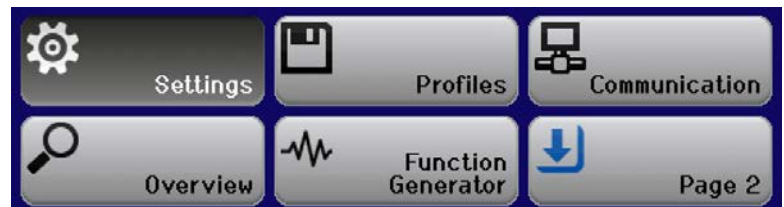
The MENU serves to configure all operating parameters which are not constantly required. These can be set by pressing button MENU, but only if the DC input is switched OFF. See figures below.

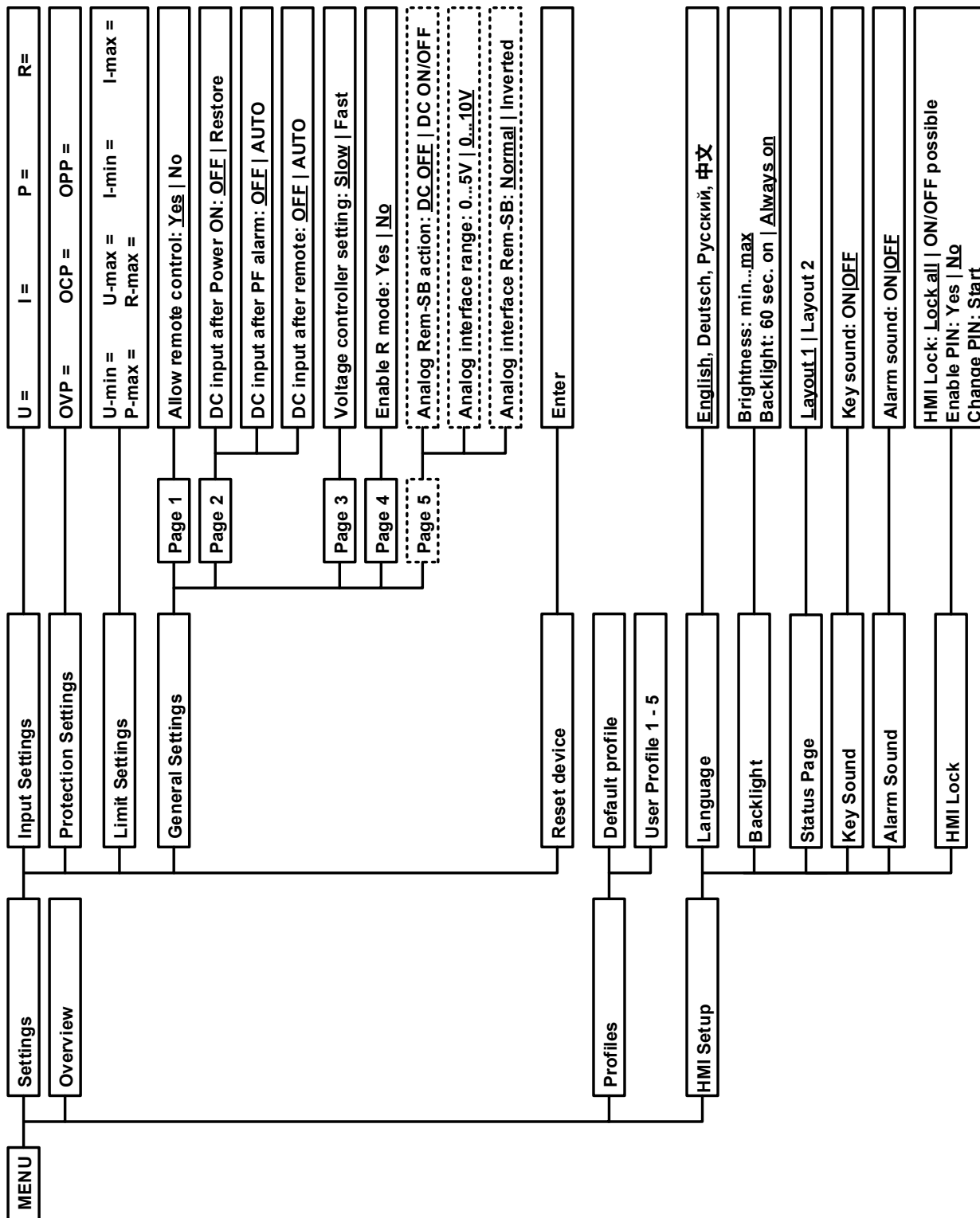
If the DC input is switched on the settings menu will not be shown, only status information.

Menu navigation is by using the arrow buttons, as well as Enter and ESC. Values and parameters are set using the rotary knobs. The assignment of the knobs to the adjustable values is not indicated in menu pages, but following applies:

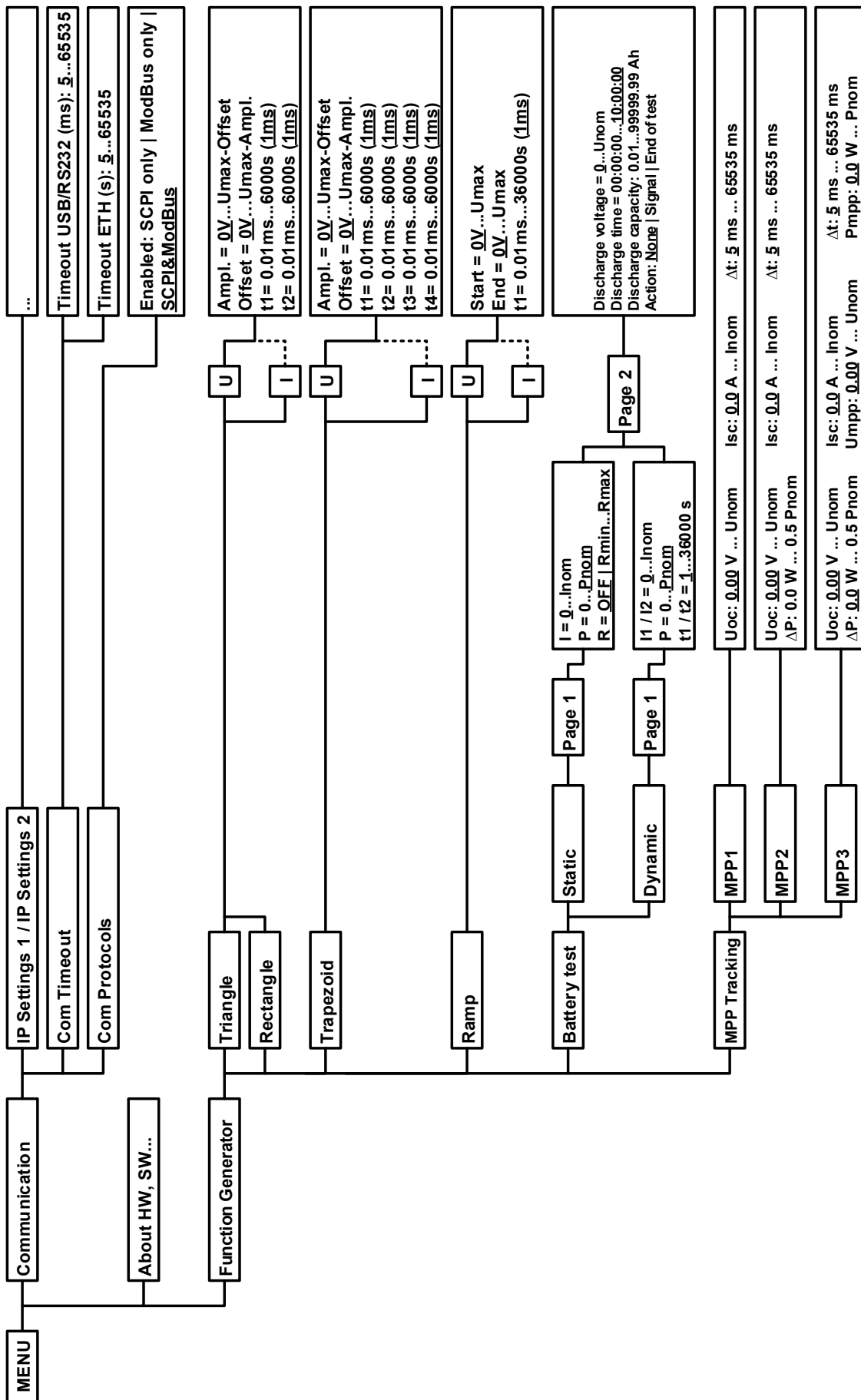
- Values on the left side of the screen -> left-hand knob
- value on the right side of the screen -> right-hand knob.
- multiple values on any side -> switching to the next is done with the arrow buttons

The menu structure is shown schematically on the following pages. Some setting parameters are self-explanatory, others are not. Those will be explained on the next pages.





Parameters in curly brackets describe the selectable range, underlined parameters show the default value after delivery or reset.



Parameters in curly brackets describe the selectable range, underlined parameters show the default value after delivery or reset.
 Dotted lines mark multiple identical parameters like with U, I for "Sine", where U(A) changes to I(A) etc.



3.4.3.1 Menu “Settings”

This is main menu for all settings related to the general operation of the device and of the interface(s).

Sub menu	Description
Input Settings	Allows for adjustment of set values related to the DC input, alternatively to the handling in the main screen of the display
Protection Settings	Allows for adjustment of protection thresholds (here: OVP, OCP, OPP) related to the DC input. Also see section „3.3. Alarm conditions“
Limit Settings	Allows for adjustment of adjustment limits for set values. Also see section „3.4.4. Adjustment limits“
General Settings	Settings for the operation of the device and its interface(s). Details below
Reset Device	When selecting “Yes” and confirming with “Enter” button, it will initiate a reset of all settings (HMI, profile etc.) to factory default, as shown in the menu structure diagrams on the previous pages

3.4.3.2 Menu “General Settings”

Setting	P.	Description
Allow remote control	1	Selection “ NO ” means that the device cannot be remotely controlled over either the digital or analog interfaces. If remote control is not allowed, the status will be shown as “ Local ” in the status area on the main display. Also see section 1.9.5.1.
DC input after power ON	2	Determines the condition of the DC input after power-up. <ul style="list-style-type: none"> • OFF = DC input is always off after switching on the device. • Restore = DC input condition will be restored to the condition prior to switch off.
DC input after PF alarm	2	Determines how the DC input shall react after a power fail (PF) alarm has occurred: <ul style="list-style-type: none"> • OFF = DC input will be switched off and remain until user action • AUTO = DC input will switch on again after the PF alarm cause is gone and if it was switched on before the alarm occurred
DC input after remote	2	Determines the condition of the DC input after leaving remote control either manually or by command. <ul style="list-style-type: none"> • OFF = DC input will be always off when switching from remote to manual • AUTO = DC input will keep the last condition
Voltage controller setting	3	Selects the regulation speed of the internal voltage regulator between “ Slow ” and “ Fast ”. See „3.2.1.1. Speed of the voltage controller“.
Enable R mode	4	Activates (“ Yes ”) or deactivates (“ No ”) the internal resistance control. If activated, the resistance set value can be adjusted on the main screen as additional value. For details refer to „3.2.3. Resistance regulation / constant resistance“.
Analog Rem-SB action	5	<i>This parameter is only displayed if the optional Analog/USB interface is installed.</i> Selects the action on the DC input that is initiated when changing the level of analog input “Rem-SB”: <ul style="list-style-type: none"> • DC OFF = the pin can only be used to switch the DC input off • DC ON/OFF = the pin can be used to switch the DC input off and on again, if it has been switched on before at least from a different control location
Analog interface range	5	<i>This parameter is only displayed if the optional Analog/USB interface is installed.</i> Selects the voltage range for the analog set values, monitoring outputs and reference voltage output. <ul style="list-style-type: none"> • 0...5 V = Range is 0...100% set /actual values, reference voltage 5 V • 0...10 V = Range is 0...100% set /actual values, reference voltage 10 V See also section „3.5.4. Remote control via the analog interface (AI)“

Setting	P.	Description
Analog interface Rem-SB	5	<p><i>This parameter is only displayed if the optional Analog/USB interface is installed.</i></p> <p>Selects how the input pin “Rem-SB” of the analog interface shall be working regarding levels and logic:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normal = Levels and function as described in the table in 3.5.4.4 • Inverted = Levels and function will be inverted <p>Also see „3.5.4.7. Application examples“</p>

3.4.3.3 Menu “Profiles”

See „3.8 Loading and saving a user profile“ on page 44.

3.4.3.4 Menu “Overview”

This menu page displays an overview of the set values (U, I, P or U, I, P, R) and alarm settings as well as adjustment limits. These can only be displayed, not changed.

3.4.3.5 Menu “About HW, SW...”

This menu page displays an overview of device relevant data such as serial number, article number etc., as well as an alarm history which lists the number of device alarms that probably occurred since the device has been powered.

3.4.3.6 Menu “Function Generator”

See „3.9 The function generator“ on page 45.

3.4.3.7 Menu “Communication”

All settings for the optional, digital interface which can be installed on the rear side, are configured here. The USB port, as included with all three optional interface cards doesn't require configuration. When installing interface type IF-KE5 USB LAN the device features an Ethernet/LAN port. After installation or a complete device reset, that Ethernet port has following **default settings** assigned:

- DHCP: off
- IP: 192.168.0.2
- Subnet mask: 255.255.255.0
- Gateway: 192.168.0.1
- Port: 5025
- DNS: 0.0.0.0
- Host name: “Client”, but configurable via PC software
- Domain: “Workgroup”, but configurable via PC software

Those settings can be changed anytime and configured to meet local requirements. Furthermore, there are global communication settings available regarding timing and protocols.

Submenu “IP Settings 1”

Element	Description
Get IP address	<p>DHCP: With setting DHCP the device will instantly try to get network parameters (IP, subnet mask, gateway, DNS) assigned from a DHCP server after power-on or when changing from Manual to DHCP and submitting the change with button ENTER. If the DHCP configuration attempt fails, the device will use the settings from Manual. In this case, the overview in screen View Settings will indicate the DCHP status as DHCP (failed), otherwise as DHCP(active)</p> <p>Manual (default setting): uses either the default network parameters (after reset) or the last user setting. Those parameters are not overwritten from selection DHCP and are thus available when switching to Manual again.</p>
IP address	<p>Only available with setting “Manual”. Default value: 192.168.0.2</p> <p>Manual setting of the device's IP address in standard IP format (setting will be stored)</p>
Subnet mask	<p>Only available with setting “Manual”. Default value: 255.255.255.0</p> <p>Manual setting of the subnet mask in standard IP format (setting will be stored)</p>
Gateway	<p>Only available with setting “Manual”. Default value: 192.168.0.1</p> <p>Manual setting of the gateway address in standard IP format (setting will be stored)</p>

Submenu “Ethernet”

Element	Description
Port	Default value: 5025 Adjust the socket port here, which belongs to the IP address and serves for TCP/P access when controlling the device remotely via Ethernet
DNS address	Default value: 0.0.0.0 Permanent manual setting of the network address of a domain name server (short: DNS) which has to be present in order to translate the host name to the device’s IP, so the device could alternatively access by the host name
Enable TCP Keep-Alive	Default setting: disabled Enables/disables the “keep-alive time” functionality of TCP.

Submenu “Communication Protocols”

Element	Description
Enabled	Default setting: SCPI&ModBus Enables/disables SCPI or ModBus RTU communication protocols for the device. The change is immediately effective after submitting it with ENTER button. Only one of both can be disabled.

Submenu “Communication Timeout”

Element	Description
Timeout USB (ms)	Default value: 5, Range: 5...65535 USB/RS232 communication timeout in milliseconds. Defines the max. time between two subsequent bytes or blocks of a transferred message. For more information about the timeout refer to the external programming documentation “Programming ModBus RTU & SCPI”.
Timeout ETH (s)	Default value: 5, Range: 5...65535 Defines a timeout after which the device would close the socket connection if there was no command communication between the controlling unit (PC, PLC etc.) and the device for the adjusted time. The timeout is ineffective as long as option “TCP Keep-alive” (see above) is enabled.

3.4.3.8 Menu “HMI settings”

These settings refer exclusively to the control panel (HMI).

Element	Description
Language	Selection of the display language between German, English, Russian or Chinese. Default setting: English
Backlight Setup	The choice here is whether the backlight remains permanently on or if it should be switched off when no input via push buttons or rotary knob is done for 60 s. As soon as input is done, the backlight returns automatically. Furthermore the backlight intensity can be adjusted here. Default settings: 100, Always on
Status page	Switches to a different main screen layout. The user can select between two layouts which are depicted by small graphics as a preview. Also see section „3.4.6. Switching the main screen view“. Default setting: Layout 1
Key Sound	Activates or deactivates sounds when pressing a button on the HMI. It can usefully signal that the action has been accepted. Default setting: off
Alarm Sound	Activates or deactivates the additional acoustic signal of an alarm or user defined event which has been set to “Action = ALARM”. See also „3.6 Alarms and monitoring“ on page 42. Default setting: off
HMI Lock	See „3.7 Control panel (HMI) lock“ on page 43. Default settings: Lock all, No

3.4.4 Adjustment limits



Adjustment limits are only effective on the related set values, no matter if using manual adjustment or remote control!

Defaults are, that all set values (U, I, P, R) are adjustable from 0 to 102%.





This may be obstructive in some cases, especially for protection of applications against overcurrent. Therefore upper and lower limits for current (I) and voltage (U) can be set which limit the range of the adjustable set values.

For power (P) and resistance (R) only upper value limits can be set.

Limit Settings

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

► How to configure the adjustment limits

1. While the DC input is switched off, press button .
2. In the menu press , then navigate to "Limit Settings" with the arrow buttons (↓, ↑) and press  again.
3. In each case a pair of upper and lower limit for U/I or the upper limit for P/R are assigned to the rotary knobs and can be adjusted. In order to switch to a different pair, press the arrow buttons.
4. Accept the settings with .



The adjustment limits are coupled to the set values. It means, that the upper limit may not be set lower than the corresponding set value. Example: If you wish to set the upper limit for the current (I-max) to 35 A while the set value of currently is adjusted to 40 A, then the set value of current would first have to be reduced to 35 A or less in order to enable setting I-max down to 35 A.

3.4.5 Manual adjustment of set values

The set values for voltage, current, power and resistance are the fundamental operating possibilities of an electronic load and hence the two rotary knobs on the front of the device are always assigned to two of the four values in manual operation. Default assignment is voltage and current. The set values can only be adjusted with the rotary knobs.



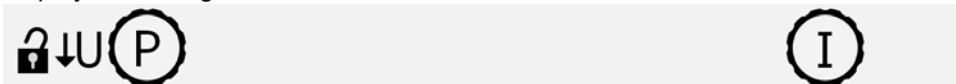
Using the knobs to adjust a value in the main screen changes it immediately and no matter if the DC input is switched on or off. This is different to set value adjustment in the menu, where you have to press the "Enter" button to submit changes.



When adjusting the set values, upper or lower limits may come into effect. See section „3.4.4. Adjustment limits“. Once a limit is reached, the main screen will show a note like "Limit: U-max" etc. for 1.5 seconds in the status area, while in the menu this is reduced to an exclamation mark.

► How to adjust values with the rotary knobs

1. First check if the value you want to change is already assigned to one of the rotary knobs. The main screen displays the assignment like this:



2. If, as shown above, the assignment is power (P, left) and current (I, right), and it is required to set the voltage, then the assignment of the left-hand knob can be changed by pressing the arrow down button (↓).
3. After successful selection, the desired value can be set within the defined limits. Selecting a digit is done by pushing the rotary knob which shifts the cursor from right to left (selected digit will be underlined):



3.4.6 Switching the main screen view

The main screen, also called status page, with its set values, actual values and device status can be switched from the standard view mode with three or four values to a simpler mode which only shows two physical values.

The advantage of the alternative view mode is that actual values are displayed with **bigger numbers**, so they read be read from a larger distance. Refer to „3.4.3.8. Menu “HMI settings”“ to see where to switch the view mode in the MENU. Comparison:



Differences of layout 2:

- The two hidden physical values are shown when switching the knob assignment, which also changes the upper left half of the display
- The actual regulation mode is displayed no matter what pair of physical values is currently shown, in the lower left corner, as the example in the upper figure on the right side depicts with CR; this is the equivalent of layout 1

3.4.7 Switching the DC input on or off

The DC input of the device can be manually or remotely switched on and off. This can be restricted in manual operation by the control panel being locked.



Switching the DC input on during manual operation or digital remote control can be disabled by pin REM-SB of the optional analog interface, if installed and if the corresponding parameter is activated. For more information refer to 3.4.3.2 and example a) in 3.5.4.7. In such a situation, the device would show a notification in the display.

► How to manually switch the DC input on or off

1. As long as the control panel (HMI) is not fully locked press the button . Otherwise you are asked to disable the HMI lock, either by simply pressing or entering the PIN, if the PIN has been activated in menu “HMI Lock”.
2. The ON/OFF button toggles between on and off, as long as a change is not restricted by any alarm or the device being in “Remote”. The DC input condition is indicated by the two LEDs (green = on, red = off) on the button.

► How to remotely switch the DC input on or off via the analog interface

1. See section „3.5.4 Remote control via the analog interface (AI)“ on page 38.

► How to remotely switch the DC input on or off via the digital interface

1. See the external documentation “Programming Guide ModBus RTU & SCPI” if you are using custom software, or refer to the external documentation of LabView VIs or other documentation provided by EA Elektro-Automatik.

3.5 Remote control

3.5.1 General

Remote control is possible via any of the optionally available, user-retrofitable interface cards (refer to „1.9.4. *Optional accessories*“) and their feature analog or digital interface port. Important here is that only one of both ports can be in control. It means that if, for example, an attempt were to be made to switch to remote control via the digital interface whilst analog remote control is active (pin Remote = LOW) the device would report an error via the digital interface. In the opposite direction, a switch-over via Pin Remote would be ignored. In both cases, however, status monitoring and reading of values are always possible.

3.5.2 Controls locations

Control locations are those locations from where the device is control. Essentially there are two: at the device (manual control) and external (remote control). The following locations are defined:

Displayed location	Description
-	If neither of the other locations is displayed then manual control is active and access from the analog and digital interfaces is allowed. This location is not explicitly displayed
Remote	Remote control via any interface is active
Local	Remote control is locked, only manual operation is allowed.

Remote control can be explicitly allowed or inhibited using the setting “**Allow remote control**” (see „3.4.3.2. *Menu “General Settings”*“). In inhibited condition, the status “**Local**” will be shown in the status area of the display. Activating the lock can be useful if the device is remotely controlled by software or some electronic device, but it is required to make adjustments at the device or deal with emergency situations, which would not be possible remotely.

Activating condition “**Local**” causes the following:

- If remote control via the digital interface is active (shown as “**Remote**”), then it is immediately terminated and in order to continue remote control once “**Local**” is no longer active, it has to be reactivated from the PC side
- If remote control via the analog interface is active (“**Remote**”), then it is temporarily interrupted until remote control is allowed again by deactivating “**Local**”, because pin “Remote” continues to signal “remote control = on”, unless the signal has been changed during the “**Local**” period.

3.5.3 Remote control via a digital interface

3.5.3.1 Selecting an interface

The device only supports the optionally available, digital interfaces USB and Ethernet.

For USB, a standard USB cable is included in the delivery of the interface card, not with the device, as well as a driver for Windows on USB stick. The USB interface requires no setup in the MENU.

The Ethernet interface typically requires network setup (manual or DHCP), but can also be used with its default parameters right from the start.

3.5.3.2 General

For the network port installation refer to „1.9.7. *Ethernet port (optional)*“.

The digital interface require little or no setup for operation and can be directly used with their default configuration. All specific settings will be permanently stored, but could also be reset to defaults with the setup menu item “**Reset Device**”.

Via the digital interface primarily the set values (voltage, current, power) and device conditions can be set and monitored. Furthermore, various other functions are supported as described in separate programming documentation.

Changing to remote control will retain the last set values for the device until these are changed. Thus a simple voltage control by setting a target value is possible without changing any other values.

3.5.3.3 Programming

Programming details for the interfaces, the communication protocols etc. are to be found in the documentation “Programming Guide ModBus RTU & SCPI” which is supplied on the included USB stick or which is available as download from the EA Elektro-Automatik website.

3.5.4 Remote control via the analog interface (AI)

3.5.4.1 General

The optionally available, once installed built-in, galvanically isolated, 15-pole analog interface (short: AI) is located on the rear side of the device and offers the following possibilities:

- Remote control of current, voltage, power and resistance
- Remote status monitoring (CC/CP, CV)
- Remote alarm monitoring (OT, OVP, PF)
- Remote monitoring of actual values
- Remote on/off switching of the DC input

Setting **all** set values via the analog interface must always be done concurrently. It means, that for example the voltage can't be given via the AI while current and power remain adjustable by the rotary knobs, or vice versa. Using the resistance set value can be switched on or off, so that this signal is not always required.

Any device protection thresholds, such as OVP, cannot be set via the AI and therefore must be adapted to the given situation before the AI takes over control. Analog set values can be supplied by an external voltage source or generated from the reference voltage on pin 3. As soon as remote control via the analog interface is activated, the display will show the set values as provided on the analog interface.

The AI can be operated in the common voltage ranges 0...5 V and 0...10 V, both representing 0...100% of the nominal value. The selection of the voltage range can be done in the device setup. See section „3.4.3. Configuration via MENU“ for details. The reference voltage sent out from pin 3 (VREF) will be adapted accordingly:

0-5 V: Reference voltage = 5 V, 0...5 V set value signal for VSEL, CSEL, PSEL and RSEL correspond to 0...100% nominal value, 0...100% actual values correspond to 0...5 V at the actual value outputs CMON and VMON.

0-10 V: Reference voltage = 10 V, 0...10 V set value signal for VSEL, CSEL, PSEL and RSEL correspond to 0...100% nominal values, 0...100% actual values correspond to 0...10 V at the actual value outputs CMON and VMON.

Input of excess signals (e.g. >5 V in selected 5 V range or >10 V in the 10 V range) are clipped by the device by setting the corresponding set value to 100%.

Before you begin, please read these important notes for use of the interface:



After powering the device and during the start phase the AI signals undefined statuses on the output pins such as ERROR or OVP. Those must be ignored until is ready to work.

- Analog remote control of the device must be activated by switching pin "REMOTE" (5) first. Only exception is pin REM-SB, which can be used independently
- Before the hardware is connected that will control the analog interface, it shall be checked that it can't provide voltage to the pins higher than specified
- Set value inputs, such as VSEL, CSEL, PSEL and RSEL (if R mode is activated), must not be left unconnected (i.e. floating) during analog remote control. In case any of these is not used for adjustment, it should be tied to a defined level like ground or connected to pin VREF (solder bridge or different), so it gives 100%



The analog interface is galvanically isolated from DC input. Therefore we recommend not to connect any ground of the analog interface to the DC- or DC+ input, if not absolutely necessary.

3.5.4.2 Resolution and sample rate

The analog interface is internally sampled and processed by a digital microcontroller. This causes a specific effective resolution, i. e. analog steps. The resolution is the same for set values (VSEL etc.) and actual values (VMON/CMON) and is 4096 when working with the 10 V range. In the 5 V range this resolution halves. Due to tolerances, the truly achievable resolution can be slightly lower.

3.5.4.3 Acknowledging device alarms

Device alarms (see 3.6.1) are always indicated in the front display and some of them are also reported as signal on the analog interface socket (see table below).

In case of a device alarm occurring during remote control via analog interface, the DC input will be switched off the same way as in manual control. While alarms like OT (overtemperature), PF (power fail) and OV (overvoltage) can be monitored via the corresponding pins of the interface, other alarms like overcurrent (OC) can't. Those could only be detected via the actual values of voltage and current being all zero contrary to the set values.

Some device alarms (OV, OC and OP) have to be acknowledged, either by the user of the device or by the controlling unit. Also see „3.6.1. Device alarm and event handling“. Acknowledgement is done with pin REM-SB switching the DC input off and on again, means a HIGH-LOW-HIGH edge (at least 50 ms for LOW).

3.5.4.4 Analog interface specification

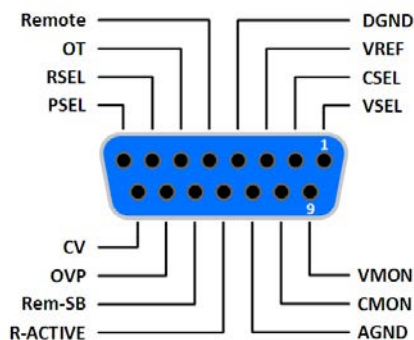
Pin	Name	Type*	Description	Default levels	Electrical specification
1	VSEL	AI	Set voltage value	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of U_{Nom}	Accuracy 0-5 V range: < 0.4% ***** Accuracy 0-10 V range: < 0.2% *****
2	CSEL	AI	Set current value	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of I_{Nom}	Input impedance $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
3	VREF	AO	Reference voltage	10 V or 5 V	Tolerance < 0.2% at $I_{max} = +5\text{ mA}$ Short-circuit-proof against AGND
4	DGND	POT	Ground for all digital signals		For control and status signals.
5	REMOTE	DI	Switching internal / remote control	Remote = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Internal = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Internal = Open	Voltage range = 0...30 V $I_{Max} = -1\text{ mA}$ bei 5 V $U_{LOW\text{ to }HIGH\text{ typ.}} = 3\text{ V}$ Rec'd sender: Open collector against DGND
6	OT /PF	DO	Overheating alarm Power fail alarm ***	Alarm OT= HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ No Alarm OT= LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi open collector with pull-up against V_{cc} ** With 5 V on the pin max. flow +1 mA $I_{Max} = -10\text{ mA}$ at $U_{CE} = 0,3\text{ V}$ $U_{Max} = 30\text{ V}$ Short-circuit-proof against DGND
7	RSEL	AI	Set internal resistance value	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of R_{Max}	Accuracy 0-5 V range: < 0.4% ***** Accuracy 0-10 V range: < 0.2% *****
8	PSEL	AI	Set power value	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of P_{Nom}	Input impedance $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
9	VMON	AO	Actual voltage	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of U_{Nom}	Accuracy < 0.2% at $I_{Max} = +2\text{ mA}$ Short-circuit-proof against AGND
10	CMON	AO	Actual current	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of I_{Nom}	
11	AGND	POT	Ground for all analog signals		For -SEL, -MON, VREF Signals
12	R-ACTIVE	DI	R mode on / off	On = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Off = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Off = Open	Voltage range = 0...30 V $I_{Max} = -1\text{ mA}$ bei 5 V $U_{LOW\text{ to }HIGH\text{ typ.}} = 3\text{ V}$ Rec'd sender: Open collector against DGND
13	REM-SB	DI	DC input OFF (DC input ON) (ACK alarms ****)	Off = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ On= HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ On = Open	Voltage range = 0...30 V $I_{Max} = +1\text{ mA}$ at 5 V Rec'd sender: Open collector against DGND
14	OVP	DO	Overvoltage alarm	Alarm OV = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ No alarm OV = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi open collector with pull-up against V_{cc} ** With 5 V on the pin max. flow +1 mA
15	CV	DO	Constant voltage regulation active	CV = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$	$I_{Max} = -10\text{ mA}$ at $U_{CE} = 0,3\text{ V}$, $U_{Max} = 30\text{ V}$ Short-circuit-proof against DGND

* AI = Analog Input, AO = Analog Output, DI = Digital Input, DO = Digital Output, POT = Potential ** Internal V_{cc} approx. 10 V

*** AC supply blackout or PFC failure or supply undervoltage

**** Only during remote control ***** The error of a set value input adds to the general error of the related value on the DC input of the device

3.5.4.5 Overview of the Sub-D Socket



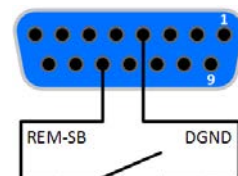
3.5.4.6 Simplified diagram of the pins

	<p>Digital Input (DI)</p> <p>It requires to use a switch with low resistance (relay, switch, circuit breaker etc.) in order to send a clean signal to the DGND.</p>		<p>Analog Input (AI)</p> <p>High resistance input (impedance >40 k....100 kΩ) for an OA circuit.</p>
	<p>Digital Output (DO)</p> <p>A quasi open collector, realised as high resistance pull-up against the internal supply. In condition LOW it can carry no load, merely switch, as shown in the diagram with a relay as example.</p>		<p>Analog Output (AO)</p> <p>Output from an OA circuit, low impedant. See specifications table above.</p>

3.5.4.7 Application examples

a) Switching the DC input off or on via the pin “REM-SB”

A digital output, e.g. from a PLC, may be unable to cleanly effect this as it may not be of low enough resistance. Check the specification of the controlling application. Also see pin diagrams above.



In remote control, pin REM-SB is be used to switch the DC input of the device on and off. This is also available without remote control being active.

It is recommended that a low resistance contact such as a switch, relay or transistor is used to switch the pin to ground (DGND).

Following situations can occur:

- **Remote control has been activated**

During remote control via analog interface, only pin “REM-SB” determines the states of the DC input, according to the levels definitions in 3.5.4.4. The logical function and the default levels can be inverted by a parameter in the setup menu of the device. See 3.4.3.2.

If the pin is unconnected or the connected contact is open, the pin will be HIGH. With parameter “Analog interface REM-SB” being set to “normal”, it requests “DC input on”. In this situation, when activating remote control, the DC input would instantly switch on.

• **Remote control is not active**

In this mode of operation pin "REM-SB" can serve as lock, preventing the DC input from being switched on by any means. This results in following possible situations:

DC-input	+	Pin „REM-SB“	+	Parameter „REM-SB“	→	Behaviour
is off	+	HIGH	+	normal	→	DC input not locked. It can be switched on by pushbutton "On/Off" (front panel) or via command from digital interface.
		LOW	+	inverted		
	+	HIGH	+	inverted	→	DC input locked. It can not be switched on by pushbutton "On/Off" (front panel) or via command from digital interface. When trying to switch on, a popup in the display resp. an error message will be generated.
		LOW	+	normal		

In case the DC input is already switched on, toggling the pin will switch the DC input off, similar to what it does in analog remote control:

DC-input	→	Pin „REM-SB“	+	Parameter „REM-SB“	→	Behaviour
is on	→	HIGH	+	normal	→	DC input remains on, nothing is locked. It can be switched on or off by pushbutton or digital command.
		LOW	+	inverted		
	→	HIGH	+	inverted	→	DC input will be switched off and locked. Later it can be switched on again by toggling the pin. During lock, pushbutton or digital command can delete the request to switch on by pin.
		LOW	+	normal		

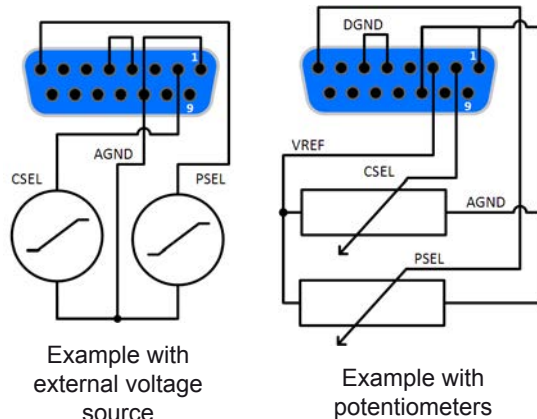
b) Remote control of current and power.

Requires remote control to be activated (Pin "Remote" = LOW)

The set values PSEL and CSEL are generated from, for example, the reference voltage VREF, using potentiometers for each. Hence the electronic load can selectively work in current limiting or power limiting mode. According to the specification of max. 5 mA for the VREF output, potentiometers of at least 10 kΩ must be used.

The voltage set value VSEL is directly connected to AGND (ground) and therefore has no influence on constant current or power operation.

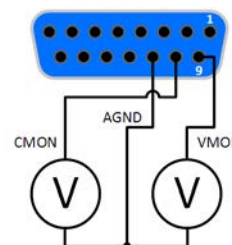
If the control voltage is fed in from an external source it is necessary to consider the input voltage ranges for set values (0...5 V or 0...10 V).



Use of the input voltage range 0...5 V for 0...100% set value halves the effective resolution.

c) Reading actual values

The AI provides the DC input values as current and voltage monitor. These can be read using a standard multimeter or similar.



3.6 Alarms and monitoring

3.6.1 Device alarm and event handling

Important to know:



- The current drained from a switching power supply or similar sources can be much higher than expected due to capacities on the source's output, even if the source is current limited, and might thus trigger the overcurrent shutdown OCP of the electronic load, in case its threshold is adjusted too sensitively, it means too close to the related current set value
- When switching off the DC input of the electronic load while a current limited source still supplies energy, the output voltage of the source will rise immediately and due to response and settling times in effect, the output voltage can have an overshoot of unknown level which might trigger the overvoltage shutdown OVP, in case its threshold is adjusted too sensitively, it means too close to the related voltage set value

A device alarm incident will usually lead to DC input switch-off, the appearance of a text message in the display and, if activated, an acoustic signal to make the user aware. The alarm must always be acknowledged. If the alarm condition no longer exists, e.g. the device has cooled down following overheating, the alarm indication may have disappeared already. If the condition persists, the display remains and the alarm can only be acknowledged after elimination of the cause.

Alarm: OVP

► How to acknowledge an alarm in the display (during manual control)

1. Once an alarm is indicated, the user can try to acknowledge and delete the alarm by pressing either button

 or 

In order to acknowledge an alarm during analog remote control, see „3.5.4.3. Acknowledging device alarms“. To acknowledge in digital remote, refer to the external documentation “Programming ModBus RTU & SCPI”.




Some device alarms are configurable:

Alarm	Meaning	Description	Range	Indication
OVP	OverVoltage Protection	Triggers an alarm if the DC input voltage reaches the defined threshold. The DC input will be switched off..	0 V...1.03*U _{Nom}	Display, analog & digital interface
OCP	OverCurrent Protection	Triggers an alarm if the DC input current reaches the defined threshold. The DC input will be switched off..	0 A....1.1*I _{Nom}	Display, digital interface
OPP	OverPower Protection	Triggers an alarm if the DC input power reaches the defined threshold, The DC input will be switched off..	0 W...1.1*P _{Nom}	Display, digital interface

These device alarms can't be configured and are based on hardware:






Alarm	Meaning	Description	Indication
PF	Power Fail	AC supply over- or undervoltage. Triggers an alarm if the AC supply is out of specification or when the device is cut from supply, for example when switching it off with the power switch. The DC input will be switched off.	Display, analog & digital interface
OT	OverTemperature	Triggers an alarm if the internal temperature exceeds a certain limit. The DC input will be switched off.	Display, analog & digital interface

► How to configure the device alarms

2. While the DC input is switched off, press button .
3. In the menu press , then navigate to “**Protection Settings**” with the arrow buttons (↓, ↑) and press  again.
4. Set the thresholds for the device alarms relevant to your application if the default value of 103% (OVP) resp. 110% (OCP, OPP) is unsuitable.

The user also has the possibility of selecting whether an additional acoustic signal will be sounded if an alarm or user defined event occurs.







► How to configure the alarm sound (also see “3.4.3. Configuration via MENU”)

5. While the DC input is switched off, press button .
6. In the menu navigate with the arrow buttons (↓, ↑) to “**Page 2**” and press . In the following menu page, navigate to “**HMI Settings**” and press  again.
7. There navigate to “**Alarm Sound**” and reach the settings page by pressing  once more.
8. In the settings page select “**On**” or “**Off**” and confirm with .

3.7 Control panel (HMI) lock

In order to avoid the accidental alteration of a value during manual operation, the rotary knobs or the buttons can be locked so that no alteration of values will be accepted without prior unlocking.

► How to lock the HMI





1. While the DC input is switched off, press button .
2. In the menu use the arrow buttons (↓, ↑) to navigate to “**Page 2**”, then press . In the next menu page navigate to “**HMI Setup**” and press  again.
3. In there navigate to “**HMI Lock**” to access the settings page with .
4. The simple (default) HMI lock is activated by pressing  here, which will immediately leave the menu and jump back to the main screen. The active lock is indicated by text “**Locked**” and symbol .

Alternatively to the simple lock, which can be unlocked very easily by every person and thus offers no protection against intentional misuse, a PIN can set up and activated, which then is requested to be entered every time the HMI is going to be unlocked.

► How to lock the HMI with PIN



Don't activate the PIN lock if you are unsure about the current PIN! It can be changed, but only if the current PIN is entered.

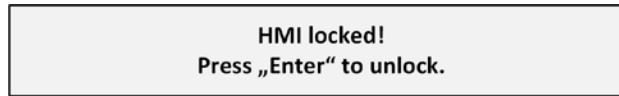
5. Select parameter to “**Enable PIN**” and set the parameter to “**Yes**” with the right-hand knob.
6. In order to change the PIn prior to activation select “**Change PIN**” and press  to access the next screen where you are requested to enter the former PIN 1x and the new PIN 2x and confirm every step with .
7. Back in the previous activate the PIN lock with , which will immediately leave the menu and jump back to the main screen. The active lock is indicated by text “**Locked**” and symbol .


If an attempt is made to alter something whilst the HMI is locked, a requester appears in the display asking if the lock should be disabled.

► How to unlock the HMI

1. Turn one of the rotary knobs or press any button (except for “On/Off” when lock mode “ON/OFF possible” has been set).

2. This request pop-up will appear:



3. Unlock the HMI by pressing  within 5 seconds, otherwise the pop-up will disappear and the HMI remains locked. In case the additional PIN code lock has been activated in the menu “HMI Lock”, another requester will pop up, asking you to enter the PIN before it finally unlocks the HMI.





3.8 Loading and saving a user profile

The menu “**Profiles**” serves to select between a default profile and up to 5 user profiles. A profile is a collection of all settings and set values. Upon delivery, or after a reset, all 6 profiles have the same settings and all set values are 0. If the user changes settings or sets target values then these create a working profile which can be saved to one of the 5 user profiles. These profiles or the default one can then be switched. The default profile is read-only.

The purpose of a profile is to load a set of set values, settings limits and monitoring thresholds quickly without having to readjust these. As all HMI settings are saved in the profile, including language, a profile change can also be accompanied by a change in HMI language.

On calling up the menu page and selecting a profile the most important settings can be seen, but not changed.

► How to save the current values and settings as a user profile

1. While the DC input is switched off, press button .
2. In the menu use the arrow buttons (↓, ↑) to navigate to “**Profiles**”, then press .
3. In the selection screen select one of the user profiles 1-5 submenus by using the arrow buttons.
4. In the submenu you can view, load or save the profile by selecting the corresponding entry and pressing .
5. Select “Save settings in Profile x” and confirm with .



Loading a profile is done the same way.

3.9 The function generator

3.9.1 Introduction

The built-in **function generator** (short: **FG**) is able to create various signal forms and apply these to the set value of voltage or current.

The functions are based on an **ramp generator** and directly accessible and configurable using manual control. For remote control, the desired function run can be configured using several setup parameters. The functions "Battery test" and "MPP tracking" are not based on this generator.

The following functions are retrievable, configurable and controllable:

Function	Short description
Triangle	Triangular wave signal generation with adjustable amplitude, offset, rise and fall times
Rectangular	Rectangular wave signal generation with adjustable amplitude, offset and pulse/pause time
Trapezoid	Trapezoidal wave signal generation with adjustable amplitude, offset, rise time, pulse time, fall time, idle time
Ramp	Generation of a linear rise or fall ramp with start value, end value and rise/fall time
Battery test	Battery discharge test with constant or pulsed current, along with Ah, Wh and time counters
MPP Tracking	Simulation of the characteristic tracking behaviour of solar inverters when seeking to find the maximum power point (MPP) when being connected to typical sources such as solar panels

3.9.2 General

3.9.2.1 Resolution

Amplitudes generated by the arbitrary generator have an effective resolution of approx. 3277 steps. If the amplitude is very low and the time long, the device would generate less steps and set multiple identical values after another, generating a staircase effect. It is furthermore not possible to generate every possible combination of time and a varying amplitude (slope).

3.9.3 Method of operation

In order to understand how the function generator works and how the value settings interact, the following should be noted:

The device operates always with the three set values U, I and P, also in function generator mode.

The selected function can be used on one of the values U or I, the other two are then constants and have a limiting effect. That means, if, e.g. a voltage of 10 V is applied to the DC input and a rectangle function should operate on the current with an amplitude of 20 A and offset 20 A, then the function generator will create a rectangular wave progression of current between 0 A (min) and 40 A (max), which will result in an input power between 0 W (min) and 400 W (max). The input power, however, is limited to its set value. If this were 300 W then, in this case, the current would be limited to 30 A and, if clamped to an oscilloscope, it would be seen to be capped at 30 A and never achieve the target of 40 A.



Another case is when working with a function which is applied to the input voltage. If here the static voltage is set higher than the amplitude plus offset then at function start there will be no reaction, as the voltage regulation limits down to 0 with an electronic load, other than current or power. The correct settings for each of the other set values is therefore essential.

3.9.4 Manual operation





3.9.4.1 Function selection and control

Via the touchscreen one of the functions listed in 3.9.1 can be called up, configured and controlled. Selection and configuration are only possible when the input is switched off.

► How to select a function and adjust parameters

1. While the DC input is switched off, press button .
2. In the menu navigate to "Function Generator" with the arrow buttons (↓, ↑) and press  again.



3. In the next menu screen select the desired function with . Depending on the choice of function there follows a request to which value the function generator is going to be applied:  or .
4. Adjust the parameters as you desire, like start level, end level and rise time for a rising ramp, for example. The parameters of the various functions are described below. Switching between the different parameters on screen is done with the arrow buttons.
5. Submit with  to enter the next screen. Here adjust the overall limits of voltage, current and power in the following.



When entering function generator mode, those global limits are reset to safe values, which might prevent the function from working at all. For example, if you apply the selected function to the input current, then the overall current limit should not interfere and should at least be as high as offset + amplitude.




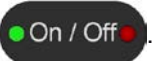

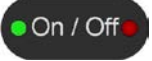


Because the DC input is automatically switched on in order to settle the start situation, the static values are effective to the source immediately after loading the function. These static values represent the situation before start and after the end of the function, so it doesn't need to start from 0. Only exception: when applying any function to the current (I), there is no adjustable static current value, so the function would always start from 0 A.

6. Press  once more to load the function and to enter function generator screen.

Shortly afterwards the static values are set (power and voltage or current), the DC input is switched on. Then can the function be started.

► How to start and stop a function

- The function can be **started** either by pushing button  or, if the DC input is currently switched off, by pushing button .
- The function can be **stopped** either by pushing button  or button . There is different behaviour:
 - The  button only stops the function, the DC input remains ON with the static values in effect.
 - The  button stops the function and switches the DC input off.



Any device alarm (overvoltage, overtemperature etc.) stops the function progress automatically, switches off the DC input and reports the alarm.

3.9.5 Triangular function

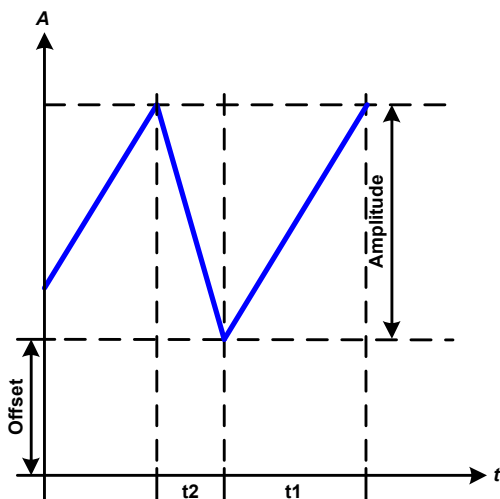
The following parameters can be configured for a triangular wave function:

Value	Range	Description
Ampl.	0...(Rated value - Offset) of U or I	Ampl. = Amplitude of the signal to be generated
Offset	0...(Rated value - Ampl) of U or I	Offset, based on the foot of the triangular wave
t1	0.01 ms...6000 s	Time for the positive slope of the triangular wave signal.
t2	0.01 ms...6000 s	Time for the negative slope of the triangular wave signal



When adjusting very short time value for t1 and t2 not every adjustable amplitude can be gained on the DC input. Rule of thumb: the smaller the time value, the lower the true amplitude.

Schematic diagram:



Application and result:

A triangular wave signal for input current or input voltage is generated. The positive and negative slope times are variable and can be set independently.

The offset shifts the signal on the Y-axis.

The sum of the intervals t1 and t2 gives the cycle time and its reciprocal is the frequency.

Example: a frequency of 10 Hz is required and would lead to periodic duration of 100 ms. This 100 ms can be freely allocated to t1 and t2, e.g. 50 ms:50 ms (isosceles triangle) or 99.9 ms:0.1 ms (right-angled triangle or sawtooth).

3.9.6 Rectangular function

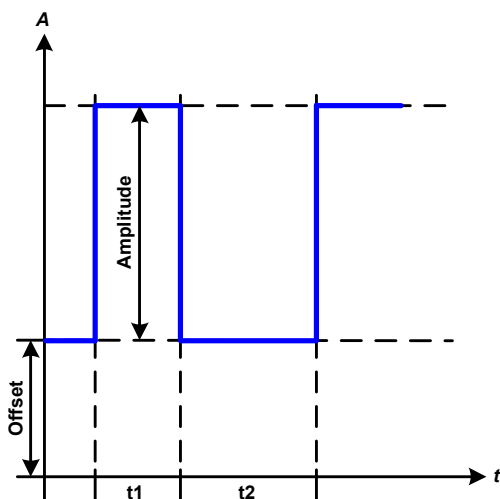
The following parameters can be configured for a rectangular wave function:

Value	Range	Description
Ampl.	0...(Rated value - Offset) of U or I	Ampl. = Amplitude of the signal to be generated
Offset	0...(Rated value - Ampl) of U or I	Offset, based on the foot of the rectangular wave
t1	0.01 ms...6000 s	Time (pulse width) of the upper level (amplitude)
t2	0.01 ms...6000 s	Time (pause width) of the lower level (offset)



When adjusting very short time value for t1 and t2 not every adjustable amplitude can be gained on the DC input. Rule of thumb: the smaller the time value, the lower the true amplitude.

Schematic diagram:



Application and result:

A rectangular or square wave signal for input current or input voltage is generated. The intervals t1 and t2 define how long the value of the amplitude (pulse) and how long the value of the offset (pause) are effective.

The offset shifts the signal on the Y axis.

Intervals t1 and t2 can be used to define a duty cycle. The sum of t1 and t2 gives the period and its reciprocal is the frequency.

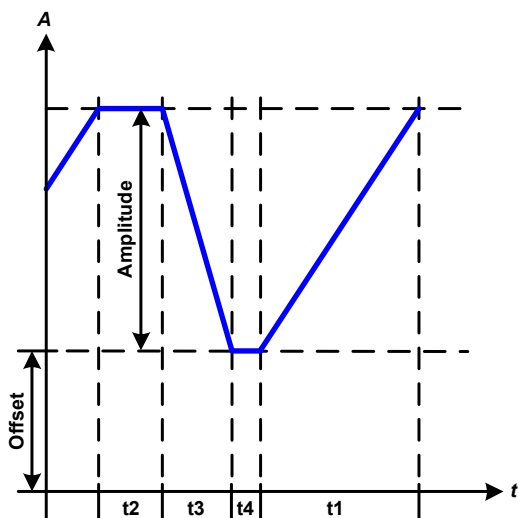
Example: a rectangular wave signal of 25 Hz and a duty cycle of 80% are required. The sum of t1 and t2, the period, is 1/25 Hz = 40 ms. For a duty cycle of 80% the pulse time (t1) is 40 ms*0.8 = 32 ms and the pause time (t2) is 8 ms

3.9.7 Trapezoidal function

The following parameters can be configured for a trapezoidal curve function:

Value	Range	Description
Ampl.	0...(Rated value - Offset) of U or I	Ampl. = Amplitude of the signal to be generated
Offset	0...(Rated value - Ampl) of U or I	Offset, based on the foot of the trapezium
t1	0.01 ms...6000 s	Time for the negative slope of the trapezoidal wave signal
t2	0.01 ms...6000 s	Time for the top value of the trapezoidal wave signal
t3	0.01 ms...6000 s	Time for the negative slope of the trapezoidal wave signal
t4	0.01 ms...6000 s	Time for the base value (offset) of the trapezoidal wave signal

Schematic diagram:



Application and result:

Here a trapezoidal signal can be applied to a set value of U or I. The slopes of the trapezium can be different by setting different times for rise and fall.

The periodic duration and repeat frequency are the result of four time elements. With suitable settings the trapezium can be deformed to a triangular or rectangular wave. It has, therefore, universal use.

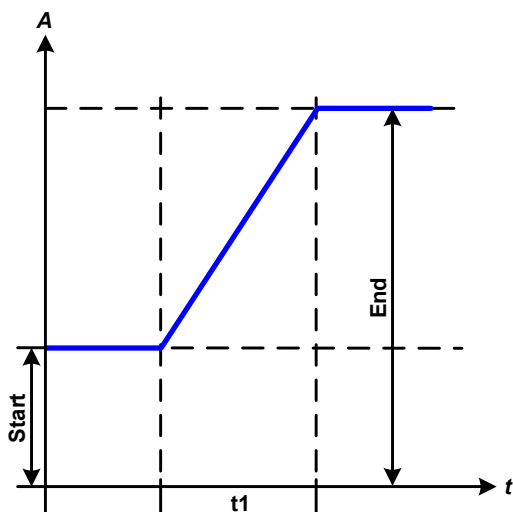
When adjusting very short time values for t1 not every adjustable amplitude can be gained on the DC input. Rule of thumb: the smaller the time value, the lower the true amplitude.

3.9.8 Ramp function

The following parameters can be configured for a ramp function.

Value	Range	Description
Start	0...Nominal value of U, I	Start level of the ramp
End	0...Nominal value of U, I	End level of the ramp,
t1	0.01 ms...36000 s	Time before ramp-up or ramp-down of the signal.

Schematic diagram:



Application and result:

This function generates a rising or falling ramp between start and end values over the time t1.

The function runs once and stops at the end value. To have a repeating ramp, function Trapezoid would have to be used instead (see 3.9.7).

Important to consider is the static value of U or I which defines the static level before actually starting the ramp. It is recommended that this value is set equal to the value "Start".

3.9.9 Battery test function

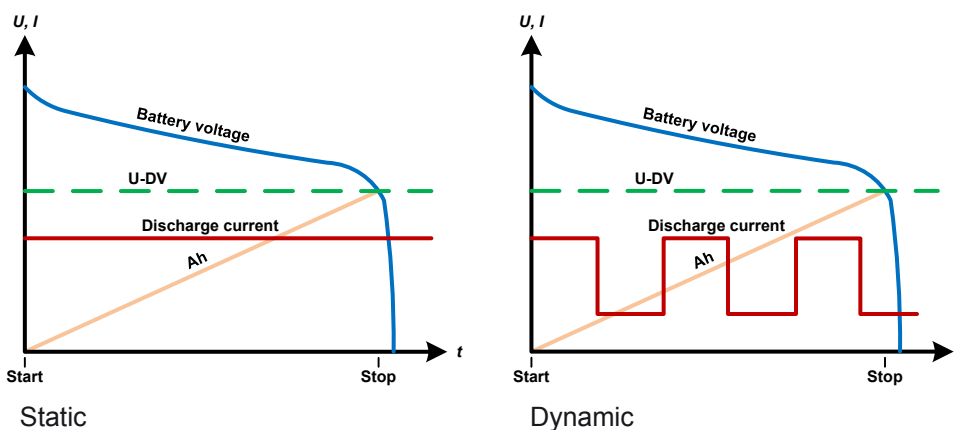
The purpose of the battery test function is to discharge various battery types in industrial product tests or laboratory applications. It is only available via access on the HMI, at least as setup and use are described below, but can also be achieved in remote control using the arbitrary function generator. The only disadvantage in remote control are the missing counters of battery capacity (Ah), energy (Wh) and time. But those can be calculated by custom remote control software when programming a time counter and regularly querying actual values from the device.

The function is usually applied on the DC input current and can either be selected and run in “**Static**” (**constant current**) or “**Dynamic**” (**pulsed current**) mode. In static mode, the settings for power or resistance can also let the device run the function in constant power (CP) or constant resistance (CR). Like in the normal operation of the load the set values determine what regulation mode (CC, CP, CR) is resulting on the DC input. If, for example, CP operation is projected, the set values of current should be set to maximum and resistance mode should be turned off (here: setting the R value to “OFF”), so that both don’t interfere. For a projected CR operation it is similar. There current and power should be set to maximum.

For dynamic mode there is also a power setting, but it cannot be used to run the dynamic battery test function in pulsed power mode or at least the result would not be as expected. It is recommended to adjust the power values always according to the test parameters, so it doesn’t interfere with the pulsed current, i. e. dynamic mode.

When discharging with high currents, compared to the nominal battery capacity and in dynamic mode, it may happen that the battery voltage shortly drops below the threshold “Discharge voltage” (U_{DV}) and the test will unintentionally stop. Here it is recommended to adjust the threshold accordingly.

Graphical depiction of both battery test modes:



3.9.9.1 Parameters for static mode

The following parameters can be configured for the static battery test function.

Value	Range	Description
I	0...Nominal value of I	Maximum discharge current in Ampere
P	0...Nominal value of P	Maximum discharge power in Watt
R	Min....max. nominal value of R	Maximum discharge resistance in Ω (can be deactivated --> “OFF”)

3.9.9.2 Parameters for dynamic mode

The following parameters can be configured for the dynamic battery test function.

Value	Range	Description
I1	0...Nominal value of I	Upper resp. lower current setting for pulsed operation (the higher value of both is automatically used as upper level)
I2	0...Nominal value of I	
P	0...Nominal value of P	Maximum discharge power in Watt
t1	1 s ... 6000 s	t1 = Time for the upper level of the pulsed current (pulse)
t2	1 s ... 6000 s	t2 = Time for the lower level of the pulsed current (pause)

3.9.9.3 Other parameters

These parameters are available in both battery test modes, but the values are separately adjustable in each.

Parameter	Range	Description
Discharge voltage	0...Nominal value of U	Variable voltage threshold to make the test stop when reached (is connected to the battery voltage on the DC input of the load)
Discharge time	0...10 h	Maximum test time after which the test can stop automatically
Discharge capacity	0...99999 Ah	Maximum capacity to consume from the battery after which the test can stop automatically
Action	NONE, SIGNAL, End of test	Separately defines an action for parameters „Discharge time“ and „Discharge capacity“. It determines what shall happen with the test run once the adjusted values for those parameters are reached: NONE = No action, test will continue SIGNAL = Text “Time limit” will be displayed, test will continue End of test = The test will stop

3.9.9.4 Displayed values



During the test run, the display will show a set of values and status:

- Actual battery voltage on the DC input in V
- Actual discharge current in A
- Actual power in W
- Consumed battery capacity in Ah
- Consumed energy in Wh
- Elapsed time in HH:MM:SS,MS
- Regulation mode (CC, CP, CR)



3.9.9.5 Possible reasons for battery test stop

The battery test function run can be stopped by different reasons:

- Manual stop on the HMI with buttons  or 
- After the max. test time has been reached and if action “End of test” was set for it
- After the max. battery capacity to consume has been reached and if action “End of test” was set for it
- Any device alarm which would also switch off the DC input, like OT
- Passing the discharge voltage threshold, which is equivalent to any voltage drop on the DC input caused by whatever reason



After an automatic stop, caused by any of the listed reasons and removing the cause of an alarm, the test can be continued. Reset of counted values is done by leaving the function generator screen.

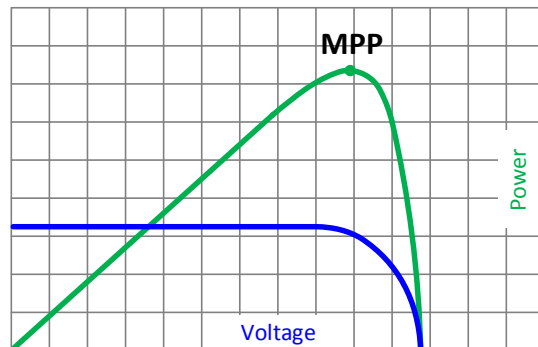
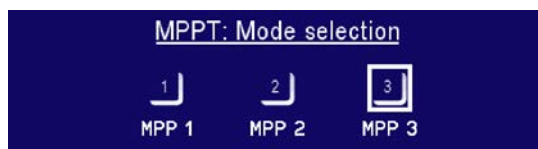
3.9.10 MPP tracking function

MPP stands for the maximum power point (see principle view to the right) on the power curve of solar panels. Solar inverters, when connected to such panels, constantly track this MPP once it has been found.

The electronic load simulates this behaviour by a function. It can be used to test even huge solar panels without having to connect a usually big solar inverter device which also requires to have a load connected to its AC output. Furthermore, all MPP tracking related parameters of the load can be adjusted and it so is much more flexible than an inverter with its limited DC input range.

For evaluation and analysis purposes, the load can also record measured data, i. e. DC input values such as actual voltage, current or power, to USB stick or provide them for reading via digital interface.

The MPP tracking function, as it is manually usable on the HMI, offers three modes. A fourth mode is available for remote control via any of the optionally available digital interfaces (USB, Ethernet).



3.9.10.1 Mode MPP1

This mode is also called “find MPP”. It is the simplest option to have the electronic load find the MPP of a connected solar panel. It requires to set only three parameters. Value U_{OC} is necessary, because it helps to find the MPP quicker as if the load would start at 0 V or maximum voltage. Actually, it would start at a voltage level slightly above U_{OC} .

I_{SC} is used as an upper limit for the current, so the load would not try to draw more current than the panel is specified for.

Following parameters can be configured for tracking mode **MPP1**:

Value	Range	Description
U_{OC}	0...Nominal value of U	Voltage of the solar panel when unloaded, taken from the panel specs
I_{SC}	0...Nominal value of I	Short-circuit current, max. specified current of the solar panel
Δt	5 ms...65535 ms	Interval for measuring U and I during the process of finding the MPP

Application and result:

After the three parameters have been set, the function can be started. As soon as the MPP has been found, the function will stop and switch off the DC input. The acquired MPP values of voltage (U_{MPP}), current (I_{MPP}) and power (P_{MPP}) are then shown in the display.

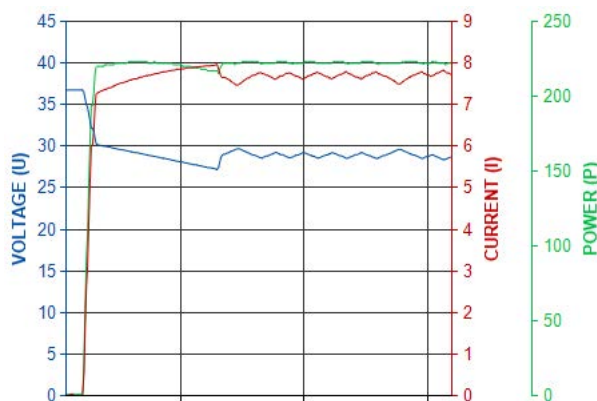
The time of a function run depends on the parameter Δt . Even with the minimum setting of 5 ms one run take already a few seconds.



3.9.10.2 Mode MPP2

This mode tracks the MPP, so it is closest to the operation of a solar inverter. Once the MPP is found, the function won't stop, but try to track the MPP permanently. Due to the nature of solar panels this can only be done below the level of the MPP. As soon as this point is reached, the voltage starts to sink further and so does the actual power. The additional parameter ΔP defines how much the power may sink before the direction is reversed and the voltage starts to rise again until the load reaches the MPP. The result is a zigzag shaped curve of both, voltage and current.

A typical curve display is shown in the picture to the right. For the example, the ΔP was set to a quite small value, so the power curve looks almost linear. With a small ΔP the load would always track close to the MPP.



Following parameters can be configured for tracking mode **MPP2**:

Value	Range	Description
U_{OC}	0...Nominal value of U	Voltage of the solar panel when unloaded, taken from the panel specs
I_{SC}	0...Nominal value of I	Short-circuit current, max. specified current of the solar panel
Δt	5 ms...65535 ms	Interval for measuring U and I during the process of finding the MPP
ΔP	0 W...0.5 P_{Nom}	Tracking/regulation tolerance below the MPP

3.9.10.3 Mode MPP3

Also called "fast track", this mode is very similar to mode MPP2, but without the initial step which is used to find the actual MPP, because mode MPP3 would directly jump to the power point defined by user input (U_{MPP} , P_{MPP}). In case the MPP values of the equipment under test are known, this can save a lot of time in repetitive tests. The rest of the function run is the same as with MPP2 mode. During and after the function, the least acquired MPP values of voltage (U_{MPP}), current (I_{MPP}) and power (P_{MPP}) are shown in the display.

Following parameters can be configured for tracking mode **MPP3**:

Value	Range	Description
U_{OC}	0...Nominal value of U	Voltage of the solar panel when unloaded, taken from the panel specs
I_{SC}	0...Nominal value of I	Short-circuit current, max. specified current of the solar panel
U_{MPP}	0...Nominal value of U	Voltage in the MPP
P_{MPP}	0...Nominal value of P	Power in the MPP
Δt	5 ms...65535 ms	Interval for measuring U and I during the process of finding the MPP
ΔP	0 W...0.5 P_{Nom}	Tracking/regulation tolerance below the MPP

3.9.10.4 Mode MPP4

This mode is different, because it does not track automatically. It rather offers the choice to define a user curve by setting up to 100 points of voltage values, then track this curve, measure current and power and return the results in up to 100 sets of acquired data.

Start and end point can be adjusted arbitrarily, Δt defines the time between two points and the function run can be repeated up to 65535 times. Once the function stops at the end or by manual interrupt, the DC input is switched off and the measured data is made available.

Configuration, control and analysis are all done using any of the optionally available, digital interfaces (USB, Ethernet). This mode is supported by ModBus RTU and SCPI protocol, as well as by the software EA Power Control, which is included with the interface option on USB stick.

3.9.11 Remote control of the function generator

The function generator can be remotely controlled via any of the optionally available, digital interfaces (USB, Ethernet), but configuration and control of the functions with individual commands is different from manual operation. The external documentation "Programming Guide ModBus RTU & SCPI" on USB stick, which is included with the interface option, explains the approach. In general the following items apply:

- The function generator is not controllable via the analog interface

3.10 Other applications

3.10.1 Series connection



Series connection is not a permissible operating method for electronic loads and must not be installed or operated under any circumstances!

3.10.2 Parallel operation

Multiple devices of same kind and ideally same model can be connected in parallel in order to create a system with higher total current and hence higher power. This can be achieved by connecting all units to the DC source in parallel, so the total current can spread across all devices. There is no support for a balancing between the individual units, like in form of a master-slave system. All loads would have to be controlled and set up separately. However, it is possible to have a parallel control by the signals on the analog interface, as this one is galvanically isolated from the rest of the device. There are few general points to consider and adhere:

- Always make parallel connections only with device of same voltage, current and power rating, but at least with those of the same voltage rating
- Never connect the ground signal of any analog interface with the negative DC input, because it will void the galvanic isolation. This rule is especially important when going to connect any DC input pole to ground (PE) or to shift its potential.
- Never connect DC input cables from load device to load device, but instead from every load device directly to the source, else the total current will exceed the current rating of the DC input clamp

4. Service and maintenance

4.1 Maintenance / cleaning

The device needs no maintenance. Cleaning may be needed for the internal fans, the frequency of cleanse is depending on the ambient conditions. The fans serve to cool the components which are heated by the inherent high dissipation of energy. Heavily dirt filled fans can lead to insufficient airflow and therefore the DC input would switch off too early due to overheating or possibly lead to defects.

Cleaning the internal fans can be performed with a vacuum cleaner or similar. For this the device needs to be opened.

4.2 Fault finding / diagnosis / repair

If the equipment suddenly performs in an unexpected way, which indicates a fault, or it has an obvious defect, this can not and must not be repaired by the user. Contact the supplier in case of suspicion and elicit the steps to be taken.

It will then usually be necessary to return the device to Elektro-Automatik (with or without warranty). If a return for checking or repair is to be carried out, ensure that:

- the supplier has been contacted and it is clarified how and where the equipment should be sent.
- the device is in fully assembled state and in suitable transport packaging, ideally the original packaging.
- a fault description in as much detail as possible is attached.
- if shipping destination is abroad, the necessary customs papers are attached.

4.2.1 Replacing a defect mains fuse

The device is protected by a fusible which is inside a fuse holder on the rear of the device. The fuse rating is printed next to the fuse holder. Replace the fuse only with one of same size and rating.

4.2.2 Firmware updates



Firmware updates should only be installed when they can eliminate existing bugs in the firmware in the device or contain new features.

The firmware of the control panel (HMI), of the communication unit (KE) and the digital controller (DR), if necessary, is updated via the rear side USB port. For this the software "EA Power Control" is needed which is included with the device or available as download from our website, together with the firmware update, or upon request.

5. Contact and support

5.1 Repairs

Repairs, if not otherwise arranged between supplier and customer, will be carried out by EA Elektro-Automatik. For this the equipment must generally be returned to the manufacturer. No RMA number is needed. It is sufficient to package the equipment adequately and send it, together with a detailed description of the fault and, if still under guarantee, a copy of the invoice, to the following address.

5.2 Contact options

Questions or problems with operation of the device, use of optional components, with the documentation or software, can be addressed to technical support either by telephone or e-Mail.

Address	e-Mail	Telephone
EA Elektro-Automatik Helmholtzstr. 31-37 41747 Viersen Germany	Technical support: support@elektroautomatik.de All other topics: ea1974@elektroautomatik.de	Switchboard: +49 2162 / 37850 Support: +49 2162 / 378566



Elektro-Automatik

EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG

Development - Production - Sales

Helmholtzstraße 31-37

41747 Viersen

Germany

Fon: +49 2162 / 37 85-0

Telefax: +49 2162 / 16 230

ea1974@elektroautomatik.de

www.elektroautomatik.de