

Betriebsanleitung

EL 9000 T

Elektronische DC-Last



Achtung! Diese Anleitung gilt nur für Geräte mit einer Firmware ab „KE: 3.04“ und „HMI: 2.04“. Zwecks Verfügbarkeit von Updates bitte unsere Webseite aufsuchen oder anfragen.

Doc ID: EL9TDE
Revision: 02
Date: 08/2017



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	15
1.9.4	Optionales Zubehör	15
1.9.5	Die Bedieneinheit (HMI)	16
1.9.6	USB-Port (Rückseite)	18
1.9.7	Sense-Anschluß (Fernfühlung)	19
1.9.8	Ethernetport	19
1.9.9	Analogschnittstelle	19

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1	Lagerung	20
2.1.1	Verpackung	20
2.1.2	Lagerung	20
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle	20
2.3	Installation	20
2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch	20
2.3.2	Vorbereitung	20
2.3.3	Aufstellung des Gerätes	20
2.3.4	Anschließen von DC-Quellen	21
2.3.5	Erdung des DC-Eingangs	21
2.3.6	Anschließen der Fernfühlung	21
2.3.7	Anschließen der analogen Schnittstelle	22
2.3.8	Anschließen des USB-Ports (Rückseite)	22
2.3.9	Erstinbetriebnahme	23
2.3.10	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung	23

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1	Personenschutz	24
3.2	Regelungsarten	24
3.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung	24
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	25
3.2.3	Widerstandsregelung/Konstantwiderstand	25
3.2.4	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung	25
3.2.5	Regelverhalten und Stabilitätskriterium	26
3.3	Alarmzustände	27
3.3.1	Power Fail	27
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature)	27
3.3.3	Überspannung (Overvoltage)	27
3.3.4	Überstrom (Overcurrent)	27
3.3.5	Überleistung (Overpower)	27
3.4	Manuelle Bedienung	28
3.4.1	Einschalten des Gerätes	28
3.4.2	Ausschalten des Gerätes	28
3.4.3	Konfiguration im MENU	28
3.4.4	Einstellgrenzen („Limits“)	36
3.4.5	Bedienart wechseln	36
3.4.6	Sollwerte manuell einstellen	37
3.4.7	Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln	38
3.4.8	DC-Eingang ein- oder ausschalten	38
3.4.9	Datenaufzeichnung (USB-Logging)	39
3.5	Fernsteuerung	40
3.5.1	Allgemeines	40
3.5.2	Bedienorte	40
3.5.3	Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle	40
3.5.4	Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)	41
3.6	Alarmer und Überwachung	45
3.6.1	Begriffsdefinition	45
3.6.2	Gerätealarme und Events handhaben	45
3.7	Bedieneinheit (HMI) sperren	48
3.8	Einstellgrenzen (Limits) sperren	48
3.9	Nutzerprofile laden und speichern	49
3.10	Der Funktionsgenerator	51
3.10.1	Einleitung	51
3.10.2	Allgemeines	51
3.10.3	Arbeitsweise	51
3.10.4	Manuelle Bedienung	52
3.10.5	Sinus-Funktion	53
3.10.6	Dreieck-Funktion	53
3.10.7	Rechteck-Funktion	54
3.10.8	Trapez-Funktion	55
3.10.9	Rampen-Funktion	55
3.10.10	Arbiträr-Funktion	56
3.10.11	Batterietest-Funktion	60
3.10.12	MPP-Tracking-Funktion	62
3.10.13	Fernsteuerung des Funktionsgenerators	64

3.11	Weitere Anwendungen	64
3.11.1	Reihenschaltung	64
3.11.2	Parallelschaltung.....	64

4 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

4.1	Wartung / Reinigung	65
4.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .	65
4.2.1	Defekte Netzsicherung tauschen	65
4.2.2	Firmware-Aktualisierungen.....	65
4.3	Nachjustierung (Kalibrierung).....	66
4.3.1	Einleitung.....	66
4.3.2	Vorbereitung.....	66
4.3.3	Abgleichvorgang	66

5 SERVICE & SUPPORT

5.1	Reparaturen	68
5.2	Kontaktmöglichkeiten	68

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument

1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

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

1.1.2 Urheberschutz (Copyright)

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

1.1.3 Geltungsbereich

Diese Betriebsanleitung gilt für folgende Geräte:

Model	Artikelnr.
EL 9080-45 T	33 210 511
EL 9200-18 T	33 210 512
EL 9500-10 T	33 210 513

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 9080 - 45 T

	Ausführung/Bauweise: T = Tower-Gehäuse
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt
	Serienkennzeichnung: 9 = Serie 9000
	Typkennzeichnung: EL = Electronic Load (Elektronische Last), immer programmierbar

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 befinden kann (Ableitkondensatoren), 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 Nenneingangsspannung 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, welche die erforderliche Ausbildung, das notwendige Wissen und die Erfahrung dafür besitzen.

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

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

1.7.5 Alarmsignale

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

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal OT (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> • Überhitzung des Gerätes • DC-Eingang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal OVP (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> • Überspannungsabschaltung des DC-Eingangs erfolgt, wenn 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: Farbiger TFT-Touchscreen mit Gorillaglas, 3.5", 320 x 240 Punkte, kapazitiv

Bedienelemente: 2 Drehknöpfe mit Tastfunktion, 1 Drucktaste

Die Nennwerte des Gerätes bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

1.8.3 Spezifische technische Daten

	Modell		
	EL 9080-45 T	EL 9200-18 T	EL 9500-08 T
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}	600 W	500 W	400 W
Eingangsleistung P_{Nenn} @ 40°C	550 W	500 W	400 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	45 A	18 A	8 A
Überspannungsschutzbereich	0...1,03 * U_{Nenn}	0...1,03 * U_{Nenn}	0...1,03 * U_{Nenn}
Überstromschutzbereich	0...1,1 * I_{Nenn}	0...1,1 * I_{Nenn}	0...1,1 * I_{Nenn}
Überleistungsschutzbereich	0...1,1 * P_{Nenn}	0...1,1 * P_{Nenn}	0...1,1 * P_{Nenn}
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	550 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 100 ppm		
Spannungsregelung			
Einstellbereich	0...80 V	0...200 V	0...500 V
Stabilität bei ΔI	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“		
Anzeige: Genauigkeit ⁽²⁾	≤ 0,1%		
Kompensation Fernführung	max. 5% U_{Nenn}		
Stromregelung			
Einstellbereich	0...45 A	0...18 A	0...8 A
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“		
Anzeige: Genauigkeit ⁽²⁾	≤ 0,1%		
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 22 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 29 µs
Leistungsregelung			
Einstellbereich	0... P_{Nenn}	0... P_{Nenn}	0... P_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 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⁾	≤ 0,2%		
Widerstandsregelung			
Einstellbereich	0,12...40 Ω	1...340 Ω	6...2000 Ω
Genauigkeit ⁽³⁾ (bei 23 ± 5°C)	≤ 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 45 A-Gerät hat min. 0,2% Stromgenauigkeit, das sind 90 mA. Bei einem Sollwert von 5 A dürfte der Istwert also max. 90 mA abweichen, sprich er dürfte 4,91 A...5,09 A betragen.

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

(3 Enthält auch den Anzeigefehler des Istwertes

	<i>Modell</i>		
	<i>EL 9080-45 T</i>	<i>EL 9200-18 T</i>	<i>EL 9500-08 T</i>
Analoge Schnittstelle ⁽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	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	Temperaturgeregelt Lüfter		
Umgebungstemperatur	0..50 °C		
Lagertemperatur	-20...70 °C		
Digitale Schnittstellen			
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation (Rückseite), 1x USB-A für Funktionen (Vorderseite)		
Optional	1x LAN für Kommunikation (Rückseite)		
Galvanische Trennung	max. 1500 V DC		
Anschlüsse			
Rückseite	AC-Eingang, USB-B, Ethernet (optional), Analogschnittstelle (optional)		
Vorderseite	DC-Eingang, USB-A, Fernföhlung (Sense)		
Maße			
Gehäuse (BxHxT)	92 x 239 x 352 mm		
Total (BxHxT)	92 x 239 x mind. 393 mm		
Normen	EN 60950		
Gewicht	~ 6,5 kg	~ 6,5 kg	~ 6,5 kg
Artikelnummer	33210511	33210512	33210513

(1 Optional erhältlich, technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 42

1.8.4 Ansichten

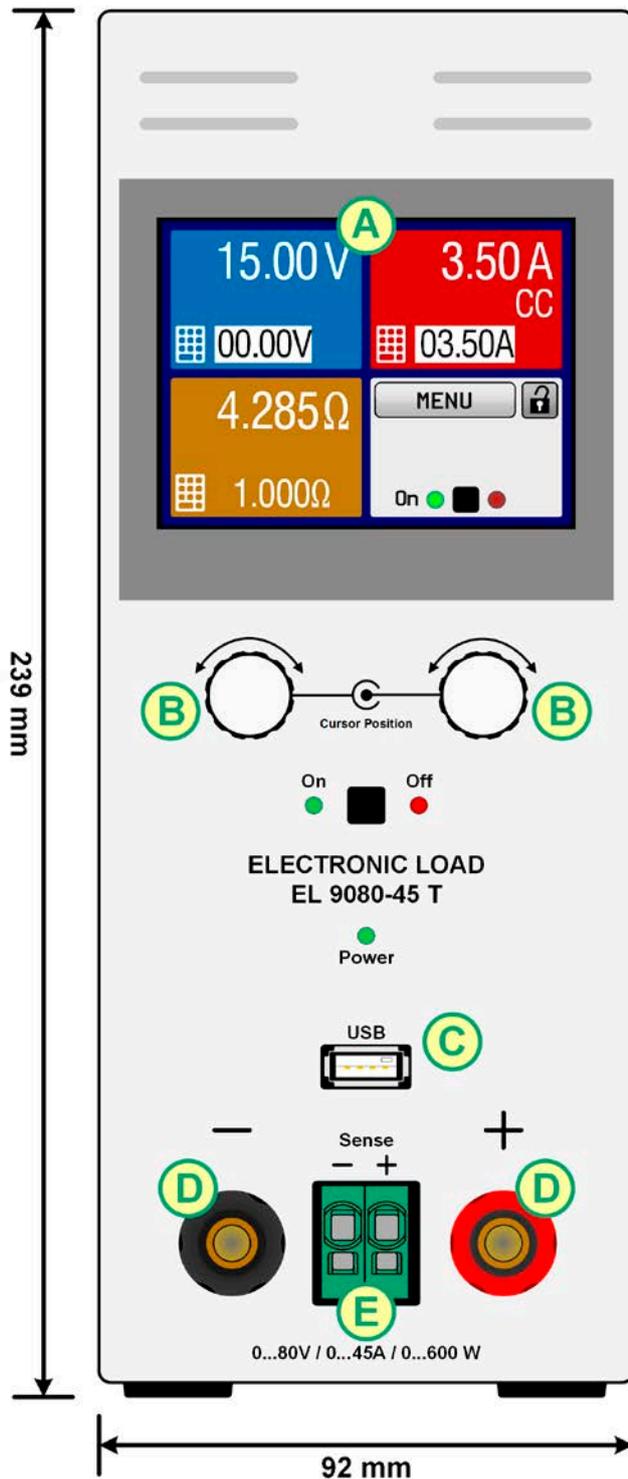


Bild 1 - Vorderseite



Bild 2 - Rückseite (Lieferausführung mit nur USB)

A - Anzeige (Touchscreen)
 B - Einstellknöpfe
 C - Front-USB-Port (Typ A)
 D - DC-Eingang
 E - Fernfühlungs-Eingang

F - Fernsteuerungs-Schnittstellen (digital, analog)
 G - Lüfterausgang
 H - Netzanschluß
 J - Netzschalter

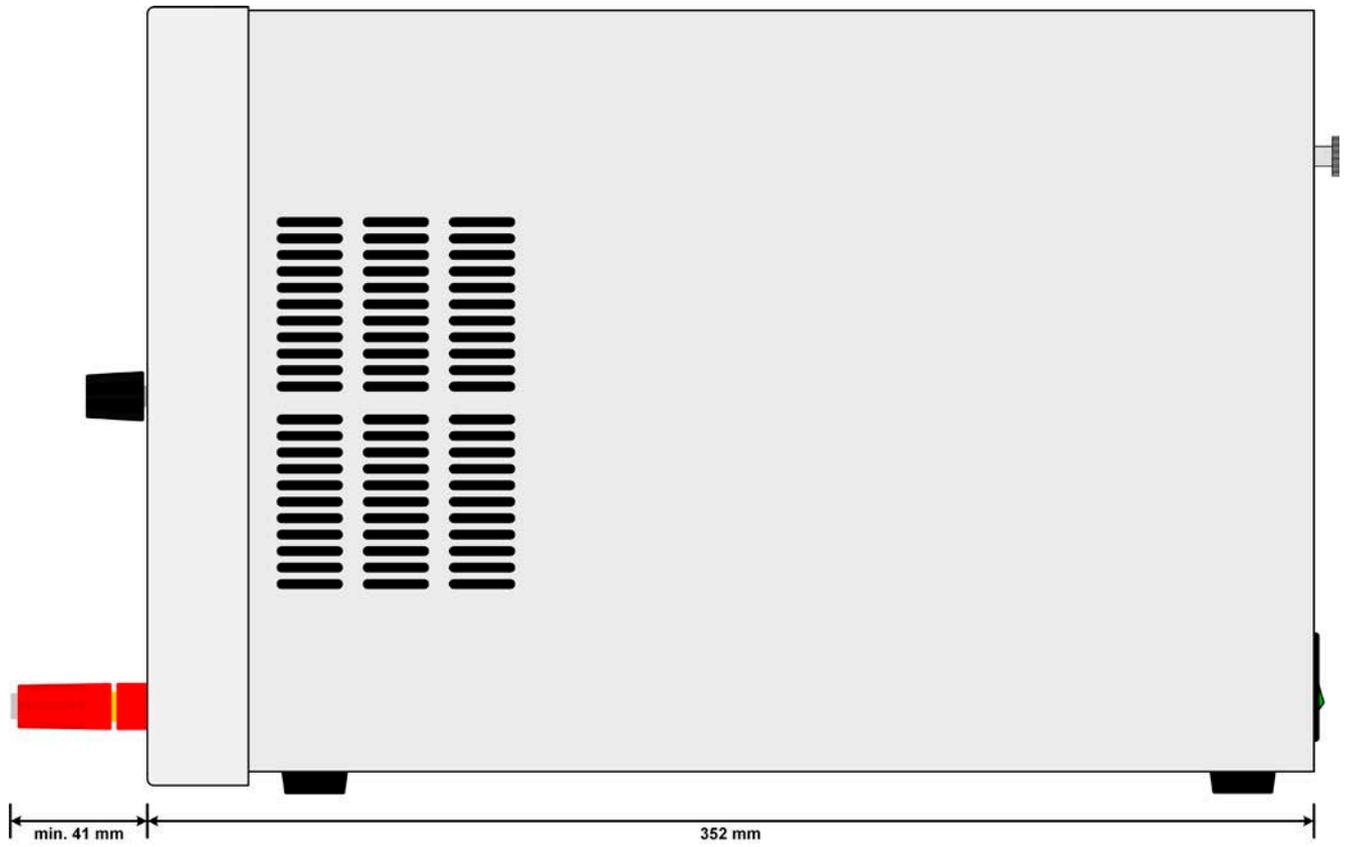


Bild 3 - Seitenansicht von rechts



Bild 4 - Ansicht von oben

1.8.5 Bedienelemente

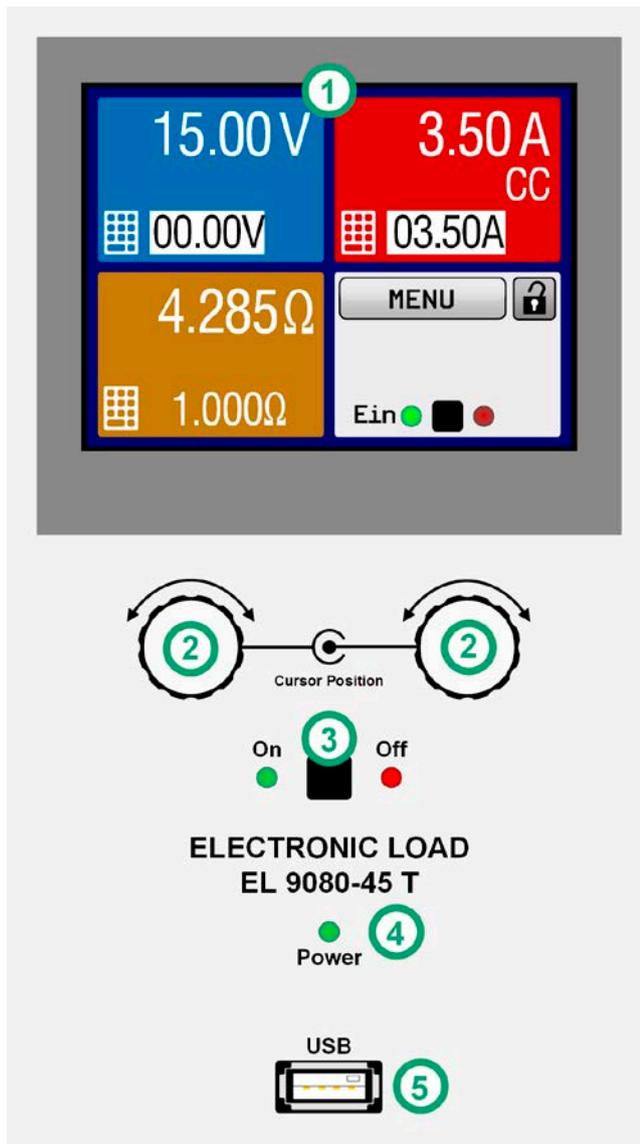


Bild 5- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine genaue Erläuterung siehe Abschnitte „1.9.5. Die Bedieneinheit (HMI)“ und „1.9.5.2. Drehknöpfe“.

(1)	<p>Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen)</p> <p>Dient zur Auswahl von Sollwerten, Menüs, Zuständen, sowie zur Anzeige der Istwerte und des Status.</p> <p>Der Touchscreen kann mit den Fingern oder mit einem Stift (Stylus) bedient werden.</p>
(2)	<p>Drehknöpfe mit Tastfunktion</p> <p>Linker Drehknopf (Drehen): Einstellen des Spannungssollwertes oder Leistungssollwertes oder Widerstandssollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü</p> <p>Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle zum Einstellen (Cursor) wählen, die eingestellt werden soll</p> <p>Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Stromsollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü</p> <p>Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) des Wertes wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist</p>
(3)	<p>Taster für das Ein- und Ausschalten des DC-Eingangs</p> <p>Dient zum Ein- oder Ausschalten des DC-Eingangs bei manueller Bedienung, sowie zum Starten bzw. Stoppen einer Funktion. Die beiden LEDs „On“ und „Off“ zeigen den Zustand des DC-Eingangs an, egal ob bei manueller Bedienung oder Fernsteuerung</p>
(4)	<p>LED „Power“</p> <p>Zeigt nach dem Einschalten durch mehrere Farben einzelne Phasen des Starts an. Danach leuchtet sie dauerhaft „grün“, nachdem das Gerät betriebsbereit ist.</p>
(5)	<p>Steckplatz für USB-Sticks</p> <p>Dient zur Aufnahme handelsüblicher USB-Sticks. Siehe Abschnitt „1.9.5.5. USB-Port (Vorderseite)“ für weitere Informationen.</p>

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die konventionellen, elektronischen DC-Lasten der Serie EL 9000 T sind durch ihre kleinen Tischgehäuse in Tower-Form sehr gut für Testaufbauten in Forschungslaboren, Testapplikation oder Schul- und Ausbildungseinrichtungen geeignet.

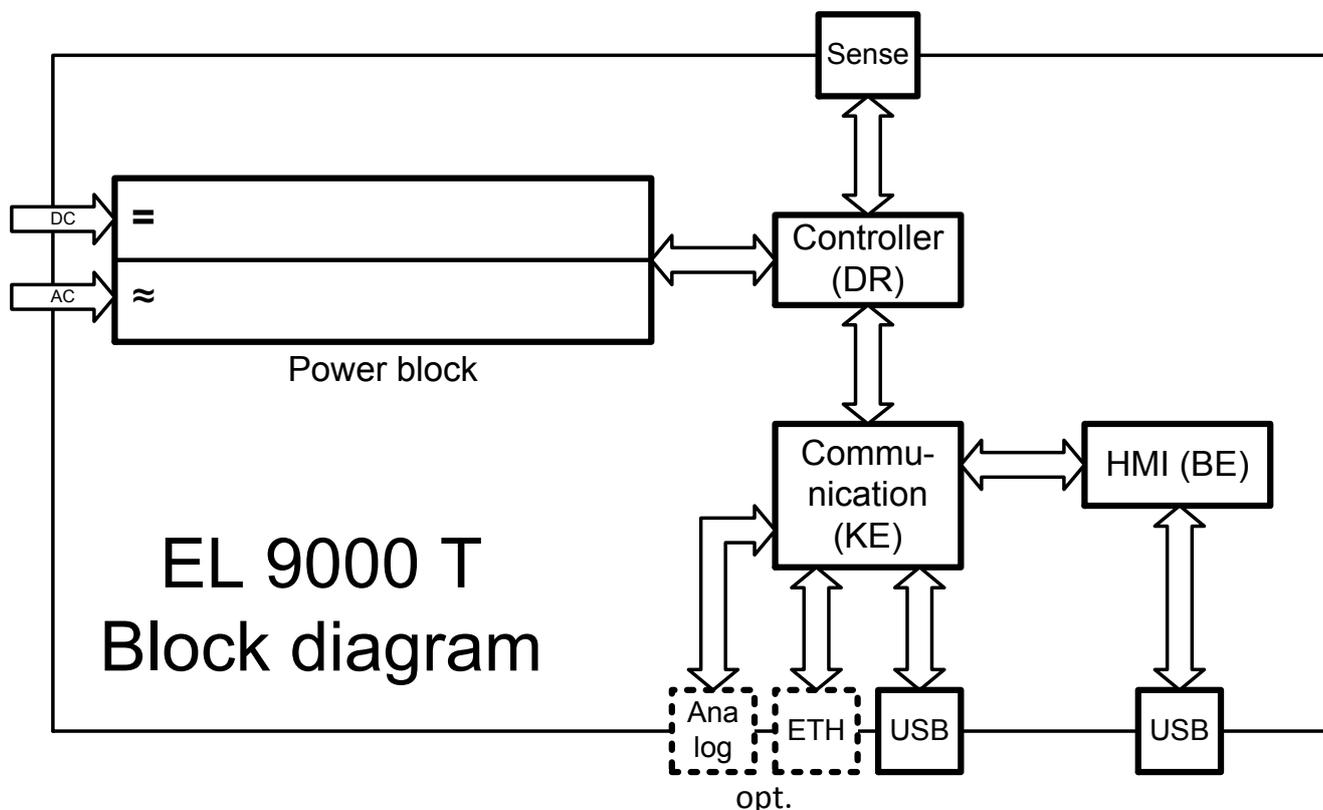
Über die gängigen Funktionen von elektronischen Lasten hinaus können mit dem integrierten Funktionsgenerator sinus-, rechteck- oder dreieckförmige Sollwertkurven sowie weitere Kurvenformen erzeugt werden. Die sogenannten Arbiträrkurven (100 Stützpunkte) können auf USB-Stick gespeichert bzw. davon geladen werden.

Für die Fernsteuerung per PC oder SPS verfügt das Gerät serienmäßig über eine rückwärtige USB-B-Schnittstelle, die durch eine optional erhältliche Wechselschnittstelle durch einen Ethernet/LAN-Anschluß, sowie eine schnelle galvanisch getrennte Analogschnittstelle erweitert werden kann.

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

1.9.2 Blockdiagramm

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



1.9.3 Lieferumfang

- 1 x Elektronische Last
- 1 x USB-Kabel 1,8 m
- 1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software
- 1 x Netzkabel

1.9.4 Optionales Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

IF-KE4 Bestell-Nr. 33 100 231	Wechselbares Schnittstellenmodul mit USB- und Ethernet-Port, sowie einer 15-poligen Analogschnittstelle (Sub-D). Alle Schnittstellen sind zum Gerät galvanisch getrennt. Kann durch den Anwender nachträglich und leicht installiert werden.
---	--

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 Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen), zwei Drehknöpfen, einem Taster und einem USB-Anschluß.

1.9.5.1 Anzeige mit Touchscreen

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

Im Normalbetrieb ist die Anzeige in vier gleich große Bereiche aufgeteilt, von denen drei Ist- und Sollwerte anzeigen und einer Statusinformationen:

Anzeige Spannungswert
Eingabe Spannungssollwert

Anzeige Stromwert
Eingabe Stromsollwert

Anzeige Leistungswert
Eingabe Leistungssollwert
Anzeige Widerstandswert
Eingabe Widerstandssollwert

Bedienfelder MENU und Bedienfeldsperre
Statusanzeigen

Bedienfelder können gesperrt oder freigegeben sein:

MENU Text o. Symbol schwarz = Bedienfeld freigegeben

MENU Text o. Symbol ausgegraut = Bedienfeld gesperrt

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

Hier werden im Normalbetrieb die DC-Eingangswerte (große Zahlen) und Sollwerte (kleine Zahlen) von Spannung, Strom und Leistung und Widerstand mit ihrer Einheit angezeigt. Der Widerstandsollwert des variablen Innenwiderstandes wird jedoch nur bei aktiviertem Widerstandsmodus angezeigt. Der vierte Sollwert, P oder R je nach momentanem Anzeigemodus, ist dann nur über MENU zugänglich und nur bei ausgeschaltetem DC-Eingang.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet ist, wird die aktuelle Regelungsart als Status **CV**, **CC**, **CP** oder **CR** in den farblichen Bereichen der Anzeige eingeblendet, wie oben mit „CC“ als Beispiel.

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

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:

Anzeigewert	Einheit	Bereich	Beschreibung
Istwert Spannung	V	0-125% 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-Eingangsstroms
Sollwert Strom ⁽¹⁾	A	0-102% I_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung des DC-Eingangsstroms
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 Innenwiderstand	Ω	$x^{(2)}$ -99999 Ω	Aktueller Wert des Innenwiderstandes nach $R = U_{Ein} / I_{Ein}$
Sollwert Innenwiderstand	Ω	$x^{(2)}$ -100% 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	OCF and OPP, immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen 2	V	0-103% Nenn	OVP, immer bezogen auf eine Einstellgröße

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

⁽²⁾ Der Minimalwert für Widerstandssollwerte variiert je nach Modell. Siehe Tabelle 1.8.3

• Statusanzeigen (unten rechts)

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

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

1.9.5.2 Drehknöpfe



Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung aller Sollwerte, sowie zur Auswahl und Einstellung der Parameter im MENU. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe „3.4 Manuelle Bedienung“ auf Seite 28. Zeigt der Bildschirm die Hauptseite mit den Ist- und Sollwerten, kann die Zuordnung des linken Drehknopfes kann durch Antippen der farbigen Felder (blaue, grü, orange) geändert werden, wenn das Bedienteil nicht gesperrt ist. Der rechte Drehknopf ist dabei dauerhaft dem Strom (I, rotes Feld) zugeordnet.

In den drei farbigen Feldern sind dann zwei Sollwerte invertiert dargestellt und zeigen die Zuordnung an. Alternativ kann man auf die Anzeigefelder für Spannung, Strom oder Leistung/Widerstand tippen, um die Zuordnung zu ändern bzw. um Werte direkt über eine Zehnertastatur einzugeben. Dazu sind die kleinen Zehnertastatur-Symbole () anzutippen.

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, UVD, OVD, U-min, U-max			Strom, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Leistung, OPP, OPD, P-max			Widerstand, R-max		
Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite
80 V	4	0,01 V	8 A	4	0,001 A	alle	4	0,1 W	40 Ω	5	0,001 Ω
200 V	5	0,01 V	18 A	5	0,001 A				340 Ω	5	0,01 Ω
500 V	4	0,1 V	45 A	4	0,01 A				2000 Ω	5	0,1 Ω

1.9.5.5 USB-Port (Vorderseite)

Der frontseitige USB-Port, der sich unter der LED „Power“ befindet, dient zur Aufnahme von handelsüblichen USB-Sticks. Mittels eines USB-Sticks kann man eigene Sequenzen für den arbiträren Funktionsgenerator laden oder speichern, sowie Daten aus dem laufenden Betrieb heraus aufzeichnen.

Akzeptiert werden USB 2.0-Sticks, die in **FAT32** formatiert sind und **max. 32GB** Speichergröße haben dürfen. USB 3.0 Sticks funktionieren auch, aber nicht von allen Herstellern. Alle unterstützten Dateien müssen sich in einem bestimmten Ordner im Hauptpfad des USB-Laufwerks befinden, denn woanders werden sie nicht gefunden. Der Ordner muß **HMI_FILES** benannt sein, so daß sich z. B. ein Pfad G:\HMI_FILES ergäbe, wenn der USB-Stick an einem PC angeschlossen wäre und den Laufwerksbuchstaben G: zugewiesen bekommen hätte.

Die Bedieneinheit des Gerätes kann vom USB-Stick folgende Dateitypen lesen:

profile_<nr>.csv	Zuvor gespeichertes Benutzerprofil. Die Nummer am Ende ist eine fortlaufende Nummer (1-10) und nicht verknüpft mit der Nummer eines Benutzerprofils im HMI. Beim Laden werden max. 10 Profile zur Auswahl angezeigt.
wave_u<beliebig>.csv wave_i<beliebig>.csv	Funktionsgenerator-Arbiträr-Funktion für die Spannung U bzw. Strom I. Der Name muß am Anfang <i>wave_u</i> oder <i>wave_i</i> enthalten, der Rest ist beliebig.

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

battery_test_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die Batterietest-Funktion. Beim Batterietest werden andere bzw. zusätzliche Werte aufgezeichnet als beim „normalen“ Logging. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
usb_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die normale USB-Datenaufzeichnung in allen Betriebsarten. Der Aufbau der Logdatei ist identisch mit dem der Logging-Funktion in der Software EA Power Control. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
profile_<nr>.csv	Benutzerprofil. Die Nummer am Ende ist eine fortlaufende Nummer (1-10) und nicht verknüpft mit der Nummer eines Benutzerprofils im HMI. Es können in dem Ordner max. 10 dieser Dateien gespeichert werden.
wave_u_<nr>.csv wave_i_<nr>.csv	Funktionsgenerator-Arbiträr-Funktion, 100 Sequenzen für entweder die Spannung U bzw. den Strom I, je nach Auswahl
mpp_result_<nr>.csv	Ergebnisdaten des MPP-Tracking-Modus' 4 als Tabelle mit 100 Wertegruppen (Umpp, Impp, Pmpp)

1.9.6 USB-Port (Rückseite)

Der USB-Port Typ B auf der Rückseite des Gerätes dient zur Kommunikation mit dem Gerät, sowie zur Firmwareaktualisierung. Über das mitgelieferte USB-Kabel kann das Gerät mit einem PC verbunden werden (USB 2.0, USB 3.0). Der Treiber wird auf USB-Stick mitgeliefert und installiert einen virtuellen COM-Port. Details zur Fernsteuerung sind in weiterer Dokumentation auf der Webseite von Elektro-Automatik bzw. auf dem mitgelieferten USB-Stick zu finden.

Das Gerät kann über diesen Port wahlweise über das 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 anderen Schnittstellen und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) über USB immer möglich, auch wenn das Gerät nicht bzw. über eine der anderen Schnittstellen ferngesteuert würde.

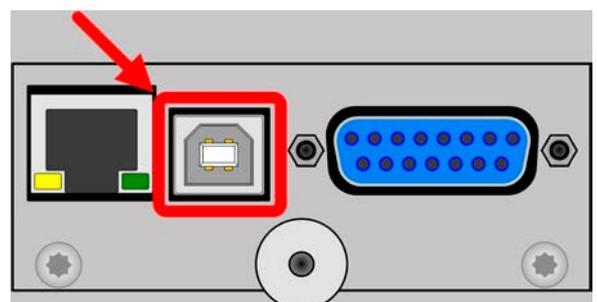
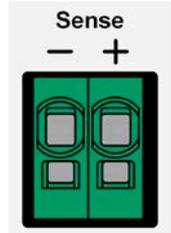


Abbildung zeigt das optional installierbare IF-KE4-Modul

1.9.7 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. mögliche Kompensation ist in den technischen Daten aufgeführt.

Fernfühlung ist nur im Konstantspannungs-Betrieb CV effektiv. In anderen Regelungsarten sollte vermieden werden, den Anschluß verbunden zu lassen, weil durch die üblicherweise dünnen Leitungen die Schwingneigung erhöht wird. Siehe dazu auch Abschnitt 3.2.5.

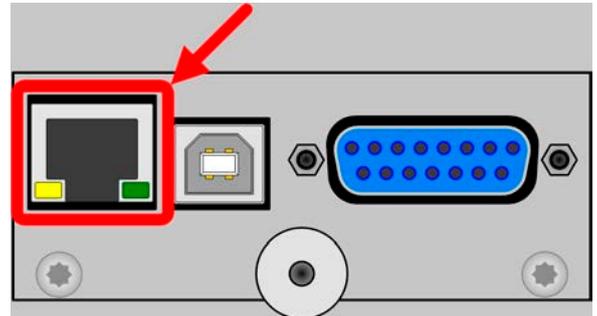


1.9.8 Ethernetport

Der Ethernetport ist optionales Zubehör. Siehe 1.9.4.

Der RJ45-Ethernet/LAN-Port auf der Rückseite des Gerätes dient zur ausschließlich zur Kommunikation mit dem Gerät im Sinne von Fernsteuerung oder Monitoring. 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 Voll duplex.

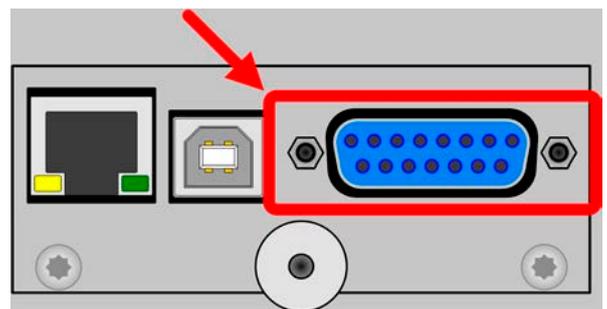
Die Ethernetschnittstelle hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor anderen Schnittstellen und kann daher nur abwechselnd zu diesen benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) über Ethernet immer möglich, auch wenn das Gerät nicht bzw. über eine der anderen Schnittstellen ferngesteuert würde.

1.9.9 Analogschnittstelle

Die Analogschnittstelle ist optionales Zubehör. Siehe 1.9.4.

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

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



Die Analogschnittstelle hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor anderen Schnittstellen und kann daher nur abwechselnd zu diesen benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) über Analogschnittstelle immer möglich, auch wenn das Gerät nicht bzw. über eine der anderen Schnittstellen ferngesteuert würde.

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



- 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 9000 T 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.
- Die digitale Schnittstelle, die mitgelieferte USB oder die optionale Einheit IF-KE4, ist modular und muß jederzeit korrekt im Gerät installiert sein, ansonsten kann es nicht funktionieren.

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!

2.3.4 Anschließen von DC-Quellen



- Beim Modell mit 45 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.

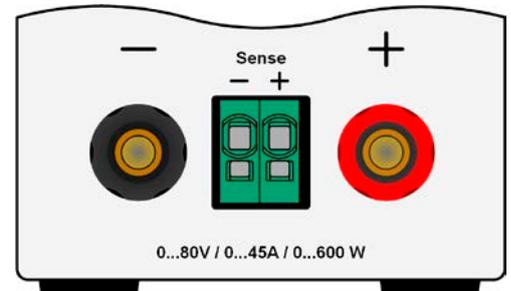
Bei Lastleitungen **bis 5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen bis 50°C empfehlen wir:

bis **10 A**: 0,75 mm²

bis **20 A**: 4 mm²

bis **45 A**: 10 mm²

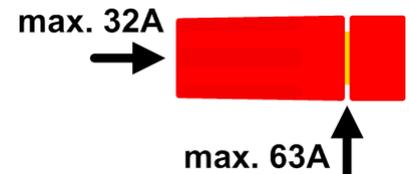
pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 10 mm², können durch 2x 4 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.



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 400 V Eingangsspannung, weil das Potential des DC-Minuspols dann um den Betrag der Eingangsspannung negativ verschoben würde.

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



- 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 würde zu einem Kurzschluß führen!

2.3.6 Anschließen der Fernführung



- Die Fernführung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernführungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernführung generell erhöht wird.
- Der Querschnitt von Fühlerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm².
- Fühlerleitungen sollten verdreht sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Quelle anzubringen. Siehe dazu auch 3.2.5.
- (+) 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*.

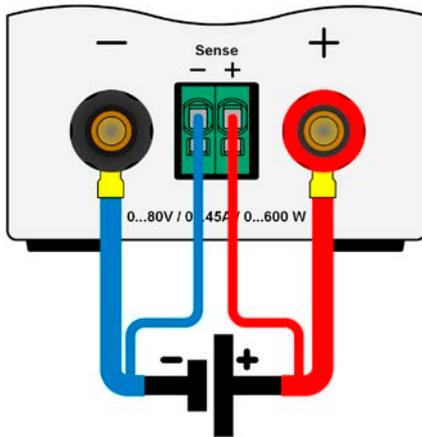


Bild 6 - Prinzip der Fernfühlungsverdrahtung

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

- Stecken: Kabelende mit Aderendhülse versehen und in die Klemme (größere Öffnung) drücken
- Abziehen: einen kleinen Schraubendreher in die jeweilige Öffnung unter der Kabelklemme stecken (kleinere Öffnung), um die Kabelklemme zu lösen und das Kabelende abzuziehen

2.3.7 Anschließen der analogen Schnittstelle

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



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

2.3.8 Anschließen des USB-Ports (Rückseite)

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

Bei der allerersten Inbetriebnahme des Gerätes und der Erstininstallation 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!

Während des Starts zeigt das Gerät eine Sprachauswahl an. Wählen Sie dort die gewünschte Anzeigesprache. Diese können Sie auch später noch auf **Deutsch** oder eine andere Sprache umstellen.

► So stellen Sie die Sprache des Anzeige um:

1. Schalten Sie das Gerät ein warten Sie, bis die Hauptseite angezeigt wird. Diese sollte wie rechts gezeigt aussehen.
2. Tippen Sie mit dem Finger oder einem Stift auf **MENU**.
3. In dem nun erscheinenden Hauptmenü tippen Sie auf **HMI Setup**.
4. In der dann erscheinenden Auswahl für Einstellungen zur Bedieneinheit (HMI) tippen Sie auf **Language**.
5. Stellen Sie die Sprache durch Tippen auf **Deutsch** um und übernehmen Sie die Einstellung mit **ENTER**.



Die Sprachumstellung wird sofort wirksam.



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

2.3.10 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung

Bei der erneuten Inbetriebnahme nach einer Firmwareaktualisierung, Rückergang des Gerätes nach einer Reparatur oder nach Positions- bzw. Konfigurationsveränderungen der Umgebung des Gerätes sind ähnliche Maßnahmen zu ergreifen wie bei einer Erstinbetriebnahme. Siehe daher auch „2.3.9. 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, je nachdem was zuerst auftritt. Dabei kann die Eingangsspannung nicht mehr auf dem gewünschten Wert gehalten werden.

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

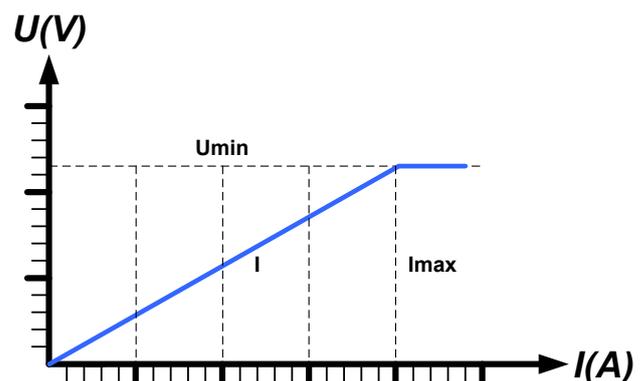
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

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

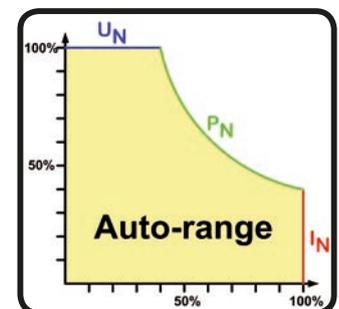
Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert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

3.2.4.1 Temperaturabhängige Leistungsreduktion

Die elektronischen Lasten dieser Serie wandeln die aufgenommene elektrische Energie in Wärme um. Um die Leistungsstufen vor Überhitzung zu schützen, begrenzt das Gerät ab einer gewissen Erwärmung automatisch die max. Eingangsleistung. Diese Leistungsreduktion (*engl.* derating) ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Das bedeutet, daß ein Gerät bei 10°C Umgebungstemperatur die Spitzenleistung (siehe technische Daten) für eine längere Zeit aufnehmen kann als bei 25°C oder höher. Trotzdem wird dann durch weitere Erwärmung die maximal aufgenommene Leistung intern mit einer gewissen Leistungsänderung pro Grad Kelvin ($\times W/K$) konstant reduziert bis runter auf eine typische Dauerleistung (siehe technische Daten), die für 40°C Umgebungstemperatur definiert ist.

Wenn das Gerät bei weniger Leistung als die genannte Dauerleistung betrieben wird, beeinflusst das Derating den Betrieb nicht merklich. Die interne Begrenzung ist trotzdem immer vorhanden. Würde man z. B. bei dem Modell mit 600 W Nennleistung eine Weile mit konstant 400 W Ist-Leistung arbeiten, bei 600 W Soll-Leistung gesetzt, und würde einen Stromsprung oder Spannungssprung nach oben machen, könnte das Gerät trotzdem keine Ist-Leistung von 600 W erreichen.

Verdeutlichungen:



Prinzipielle Darstellung des Derating-Verlaufs

Die Nennleistung kann nur für eine Zeit x aufgenommen werden, bevor das Derating startet. Nach dem eigentlichen Derating-Start pendelt sich die max. Eingangsleistung auf etwa den Wert der in den technischen Daten bei 40°C Umgebungstemperatur genannt ist. Wie hoch die Leistung tatsächlich ist, kann am Leistungs-Istwert des Gerätes erfahren werden. Bei weiterem Anstieg der Umgebungstemperatur wird die Dauerleistung noch etwas sinken.

blau: 80 V-Modell

rot: 200 V-Modell

grün: 500 V-Modell

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 $>0\text{dB}$ 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-Modell: 1000 μF ...4700 μF

200 V-Modell: 100 μF ...470 μF

500 V-Modell: 47 μF ...150 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) und als auslesbarer Status, sowie Alarmzähler über digitale Schnittstelle signalisiert. Die Alarmzustände OT und OVP werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle (optionales Zubehör) signalisiert. Zwecks nachträglicher Erfassung der Alarmer kann ein Alarmzähler im Display angezeigt oder per digitaler Schnittstelle ausgelesen werden.

3.3.1 Power Fail

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

- AC-Eingangsspannung zu niedrig (Netzunterspannung, Netzausfall)
- Defekt 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 Leistungsstufen abschaltet. Dies kann durch einen Defekt der eingebauten Lüfter oder durch zu hohe Umgebungstemperatur zustandekommen. Trotz hohem Wirkungsgrad und Rückspeisung der aufgenommenen Energie benötigt das System ausreichend Kühlung.

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, 0...103% U_{Nenn}) festgelegt

Diese Funktion dient dazu, dem Betreiber der elektronischen Last 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.

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 durch zu hohen 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 (Rückseite) 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, sowie eine Sprachauswahl 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 „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 (sofern installiert) unbestimmte Zustände anzeigen, die bis zum Ende der Startphase und Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.

3.4.2 Ausschalten des Gerätes

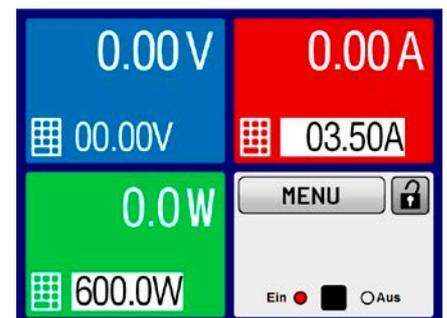
Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des DC-Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein „Alarm: PF“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Der DC-Eingang wird sofort ausgeschaltet und nach kurzer Zeit die Lüfter. Das Gerät ist nach ein paar weiteren Sekunden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

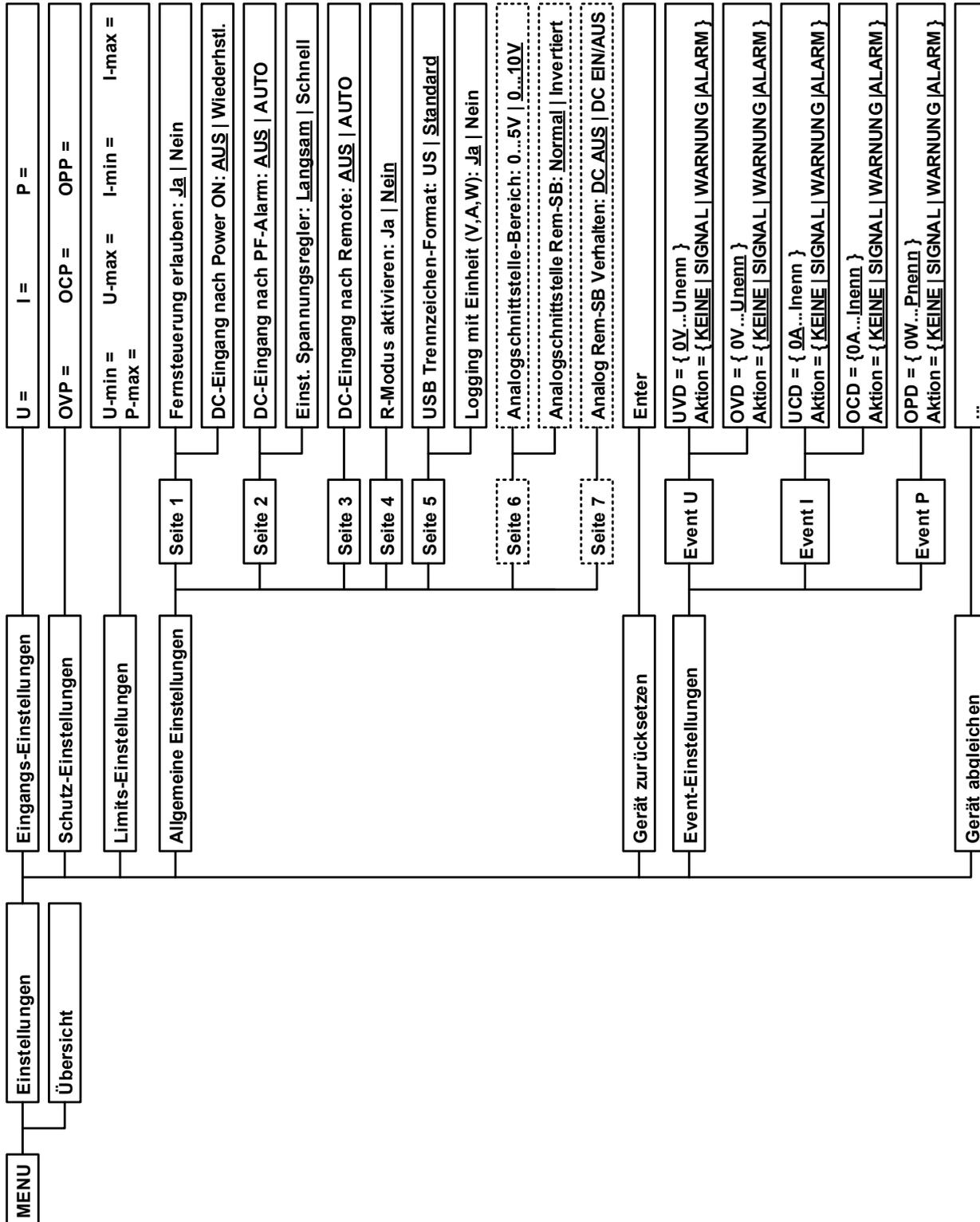
3.4.3 Konfiguration im MENU

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

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

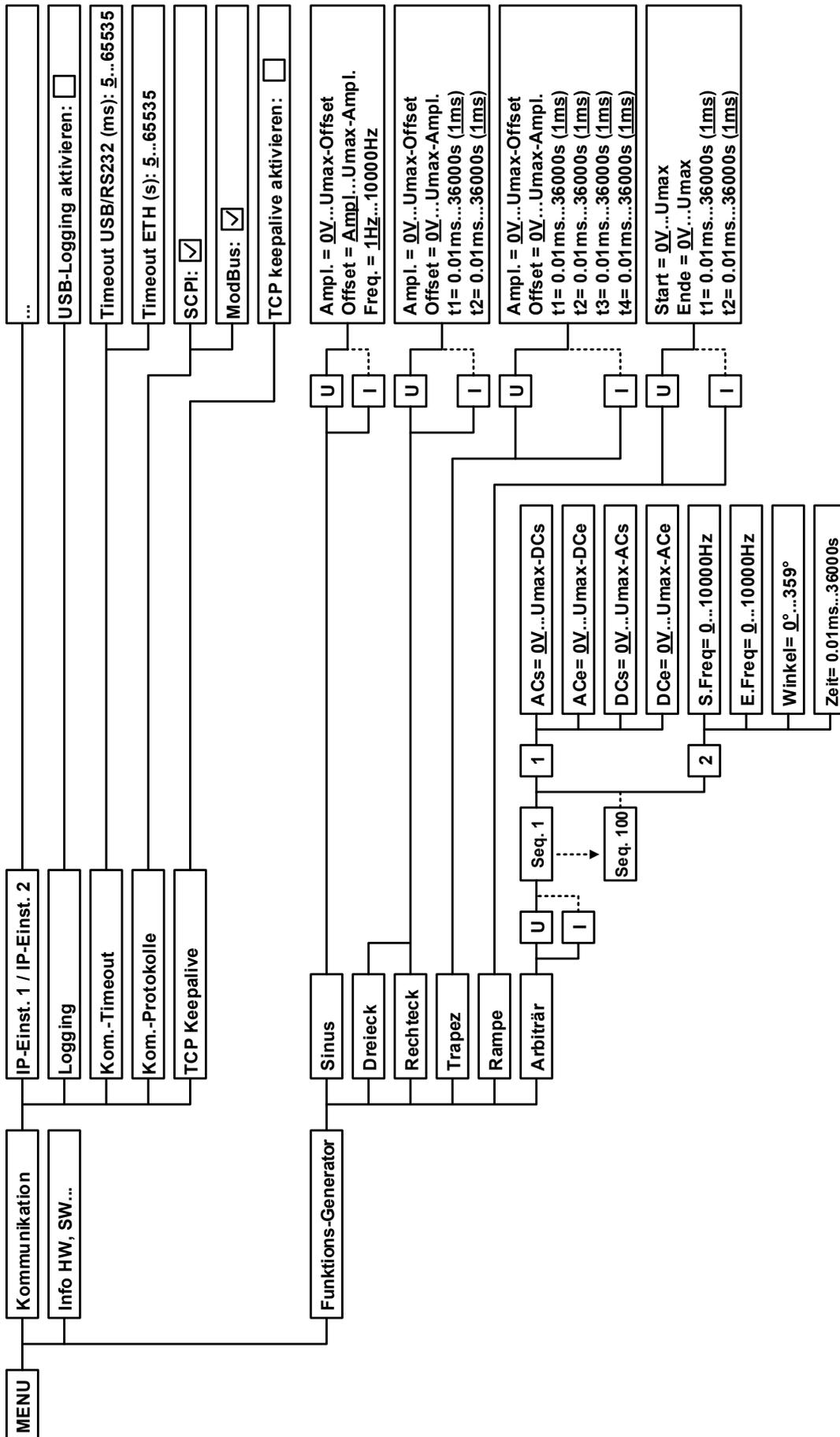
Die Menüstruktur ist auf den folgenden Seiten als Schema dargestellt. Einige Einstellparameter sind selbsterklärend, andere nicht. Diese werden auf den nachfolgenden Seite im Einzelnen erläutert.





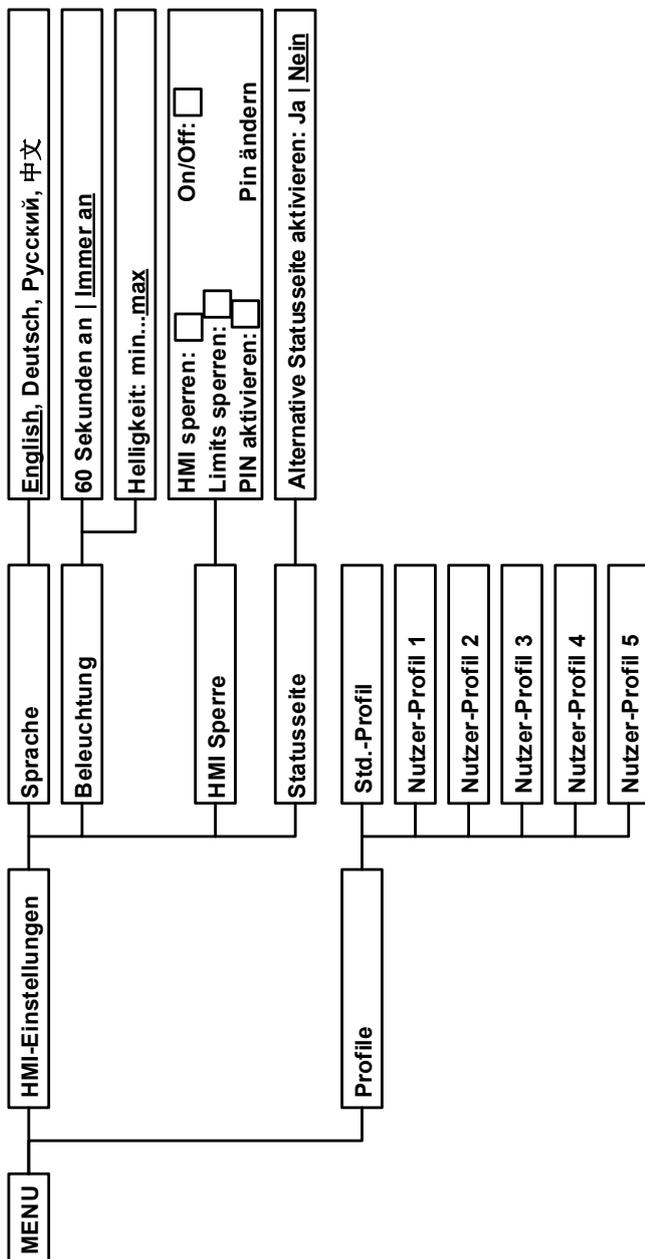
Werte in geschweiften Klammern stellen den auswählbaren Bereich dar, unterstrichene Werte den Standardwert nach Auslieferung oder Zurücksetzen. Parameter in gestrichelt dargestellten Kästchen sind bezogen auf optionale Komponenten und werden ggf. nicht angezeigt.





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	S.	Beschreibung
Eingangs-Einstellungen	1	Auf den DC-Eingang bezogene Sollwerte setzen, alternativ zur Bedienung im Hauptbildschirm
Schutz-Einstellungen	1	Auf den DC-Eingang bezogene Schutzwerte (hier: OVP, OCP, OPP) setzen. Siehe auch Abschnitt „3.3. Alarmzustände“
Limits-Einstellungen	1	Auf den DC-Eingang bezogene Einstellungsgrenzen für Sollwerte setzen. Mehr dazu in „3.4.4. Einstellungsgrenzen („Limits“)“
Allgemeine Einstellungen	2	Einstellungen zum Betrieb des Gerätes und der optionalen Anlogschnittstelle. Siehe unten
Gerät zurücksetzen	2	Bedienfeld „Start“ setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) und Werte auf Standardwerte (Auslieferungszustand), wie in den Menüstruktur-Diagrammen auf den vorherigen Seiten angegeben
Event-Einstellungen	2	Auf den DC-Eingang bezogene Überwachungsfunktionen einstellen. Mehr dazu in „3.6.2.1. Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)“

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	1	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, 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
Einst. Spannungsregler	2	Wählt die Regelungsgeschwindigkeit des internen Spannungsreglers zwischen „Langsam“ und „Schnell“. Siehe „3.2.1.1. Geschwindigkeit des Spannungsreglers“
DC-Eingang nach Remote	3	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Verlassen, d.h. manuelles oder per Befehle 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
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“
USB Trennzeichen-Format	5	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch 1.9.5.5 und 3.4.9) bzw. für das Einlesen von CSV-Dateien fest <ul style="list-style-type: none"> US = Trennzeichen ist Komma (US-Format) Standard = Trennzeichen ist Semikolon (deutsches bzw. europ. Format)
Logging mit Einheit (V,A,W)	5	Beim USB-Logging werden standardmäßig alle Werte in der CSV-Datei mit Einheit aufgezeichnet. Dies kann hier mit „Nein“ deaktiviert werden.

Einstellung	S.	Beschreibung
Analog-Schnittst.-Bereich	6	<p><i>Wird nur angezeigt, wenn die optionale 3-Wege-Schnittstelle installiert ist.</i></p> <p>Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und die Referenzspannung.</p> <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 <p>Siehe auch Abschnitt „3.5.4. Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“.</p>
Analog-Schnittst. Rem-SB	6	<p><i>Wird nur angezeigt, wenn die optionale 3-Wege-Schnittstelle installiert ist.</i></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
Analog Rem-SB Verhalten	7	<p><i>Wird nur angezeigt, wenn die optionale 3-Wege-Schnittstelle installiert ist.</i></p> <p>Legt fest, wie das Verhalten des Eingangspin „Rem-SB“ an der eingebauten Analogschnittstelle gegenüber dem DC-Eingang sein soll:</p> <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

3.4.3.3 Menü „Profile“

Siehe „3.9 Nutzerprofile laden und speichern“ auf Seite 49.

3.4.3.4 Menü „Übersicht“

Dieses Menü enthält vier Untermenüs die verschiedene Informationen zu den Eingangs-Sollwerten, Limits, Events, sowie eine Alarmhistorie (Anzahl aufgetretener Gerätealarme seit Einschalten des Gerätes). 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. an.

3.4.3.6 Menü „Funktions-Generator“

Siehe „3.10 Der Funktionsgenerator“ auf Seite 51.

3.4.3.7 Menü „Kommunikation“

Neben der Konfiguration des sog. „USB-Logging“ (mehr siehe „3.4.9. Datenaufzeichnung (USB-Logging)“) werden hier Einstellungen zu den auf der Rückseite des Gerätes befindlichen digitalen Schnittstellen getroffen. Bei Auslieferung hat das Gerät nur einen USB-Port, der nicht konfiguriert werden muß. Durch die Installation der optionalen 3-Wege-Schnittstelle IF-KE4 erhält das Gerät zusätzlich noch 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: leer, aber über HMI einstellbar
- Domäne: leer, aber über HMI einstellbar

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

Untermenü „IP-Einst. 1“

Element	Beschreibung
Quelle der Adr.	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 Aktive Einstellungen würde dann DHCP (Fehler) angezeigt, statt DHCP (aktiv) . 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.
IP-Adresse	Nur verfügbar, wenn „Manual“ gewählt wurde. Standardwert: 192.168.0.2 Dauerhafte Einstellung einer fixen IP-Adresse für das Gerät im üblichen IP-Adressformat
Subnetzmaske	Nur verfügbar, wenn „Manual“ gewählt wurde. Standardwert: 255.255.255.0 Dauerhafte Einstellung einer fixen Subnetzmaske im üblichen IP-Adressformat
Gateway	Nur verfügbar, wenn „Manual“ gewählt wurde. Standardwert: 192.168.0.1 Dauerhafte Einstellung einer fixen Gateway-Adresse im üblichen IP-Adressformat

Untermenü „IP-Einst. 2“

Element	Beschreibung
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
Port	Standardwert: 5025 Hier wird der zur IP-Adresse gehörige Port eingestellt, über den TCP/IP-Zugriff bei Fernsteuerung über Ethernetschnittstelle stattfindet

Untermenü „TCP Keep-Alive“

Element	Beschreibung
TCP Keep-Alive aktivieren	Standardeinstellung: deaktiviert Aktiviert/deaktiviert die sogenannte "keep-alive time"-Funktionalität des TCP

Untermenü „Logging“

Element	Beschreibung
USB-Logging aktivieren	Standardeinstellung: deaktiviert Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Wenn aktiviert, kann ein Intervall für das Logging (mehrere Schritte, 500 ms ... 5 s) festgelegt werden. Außerdem kann man wählen, wie das Logging gestartet/gestoppt wird, nämlich automatisch (Start/Stop mit DC ein/aus) oder als Manueller Start/Stop . Ist ein entsprechend formatierter USB-Stick gesteckt (siehe auch 1.9.5.5) kann das Logging jederzeit benutzt werden. Mehr siehe „3.4.9. Datenaufzeichnung (USB-Logging)“.

Untermenü „Kom.-Protokolle“

Element	Beschreibung
SCPI / ModBus	Standardeinstellung: beide aktiviert 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 „Kom.-Timeout“

Element	Beschreibung
Timeout USB (ms)	Standardwert: 5 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 & SCPI“.

Element	Beschreibung
Timeout ETH (s)	Standardwert: 5 Stellt die Zeit ein, nach der das Gerät die Socket-Verbindung bei Nichtaktivität automatisch trennt.

3.4.3.8 Menü „HMI-Einstellungen“

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

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch, Russisch oder Chinesisch. Diese Sprachauswahl erscheint auch für 3 Sekunden beim Start des Gerätes.
Beleuchtung	Hiermit kann man wählen, ob die Hintergrundbeleuchtung immer an sein soll oder sich abschaltet, wenn 60 s lange keine Eingabe über Touchscreen oder Drehknopf erfolgte. Sobald eine Eingabe erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Beleuchtung in 10 Stufen eingestellt werden.
HMI Sperre	Sperre der Bedieneinheit und der Einstellgrenzen („Limits“). Mehr dazu siehe „3.7. Bedieneinheit (HMI) sperren“, sowie „3.8. Einstellgrenzen (Limits) sperren“
Statusseite	Wenn aktiviert, schaltet diese Option die normale Darstellung der Hauptseite der Anzeige um auf eine simplere Darstellung mit nur Spannung und Strom plus Status.
Limits-Sperre	Erlaubt die Sperre sicherheitsrelevanter Einstellwerte, hier die sog. Einstellgrenzen, mit einer PIN-Nummer. Siehe auch „3.8. Einstellgrenzen (Limits) sperren“ für weitere Informationen. Solange die Sperre aktiv ist, kann die Menüseite für die Einstellgrenzen nicht aufgerufen werden. Die hier verwendete PIN ist dieselbe wie für die HMI-Sperre (siehe oben). Die Sperre wirkt außerdem auf die Benutzerprofile, da diese auch die Werte für die Einstellgrenzen enthalten.

3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)



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



Der Zugriff auf die Einstellgrenzen kann durch eine PIN gesperrt sein (siehe MENU, „Limits Sperre“)

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

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

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



► So konfigurieren Sie die Einstellgrenzen

1. Tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld  .
2. Tippen Sie auf  und dann auf  , um die Menüseite der Einstellgrenzen zu öffnen.
3. Jeweils ein Wertepaar von U und I bzw. die obere Einstellgrenzen von P und R sind den Drehknöpfen zugewiesen, können mit diesen eingestellt und per Auswahl durch Berührung umgeschaltet werden.
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit  .



Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint durch Tippen auf das Bedienfeld „Direkteingabe“.



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

Beispiel: Wenn man die obere Einstellgrenze des Stromes (I-max) auf 35 A einstellen möchte während der Stromsollwert noch auf 45 A eingestellt ist, dann müßte man den Stromsollwert zuerst auf 35 A oder geringer einstellen, um I-max auf 35 A setzen zu können.

3.4.5 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung einer EL 9000 T zwischen zwei Bedienarten unterschieden: UIP und UIR. Bei UIR ist der Widerstand zusätzlich zur Spannung und zum Strom einstellbar, bei UIP statt des Widerstandes die Leistung. Der Widerstand als einstellbarer Sollwert muß generell aktiviert werden (im MENU, siehe auch „3.4.3.2. Menü „Allgemeine Einstellungen““).

► So wechseln Sie die Betriebsart zwischen UIP und UIR

1. Aktivieren Sie den Widerstands-Modus (UIR) über das MENU. Nach Verlassen des Menüs der vormals grüne Bereich mit den Leistungswerten nun orangebraun dargestellt und enthält Widerstands-Istwert und -Sollwert.
2. Wechsel zurück zum Modus UIP geschieht umgekehrt, indem man den Modus UIR wieder deaktiviert. Die Anzeige wechselt dann wieder auf die grüne Darstellung für die Leistung



Je nach getroffener Wahl wird dem linken Drehknopf ein anderer Sollwert (U, P oder R) zum Einstellen zugeordnet, während der rechte Drehknopf immer den Strom (I) stellt.



Das Umschalten auf UIR-Anzeige deaktiviert nicht den Leistungssollwert. Das bedeutet, der gesetzte Leistungswert ist weiterhin in Gebrauch und beeinflusst das Regelverhalten des Gerätes. Der Leistungssollwert kann im UIR-Modus nur im MENU eingestellt werden.

3.4.6 Sollwerte manuell einstellen

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

Die Sollwerte können auf zwei Arten manuell vorgegeben werden: per **Drehknopf** oder **Direkteingabe**.



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



Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)" auf Seite 36. Bei Erreichen einer der Grenzen wird in der Anzeige, links neben dem Wert, für 1,5 Sekunden ein Hinweis „Limit: U-max“ usw. eingeblendet.

► So können Sie manuell Sollwerte mit den Drehknöpfen einstellen

1. Prüfen Sie zunächst, ob der Sollwert (U, I, P, R), den Sie einstellen wollen, bereits einem der Drehknöpfe zugeordnet ist. Die Hauptbildschirm zeigt die Zuordnung durch invertierte Sollwerte an.
2. Falls, wie rechts im Beispiel gezeigt, für den linken Drehknopf die Spannung (U) und den rechten Drehknopf der Strom (I) zugewiesen ist, Sie möchten aber die Leistung einstellen, können Sie die Zuordnung ändern, indem Sie auf das grüne Feld (der Leistung zugeordnet) tippen. Die Anzeige schaltet auf invertierte Darstellung des Leistungswertes um.
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:



► So können Sie manuell Sollwerte per Direkteingabe einstellen

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



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



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

3.4.7 Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln

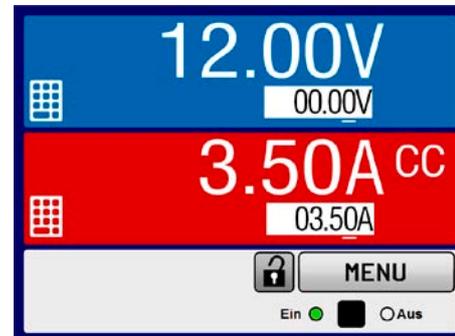
Die Hauptanzeige, auch genannt Statusseite, mit ihren Soll- und Istwerten sowie den Gerätestatus, kann auf eine einfachere Darstellung umgeschaltet werden, die nur Werte von Spannung und Strom, sowie den Status anzeigt.

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

Normale Statusseite



Alternative Statusseite



Einschränkungen der alternativen Statusseite:



Im Anzeigemodus "alternative Statusseite" sind die Sollwerte von Leistung und Widerstand nicht einstellbar, solange der DC-Eingang eingeschaltet ist. Sie können nur bei Eingang = aus und nur im MENU bei „Einstellungen->Eingangs-Einstellungen“ eingestellt werden.

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

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

3.4.8 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 (digitale) Einschalten des DC-Eingangs kann durch den Eingangspin REM-SB der eingebauten Anlogschnittstelle gesperrt sein. Siehe dazu auch 3.4.3.2 und Beispiel a) in 3.5.4.7. In der Anzeige wird Hinweis eingeblendet, sollte man in dieser Situation versuchen, den DC-Eingang einzuschalten.

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

1. Sofern das Bedienfeld nicht komplett gesperrt ist, betätigen Sie Taste On/Off. Anderenfalls werden Sie zunächst gefragt, die Sperre aufzuheben bzw. die PIN einzugeben, sofern diese im Menü „HMI Sperre“ aktiviert wurde.
2. Jenachdem, ob der 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 wird in der Anzeige (Statusfeld) mit „AUS“ oder „EIN“ gemeldet, neben LEDs mit entsprechender Farbe.

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

1. Siehe Abschnitt „3.5.4 Fernsteuerung über Anlogschnittstelle (AS)“ auf Seite 41.

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

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

3.4.9 Datenaufzeichnung (USB-Logging)

Mittels eines handelsüblichen USB-Sticks (2.0, 3.0, nicht alle Hersteller werden unterstützt) können Daten vom Gerät aufgezeichnet werden. Für nähere Spezifikationen zum Stick und zu den Dateien lesen Sie bitte Abschnitt „1.9.5.5. USB-Port (Vorderseite)“.

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

3.4.9.1 Konfiguration

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

3.4.9.2 Bedienung (Start/Stop)

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

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

3.4.9.3 Das Dateiformat beim USB-Logging

Typ: Textdatei im europäischen CSV-Format

Aufbau:

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

Legende

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

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

Error: Gerätealarme

Time: Zeit ab Start des Logging

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

Hinweise:

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

3.4.9.4 Besondere Hinweise und Einschränkungen

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

3.5 Fernsteuerung

3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist grundsätzlich über die eingebaute, hintere USB-Schnittstelle bzw. über die optional erhältlichen Schnittstellen Analog und Ethernet (siehe dazu auch die Abschnitte 1.9.4, sowie 1.9.8 und 1.9.9) möglich. Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine digitale im Eingriff sein kann. Das bedeutet, wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktiver analoger Fernsteuerung (Pin Remote = LOW) auf Fernsteuerung per digitaler Schnittstelle umzuschalten, würde das Gerät auf der digitalen Schnittstelle einen Fehler zurückmelden. Im umgekehrten Fall würde die Umschaltung per Pin Remote einfach ignoriert. In beiden Fällen ist jedoch Monitoring, also das Überwachen des Status' bzw. das Auslesen von Werten, immer möglich.

3.5.2 Bedienorte

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

Bedienort laut Anzeige	Erläuterung
- (frei)	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““) erlaubt oder gesperrt werden. Im gesperrten Zustand ist im Statusfeld in der Anzeige unten rechts der Status „**Lokal**“ zu lesen. Die Aktivierung der Sperre kann dienlich sein, wenn normalerweise eine Software oder eine Elektronik das Gerät ständig fernsteuert, man aber zwecks Einstellung am Gerät oder auch im Notfall am Gerät hantieren muß, was bei Fernsteuerung sonst nicht möglich wäre.

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

- Falls Fernsteuerung über digitale Schnittstelle aktiv ist („**Fern**“), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muß später auf der PC-Seite, sobald „**Lokal**“ nicht mehr aktiv ist, erneut übernommen werden, sofern nötig
- Falls Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiv ist (auch „**Fern**“), wird die Fernsteuerung nur solange unterbrochen bis „**Lokal**“ wieder beendet, sprich die Fernsteuerung wieder erlaubt wird, weil der Pin „Remote“ an der Analochnittstelle 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 eingebauten Schnittstellen USB und Ethernet (optional erhältlich).

Für die USB-Schnittstelle wird ein Standardkabel mitgeliefert, 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 „1.9.8. Ethernetport“.

Die 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, Widerstand), sowie Gerätezustände gesetzt oder ausgelesen werden. In zweiter Linie sind fast alle über das 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 & SCPI“ zu finden, die mit dem Gerät auf einem USB-Stick mitgeliefert wird bzw. als Download auf der Elektro-Automatik Webseite verfügbar ist.

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.5.4.1 Allgemeines

Die optional erhältliche, galvanische getrennte, 15polige analoge Schnittstelle (kurz: AS, siehe auch Abschnitt 1.9.9) befindet sich nach der Installation 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 **drei** Sollwerte Spannung, Strom und Leistung über analoge Schnittstelle geschieht **immer zusammen**. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben und Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellen oder umgekehrt. Steuerung des Widerstandssollwertes ist zusätzlich möglich.

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

Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V für jeweils 0...100% Nennwert betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches findet im Geräte-Setup statt, siehe Abschnitt „3.4.3. Konfiguration im MENU“. Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird dabei angepaßt. 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, während der Startphase, zeigt die AS unbestimmte Zustände an (ERROR, OVP usw.), die bis zum Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.

- Fernsteuerung des Gerätes 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% gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)



Die Analogschnittstelle ist zum DC-Eingang hin galvanisch getrennt. Daher:

Niemals 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, maximal stellbare Auflösung. Diese ist für alle Sollwerte (VSEL usw.) und Istwerte (VMON/CMON) gleich und beträgt etwa 16384 (14 Bit), 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.

Zum Anderen wird eine maximale Abtastrate von 500 Hz bedingt. Das bedeutet, die analoge Schnittstelle kann 500 mal pro Sekunde Sollwerte und deren Änderungen, sowie Zustände an den digitalen Pins verarbeiten.

3.5.4.3 Quittieren von Alarmmeldungen

Alarmmeldungen des Gerätes (siehe 3.6.2) 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 „3.6.2. 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 $R_i > 40 \text{ k}\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von I_{Nenn}	
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% ***** , bei $I_{max} = +5 \text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Bezugspotential für alle digitalen Signale		Für Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung 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 $R_i > 40 \text{ k}\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von P_{Nenn}	
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit < 0,2% 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 $U_{ce} = 0,3 \text{ V}$, $U_{max} = 0 \dots 30 \text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND

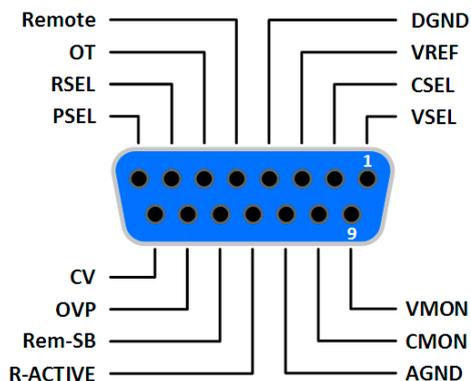
* AI = Analoger Eingang, AO = Analoger Ausgang, DI = Digitaler Eingang, DO = Digitaler Ausgang, POT = Potential

** 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



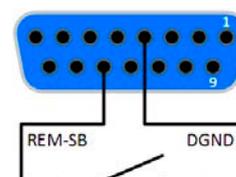
3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

	<p>Digitaler Eingang (DI)</p> <p>Es ist ein möglichst niederohmiger Schalter zu verwenden ist (Relaiskontakt, Schalter, Schütz o.ä.), um das Signal sauber nach DGND zu schalten.</p>		<p>Analoger Eingang (AI)</p> <p>Hochohmiger Eingang (Impedanz: >40 k...100 kΩ) einer OP-Schaltung.</p>
	<p>Digitaler Ausgang (DO)</p> <p>Ein Quasi-Open-Collector, weil 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)</p> <p>Ausgang einer OP-Schaltung, nicht oder nur sehr gering belastbar. Siehe Tabelle oben.</p>

3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

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

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



Dieser Eingang wird bei Fernsteuerung zum Ein- und Ausschalten des DC-Einganges des Gerätes genutzt, kann aber auch ohne aktivierte Fernsteuerung genutzt werden.

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

Folgende Situationen können auftreten:

- **Fernsteuerung wurde aktiviert**

Wenn Fernsteuerung über Pin „REMOTE“ aktiviert ist, gibt nur „REM-SB“ den Zustand des DC-Eingangs des Gerätes gemäß der Tabelle in 3.5.4.4 vor. Die logische Funktion und somit die Standardpegel können durch eine Einstellung im Setup-Menü des Gerät invertiert werden. Siehe 3.4.3.2.

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

• Fernsteuerung wurde nicht aktiviert

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

DC-Eingang	+	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:

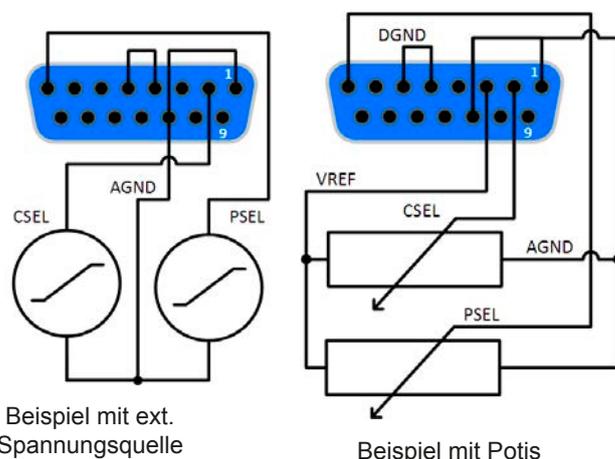
DC-Eingang	→	Pin „REM-SB“	+	Parameter „REM-SB“	→	Verhalten
ist ein	→	HIGH	+	normal	→	Der DC-Eingang bleibt eingeschaltet. Er kann mit der Taste On/Off am Bedienfeld oder per digitalem Befehl ein- oder ausgeschaltet werden.
		LOW	+	invertiert		
	→	HIGH	+	invertiert	→	Der DC-Eingang wird ausgeschaltet 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.



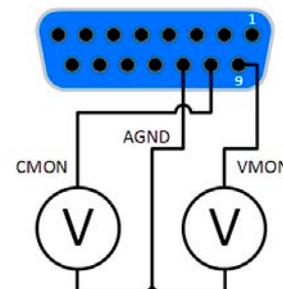
Bei Einspeisung der Steuerspannungen von einer externen Spannungsquelle wäre die Wahl des Eingangsspannungsbereiches für Sollwerte (0...5 V oder 0...10 V) zu beachten.



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 Begriffsdefinition

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

Aktion	Verhalten	Beispiel
KEINE	Benutzerereignis ist deaktiviert	
SIGNAL	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion SIGNAL auslöst, wird nur in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text ausgegeben.	
WARNUNG	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion WARNUNG auslöst, werden in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich eingeblendete Meldung ausgegeben.	
ALARM	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion ALARM oder einen Alarm auslöst, wird in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich Meldung eingeblendet. Weiterhin wird der DC-Eingang ausgeschaltet. Bestimmte Gerätealarme werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert und können über digitalen Schnittstellen abgefragt werden.	

3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben

Wichtig zu wissen:



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

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

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

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



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

Manche Gerätealarme können konfiguriert werden:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OVP	OverVoltage Protection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ V} \dots 1,03 \cdot U_{\text{Nenn}}$	Anzeige, Analogschnittst., Digitale Schnittstellen
OCP	OverCurrent Protection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ A} \dots 1,1 \cdot I_{\text{Nenn}}$	Anzeige, 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, Analogschnittst., Digitale Schnittstellen
OT	OverTemperature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle überschreitet. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	Anzeige, Analogschnittst., Digitale Schnittstellen

► So konfigurieren Sie die Gerätealarme

1. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld  .
2. Tippen Sie dann auf „**Einstellungen**“ und dann auf „**Schutz-Einstellungen**“.
3. Stellen Sie hier die Grenzen für die Gerätealarme gemäß Ihrer Anwendung ein, falls die Standardwerte von 103% (OVP) bzw. 110% (OCP, OPP) nicht passen.



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

3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)

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

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

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



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

► So konfigurieren Sie die Events:

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie auf „**Einstellungen**“, dann auf „**Seite 2**“ und dort auf „**Event-Einstellungen**“.
3. Mit den Bedienelementer „**Event U**“, „**Event I**“ und „**Event P**“ wechseln Sie zwischen den Überwachungsparametern von Spannung, Strom und Leistung.
4. Stellen Sie hier mit dem linken Drehknopf die Überwachungsgrenze sowie mit dem rechten Drehknopf die von dem Ereignis auszulösende Aktion (siehe „3.6.1. Begriffsdefinition“) gemäß der Anwendung ein. Wechsel zwischen oberem und unterem Parameter erfolgt durch Antippen des umrahmten Bereiches.
5. Übernehmen Sie die Einstellungen mit .



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



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

3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren

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

► So sperren Sie das HMI

1. Tippen Sie auf der Hauptseite auf das Schloßsymbol .
2. Es erscheint die Menüseite „**HMI-Sperre**“, wo Sie festlegen können, ob Sie das HMI komplett (nur Haken bei „**HMI sperren**“) oder mit Ausnahme der Taste „**On/Off**“ (auch Haken bei „**On/Off**“) sperren möchten bzw. ob die Sperre zusätzlich mit einer PIN belegt werden soll („**PIN aktivieren**“). Diese PIN muß später beim Entsperren immer wieder eingegeben werden, solange sie aktiviert ist.



Vorsicht! Aktivieren Sie die Sperre nicht, wenn Sie sich nicht sicher sind, welche die aktuell gesetzte PIN ist bzw. ändern Sie diese vorher!

3. Aktivieren Sie die Sperre mit . Der Status „**Gesperrt**“ dann wie in der Anzeige eingeblendet.

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

► So entsperren Sie das HMI

1. Tippen Sie in irgendeinen Bereich des Bildschirmoberfläche des gesperrten HMI oder betätigen Sie einen der Drehknöpfe oder betätigen Sie den Taster „**On/Off**“ (nur bei kompletter Sperre).
2. Es erscheint eine Abfrage: .
3. Entsperren Sie das HMI mittels des Bedienfeldes „**Entsperren**“. Erfolgt innerhalb von 5 Sekunden keine Eingabe, wird die Abfrage wieder ausgeblendet und das HMI bleibt weiterhin gesperrt. Sollte die zusätzliche **PIN**-Sperre (siehe Menüpunkt „**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 Einstellgrenzen (Limits) sperren

Um zu verhindern, daß die mit dem Gerät arbeitende, jedoch unprivilegierte Person durch versehentliches oder absichtliches Verstellen falsche Sollwerte setzt, können Einstellgrenzen definiert (siehe auch „3.4.4. *Einstellgrenzen („Limits“)*“) und mittels einer PIN gegen Veränderung gesperrt werden. Dadurch werden die Menüpunkte „**Limit-Einstellungen**“ und „**Profile**“ unzugänglich. Die Sperre läßt sich nur durch Eingabe der korrekten PIN wieder entfernen. Tippt man auf ein gesperrtes Bedienfeld (ausgegraut), erscheint eine Abfrage, über die per Eingabe der richtigen PIN die Sperre wieder aufheben kann.

► So sperren Sie die Limits-Einstellseite

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie auf „**Seite 2**“, dann auf „**HMI-Einstellungen**“ und dort auf „**HMI Sperre**“.
3. Setzen Sie den Haken bei „**Limits sperren**“ und auch „**PIN aktivieren**“.



Die Verwendung der PIN durch Setzen von „**PIN aktivieren**“ wird für die Limits-Sperre empfohlen. Die PIN ist dieselbe wie für die HMI-Sperre.

4. Aktivieren Sie die Sperre mit .



Vorsicht! Aktivieren Sie die Sperre nicht, wenn Sie sich nicht sicher sind, welche die aktuell gesetzte PIN ist bzw. ändern Sie diese vorher!

► So entsperren Sie die Limits-Einstellseite

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie auf „Seite 2“, dann auf „HMI-Einstellungen“ und dort auf „HMI Sperre“.
3. Auf der Einstellseite „HMI Sperre“ entfernen Sie den Haken bei „Limits sperren“. In dem Pop-up betätigen Sie die „Entsperren“ und werden dann aufgefordert, die vierstellige PIN einzugeben.
4. Deaktivieren Sie die Sperre nach der Eingabe der korrekten PIN mit .

3.9 Nutzerprofile laden und speichern

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

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

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

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

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Im Menü tippen Sie dann auf „Seite 2“ und dort auf „Profile“.
3. In der nun erscheinenden Auswahl (siehe Bild rechts) wählen Sie zwischen Nutzerprofil 1-5 aus, in welches Sie speichern wollen. Das gewählte Nutzerprofil wird daraufhin angezeigt. Sie können hier die Einstellungen und Werte noch einmal kontrollieren, jedoch nicht verändern.
4. Tippen Sie auf das Bedienfeld „Speich./Lad.“ und in der dann folgenden Auswahl auf „Speichern“.



► So laden Sie ein Nutzerprofil zur Verwendung

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Im Menü tippen Sie dann auf „Seite 2“ und dort auf „Profile“.
3. In der nun erscheinenden Auswahl (siehe Bild oben) wählen Sie zwischen Nutzerprofil 1-5 aus, in welches Sie benutzen wollen. Das gewählte Nutzerprofil wird daraufhin angezeigt. Sie können hier die Einstellungen und Werte noch einmal kontrollieren, jedoch nicht verändern.
4. Tippen Sie auf das Bedienfeld „Speich./Lad.“ und in der dann folgenden Auswahl auf „Laden“.

Benutzerprofile können auch auf einen USB-Stick (siehe Abschnitt 1.9.5.5 für die Anforderungen an den Stick) gespeichert bzw. von diesem geladen werden.

► So laden oder speichern Sie Nutzerprofil auf/von USB-Stick

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Im Menü tippen Sie dann auf „Seite 2“ und dort auf „Profile“. Wählen Sie dort das zu ladende bzw. zu speichernde Nutzerprofil durch Antippen aus.
3. In dem Übersichtsfenster zum gewählten Profil tippen Sie auf das Bedienfeld „Import/Export“ und dann zum Laden des Profils von USB-Stick auf „Von USB laden“ bzw. zum Speichern auf „Auf USB sichern“.



- *Das Laden eines Profils vom USB-Stick überschreibt die im Gerät gespeicherten Werte des gewählten Profils*
- *Die Nummer im Dateinamen eines gespeicherten Benutzerprofils hat keinen Bezug zur Nummer des Benutzerprofils von dem es mal gespeichert wurde bzw. in das es geladen werden soll*
- *Die Auswahl zum Laden eines Profils kann nur die ersten 10 gefundenen Profildateien auflisten, auch wenn mehr Dateien im Ordner sein sollten*
- *Profildateien werden beim Laden daraufhin überprüft, ob Sie für das aktuelle Gerät hinsichtlich der gespeicherten Werte passen und ggf. abgelehnt*

Nachdem ein Profil vom Stick geladen wurde, ist es nicht automatisch aktiv. Es muß dann wie bei einem Profilwechsel noch in das Standardprofil geladen werden. Siehe oben.

3.10 Der Funktionsgenerator

3.10.1 Einleitung

Der eingebaute **Funktionsgenerator** (kurz: **FG**) ist in der Lage, verschiedenförmige Signalformen zu erzeugen und auf den Sollwert der Spannung (U) oder des Stromes (I) anzuwenden.

Alle Funktionen basieren auf einem variablen **Arbiträrgenerator**. Bei manueller Bedienung können die Funktionen einzeln ausgewählt, konfiguriert und bedient werden. Bei Fernsteuerung werden diese dann durch mehrere Sequenzen mit jeweils 8 Parametern konfiguriert und umgesetzt. Manche Anzeigewerte bei manueller Bedienung sind in Fernsteuerung nicht direkt verfügbar, sondern nur durch Lesen anderer Werte und Berechnung.

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

Funktion	Kurzerläuterung
Sinus	Sinus-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Frequenz
Dreieck	Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit
Rechteck	Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Verhältnis
Trapez	Trapez-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegszeit, Pulszeit, Abfallzeit, Pausenzeit
Arbiträr	Generierung eines Ablaufs von bis zu 100 beliebig konfigurierbaren Stützpunkten mit jeweils Startwert (AC/DC), Endwert (AC/DC), Startfrequenz, Endfrequenz, Phasenwinkel und Dauer
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe
Batterietest	Batterie-Entladung mit konstantem oder gepulstem Strom, sowie Zeit-, Ah- und Wh-Messung



In der Betriebsart UIR (Widerstandsmodus) ist der Zugang zum Funktionsgenerator gesperrt.

3.10.2 Allgemeines

3.10.2.1 Einschränkungen

Der Funktionsgenerator, egal ob für manuelle Bedienung oder Fernsteuerung, ist nicht verfügbar, wenn der Widerstandsmodus (auch UIR-Modus genannt) aktiviert wurde.

3.10.2.2 Effektive Auflösung

Das Gerät kann am DC-Eingang, bedingt durch entsprechende Wandler (D/A bzw. A/D), eine maximale Auflösung von 14 Bit erreichen, also 16384 Schritte. Die beziehen sich auf die Nennwerte von Strom und Spannung, welche wiederum den nutzbaren Bereich definieren.

3.10.2.3 Minimale Steigung / Max. Zeit für Rampen

Bei Verwendung eines ansteigenden oder abfallenden Offsets (DC-Anteil) bei Funktionen wie Rampe, Trapez oder Dreieck muß eine minimale Steigung eingehalten werden, die sich aus dem jeweiligen Nennwert von U oder I berechnen läßt. Dadurch läßt sich schon vorher bewerten, ob eine gewisse Rampe über eine gewisse Zeit überhaupt machbar ist. Beispiel: es wird eine EL 9080-45 T verwendet, mit Nennwert U von 80 V und Nennwert I von 45 A. **Formel: min. Steigung = 0,000725 * Nennwert / s.** Für das Beispielgerät ergibt sich also eine min. $\Delta U/\Delta t$ von 58 mV/s, die min. $\Delta I/\Delta t$ beim Strom dann 32 mA/s. Die max. erreichbare Zeit für einen Anstieg/Abfall errechnet sich dann als $t_{\text{Max}} = \text{Nennwert} / \text{min. Steigung}$, das sind ca. 1379 Sekunden.

3.10.3 Arbeitsweise

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

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

Auf einen der Sollwerte U und I kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen beiden Sollwerte sind dann konstant und wirken begrenzend, werden vom Gerät jedoch nicht automatisch gesetzt.

Das bedeutet, wenn man beispielsweise eine Spannung von 10 V am DC-Eingang anlegt und die Sinus-Funktion auf den Strom anwenden will und als Amplitude 20 A festgelegt hat mit Offset 20 A, so daß der Funktionsgenerator einen Sinusverlauf der Stromes zwischen 0 A (min.) und 40 A (max.) erzeugt, daß das eine Eingangsleistung zwischen 0 W(min.) und 400 W(max.) zur Folge hätte.

Die Leistung wird aber stets auf den eingestellten Wert begrenzt. Würde sie nun auf 300 W gesetzt, 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.

3.10.4 Manuelle Bedienung

3.10.4.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

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

► So wählen Sie eine Funktion aus und stellen Parameter ein

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf das Bedienfeld



2. Im Menü tippen Sie auf „Seite 2“, dann auf „Funktions-Generator“ und dort auf die gewünschte Funktion.
3. Danach kommt noch eine Abfrage, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte, oder .
4. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein, z. B. für eine Sinuskurve den Offset und die Amplitude, sowie Frequenz.



Bei allen Funktionen und auch beim Arbiträrgenerator selbst, wenn Anfang und Ende eines Kurvenverlaufs nicht auf dem gleichen Wert sind, wird eine gewisse Mindeständerung ($\Delta Y/\Delta t$) erwartet. Erfüllen die eingestellten Werte die Bedingung nicht, nimmt sie der Funktionsgenerator nicht an und zeigt eine entsprechende Fehlermeldung.

5. Legen Sie unbedingt noch die Grenzwerte für U, I und P im nächsten Bildschirm fest, den Sie mit Bedienfeld „WEITER“ erreichen.



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

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

► So laden Sie eine Funktion

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

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



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

► So starten und stoppen Sie eine Funktion

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



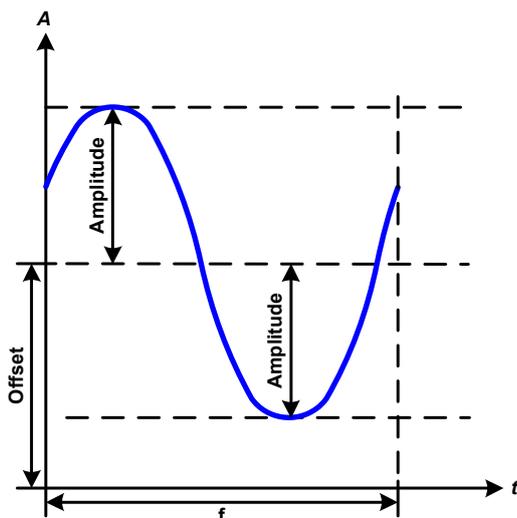
Bei Gerätealarmen (Überspannung, Übertemperatur usw.), Schutzfunktionen (OPP, OCP) oder Events mit Aktion= Alarm stoppt der Funktionsablauf automatisch, der DC-Eingang wird ausgeschaltet und der Alarm gemeldet.

3.10.5 Sinus-Funktion

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ampl.	0...(Nennwert - Offset) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset	Ampl....(Nennwert - Ampl.) von U, I	Abstand des Nulldurchgang der mathematischen Sinuskurve von 0, kann niemals kleiner sein als die Amplitude
Freq.	1...10000 Hz	Statische Frequenz des zu generierenden Signals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

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

Beispiel: Sie stellen bei einer Eingangsspannung von 15 V und sin(I) die Amplitude auf 8 A ein, bei einem Offset von 12 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann $(12\text{ A} + 8\text{ A}) * 15\text{ V} = 300\text{ W}$.

3.10.6 Dreieck-Funktion

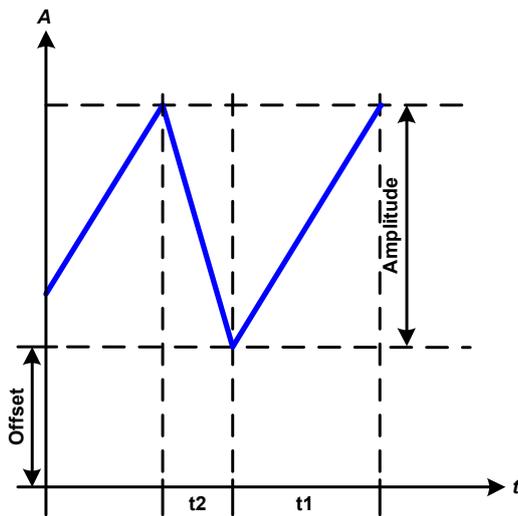
Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ampl.	0...(Nennwert - Offset) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset	Ampl....(Nennwert - Ampl.) von U, I	Abstand des Fußpunkt des Dreiecksignals von 0
t1	0,01 ms...36000 s	Anstiegszeit der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals
t2	0,01 ms...36000 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 für den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung erzeugt. Die Zeiten der ansteigenden und abfallenden Flanken sind variabel und unterschiedlich einstellbar.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

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

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

3.10.7 Rechteck-Funktion

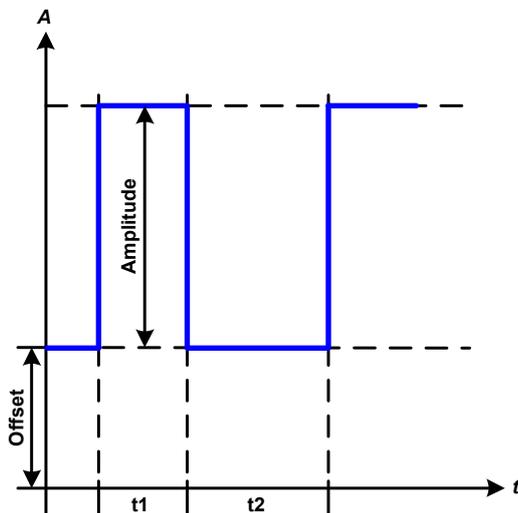
Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ampl.	0...(Nominal value - Offset) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset	Ampl...(Nominal value - Ampl.) von U, I	Abstand des Fußpunkt des Rechtecksignals von 0
t_1	0,01 ms...36000 s	Zeit (Puls) des oberen Wertes (Amplitude) des Rechtecksignals
t_2	0,01 ms...36000 s	Zeit (Pause) des unteren Wertes (Offset) des Rechtecksignals



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

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein rechteckförmiges Signal für den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung erzeugt. Die Zeiten t_1 und t_2 bestimmen dabei, wie lang jeweils der Wert der Amplitude (zugehörig zu t_1) und der Pause (Amplitude = 0, nur Offset effektiv, zugehörig zu t_2) wirkt.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

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

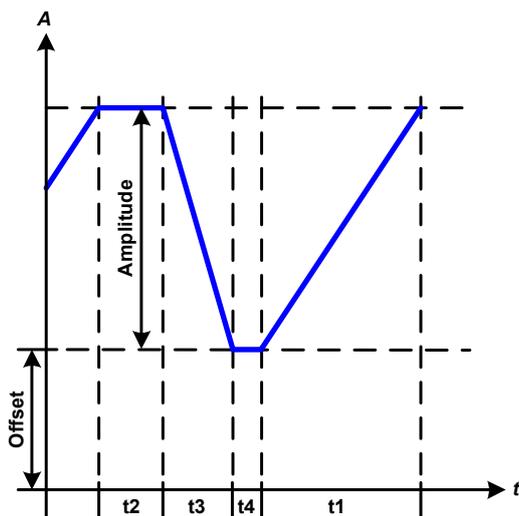
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müsste die Summe von t_1 und t_2 , also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t_1 = 40 \text{ ms} \cdot 0,8 = 32 \text{ ms}$. Die Zeit t_2 wäre dann mit 8 ms zu setzen.

3.10.8 Trapez-Funktion

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ampl.	0...(Nominal value - Offset) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset	Ampl...(Nominal value - Ampl.) von U, I	Abstand des Fußpunkt des Trapezsignals von 0
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals
t2	0,01 ms...36000 s	Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals
t3	0,01 ms...36000 s	Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals
t4	0,01 ms...36000 s	Zeit des Low-Wertes (Offset) des Trapezsignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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



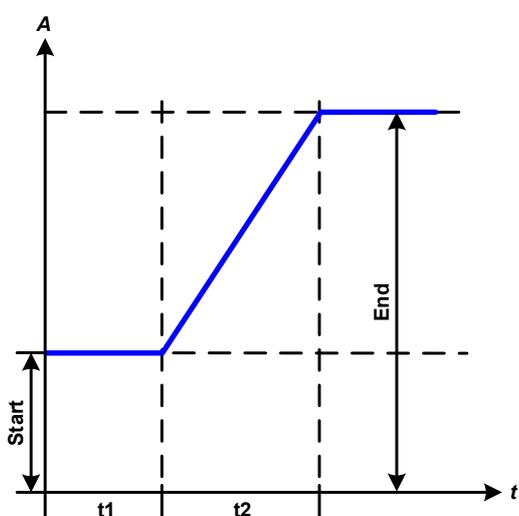
Bei sehr kurzen Zeitwerten für t1 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

3.10.9 Rampen-Funktion

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Start	0...Nennwert von U, I	Startwert (U,I)
Ende	0...Nennwert von U, I	Endwert (U, I)
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit vor der ansteigenden Flanke des Rampensignals
t2	0,01 ms...36000 s	Anstiegszeit des Rampensignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

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

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



10h nach Erreichen des Rampenendes stoppt die Funktion automatisch ($I = 0 \text{ A}$ bzw. $U = 0 \text{ V}$), sofern sie nicht vorher schon anderweitig gestoppt wurde.

3.10.10 Arbiträr-Funktion

Die Arbiträr-Funktion (arbiträr = beliebig) bietet dem Anwender einen erweiterten Spielraum. Es sind je 100 Sequenzpunkte für die Zuordnung zum Strom I und der Spannung U verfügbar, die alle mit den gleichen Parametern versehen, aber durch die Werte unterschiedlich konfiguriert werden können, um so komplexe Funktionsabläufe „zusammenzubauen“. Von den 100 verfügbaren Sequenzpunkten können 1...100 nacheinander ablaufen. Das ergibt einen Sequenzpunktblock. Dieser Block kann dann noch 1...999 mal oder unendlich oft wiederholt werden. Von den 100 Sequenzpunkten kann der abzuarbeitende Block von Punkt x bis y beliebig festgelegt werden.

Ein Sequenzpunkt oder ein Block wirkt immer entweder auf die Spannung oder den Strom. Eine Vermischung der Zuordnung U oder I ist nicht möglich.

Die Arbiträrkurve überlagert einen linearen Verlauf (DC) mit einer Sinuskurve (AC), deren Amplitude und Frequenz zwischen Anfangswert und Endwert ausgebildet werden. Sind Startfrequenz (S.Freq) und Endfrequenz (E.Freq) beide 0 Hz werden die AC-Werte unwirksam und es wirkt nur der DC-Anteil. Für jeden Sequenzpunkt ist eine Zeit vorzugeben, innerhalb welcher der AC/DC-Verlauf von Start bis Ende generiert wird.

Folgende Parameter können für jede Sequenz der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
ACs	0...50% Nennwert von U, I	Startamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve
ACe	0...50% Nennwert von U, I	Endamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve
DCs	ACs...(Nennwert - ACs) von U, I	Startwert des DC-Anteils der Kurve
DCe	ACe...(Nennwert - ACe) von U, I	Endwert des DC-Anteils der Kurve
S.Freq	0 Hz...10000 Hz	Startfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
E.Freq	0 Hz...10000 Hz	Endfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
Winkel	0 °...359 °	Startwinkel des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
Zeit	0,01 ms...36000 s	Zeit für die gewählte Sequenz



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



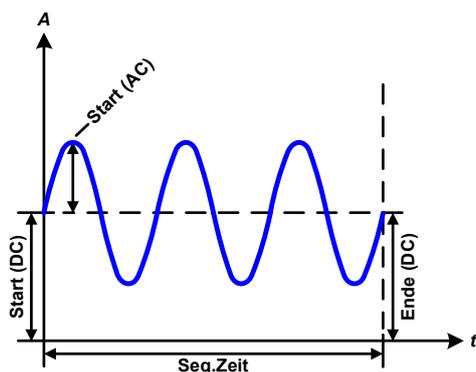
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. In so einem Fall lehnt das Gerät unpassende Einstellungen mit einer Meldung ab.

Wenn diese Einstellungen für den momentan gewählten Sequenzpunkt mit Bedienfeld SPEICHERN übernommen werden, können noch weitere konfiguriert werden. Betätigt man im Sequenzpunkt-Auswahlfenster das Bedienfeld WEITER, erscheint das zweite Einstellungs Menü, das globale Einstellungen für alle 100 Sequenzpunkte enthält.

Folgende Parameter können für den Gesamt-Ablauf der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Startseq.	1...Endseq.	Erster Punkt des Sequenzpunktblocks
Endseq.	Startseq...100	Letzter Punkt des Sequenzpunktblocks
Seq. Zyklen	∞ oder 1...999	Anzahl der Abläufe des Sequenzpunktblocks

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

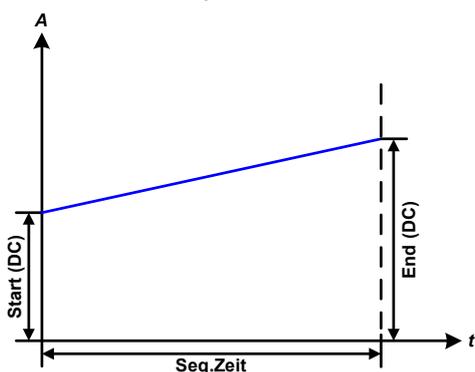
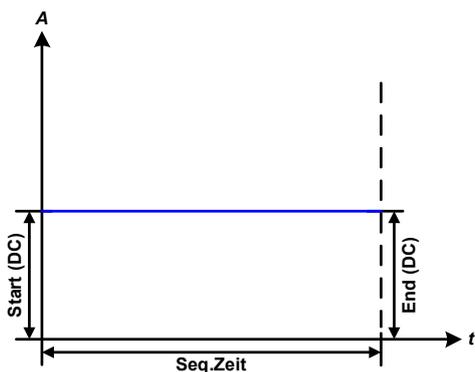
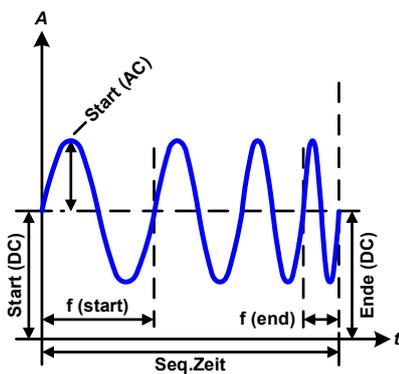
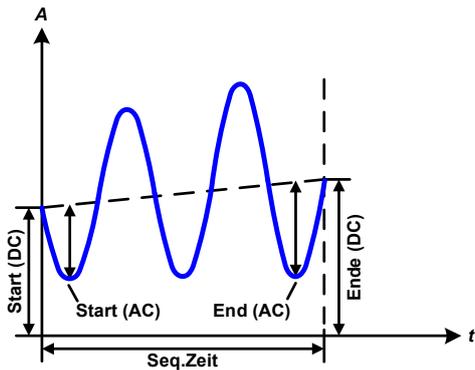
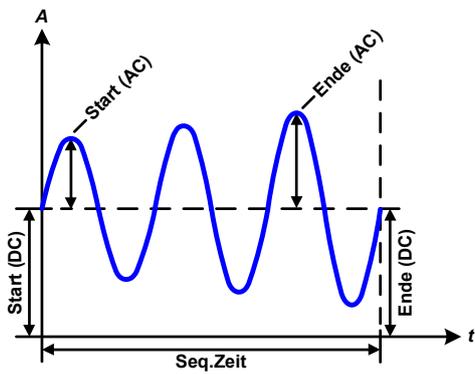
Beispiel 1

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 100:

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

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

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 2

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 100:

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

Beispiel 3

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 100:

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

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

Beispiel 4

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 100:

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

Beispiel 5

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 100:

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

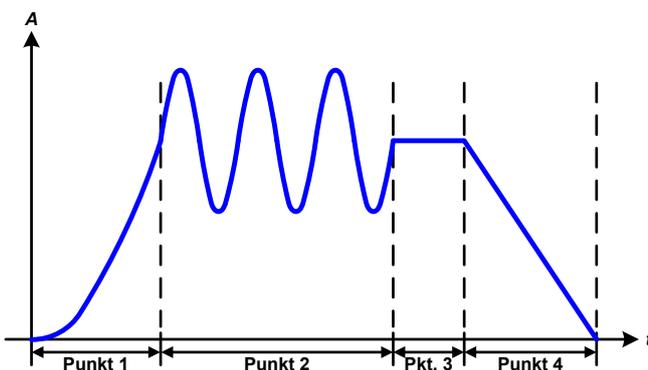
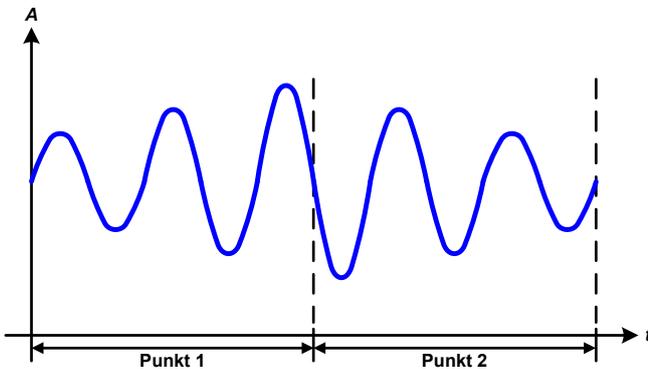
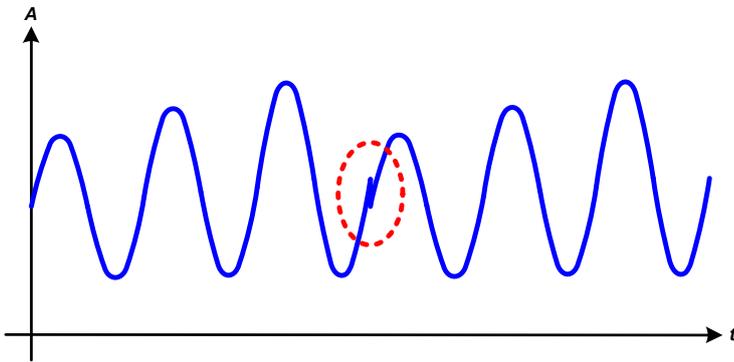
Beispiel 6

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenz aus 100:

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

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

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 7

Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes aus 100:

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

Beispiel 8

Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten aus 100:

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

Beispiel 9

Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten aus 100:

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

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

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

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

3.10.10.1 Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen

Die manuell am Gerät konfigurierbaren 100 Sequenzpunkte der Arbiträrfunktion, die auf Spannung oder Strom anwendbar ist, können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes auf einen USB-Stick (nur FAT32-formatiert) gespeichert oder von diesem geladen werden. Dabei gilt, daß beim Speichern immer alle 100 Punkte in eine Textdatei vom Typ CSV gespeichert werden, beim Laden umgekehrt genauso.

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

- Die Tabelle muß genau 100 Zeilen mit jeweils 8 aufeinanderfolgenden Werten (8 Spalten, semikolongetrennt) enthalten und darf keine Lücken aufweisen
- Das zu verwendende Spaltentrennzeichen (Semikolon, Komma) wird über die Einstellung „USB-Trennzeichenformat“ festgelegt und bestimmt auch das Dezimaltrennzeichen (Komma, Punkt)
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß
- Der Dateiname muß immer mit WAVE_U oder WAVE_I beginnen (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Alle Werte in jeder Spalte und Zeile müssen den Vorgaben entsprechen (siehe unten)
- Die Spalten der Tabelle haben eine bestimmte Reihenfolge, die nicht geändert werden darf

Für die Tabelle mit den 100 Zeilen ist, in Anlehnung der Einstellparameter, die bei der manuellen Bedienung für den Arbiträrgenerator festgelegt werden können, folgender Aufbau vorgegeben (Spaltenbenennung wie bei Excel):

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

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

Beispiel-CSV:

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

In dem Beispiel sind nur die ersten zwei Sequenzpunkte konfiguriert, die anderen stehen alle auf Standardwerten. Die Tabelle könnte für das Modell EL 9080-45 T über eine WAVE_U für die Spannung oder eine WAVE_I für den Strom geladen werden, weil sie für beide paßt. Die Benennung ist jedoch durch einen Filter eindeutig gemacht, das heißt man kann nicht Arbiträr --> U wählen im Funktionsgeneratormenü und dann eine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

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

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über MENU -> Seite 2 -> Funktions-Generator -> Seite 2 -> Arbiträr -> U / I, um zur Hauptseite der „Sequenzwahl“ zu gelangen, wie rechts gezeigt.



3. Tippen Sie auf , dann  und folgen Sie den Anweisungen. Sofern für den aktuellen Vorgang mindestens eine gültige Datei (siehe Pfad und Dateibenennung oben) gefunden wurde, wird eine Liste zur Auswahl angezeigt, aus der die zu ladende Datei durch Antippen ausgewählt werden kann.

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

► So speichern Sie die 100 Sequenzen vom Gerät auf einen USB-Stick:

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



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



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

3.10.11 Batterietest-Funktion

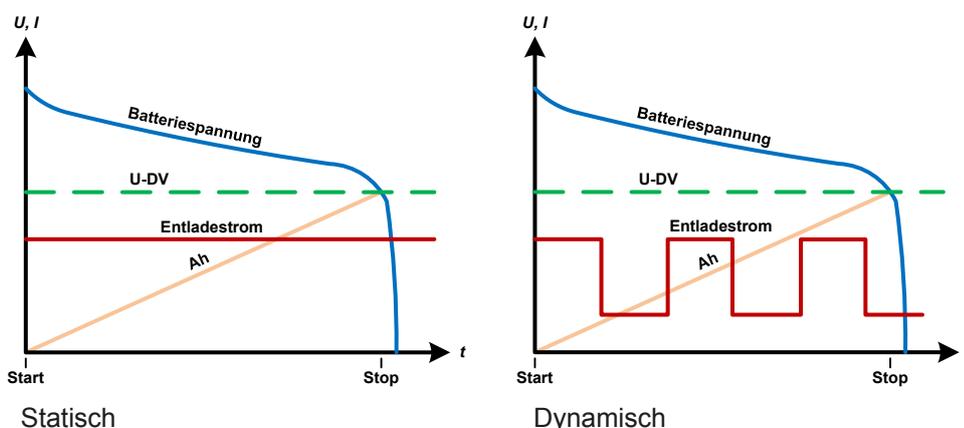
Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen. Diese Funktion ist mit Stand November 2016 nur über manuelle Bedienung am HMI verfügbar, kann aber wie die anderen Funktionen über den Arbiträrgenerator in Fernsteuerung nachgebildet werden. Es stehen dann jedoch die sonst vom Gerät ermittelten und angezeigten Arbeitswerte wie die Testzeit, entnommene Batteriekapazität in Ah oder Energie (Wh) nicht zur Verfügung. Diese können durch eine steuernde Software und deren eigene Zeitählung sowie Istwerterfassung ergänzend berechnet werden.

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

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

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

Grafische Verdeutlichung beider Modi:



3.10.11.1 Parameter für den statischen Batterietest

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

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

3.10.11.2 Parameter für den dynamischen Batterietest

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I_1	0...Nennwert von I	Unterer bzw. oberer Stromwert für gepulsten Betrieb (der höhere Einstellwert von beiden wird automatisch der obere)
I_2	0...Nennwert von I	
P	0...Nennwert von P	Maximale Entladeleistung in W
t_1	1 s ... 36000 s	t_1 = Zeit für den oberen Stromwert (Puls)
t_2	1 s ... 36000 s	t_2 = Zeit für den unteren Stromwert (Pause)

3.10.11.3 Andere Parameter

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

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Entlade-Spannung	0...Nennwert von U	Variable Entladeschlußspannung, eine Schwelle, bei deren Unterschreiten der Test automatisch stoppt (ist verknüpft mit der Batteriespannung am DC-Eingang der Last)
Entladezeit	0...10 h	Maximale Testzeit, nach welcher der Test automatisch stoppt
Entlade-Kapazität	0...99999 Ah	Maximal zu entnehmende Batteriekapazität, nach deren Erreichen der Test automatisch stoppen kann
Aktion	KEINE, SIGNAL, Test-Ende	Legt für die Parameter „Entladezeit“ und „Entlade-Kapazität“ fest, was bei Erreichen der Werte der beiden Parameter geschehen soll: KEINE = Nichts passiert, Test läuft weiter SIGNAL = Der Text „Zeit-Limit“ erscheint in der Anzeige, der Test läuft weiter Test-Ende = Der Test stoppt
USB-Logging aktivieren	ein/aus	Aktiviert durch Setzen des Hakens das USB-Logging, das Daten während des Batterietests aufzeichnet. Mehr dazu siehe 3.10.11.5
Logging-Intervall	100 ms - 1 s, 5 s, 10 s	Legt den Schreibzyklus für das USB-Logging fest

3.10.11.4 Anzeigewerte

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

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



3.10.11.5 Datenaufzeichnung

Für beide Modi „Statisch“ und „Dynamisch“ kann am Ende der Konfiguration für den Test das „USB-Logging“ aktiviert werden, welches standardmäßig ausgeschaltet ist. Ist es aktiviert und ein USB-Stick mit entsprechender Formatierung (siehe 1.9.5.5) im USB-Port am Bedienteil gesteckt, zeichnet das Gerät für die Testdauer Meßwerte im festgelegten Intervall auf. Dies wird in der Anzeige durch ein kleines Diskettensymbol signalisiert. Die aufgezeichneten Daten liegen nach Beendigung des Tests als Textdatei (CSV-Format) vor.

Aufbau der Logdatei:

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

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



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

3.10.11.6 Abbruchbedingungen

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

- Manuelle Betätigung des Bedienfeldes STOP in der Anzeige
- Irgendeinen Geräte-Alarm wie OT usw.
- Erreichen der eingestellten max. Testzeit, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Erreichen des eingestellten max. Ah-Wertes, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Unterschreiten der Entladeschlussspannung (DV), was gleichbedeutend ist mit jeder Art von Spannungsabfall am DC-Eingang, egal wodurch verursacht



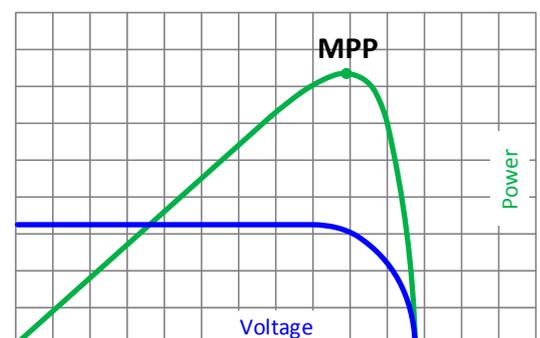
Nach einem automatischen Stopp, bedingt durch einer der genannten Gründe, kann der Test nicht sofort erneut gestartet oder fortgeführt werden, sondern nur nach erneutem Durchlauf der Konfiguration, erreichbar über Bedienfeld ZURÜCK.

3.10.12 MPP-Tracking-Funktion

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

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

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



3.10.12.1 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...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	5 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP

Anwendung und Resultat:

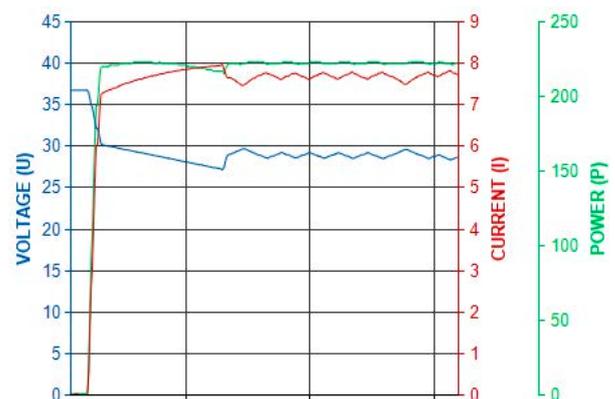
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines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



3.10.12.2 Modus MPP2

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

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



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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	5 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W... P_{Nenn}	Regeltoleranz unter dem MPP

3.10.12.3 Modus MPP3

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

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
U_{MPP}	0...Nennwert von U	Spannung im MPP

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
P_{MPP}	0...Nennwert von P	Leistung im MPP
Δt	5 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W... P_{Nenn}	Regeltoleranz unterhalb des MPP

3.10.12.4 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 einen Teil davon abfahren lassen. Die Punkte lassen sich auch von USB-Stick laden bzw. auf einen speichern. Zwischen zwei Punkten vergeht die einstellbare Zeit Δt , der Durchlauf der definierten Punkte kann 0-65535 mal wiederholt werden. Nach Ende der Funktion stoppt sie automatisch mit ausgeschaltetem DC-Eingang und stellt dann pro benutzerdefiniertem Kurvenpunkt einen Meßwertsatz (Istwerte U, I, P) zur Verfügung. Außerdem werden die Werte des Datensatzes mit der höchsten Ist-Leistung auf der Anzeige ausgegeben. Geht man dann auf dem Bildschirm ZURÜCK, können die erfaßten Daten als Datei auf einen USB-Stick gespeichert werden. Alternativ ist nach dem Stopp der Funktion das Auslesen über digitale Schnittstelle möglich.

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

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

3.10.13 Fernsteuerung des Funktionsgenerators

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

Folgendes gilt generell:

- Der Funktionsgenerator ist nicht über die analoge Schnittstelle fernbedienbar
- Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, wenn das Gerät im UIR-Modus arbeitet (Widerstandsregelung, CR)
- Die Funktion „Batterietest“ ist nicht fernsteuerbar

3.11 Weitere Anwendungen

3.11.1 Reihenschaltung



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

3.11.2 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 vom Rest des Gerätes galvanisch getrennt ist. 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, teils 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 können nur 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.

4.3 Nachjustierung (Kalibrierung)

4.3.1 Einleitung

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

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

Wenn Sie z. B. den Strom des Modells EL 9080-45 T bei den max. 45 A kalibrieren wollten, wobei der Strom in den technischen Daten mit einem max. Fehler von 0,2% angegeben ist, dürfte der zu verwendende Meßshunt max. 0,1% Fehler haben, sollte jedoch möglichst noch besser sein. Auch und gerade bei hohen Strömen darf der Meßvorgang nicht zu lange dauern bzw. der Meßshunt nicht zu 100% belastet werden, weil er dann seinen max. Fehler voraussichtlich überschreiten wird. Bei z. B. 45 A wäre daher ein Shunt zu empfehlen, der für mindestens 25% mehr Strom ausgelegt ist.

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

4.3.2 Vorbereitung

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

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

Vor Beginn des Kalibriervorgangs sind noch einige Maßnahmen zu treffen:

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

4.3.3 Abgleichvorgang

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



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

Die Erläuterung des Abgleichvorgangs erfolgt anhand des Beispiel-Modells EL 9080-45 T. Andere Modelle sind auf gleiche Weise zu behandeln, mit entsprechenden Werten für Spannung und Strom der Quelle.

4.3.3.1 Sollwerte

► So gleichen Sie die Spannung ab

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



► So gleichen Sie den Strom ab

1. Die Stromquelle auf mindestens 102% Nennstrom des EL-Gerätes, in diesem Beispiel rechnerisch 45,9 A bzw. aufgerundet 46 A, einstellen. Die Spannung der Quelle auf etwa 10% der Nennspannung der EL, in diesem Beispiel also 8 V einstellen und den Ausgang der Quelle einschalten.
2. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang in das MENU wechseln, dann auf „**Einstellungen**“ tippen, dann „**Seite 2**“ und dort auf „**Gerät abgleichen**“.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Stromabgleich**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER**. Das Gerät schaltet dann den DC-Eingang ein, belastet die Quelle und mißt den Eingangsstrom (**I-mon**).
4. Im nächsten Bildschirm ist eine Eingabe erforderlich. Geben Sie hier den mit dem externen Meßmittel (Shunt) gemessenen Eingangsstrom bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

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

► So gleichen Sie die Sense-Spannung ab

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

4.3.3.2 Istwerte

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

4.3.3.3 Speichern und beenden

Zum Schluß kann noch über das Bedienfeld



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

Danach sollten die Abgleichwerte unbedingt noch mit dem Bedienfeld



gespeichert werden.



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

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 Unterstützung: 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 9000 T

Electronic DC Load



Attention! This document is only valid for devices with firmwares "KE: 3.04", "HMI: 2.04" or higher. For availability of updates for your device check our website or contact us.



Doc ID: EL9TEN
Revision: 02
Date: 08/2017



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	15
1.9.4	Optional accessories	15
1.9.5	The control panel (HMI)	16
1.9.6	USB port (back side)	18
1.9.7	“Sense” connector (remote sensing)	18
1.9.8	Ethernet port	19
1.9.9	Analog interface	19

2 INSTALLATION & COMMISSIONING

2.1	Storage	20
2.1.1	Packaging	20
2.1.2	Storage	20
2.2	Unpacking and visual check	20
2.3	Installation	20
2.3.1	Safety procedures before installation and use	20
2.3.2	Preparation	20
2.3.3	Installing the device	20
2.3.4	Connection to DC sources	21
2.3.5	Grounding of the DC input	21
2.3.6	Connection of remote sensing	21
2.3.7	Connecting the analog interface	22
2.3.8	Connecting the USB port (rear side)	22
2.3.9	Initial commission	23
2.3.10	Commission after a firmware update or a long period of non use	23

3 OPERATION AND APPLICATION

3.1	Personal safety	24
3.2	Operating modes	24
3.2.1	Voltage regulation / Constant voltage	24
3.2.2	Current regulation / constant current / current limitation	25
3.2.3	Resistance regulation / constant resistance	25
3.2.4	Power regulation / constant power / power limitation	25
3.2.5	Dynamic characteristics and stability criteria	26
3.3	Alarm conditions	27
3.3.1	Power Fail	27
3.3.2	Overtemperature	27
3.3.3	Overvoltage	27
3.3.4	Overcurrent	27
3.3.5	Overpower	27
3.4	Manual operation	28
3.4.1	Powering the device	28
3.4.2	Switching the device off	28
3.4.3	Configuration via MENU	28
3.4.4	Adjustment limits	36
3.4.5	Changing the operating mode	36
3.4.6	Manual adjustment of set values	37
3.4.7	Switching the main screen view	37
3.4.8	Switching the DC input on or off	38
3.4.9	Recording to USB stick (logging)	39
3.5	Remote control	40
3.5.1	General	40
3.5.2	Controls locations	40
3.5.3	Remote control via a digital interface	40
3.5.4	Remote control via the analog interface (AI)	41
3.6	Alarms and monitoring	45
3.6.1	Definition of terms	45
3.6.2	Device alarm and event handling	45
3.7	Control panel (HMI) lock	47
3.8	Limits lock	48
3.9	Loading and saving a user profile	48
3.10	The function generator	50
3.10.1	Introduction	50
3.10.2	General	50
3.10.3	Method of operation	50
3.10.4	Manual operation	51
3.10.5	Sine wave function	52
3.10.6	Triangular function	52
3.10.7	Rectangular function	53
3.10.8	Trapezoidal function	54
3.10.9	Ramp function	54
3.10.10	Arbitrary function	55
3.10.11	Battery test function	59
3.10.12	MPP tracking function	61
3.10.13	Remote control of the function generator	63

3.11	Other applications	63
3.11.1	Series connection	63
3.11.2	Parallel operation	63

4 SERVICE AND MAINTENANCE

4.1	Maintenance / cleaning.....	64
4.2	Fault finding / diagnosis / repair.....	64
4.2.1	Replacing a defect mains fuse	64
4.2.2	Firmware updates	64
4.3	Calibration	65
4.3.1	Preface	65
4.3.2	Preparation.....	65
4.3.3	Calibration procedure	65

5 CONTACT AND SUPPORT

5.1	Repairs	67
5.2	Contact options	67

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.

Model	Article nr.
EL 9080-45 T	33 210 511
EL 9200-18 T	33 210 512
EL 9500-10 T	33 210 513

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 9080 - 45 T

EL	9080	-	45	T	Construction/Version: T = Tower housing
					Maximum current of the device in Ampere
					Maximum voltage of the device in Volt
					Series : 9 = Series 9000
					Type identification: EL = Electronic Load, always programmable

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 blank contacts on the DC input right after usage of the device, because between DC- and DC+ there can be dangerous potential against ground (PE) which either doesn't discharge at all or only very slowly!**



- 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) 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 touch screen with gorilla glass, 3.5", 320pt x 240pt, capacitive

Controls: 2 rotary knobs with pushbutton functions, 1 button

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

1.8.3 Specific technical data

	<i>Model</i>		
	<i>EL 9080-45 T</i>	<i>EL 9200-18 T</i>	<i>EL 9500-08 T</i>
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
Input power P_{Nom}	600 W	500 W	400 W
Input power P_{Nom} @ 40°C	550 W	500 W	400 W
Max. input current I_{Max}	45 A	18 A	8 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. 2.2 V	approx. 2 V	approx. 6.5 V
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm		
Voltage regulation			
Adjustment range	0...80 V	0...200 V	0...500 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 ± 5°C)	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.5.4. Resolution of the displayed values“		
Display: Accuracy ⁽²⁾	≤ 0.1%		
Remote sensing compensation	max. 5% U_{Max}		
Current regulation			
Adjustment range	0...45 A	0...18 A	0...8 A
Stability at ΔU	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 ± 5°C)	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.5.4. Resolution of the displayed values“		
Display: Accuracy ⁽²⁾	≤ 0.1%		
Rise time 10...90% I_{Nom}	< 23 μ s	< 40 μ s	< 22 μ s
Fall time 90...10% I_{Nom}	< 46 μ s	< 42 μ s	< 29 μ s
Power regulation			
Adjustment range	0... P_{Nom}	0... P_{Nom}	0... P_{Nom}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 ± 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⁾	≤ 0.2%		
Resistance regulation			
Adjustment range	0.12...40 Ω	1...340 Ω	6...2000 Ω
Accuracy ⁽³⁾ (at 23 ± 5°C)	≤ 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 45 A model has a max. 0.2% tolerance (i.e. min. accuracy), which calculates as 90 mA. When adjusting the current to 5 A, the actual value is allowed to differ max. 90 mV, which means it may be between 4.91 A and 5.09 A.

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

(3 Also includes the display error

	<i>Model</i>		
	<i>EL 9080-45 T</i>	<i>EL 9200-18 T</i>	<i>EL 9500-08 T</i>
Analog interface ⁽¹⁾			
Set value inputs	U, I, P, R		
Actual value output	U, I		
Control signals	DC on/off, Remote 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			
Featured	1x USB-B for communication (rear side), 1x USB-A for functions (front side)		
Optional	1x LAN for communication (front side)		
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC		
Terminals			
Rear side	AC input, USB-B, Ethernet (optional), analog interface (optional)		
Front side	DC input, USB-A, remote sensing		
Dimensions			
Enclosure (WxHxD)	92 x 239 x 352 mm		
Total (WxHxD)	92 x 239 x min. 393 mm		
Standards	EN 60950		
Weight	~ 6.5 kg	~ 6.5 kg	~ 6.5 kg
Article number	33210511	33210512	33210513

(1 Optionally available, for technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 42

1.8.4 Views

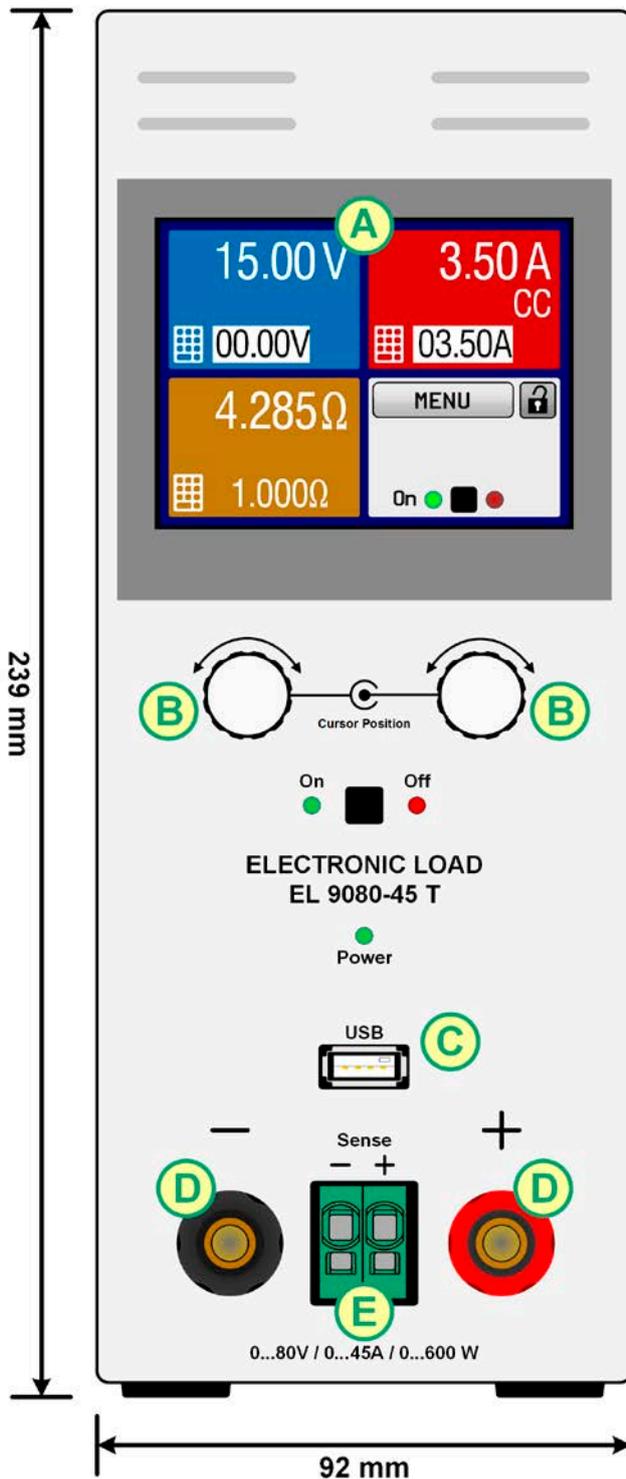


Figure 1 - Front side



Figure 2 - Back side (delivery version with USB only)

- A - Touch screen
- B - Adjustment knobs
- C - Front USB port (type A)
- D - DC input
- E - Remote sensing input

- F - Remote control interfaces (digital, analog)
- G - Fan exhausts
- H - AC supply connection
- J - Power switch

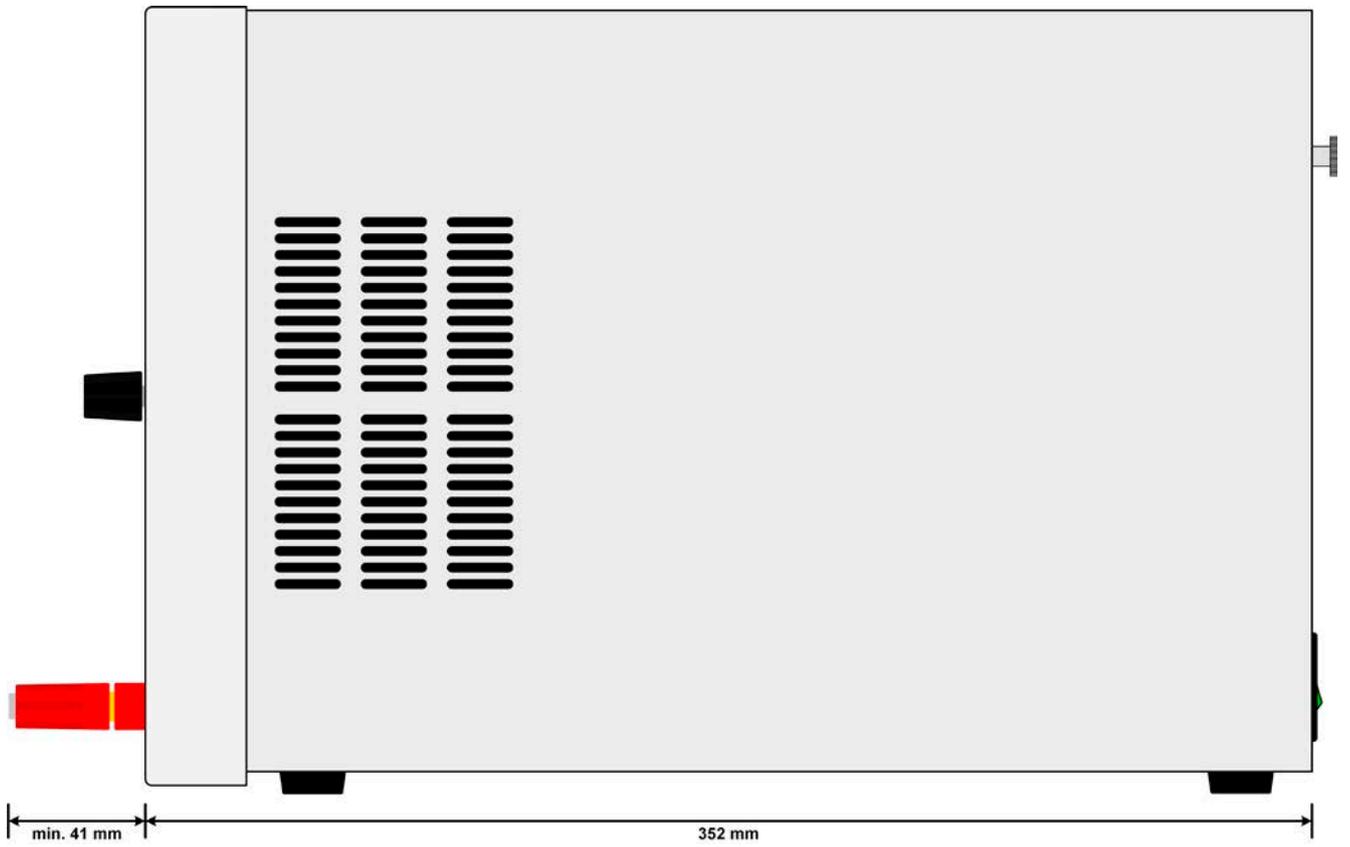


Figure 3 - Side view from right



Figure 4 - Top view

1.8.5 Control elements

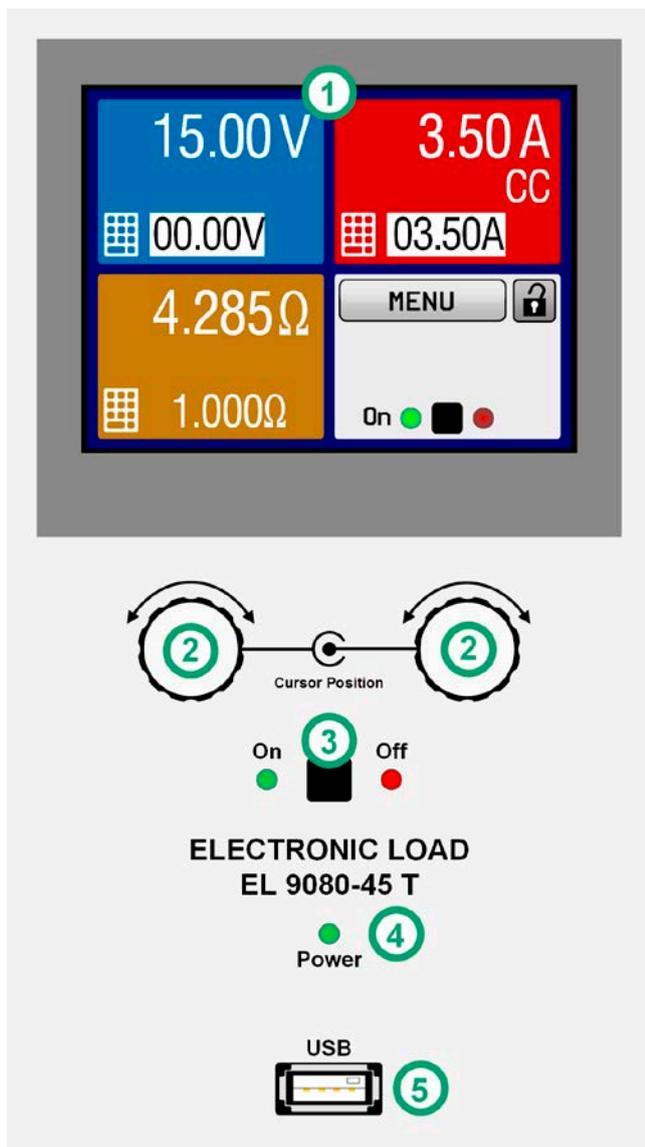


Figure 5 - Control Panel

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)	<p>Touchscreen display</p> <p>Used for selection of set values, menus, status and display of actual values.</p> <p>The touchscreen can be operated with the fingers or with a stylus.</p>
(2)	<p>Rotary knob with push button function</p> <p>Left knob (turn): adjusting the voltage, power or resistance set values, or setting the parameter values in the menu.</p> <p>Left knob (push): selection of the decimal position to be changed (cursor) in the current value selection.</p> <p>Right knob (turn): adjusting the current set value, or setting parameter values in the menu.</p> <p>Right knob (push): selection of the decimal position to be changed (cursor) in the current value selection.</p>
(3)	<p>On/Off Button for DC input</p> <p>Used to toggle the DC input between on and off, also used to start a function run. The LEDs “On” and “Off” indicate the state of the DC input, no matter if the device is manually controlled or remotely</p>
(4)	<p>LED “Power”</p> <p>Indicates different colours during the start of the device and remains green for the period of operation.</p>
(5)	<p>Port for USB sticks</p> <p>For the connection of standard USB sticks. See section „1.9.5.5. USB-Port (Front side)“ for more details..</p>

1.9 Construction and function

1.9.1 General description

The conventional, electronic DC loads of the EL 9000 T series with their small desktop enclosure in tower design are especially suitable for research laboratories, test applications or educational.

Apart from basic functions of electronic loads, set point curves can be generated from the integrated function generator (sine, rectangular, triangular and other curve types). Arbitrary curves can be stored on and uploaded from an USB stick.

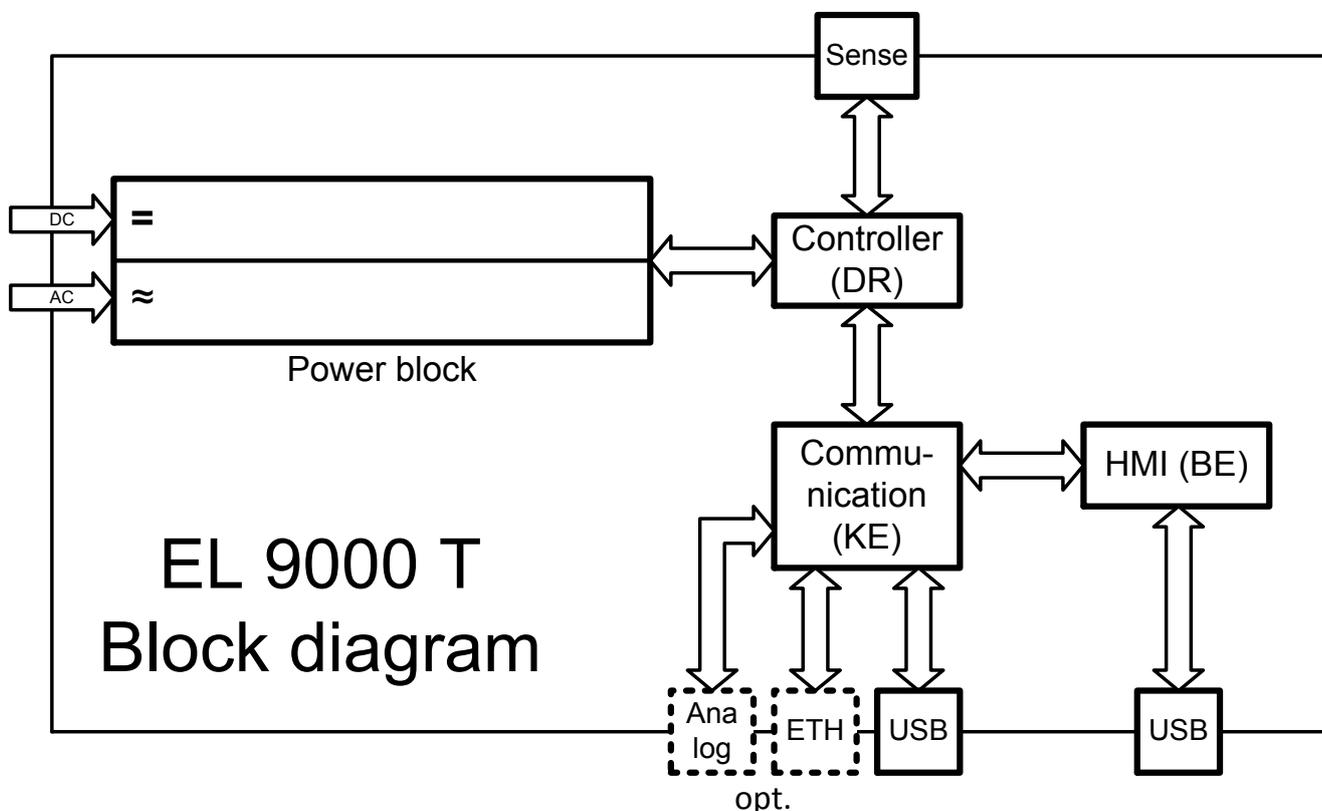
For remote control using a PC or PLC the devices are provided as standard with USB, but can also be extended by an Ethernet/LAN port as well as a fast and galvanically isolated analog interface by installing an optional interface module.

All models are controlled by microprocessors. These enable an exact and fast measurement and display of actual values.

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.



1.9.3 Scope of delivery

- 1 x Electronic load device
- 1 x 1.8 m USB cable
- 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:

<p>IF-KE4 Ordering nr. 33 100 231</p>	<p>Exchangeable interface module with USB and Ethernet ports, as well as an 15-pole analog interface (D-Sub type). All interfaces are galvanically isolated from the device. The module can be retrofitted by the end user.</p>
--	---

1.9.5 The control panel (HMI)

The HMI (Human Machine Interface) consists of a display with touchscreen, two rotary knobs, a button and an USB port.

1.9.5.1 Touchscreen display

The graphic touchscreen display is divided into a number of areas. The complete display is touch sensitive and can be operated by finger or stylus to control the equipment.

In normal operation the screen is separated into four areas of equal size, of which three are used to show actual and set values and one to display status information:



Touch areas may be enabled or disabled:

MENU Black text or symbol = Enabled **MENU** Grey text or symbol = Disabled

- **Actual / set values area (blue, red, green, orange)**

In normal operation the DC input values (large numbers) and set values (small numbers) for voltage, current and power are displayed. Resistance set value of the variable internal resistance is only displayed while resistance mode is activated. The fourth value, P or R depending on the current display mode, is then only accessible via MENU and only while the DC input is switched off.

When the DC input is switched on, the actual regulation mode, **CV**, **CC**, **CP** or **CR** is displayed in the corresponding area, as depicted in the figure above with “CC” in the red area for current.

The set values can be adjusted with the rotary knobs below the touch screen or can be entered directly via the touchscreen. When adjusting with the knobs, pushing the knob will select the digit to adjust. Logically, the values are increased by 1 in clockwise turning and decreased by 1 in anti-clockwise turning, until reaching any limit (see „3.4.4. Adjustment limits“).

General display and setting ranges:

Display	Unit	Range	Description
Actual voltage	V	0-125% U_{Nenn}	Actual value of DC input voltage
Set value of voltage ⁽¹⁾	V	0-100% U_{Nenn}	Set value for limiting the DC input voltage
Actual current	A	0.2-125% I_{Nenn}	Actual value of DC input current
Set value of current ⁽¹⁾	A	0-100% I_{Nenn}	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	0-100% 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	Ω	$x^{(2)}$ -100% R_{Max}	Set value for the target 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% 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 resistance set value varies according to model. See technical specifications in 1.8.3

• Status indicators (lower right)

This area displays various status texts and symbols:

Display	Description
Locked	The HMI is locked
Unlocked	The HMI is unlocked
Remote:	The device is under remote control from....
Analogthe (optional) rear analog interface
USBthe rear USB port
Ethernetthe (optional) rear 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.
Event:	A user defined event has occurred which is not yet acknowledged.
FG	Function generator mode (remote control)
Function:	Function generator mode active (manual control)
 / 	Data logging to USB stick active or failed

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 the MENU. For a detailed description of the individual functions see section „3.4 Manual operation“ on page 28. While the screen shows the main page, the assignment of the left-hand knob can be changed by tapping either the blue (voltage) or green/orange (power or resistance) area on screen, unless the control panel is locked. The right-hand knob is then permanently assigned to current (red).

Alternatively, values can be entered directly with a ten-key pad by tapping on the small icons



1.9.5.3 Button function of the rotary knobs

The rotary knobs also have a pushbutton function which is used in all menu options for value adjustment to move the cursor by rotation as shown:



1.9.5.4 Resolution of the displayed values

In the display, set values can be adjusted in fixed increments. 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, UVD, OVD, U-min, U-max			Current, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Power, OPP, OPD, 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	8 A	4	0.001 A	all	4	0.1 W	40 Ω	5	0.001 Ω
200 V	5	0.01 V	18 A	5	0.001 A				340 Ω	5	0.01 Ω
500 V	4	0.1 V	45 A	4	0.01 A				2000 Ω	5	0.1 Ω

1.9.5.5 USB-Port (Front side)

The frontal USB port, located below the LED “Power”, is intended for the connection of standard USB sticks. This can be used for uploading or downloading of sequences for the arbitrary function generator or data recording during all operation modes.

USB 2.0 sticks are accepted and must be **FAT32** formatted and have a **maximum capacity of 32GB**. USB 3.0 sticks also work, but not from all manufacturers. All supported files must be held in a designated folder in the root path of the USB drive in order to be found. This folder must be named **HMI_FILES**, such that a PC would recognise the path G:\HMI_FILES if the drive were to be assigned the letter G.

The control panel of the device can read the following file types from an USB stick:

wave_u<arbitrary_text>.csv	Function generator for an arbitrary function on voltage (U) or current (I).
wave_i<arbitrary_text>.csv	The name must begin with <i>wave_u</i> / <i>wave_i</i> , the rest is user defined.
profile_<nr>.csv	Previously saved user profile. The number in the file name is a counter and not related to the actual user profile number in the HMI. A max. of 10 files to select from is shown when loading a user profile.

The control panel of the device can save the following file types to an USB stick:

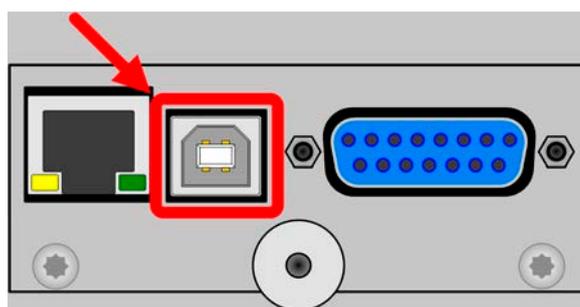
battery_test_log_<nr>.csv	File with log data recorded from the battery test function. For a battery test log, data different and/or additional to log data of normal logging is recorded. The <nr> field in the file name is automatically counted up if equally named files already exist in the folder.
usb_log_<nr>.csv	File with log data recorded during normal operation in all modes. The file layout is identical to the those generated from the Logging feature in EA Power Control. The <nr> field in the file name is automatically counted up if equally named files already exist in the folder.
profile_<nr>.csv	User profile. The number in the file name is a counter and not related to the actual user profile number in the HMI. A max. of 10 files can be stored by in the folder.
wave_u_<nr>.csv wave_i_<nr>.csv	Function generator for an arbitrary function, 100 sequence of either voltage (U) or current (I), depending on the selection
mpp_result_<nr>.csv	Result data from MPP tracking mode 4 in form of a table with 100 data groups (Umpp, Impp, Pmpp)

1.9.6 USB port (back side)

The USB-B port on the back side of the device is provided for communication with the device and for firmware updates. The included USB cable 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 included USB stick or the web site of Elektro-Automatik.

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.

If remote control is going to be activated, the USB interface has no priority over any other interface and can therefore only be used alternatively to them. However, monitoring is always available, no matter if and via what interface the device is remotely controlled.

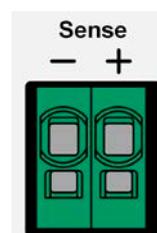


Picture shows optional installable IF-KE4 module

1.9.7 “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.

Using remote sensing is effective in constant voltage (CV) operation. Keeping this input connected in other operation modes should be avoided as the typically thin lines can increase the oscillation tendency. Also see section 3.2.5 for more about this topic.



1.9.8 Ethernet port

The Ethernet port is optional. Also see section 1.9.4.

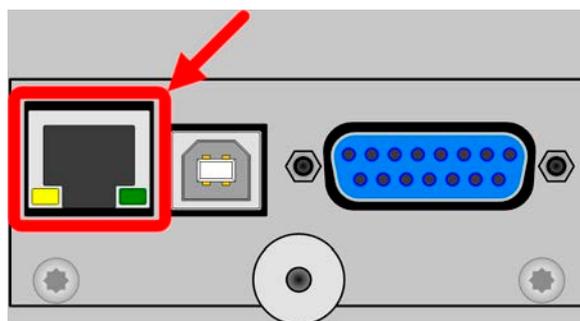
The port on the back side of the device is provided for communication with the device in terms of remote control or monitoring. The user has basically two options of access:

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.

If remote control is going to be activated, the Ethernet interface has no priority over any other interface and can therefore only be used alternatively to them. However, monitoring is always available, no matter if and via what interface the device is remotely controlled.



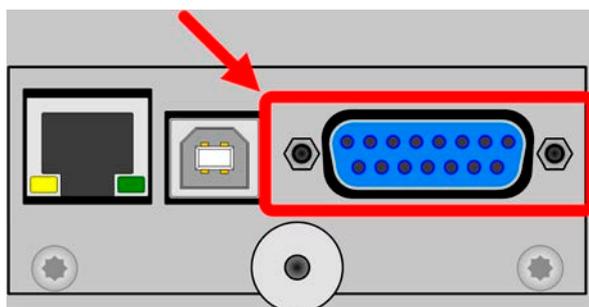
1.9.9 Analog interface

The analog interface is optional. Also see section 1.9.4.

This 15 pole Sub-D socket on the back side of the device is provided for remote control of the device via analog or digital signals.

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%.

If remote control is going to be activated, the analog interface has no priority over any other interface and can therefore only be used alternatively to them. However, monitoring is always available, no matter if and via what interface the device is remotely controlled.



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



- 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 9000 T 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.
- The digital interface unit (the included USB or the optional IF-KE4) is modular and must always be installed correctly in the device, else it cannot work.

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!

2.3.4 Connection to DC sources



- When using the 45 A model, attention has to be paid to where the load is connected to the DC input terminals. The front-side 4mm connection point 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.

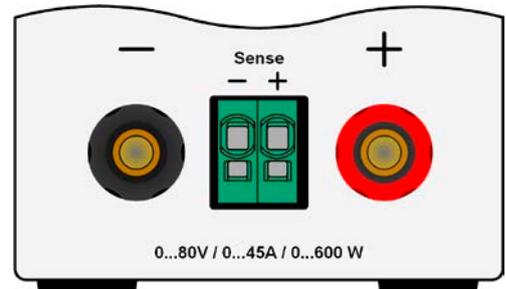
For cables **up to 5 m** and average ambient temperature up to 50°C, we recommend:

up to **10 A**: 0.75 mm² (AWG18)

up to **20 A**: 4 mm² (AWG10)

up to **45 A**: 10 mm² (AWG8)

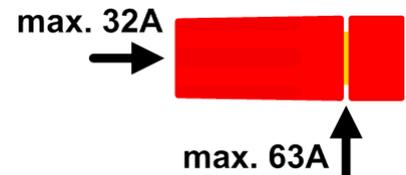
per lead (multi-conductor, insulated, openly suspended). Single cables of, for example, 10 mm² may be replaced by e.g. 2x 4 mm² etc. If the cables are long then the cross section must be increased to avoid voltage loss and overheating.



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 insulated ones in order 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 would 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. Also see section 3.2.5.
- 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.

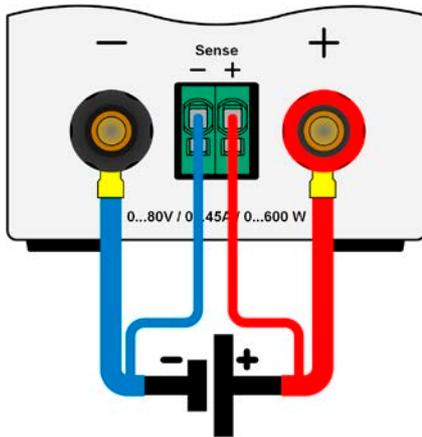


Figure 6 - Example for remote sensing wiring

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 below the bigger one to loosen the cable clamp, then remove cable end

2.3.7 Connecting the analog interface

The optionally available 15 pole connector (Type: Sub-D, D-Sub) on the rear side is an analog interface. To connect this to a controlling hardware (PC, electronic circuit), a standard plug is necessary (not included in the scope of delivery). 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 (rear side)

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 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!

2.3.10 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 „2.3.9. *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

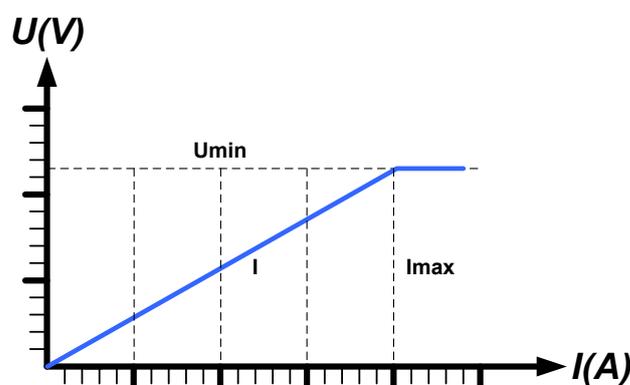
The internal voltage controller can be switched between "Slow" and "Fast" (see „3.4.3.2. Menu "General Settings""). Factory default value is "Slow". Which setting to select depends on the actual situation in which the device is going to be operated, but primarily it depends of the type of voltage source. 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

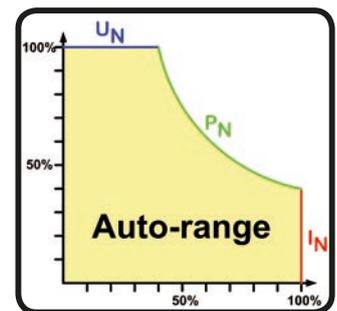
Inside electronic loads, whose operating principle is based on a variable internal resistance, constant resistance mode (CR) is almost a natural characteristic. The load attempts to set the internal resistance to the user defined value by determining the input current depending on the input voltage according 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.

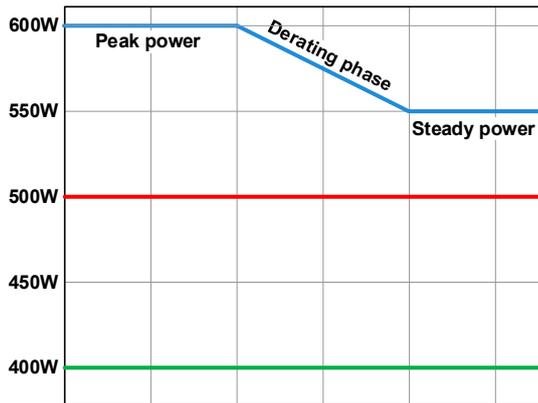
3.2.4.1 Temperature dependent derating

This series consists of conventional electronic loads which convert the consumed electrical energy into heat and dissipate it. In order to avoid overheating, the device will automatically reduce, i.e. derate the actual input power when heating up. It means, at a cold start it can take the peak power (see technical specs) for a certain time before it starts reducing.

This derating is depending on the ambient temperature. It means, that at 10°C the load can take the peak power for a much longer time than at 20°C ambient temperature or higher. Disregarding the ambient temperature, the derating will be constant at a certain power per degree Kelvin (x W/K, see technical specifications), down to the steady power which is rated for the typical ambient temperature of 40°C (104°F) and further down.

If the device is supplied with less power than the rated steady power at a certain ambient temperature, the derating won't necessarily impact the operation. However, the internal power reduction is always imminent. For example, if you would run a model with rated 600 W power for a while at 400 W constant actual power, while the power limit is set to 600 W, and your source would make a voltage step or the load a current step, the power limit of 600 W could still not be achieved.

See the diagrams below for clarification.



Principle derating progression

The maximum power is absorbed by the load device for a time x, before derating starts. After the start of derating, the available input power of the load will settle around the point as given in the technical for 40°C ambient. The true input power can be read from the device's actual power value (display or via interface). In case the ambient temperature rises, the derating will continue.

blue: 80 V model

red: 200 V model

green: 500 V model

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 model: 1000 µF...4700 µF

200 V model: 100 µF...470 µF

500 V model: 47 µF...150 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 as a readable status and alarm counter via the digital interface. In addition, the alarms OT and OVP are reported as signals on the analogue interface (optional accessory). For later acquisition, an alarm counter can be read from the display or via digital interface.

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

3.3.2 Overtemperature

An overtemperature alarm (OT) can occur if 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. Though the device recovers most of the consumed energy with a high efficiency, it requires cooling.

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, 0...103% U_{NOM})

This function serves to warn the user of the electronic load 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.

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 that 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 rear 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 “**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 (if installed) 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.

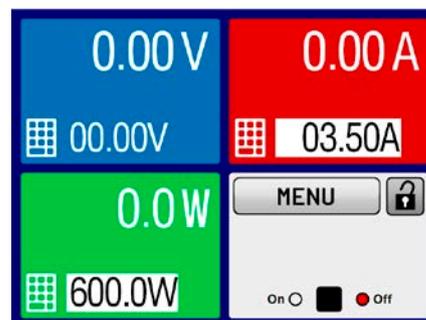
The DC input is immediately switched off and after a short while fans will shut down and after another few seconds the device will be completely powered off.

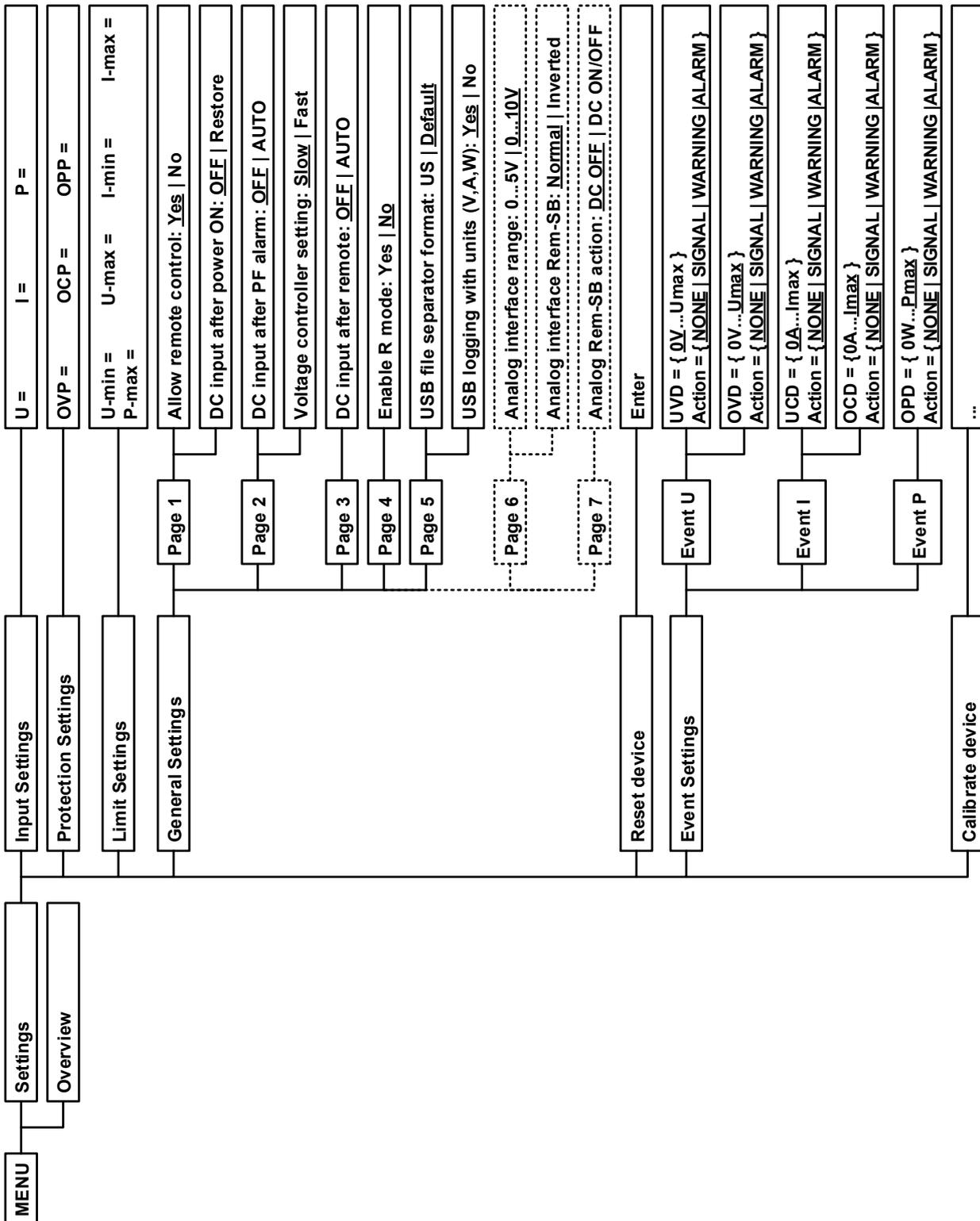
3.4.3 Configuration via MENU

The MENU serves to configure all operating parameters which are not constantly required. These can be set by finger touch on the MENU touch area, but only if the DC input is switched OFF. See figure to the right.

Menu navigation is by finger touch. Values are set using the rotary knobs. The assignment of the knobs to the adjustable values is not indicated, but there is an assignment rule: upper or left-hand value -> left-hand knob, lower or right-hand value -> right-hand knob.

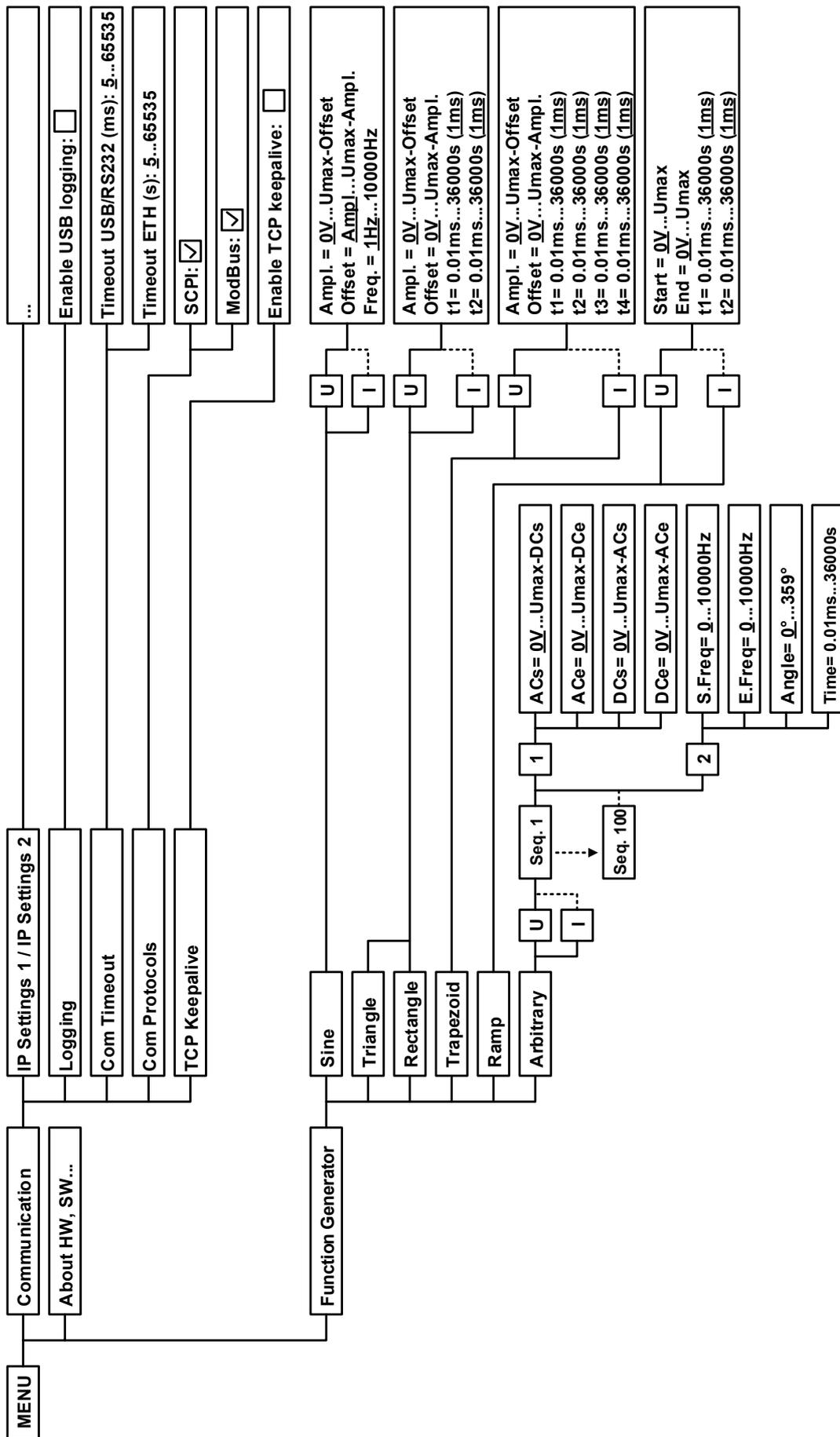
The menu structure is shown schematically on the following pages. Some setting parameters are self-explanatory, others are not. The latter will be explained on the pages following.





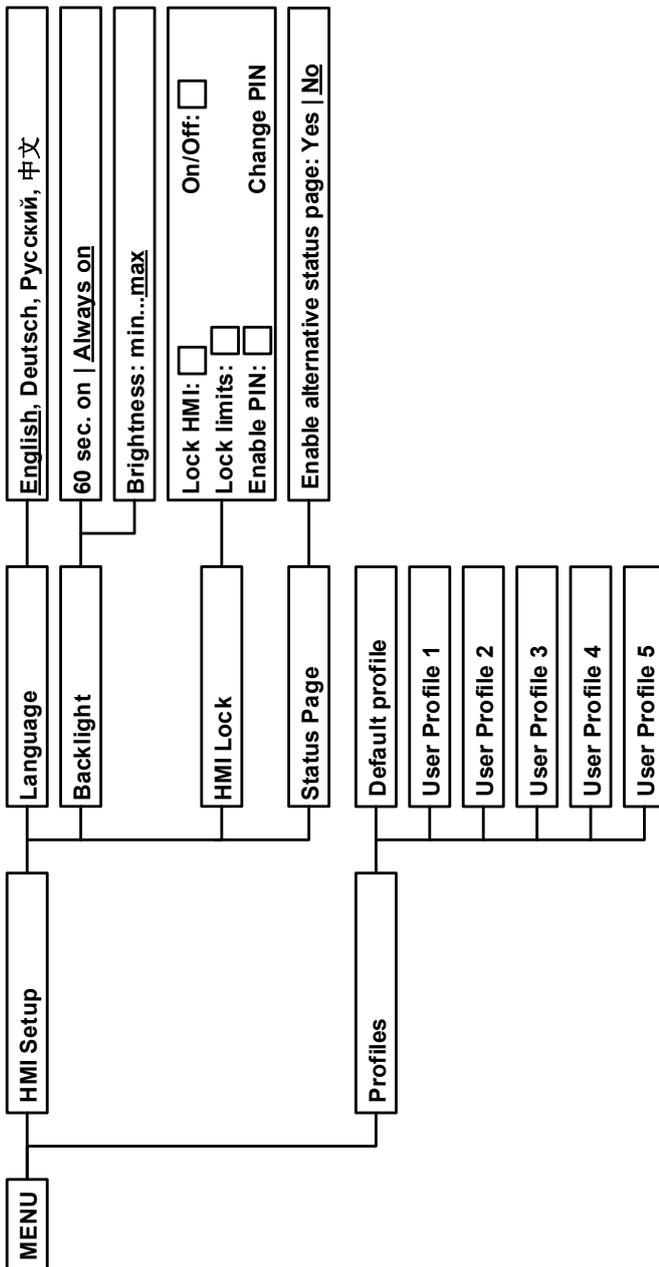
Parameters in curly brackets describe the selectable range, underlined parameters show the default value after delivery or reset.
 Parameters in dotted boxes are related to optional components and may not be shown on the display.





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	P.	Description
Input Settings	1	Allows for adjustment of set values related to the DC input, alternatively to the handling in the main screen of the display
Protection	1	Allows for adjustment of protection thresholds (here: OVP, OCP, OPP) related to the DC input. Also see section „3.3. Alarm conditions“
Limit Settings	1	Allows for adjustment of adjustment limits for set values. Also see section „3.4.4. Adjustment limits“
General Settings	2	Settings for the operation of the device and its interface(s). Details below
Reset device	2	Touch area “ Start ” will initiate a reset of all settings (HMI, profile etc.) to factory default, as shown in the menu structure diagrams on the previous pages
Event Settings	2	Allows for adjustment of supervision features related to the DC input. Also see section „3.6.2.1. User defined events“

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	1	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
Voltage controller setting	2	Selects the regulation speed of the internal voltage regulator between “ Slow ” and “ Fast ”. See „3.2.1.1. Speed of the voltage controller“.
DC input after remote	3	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
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“.
USB file separator format	5	Switches the decimal point format of values and also the CSV file separator for USB logging (see 1.9.5.5 and 3.4.9), as well as for other features where a CSV file can be loaded US = Comma separator (US standard for CSV files) Default = Semicolon separator (german/european standard for CSV files)
USB logging with units (V,A,W)	5	CSV files generated from USB logging by default add physical units to values. This can be deactivated by setting this option to “ No ”
Analog interface range	6	<i>This parameter is only display if the optional analog interface is installed.</i> Selects the voltage range for the analog set input 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	6	<p><i>This parameter is only display if the optional analog 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>
Analog Rem-SB action	7	<p><i>This parameter is only display if the optional analog interface is installed.</i></p> <p>Selects the action on the DC input that is initiated when changing the level of analog input “Rem-SB”:</p> <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

3.4.3.3 Menu “Profiles”

See „3.9 Loading and saving a user profile“ on page 48.

3.4.3.4 Menu “Overview”

This menu has four submenus which all displays overview information about input set values, limits, events and an alarm history which lists the number of device alarms that probably occurred since the device has been powered. Nothing can be changed here.

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.

3.4.3.6 Menu “Function Generator”

See „3.10 The function generator“ on page 50.

3.4.3.7 Menu “Communication”

Apart from settings related to the USB logging feature, all settings for the digital interface(s) on the rear side are configured here. Upon delivery, the device only features an USB port which doesn’t require configuration. It can be extended by an Ethernet/LAN port by installing the optional 3-way interface board IF-KE4. After installation or a complete device reset, the 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: empty, but configurable via HMI
- Domain: empty, but configurable via HMI

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
Adr. Source	<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>

Element	Description
Subnet mask	Only available with setting " Manual ". Default value: 255.255.255.0 Manual setting of the subnet mask in standard IP format (setting will be stored)
Gateway	Only available with setting " Manual ". Default value: 192.168.0.1 Manual setting of the gateway address in standard IP format (setting will be stored)

Submenu "**IP Settings 2**"

Element	Description
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
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

Submenu "**TCP Keep-Alive**"

Element	Description
Enable TCP Keep-Alive	Default setting: disabled Enables/disables the "keep-alive time" functionality of TCP.

Submenu "**Logging**"

Element	Description
Enable USB logging	Default setting: disabled Enables/disables the "log to USB stick" feature. Once enabled, you can define the log interval (multiple steps, 500 ms ... 5 s) and choose between Start/stop with DC on/off or Manual start/stop . With a properly formatted USB stick (also see 1.9.5.5) plugged, logging to USB stick can be used anytime. For more refer to „3.4.9. Recording to USB stick (logging)“.

Submenu "**Com Protocols**" (communication protocols)

Element	Description
SCPI / ModBus	Default setting: both enabled 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 "**Com Timeout**" (communication timeout)

Element	Description
Timeout USB (ms)	Default value: 5 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 & SCPI".
Timeout ETH (s)	Default value: 5 Defines the time after which the device disconnects the Ethernet socket automatically due to inactivity.

3.4.3.8 Menu "HMI Setup"

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

Element	Description
Language	Selection of the display language between German, English, Russian or Chinese. This selection screen is also shown for 3 seconds during the startup phase of the device.
Backlight	The choice here is whether the backlight remains permanently on or if it should be switched off when no input via screen or rotary knob is made for 60 s. As soon as input is made, the backlight returns automatically. Furthermore the backlight intensity can be adjusted here.
HMI Lock	Used to activate/deactivate the HMI and the limits lock. For more information refer to „3.7. Control panel (HMI) lock“ and „3.8. Limits lock“
Status Page	When enabled, this option switches the main screen of the device display to a simpler version with only voltage and current plus status.
Limits Lock	Allows for the lock of safety relevant parameters with a PIN code, here the so-called adjustment limits. See „3.8. Limits lock“ for more information. While the lock is active, the menu to set these adjustment limits is not accessible. The PIN used here is the same as for the "HMI PIN" lock (see above). The lock is also effective on the user profiles, because they contain a set of values for the limit settings, as well as on the feature "Reset device".

3.4.4 Adjustment limits



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



The limits settings could be locked by a PIN (see MENU, "Limits lock")

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

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.



► How to configure the adjustment limits

1. On the main screen, tap **MENU** to access the SETTINGS menu.



2. Tap on **Settings** and then on **Limit Settings** to open the menu page for the adjustment limits.
3. In each case a pair of upper and lower limits for U/I or the upper limit for P/R is assigned to the rotary knobs and can be adjusted. Tap another pair to switch the selection.

4. Accept the settings with **ENTER**.



The values can also be entered directly using the ten-key pad. This appears when tapping touch area "Direct input".



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 current is adjusted to 40 A, then the set value 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 Changing the operating mode

In general, the manual operation of an EL 9000 T distinguishes between two operating modes: UIP and UIR.

With mode UIR selected, the resistance set value is adjustable additionally to the one of U and I, while in UIP the power set value replaces the resistance value. The resistance, as adjustable set value, is only available after activation of the resistance mode (short: UIR) in the MENU (also see „3.4.3.2. Menu "General Settings"").

► How to switch the operation mode between UIP and UIR

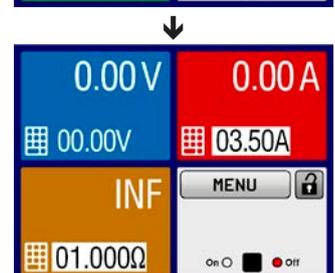
1. Activate the resistance mode in the MENU. After leaving the menu again, the area which was filled green before and showed the set and actual values of power now is filled with an orange-brown and will show set and actual values of resistance.
2. Going back to UIP mode is done vice versa, by deactivating UIR mode in the MENU again. The lower left area is then switched back to green fill and power values are shown again.



Depending on the selection, a different value (U, P or R) is assigned to the left-hand rotary knob while the right-hand knob is always assigned to the current (I).



Switching to UIR mode does not deactivate the set value of power. It means, the adjusted power value is still in effect. During UIR mode, the power set value can only be accessed and adjusted in the MENU.



3.4.6 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.

The set values can be entered manually in two ways: via rotary knob or direct input.



Entering a value changes it immediately and no matter if the DC input is switched on or off.



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 display will show a note like “Limit: U-max” etc. for 1.5 seconds next to the adjusted value.

► 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 with the two assigned set values being inverted.
2. If, as shown in the example, the assignment is voltage (U, left-hand knob) and current (I, right-hand knob) and you wish to set the power the assignment of the left-hand knob can be changed by tapping the green area for power. This will switch the knob to power adjustment and highlight the power value.



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):



► How to adjust values via direct input

1. In the main screen, depending on the rotary knob assignment, values can be set for voltage (U), current (I), power (P) or resistance (R) via direct input by tapping on the small keypad symbol in the set/actual value display areas, e.g. in the uppermost area of voltage.
2. Enter the required value using the ten-key pad. Similar to a pocket calculator the key **c** clears the input.



Decimal values are set by tapping the point key. For example, 54.3 V is set with **5** **4** **.** **3** and **ENTER**.

3. The display reverts to the main page and the set values take effect.

3.4.7 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 values to a simpler mode with only voltage and current display. 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 Setup”“ to see where to switch the view mode in the MENU. Comparison:

Standard status page



Alternative status page



Limitations of the alternative status page:



In alternative status page mode, the set values of power and resistance are not adjustable while the DC input is switched on. They can only be accessed and adjusted in the MENU, in "Settings->Input Settings" while the DC input is off.

Rules for manual handling of the HMI in alternative status page mode:

- The two rotary knobs are assigned to voltage (left knob) and current (right knob) all the time, except for menus
- Set values input is the same as in standard status page mode, with knobs or by direct input
- Regulation modes CP and CR are displayed alternatively to CC at the same position

3.4.8 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 built-in analog interface. For more information refer to 3.4.3.2 and example a) in 3.5.4.7. In such a situation, the device will 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 ON/OFF. Otherwise you are asked to disable the HMI lock (simple unlock or by entering the PIN, if 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 displayed as either "On" or "Off", next to LEDs with corresponding colour.

► 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 41.

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

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

3.4.9 Recording to USB stick (logging)

Device data can be recorded to USB stick (2.0, 3.0, not all vendors supported) anytime. For specifications of the USB stick and the generated log files refer to section „1.9.5.5. USB-Port (Front side)“.

The logging stores files of CSV format on the stick. The layout of the log data is the same as when logging via PC with software EA Power Control. The advantage of USB logging over PC logging is the mobility and that no PC is required. The logging feature just has to be activated and configured in the MENU.

3.4.9.1 Configuration

Also see section 3.4.3.7. After USB logging has been enabled and the parameters “Logging interval” and “Start/Stop” have been set, logging can be started anytime from within the MENU or after leaving it, depends on the selected start/stop mode.

3.4.9.2 Handling (start/stop)

With setting “**Start/stop with DC on/off**” logging will start each time the DC input of the device is switched on, no matter if manually with the front button “On/Off” or remotely via analog or digital interface. With setting “**Manual start/stop**” it is different. Logging is then started and stopped only in the MENU, in the loggingconfiguration page.

Soon after logging has been started, the symbol  indicates the ongoing logging action. In case there is an error while logging, such as USB stick full or removed, it will be indicated by another symbol (). After every manual stop or switching the DC input off the logging is stopped and the log file closed.

3.4.9.3 Log file format

Type: text file in european CSV format

Layout:

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

Legend:

U set / I set / P set / R set: Set values

U actual / I actual / P actual / R actual: Actual values

Error: device alarms

Time: elapsed time since logging start

Device mode: actual regulation mode (also see „3.2. Operating modes“)

Important to know:

- R set and R actual are only recorded if UIR mode is active (refer to section 3.4.5)
- Unlike the logging on PC, every log start here creates a new log file with a counter in the file name, starting generally with 1, but minding existing files

3.4.9.4 Special notes and limitations

- Max. log file size (due to FAT32 formatting): 4 GB
- Max. number of log files in folder HMI_FILES: 1024
- With setting “**Start/stop with DC on/off**”, the logging will also stop on alarms or events with action “Alarm”, because they switch off the DC input
- With setting “**Manual start/stop**” the device will continue to log even on occurring alarms, so this mode can be used to determine the period of temporary alarms like OT or PF

3.5 Remote control

3.5.1 General

Remote control is possible via the built-in USB port (rear side) or the optionally available interfaces Analog and Ethernet (also see sections 1.9.4, 1.9.8 and 1.9.9). Important here is that only the analog or any of the digital interfaces 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 can be controlled. Essentially there are two: at the device itself (manual control) and external (remote control). The following locations are defined:

Displayed location	Description
- (free)	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 may be 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 displayed in the bottom right area. 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, which would not be possible remotely.

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

- If remote control via the digital interface is active (“**Remote**”), then it is immediately terminated and in order to continue remote control once “**Local**” is no longer active, it has to be reactivated at the PC
- 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 this 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 built-in digital interfaces USB and Ethernet (optionally available).

For USB, a standard USB cable is included in the delivery, 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 „1.9.8. Ethernet port“.

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, resistance) 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 & 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, galvanically isolated, 15-pole analog interface (short: AI, also see section 1.9.9) is located on the back side of the device after installation 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 the **three** set values of voltage, current and power via the analog interface must always be done concurrently. It means, that for example the voltage can't be given via the AI and current and power set by the rotary knobs, or vice versa. The internal resistance set value can additionally be adjusted.

The OVP set value and other supervision (events) and alarm thresholds cannot be set via the AI and therefore must be adapted to the given situation before the AI will be in control. Analog set values can be supplied by an external voltage or generated from the reference voltage on pin 3. As soon as remote control via the analog interface is activated, the display set values will be those provided by the 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:

- 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 the set values is not used for adjustment, it can be tied to a defined level or connected to pin VREF (solder bridge or different), so it gives 100%



The analog interface is galvanically isolated from DC input. Therefore do not connect any ground of the analog interface to the DC- or DC+ input!

3.5.4.2 Resolution and sample rate

The analog interface is internally sampled and processed by a digital microcontroller. This causes a limited resolution of analog steps. The resolution is the same for set values (VSEL etc.) and actual values (VMON/CMON) and is approx. 16384 (14 bits) 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.

There is furthermore a max. sample rate of 500 Hz. It means, the device can acquire analog set values and states on digital pins 500 times per second.

3.5.4.3 Acknowledging device alarms

Device alarms (see 3.6.2) 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 „3.6.2. 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

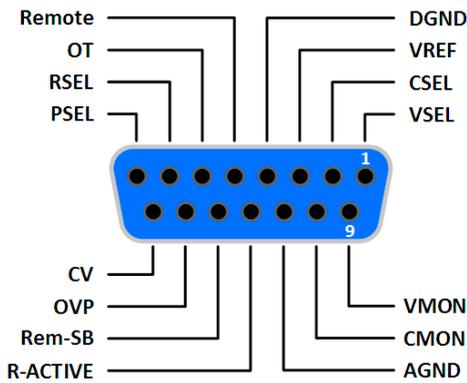
Pin	Name	Type*	Description	Default levels	Electrical specification
1	VSEL	AI	Set voltage value	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of U_{Nom}	Accuracy 0-5 V range: < 0.4% ***** Accuracy 0-10 V range: < 0.2% *****
2	CSEL	AI	Set current value	0...10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of I_{Nom}	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 $U_{LOW\ to\ HIGH\ typ.} = 3\text{ V}$ 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 $U_{LOW\ to\ HIGH\ typ.} = 3\text{ V}$ 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

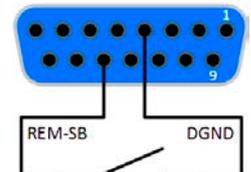
	<p>Digital Input (DI)</p> <p>It requires to use a switch with low resistance (relay, switch, circuit breaker etc.) in order to send a clean signal to the DGND.</p>		<p>Analog Input (AI)</p> <p>High resistance input (impedance >40 k....100 kΩ) for an OA circuit.</p>
	<p>Digital Output (DO)</p> <p>A quasi 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 off the DC input 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". So 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		

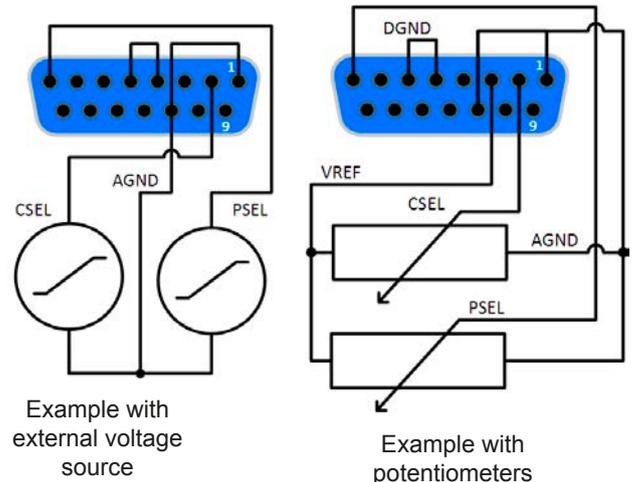
b) Remote control of current and power.

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.

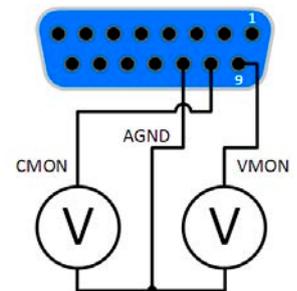
If the control voltage is fed in from an external source it is necessary to consider the input voltage ranges for set values (0...5 V or 0...10 V).



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 Definition of terms

There is a clear distinction between equipment alarms (see „3.3. Alarm conditions“) such as overvoltage or overheating, and user defined events such as e.g **OVD** overvoltage monitoring. Whilst device alarms primarily serve to protect the source by switching off the DC input, user defined events can also switch off the DC input (Action = ALARM), but can also simply make the user aware by a pop-up in the display. The actions driven by user defined events can be selected:

Action	Impact	Example
NONE	User defined event is disabled.	
SIGNAL	On reaching the condition which triggers the event, the action SIGNAL will show a text message in the status area of the display.	
WARNING	On reaching the condition which triggers the event, the action WARNING will show a text message in the status area of the display and pop up an additional warning message.	
ALARM	On reaching the condition which triggers the event, the action ALARM will show a text message in the status area of the display with an additional alarm pop-up. Furthermore the DC input is switched off. Certain device alarms are also signalled to the analog interface or can be queried via the digital interface.	

3.6.2 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 or the overcurrent event OCD of the electronic load, in case these supervision thresholds are adjusted to too sensitive levels
- 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 or overvoltage supervision event OVD, in case these thresholds are adjusted to too sensitive levels

A device alarm incident will usually lead to DC input switch-off, the appearance of a pop-up in the middle of the display 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 will disappear. If the condition persists, the display remains and, following elimination of the cause, must be acknowledged again.

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

1. If the alarm is indicated as a pop-up, tap **OK**.
2. If the alarm has already been acknowledged, but is still displayed in the status area, then first tap the status area to make the alert pop up again and then acknowledge with **OK**.



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 & 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..	$0\text{ V} \dots 1.03 \cdot U_{\text{Nom}}$	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..	$0\text{ A} \dots 1.1 \cdot I_{\text{Nom}}$	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..	$0\text{ W} \dots 1.1 \cdot P_{\text{Nom}}$	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

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen.
2. In the menu tap on "Settings" and then on "Protection Settings".
3. 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 set values can also be entered using a numeric pad, which appears when tapping the numpad symbol on this screen.

3.6.2.1 User defined events

The monitoring functions of the device can be configured for user defined events. By default, events are deactivated (action = NONE). Contrary to device alarms, the events only work while the DC input is switched on. It means, for instance, that you cannot detect undervoltage (UVD) anymore after switching the DC input off and the voltage is still sinking.

The following events can be configured independently and can, in each case, trigger the actions NONE, SIGNAL, WARNING or ALARM.

Event	Meaning	Description	Range
UVD	UnderVoltage Detection	Triggers an event if the input voltage falls below the defined threshold.	$0\text{ V} \dots U_{\text{Nom}}$
OVD	OverVoltage Detection	Triggers an event if the input voltage exceeds the defined threshold.	$0\text{ V} \dots U_{\text{Nom}}$
UCD	UnderCurrent Detection	Triggers an event if the input current falls below the defined threshold.	$0\text{ A} \dots I_{\text{Nom}}$
OCD	OverCurrent Detection	Triggers an event if the input current exceeds the defined threshold.	$0\text{ A} \dots I_{\text{Nom}}$
OPD	OverPower Detection	Triggers an event if the input power exceeds the defined threshold.	$0\text{ W} \dots P_{\text{Nom}}$



These events should not be confused with alarms such as OT and OVP which are for device protection. User defined events can, however, if set to action ALARM, switch off the DC input and thus protect the source (power supply, battery)

► How to configure user defined events

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen.
2. In the menu tap on “**Settings**”, then on “**Page 2**” and there on “**Event Settings**”.
3. Switch between parameters for voltage, current and power monitoring with the touch areas “**Event U**”, “**Event I**” and “**Event P**” on the right side.
4. Set the monitoring limits with the left hand rotary knob and the triggered action with the right hand knob relevant to the application (also see „3.6.1. Definition of terms“). Switching between the upper and lower values is done by tapping the stroked area.
5. Accept the settings with .



User events are an integral part of the actual user profile. Thus, if another user profile or the default profile is selected and used the events could either be differently configured or not at all.



The set values can be entered using the ten-key tab. This will appear by tapping the touch area “Direct input”.

3.7 Control panel (HMI) lock

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

► How to lock the HMI

1. In the main page, tap the lock symbol .
2. In the settings page “**HMI Lock Setup**” you are then asked to chose between a complete HMI lock (check mark set for “**Lock HMI**”) or a partial lock where the On/Off button on the front of the device is still usable (check mark also set for “**On/Off**”). You may also chose to activate the additional PIN (“**Enable PIN**”). The device would later request to enter this PIN every time you want to unlock the HMI, until the PIN is deactivated again.



Be careful with the “**Enable PIN**” option if you are unsure what PIN is currently set. If you are unsure, use “**Change PIN**” to define a new one.

4. Activate the lock with . The status “**Locked**” as shown in the figure to the right.

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. Tap any part of the touchscreen of the locked HMI, or turn one of the rotary knobs or press the button “On/Off” (only in complete lock mode).
2. This request pop-up will appear: .
3. Unlock the HMI by tapping on “Tap to unlock” 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 “**HMI Lock Setup**”, another requester will pop up, asking you to enter the **PIN** before it finally unlocks the HMI.

3.8 Limits lock

In order to avoid the alteration of the adjustment limits (also see „3.4.4. Adjustment limits“) by an unprivileged user, the screen with the adjustment limit settings (“Limits”) can be locked by a PIN code. The menu pages “**Limit Settings**” and “**Profiles**” will then become inaccessible until the lock is removed. Tapping a locked menu page, i.e. touch area is greyed out, will give the option to unlock the access by entering the PIN.

► How to lock the limits settings

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen.
2. In the menu tap on “**Page 2**”, then “**HMI Settings**” and there “**HMI Lock**”.
3. In the settings page set the check mark for “**Lock limits**” and also “**Enable PIN**”.



Enabling the PIN for the limits lock is recommended. The PIN is also used for the HMI lock.

4. Activate the lock by leaving the settings page with .



Be careful with the “**Enable PIN**” option if you are unsure what PIN is currently set. If you are unsure, use “**Change PIN**” to define a new one.

► How to unlock the limits settings

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen.
2. In the menu tap on “**Page 2**”, then “**HMI Settings**” and there “**HMI Lock**”.
3. In the settings page “**HMI Lock Setup**” unset the check mark for “**Lock Limits**”. In the following pop-up tap on “**Unlock**” and then you will be asked to enter the 4-digit PIN.
4. Deactivate the lock by submitting the correct PIN with .

3.9 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 (working profile) as a user profile

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen
2. In the menu page, tap on “**Page 2**” and then on “**Profiles**”.
3. In the selection screen (see image to the right) choose between user profiles 1-5 in which the settings are to be saved. The profile will then be displayed and the values can be checked, but not changed.
4. Tap on touch area “**Save/Load**” and in the next screen save the user profile with touch area “**Save**”.



► How to load a user profile to work with

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen
2. In the menu page, tap on “**Page 2**” and then on “**Profiles**”.
3. In the selection screen (see image to the right) choose between user profiles 1-5 in which the settings are to be saved. The profile will then be displayed and the values can be checked, but not changed.
4. Tap on touch area “**Save/Load**” and in the next screen load the user profile with touch area “**Load**”.

User profiles can also be loaded from and saved to a properly formatted USB stick (see section 1.9.5.5 for details).

► How to load a user profile from USB stick or save to

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen
2. In the menu page, tap on “**Page 2**” and then on “**Profiles**”.
3. In the selection screen (see image to the right) choose between user profiles 1-5 in which the settings are to be saved. The profile will then be displayed and the values can be checked, but not changed.
4. Tap on touch area “**Import/Export**” and in the next screen either save the profile to USB stick by tapping on “Save to USB” or load it from the stick with “Load from USB”.



- *When loading a profile from USB stick it will overwrite all previously stored values of the selected user profile*
- *The number in the profile file name is not related to the user profile number from which it once was saved or to which is it going to be loaded*
- *The selector for picking a profile file to load can only list the first 10 files in the folder*
- *Profile files are checked for validity upon load to determine if the stored values match the device (a profile from an 80 V, 45 A model cannot be loaded for a 200 V, 10A)*

After a profile has been loaded from USB stick it doesn't become effective automatically. Like when switching between profiles, it requires to load the user profile into the working profile. See above for the steps.

3.10 The function generator

3.10.1 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.

All standard functions are based on the also available arbitrary generator. During manual control, the standard functions such as sine wave can be selected and uses separately. In remote control, they are represented by several sequences and configured with 8 parameters each. Some of the values on display are not directly available to be read via the digital interfaces, but can be obtained by reading other values and do corresponding calculation.

The following functions are retrievable, configurable and controllable:

Function	Short description
Sine wave	Sine wave generation with adjustable amplitude, offset and frequency
Triangle	Triangular wave signal generation with adjustable amplitude, offset, gain and decay times
Rectangular	Rectangular wave signal generation with adjustable amplitude, offset and duty cycle
Trapezoid	Trapezoidal wave signal generation with adjustable amplitude, offset, rise time, pulse time, fall time, idle time
Arbitrary	Generation of a process with up to 100 freely configurable curve points, each with a start and end value (AC/DC), start and end frequency, phase angle and duration
Ramp	Generation of a linear rise or fall ramp with start and end values and time before and after the ramp
Battery test	Battery discharge test with constant or pulsed current, along with Ah, Wh and time counters



With R/I being activated, access to the function generator is not available.

3.10.2 General

3.10.2.1 Limitations

The function generator is not accessible, neither for manual access nor for remote control, if resistance mode (R/I adjustment mode, also called UIR mode) is active.

3.10.2.2 Effective resolution

Depending on D/A and A/D converters and their resolution of 14 bits, the device can achieve an effective resolution of 16384 steps on the DC input for both, voltage or current. This specified the nominal values (or ratings) of voltage and current define the adjustable ranges for all settable and measured values.

3.10.2.3 Minimum slope / maximum ramp time

When using a rising or falling offset (i.e. DC part) at functions like ramp, trapezoid, triangle and even sine wave, a minimum slope, calculated from the rated values of voltage or current, is required or else the adjusted settings would be neglected by the device. Calculating the minimum slope can help to determine if a certain ramp over time can be achieved by the device or not. Example: model EL 9080-45 T is going to be used, with 80 V and 45 A rating. **Formula: minimum slope = 0.000725 * rated value / s.** For the example model it results in $\Delta U/\Delta t$ of 58 mV/s and $\Delta I/\Delta t$ of 32 mA/s. The maximum time which can be achieved with the minimum slope then calculates as approximately 1379 seconds according to formula $t_{\text{max}} = \text{rated value} / \text{min. slope}$.

3.10.3 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, but are not set automatically to optimal value by the device.

That means, if, e.g. a voltage of 10 V is applied to the DC input and a sine wave function should operate on the current with an amplitude of 20 A and offset 20 A, then the function generator will create a sine 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, for instance, 300 W then the current would be limited to 30 A and if clamped to an oscilloscope it would look like capped at 30 A and never reach the target of 40 A.

3.10.4 Manual operation

3.10.4.1 Function selection and control

Via the touchscreen one of the functions described in 3.10.1 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, tap the touch area **MENU** on the main screen.
2. In the menu tap on **"Page 2"**, then **"Function Generator"** and there on the desired function.
3. Then you are requested to select to what physical value the function is going to be applied, **U** or **I**.
4. Adjust the parameters as you desire, like offset, amplitude and frequency for a sine wave, for example.



With all functions and also the arbitrary generator, if there is a difference between start and end value of the curve and that difference is too low (min. $\Delta Y/\Delta t$), also depending on the time that is defined for one function run, the function generator will not accept the settings and pop up an error.

5. Do not forget to adjust the overall limits of voltage, current and power, which you can access with touch area **"NEXT"**.



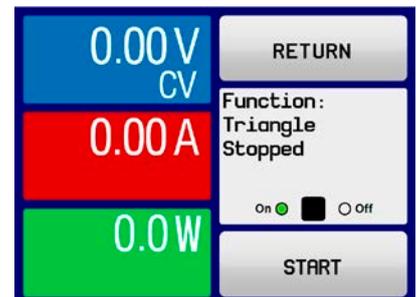
When entering function generator mode, those global limits are reset to safe values, which might prevent the function from working at all. For example, if you apply the selected function to the input current, then the overall current limit should not interfere and should at least be as high as offset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

Setting the various functions is described below. After setting it up, the function can be loaded.

► How to load a function

1. After setting the values for the required signal generation, tap on the touch area **LOAD**.

The device will then load the data into the internal controller and change the display. Shortly afterwards the static values are set (power and voltage or current), the DC input is switched on and the touch area **START** enabled. Only then can the function be started.



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.

► How to start and stop a function

1. The function can be started either by tapping **START** or pushing the “On/Off” button, if the DC input is currently switched off. The function then starts immediately. In case START is used while the DC input is still switched off, the DC input will be switched on automatically.
2. The function can be stopped either by tapping **STOP** or pushing the “On/Off” button. However, there is a difference:
 - a) The **STOP** are only stops the function, the DC input remains ON with the static values in effect.
 - b) The “On/Off” button stops the function and switches the DC input off.



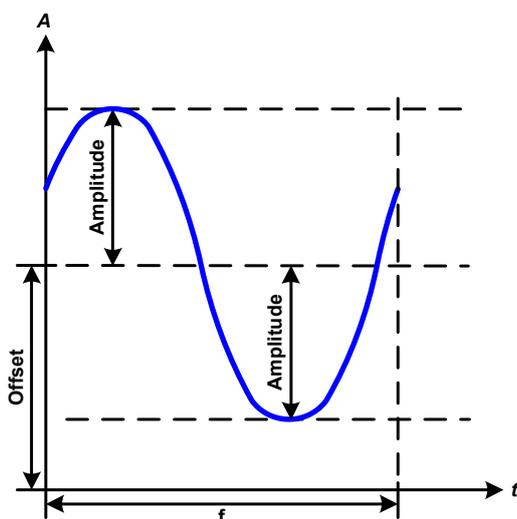
Every device alarm (overvoltage, overtemperature etc.), protection (OPP, OCP) or event with action = Alarm stops the function progress automatically, switches off the DC input and reports the alarm.

3.10.5 Sine wave function

The following parameters can be configured for a sine function:

Value	Range	Description
Ampl.	0...(Nominal value - Offset) of U, I	Amplitude of the signal to be generated
Offset	Ampl...(Nominal value - Ampl.) of U, I	Offset of the zero point of the mathematical sine curve against 0, may not be smaller than the amplitude.
Freq.	1...10000 Hz	Static frequency of the signal to be generated

Schematic diagram:



Application and result:

A normal sine wave signal is generated and applied to the selected set value, e.g. current (I). At a constant input voltage the current input of the load will follow a sine wave.

For calculating the maximum power input the amplitude and offset values for the current must be added.

Example: with an input voltage of 15 V and sin(I) selected, set the amplitude to 8 A and the offset to 12 A. The resulting maximum input power is then achieved at the highest point of the sine wave and is $(12 \text{ A} + 8 \text{ A}) \cdot 15 \text{ V} = 300 \text{ W}$.

3.10.6 Triangular function

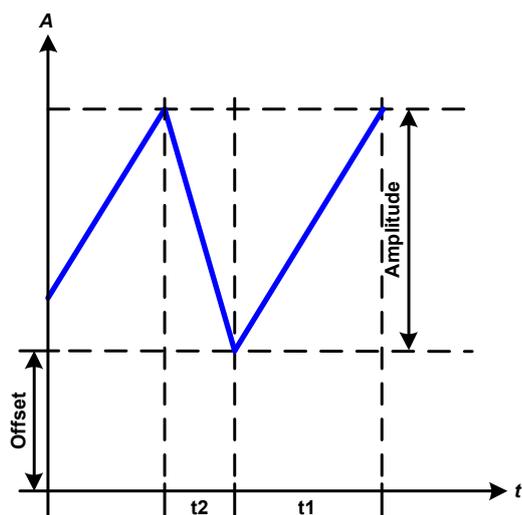
The following parameters can be configured for a triangular wave function:

Value	Range	Description
Ampl.	0...(Nominal value - Offset) of U, I	Amplitude of the signal to be generated
Offset	Ampl...(Nominal value - Ampl.) of U, I	Offset of the foot of the triangular wave against 0
t1	0.01 ms...36000 s	Time for the positive slope of the triangular wave signal.
t2	0.01 ms...36000 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 t_1 and t_2 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 t_1 and t_2 , e.g. 50 ms:50 ms (isosceles triangle) or 99.9 ms:0.1 ms (right-angled triangle or sawtooth).

3.10.7 Rectangular function

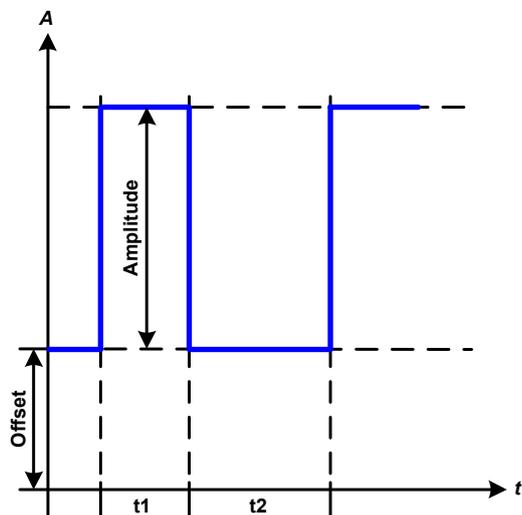
The following parameters can be configured for a rectangular wave function:

Value	Range	Description
Ampl.	0...(Nominal value - Offset) of U, I	Amplitude of the signal to be generated
Offset	Ampl...(Nominal value - Ampl.) of U, I	Offset of the foot of the rectangular wave against 0
t_1	0.01 ms...36000 s	Time (pulse width) of the upper level (amplitude)
t_2	0.01 ms...36000 s	Time (pause width) of the lower level (offset)



When adjusting very short time value for t_1 and t_2 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 t_1 and t_2 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 t_1 and t_2 can be used to define a duty cycle. The sum of t_1 and t_2 gives the period and its reciprocal is the frequency.

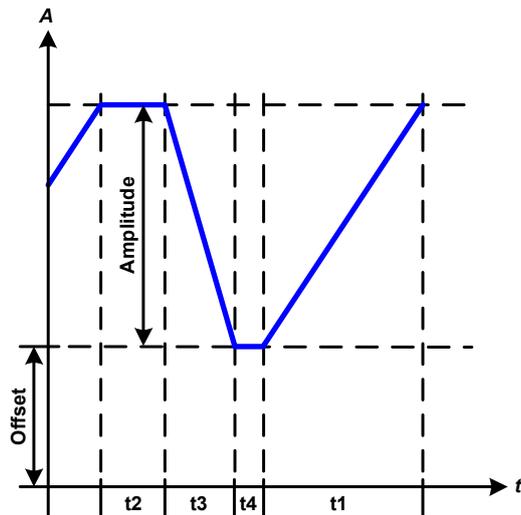
Example: a rectangular wave signal of 25 Hz and a duty cycle of 80% are required. The sum of t_1 and t_2 , the period, is $1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$. For a duty cycle of 80% the pulse time (t_1) is $40 \text{ ms} \cdot 0.8 = 32 \text{ ms}$ and the pause time (t_2) is 8 ms

3.10.8 Trapezoidal function

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

Value	Range	Description
Ampl.	0...(Nominal value - Offset) of U, I	Amplitude of the signal to be generated
Offset	Ampl...(Nominal value - Ampl.) of U, I	Offset of the foot of the trapezoidal wave against 0
t1	0.01 ms...36000 s	Time for the negative slope of the trapezoidal wave signal
t2	0.01 ms...36000 s	Time for the top value of the trapezoidal wave signal
t3	0.01 ms...36000 s	Time for the negative slope of the trapezoidal wave signal
t4	0.01 ms...36000 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 gain and decay.

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.

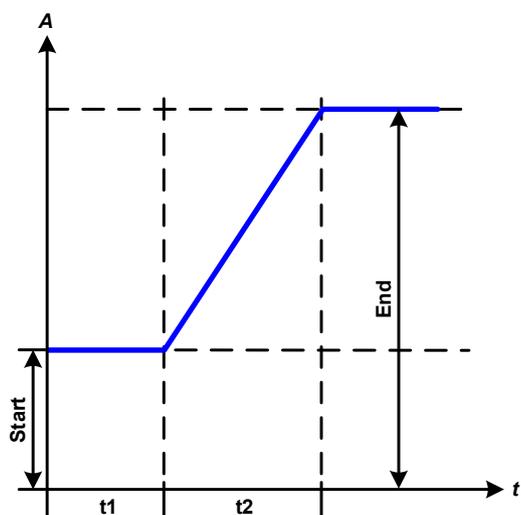
When adjusting very short time values for t1 not every adjustable amplitude can be gained on the DC input. Rule of thumb: the smaller the time value, the lower the true amplitude.

3.10.9 Ramp function

The following parameters can be configured for a ramp function.

Value	Range	Description
Start	0...Nominal value of U, I	Start value (U,I)
End	0...Nominal value of U, I	End value (U, I)
t1	0.01 ms...36000 s	Time before ramp-up or ramp-down of the signal.
t2	0.01 ms...36000 s	Ramp-up or ramp-down time

Schematic diagram:



Application and result:

This function generates a rising or falling ramp between start and end values over the time t2. Time t1 creates a delay before the ramp starts.

The function runs once and stops at the end value. To have a repeating ramp, function Trapezoid would have to be used instead (see 3.10.8).

Important to consider are the static values of U and I which define the start levels at the beginning of the ramp. It is recommended that these values are set equal to the one in set for "Start", unless the power source shall not be loaded before the start of the ramp. In that case the static values should be set to zero.

10h after reaching the ramp end, the function will stop automatically (i.e. I = 0 A resp. U = 0 V), unless it has been stopped manually before.

3.10.10 Arbitrary function

The arbitrary (freely definable) function offers the user further scope. There are 100 sequence points available for use on current I or voltage U, all of which have the same parameters but which can be differently configured so that a complex function process can be built up. The 100 sequence points can run one after another in a sequence point block, and this block can then be repeated up to 999 times or endlessly. From the 100 sequence points a block can be freely defined to run from point x to point y. A sequence point or sequence point block acts only on current or voltage, thus a mix of assignment to current I or voltage U is not possible.

The arbitrary curve overlays a linear progression (DC) with a sine curve (AC), whose amplitude and frequency are shaped between start and end values. If both, start frequency (S.Freq) and end frequency (E.Freq) are 0 Hz, the AC values have no impact and only the DC part is effective. Each sequence point is allocated a time in which the AC/DC curve from start to finish will be generated.

The following parameters can be configured for each sequence point in the arbitrary function:

Value	Range	Description
ACs	0...50% nominal value of U, I	Start amplitude of the sine wave part of the curve (AC)
ACe	0...50% nominal value U, I	End amplitude of the sine wave part of the curve (AC)
DCs	ACs...(Nominal value - ACs) of U, I	Start value of the DC part of the curve
DCe	ACe...(Nominal value - ACe) of U, I	End value of the DC part of the curve
S.Freq	0 Hz...10000 Hz	Start frequency of the sine wave part of the curve (AC)
E.Freq	0 Hz...10000 Hz	End frequency of the sine wave part of the curve (AC)
Angle	0 °...359 °	Start angle of the sine wave part of the curve (AC)
Time	0.01 ms...36000 s	Sequence point time



The sequence point time ("Time") and the start and end frequency are related. The minimum value for $\Delta f/s$ is 9.3. Thus, for example, a setting of S.Freq = 1 Hz, E.Freq = 11 Hz and Time = 5 s would not be accepted as $\Delta f/s$ is only 2. A sequence time of 1 s would be accepted or, if the time remains at 5 s, then E.Freq = 51 Hz or higher must be set.



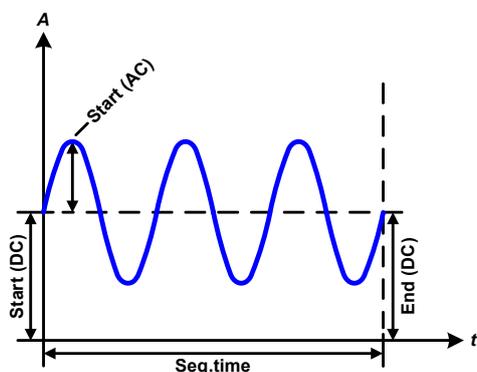
The amplitude change between start and end is related to the sequence time. A minimal change over an extended time is not possible and in such a case the device will report an inapplicable setting.

After the settings for the selected sequence are accepted with SAVE, further sequences can be configured. If the button NEXT is touched a second settings screen appears in which global settings for all 100 sequences are displayed.

The following parameters can be set for the total run of an arbitrary function:

Value	Range	Description
Start seq.	1...End seq.	First sequence in the sequence block
End seq.	Start seq...100	Last sequence in the sequence block
Seq. Cycles	∞ oder 1...999	Number of cycles of the sequence block.

Schematic diagram:



Applications and results:

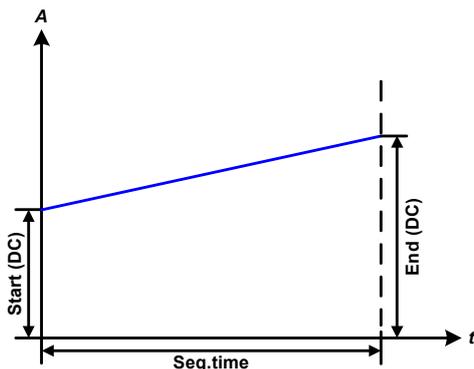
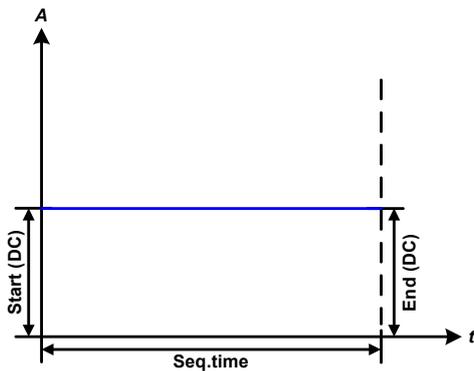
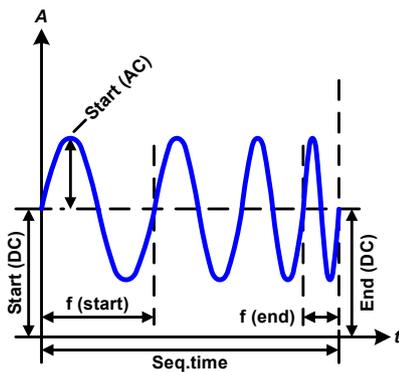
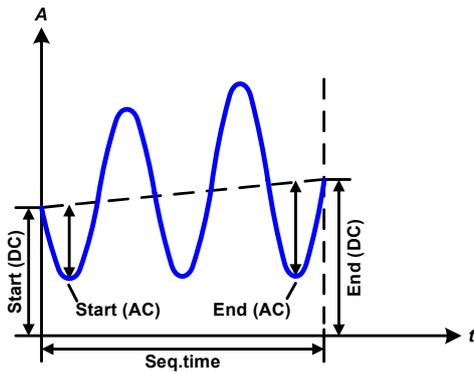
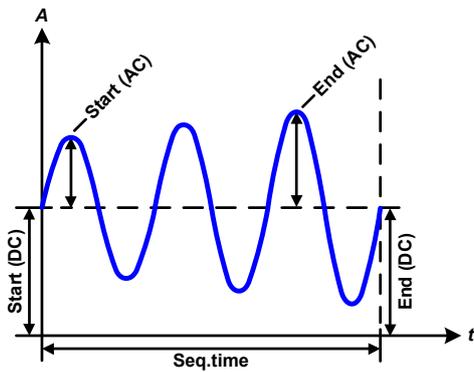
Example 1

Focussing 1 cycle of 1 sequence from 100

DC values for start and end are the same, also the AC amplitude. With a frequency >0 a sine wave progression of the set value is generated with a defined amplitude, frequency and Y shift (offset, DC value at start and end)

The number of sine waves per cycle depend on the sequence time and the frequency. If the sequence time were 1 s and the frequency 1 Hz, there would be exactly 1 sine wave. If the time were 0.5 s at the same frequency, there would only be a half sine wave.

Schematic diagram:



Applications and results:

Example 2

Focussing 1 cycle of 1 sequence from 100:

The DC values at start and end are the same but the AC (amplitude) not. The end value is higher than the start so that the amplitude increases with each new half sine wave continuously through the sequence. This, of course, only if the sequence time and frequency allow for multiple waves to be created. e.g. for Freq. = 1 Hz and Time = 3 s, three complete waves would be generated (for Angle = 0 °) and reciprocally the same for Freq. = 3 s and Time = 1 s.

Example 3

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 100:

The DC values at start and end are unequal, as are also the AC values. In both cases the end value is higher than the start so that the offset increases from start to end (DC) and the amplitude also with each new half sine wave.

Additionally the first sine wave starts with a negative half wave because the angle is set at 180 °. The start angle can be shifted at will in 1 ° steps between 0 ° and 359 °.

Example 4

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 100:

Similar to example 1 but with another end frequency. Here this is shown as higher than the start frequency. This impacts the period of the sine waves such that each new wave will be shorter over the total span of the sequence time.

Example 5

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 100:

Similar to example 1 but with a start and end frequency of 0 Hz. Without a frequency no sine wave part (AC) will be created and only the DC settings will be effective. A ramp with a horizontal progression is generated.

Example 6

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 100:

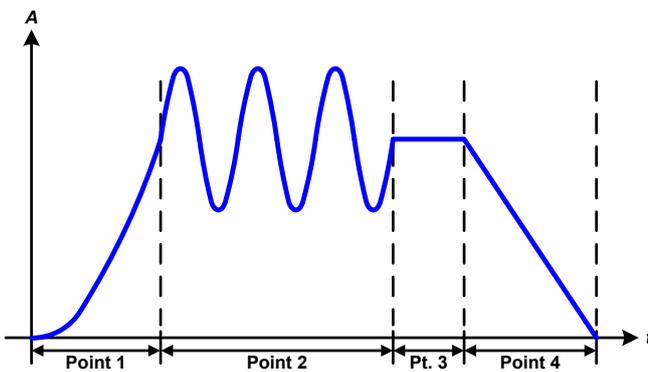
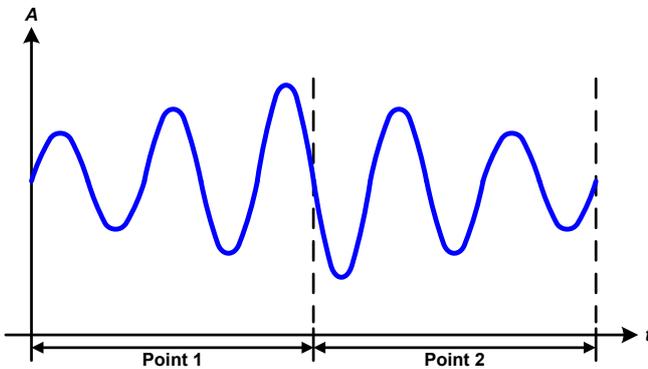
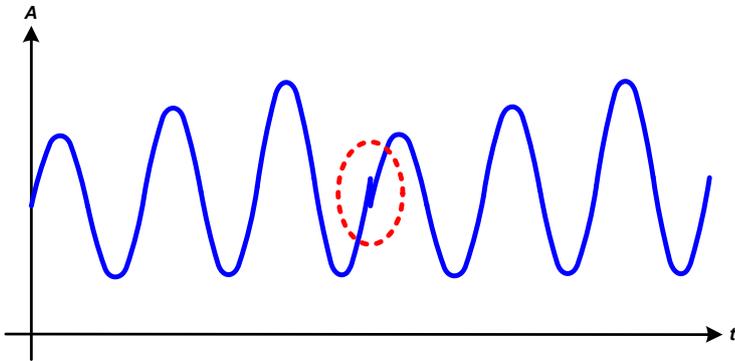
Similar to example 1 but with a start and end frequency of 0 Hz. Without a frequency no sine wave part (AC) will be created and only the DC settings will be effective. Here start and end values are unequal and a steadily increasing ramp is generated.

By linking together a number of differently configured sequences, complex progressions can be created. Smart configuration of the arbitrary generator can be used to match triangular, sine, rectangular or trapezoidal wave functions and thus, e.g. a sequence of rectangular waves with differing amplitudes or duty cycles could be produced.



Assignment to U or I makes 100 sequences available for the use on either current or voltage, but not on a mix of both. That means that a sequence 1 which produces a ramp up on current cannot be followed by sequence 2 which applies a sine wave to the voltage.

Schematic diagrams:



Applications and results:

Example 7

Focussing 2 cycles of 1 sequence point of 100:

A sequence configured as in example 3 is run. As the settings demand that the end offset (DCe) is higher than the start, the second sequence run will revert to the same start level as the first, regardless of the values achieved at the end of the first run. This can produce a discontinuity in the total progression (marked in red) which may only be compensated with careful choice of settings.

Example 8

Focussing 1 cycle of 2 sequence points of 100:

Two sequence points run consecutively. The first generates a sine wave with increasing amplitude, the second with a decreasing amplitude. Together they produce a progression as shown left. In order to ensure that the maximum wave in the middle occurs only once, the first sequence must end with a positive half wave and the second start with a negative half wave as shown in the diagram..

Example 9

Focussing 1 cycle of 4 sequence points of 100:

Point 1: 1/4th of sine wave (angle = 270 °)

Point 2: 3 Sine waves (ratio of frequency to sequence point time: 1:3)

Point 3: Horizontal ramp (f = 0)

Point 4: Falling ramp (f = 0)

3.10.10.1 Loading and saving the arbitrary function

The 100 sequence points of the arbitrary function, which can be manually configured with the control panel of the device and which are applicable either to voltage (U) or current (I), can be saved to or loaded from a common USB stick via the front side USB port. Generally, all 100 points are saved or loaded using a text file of type CSV (semicolon separator), which represents a table of values.

In order to load a sequence point table for the arbitrary generator, following requirements have to be met:

- The table must contain exactly 100 rows with 8 subsequent values (8 columns, separated by semicolons) and must not have gaps
- The column separator (semicolon, comma) must be as selected by MENU parameter “USB file separator format”; it also defines the decimal separator (dot, comma)
- The files must be stored inside a folder called HMI_FILES which has to be in the root of the USB drive
- The file name must always start with WAVE_U or WAVE_I (not case-sensitive)
- All values in every row and column have to be within the specified range (see below)
- The columns in the table have to be in a defined order which must not be changed

Following value ranges are given for use in the table, related to the manual configuration of the arbitrary generator (column headers like in Excel):

Column	Parameter	Range
A	AC start amplitude	0...50% U or I
B	AC end amplitude	0...50% U or I
C	Start frequency	0...10000 Hz
D	End frequency	0...10000 Hz
E	AC start angle	0...359°
F	DC start offset	0...(Nominal value of U or I) - AC start amplitude
G	DC end offset	0...(Nominal value of U or I) - AC end amplitude
H	Sequence point time in μ s	100...36.000.000.000 (36 billion μ s)

For details about the parameter and the arbitrary function refer to „3.10.10. Arbitrary function“.

Example CSV:

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

The example shows that only the first two sequence points are configured, while all others are set to default values. The table could be loaded as WAVE_U or WAVE_I when using, for example, the model EL 9080-45 T, because the values would fit both, voltage and current. The file naming, however, is unique. A filter prevents you from loading a WAVE_I file after you have selected “Arbitrary --> U” in the function generator menu. The file would not be listed at all.

► How to load a sequence point table from an USB stick:

1. Do not plug the USB drive yet or remove it.
2. Access the function selection menu of the function generator with MENU -> Page 2 -> Function Generator -> Page 2 -> Arbitrary -> U/I, to see the main screen of “Sequence select”, as depicted to the right.



3. Tap touch area , then  and follow the instructions on screen. If at least one valid files has been recognized (for file and path naming see above), the device will show a list of files to select from by tapping on the file name.

4. Tap touch area  in the bottom right corner. The selected file is then checked and loaded, if valid. In case it is not valid, the device will show an error message. Then the file must be corrected and the steps repeated.

► How to save a sequence point table to an USB stick:

1. Do not plug the USB stick yet or remove it.
2. Access the function selection menu of the function generator via MENU -> Function Generator -> Arbitrary
3. Tap on , then . The device will request you to plug the USB stick now.
4. After plugging it, the device will try to access the USB stick and find the folder HMI_FILES and read the content. If there are already WAVE_U or WAVE_I files present, they will be listed and you can either select one for overwriting by tapping on the file name, otherwise select **-NEW FILE-** for a new file.

5. Finally save the sequence table with .

3.10.11 Battery test function

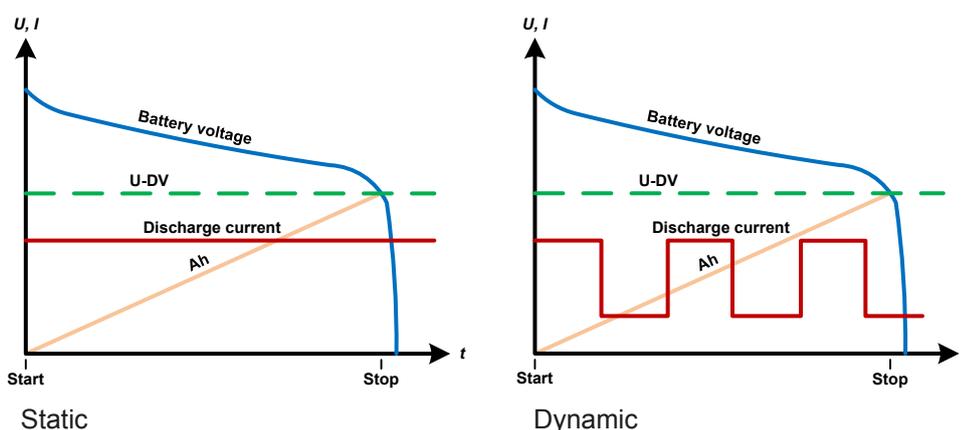
The purpose of the battery test function is to discharge various battery types in industrial product tests or laboratory applications. With date November, 2016 it is only available via access on the HMI, at least as setup and use are described below, but can also be achieved in remote control using the 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 value of current should be set to maximum and resistance mode should be turned 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 U-DV threshold and the test will unintentionally stop. Here it is recommended to adjust U-DV accordingly.

Graphical depiction of both battery test modes:



3.10.11.1 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”)

3.10.11.2 Parameters for dynamic mode

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

Value	Range	Description
I_1	0...Nominal value of I	Upper resp. lower current setting for pulsed operation (the higher value of both is automatically used as upper level)
I_2	0...Nominal value of I	
P	0...Nominal value of P	Maximum discharge power in Watt
t_1	1 s ... 36000 s	t_1 = Time for the upper level of the pulsed current (pulse)
t_2	1 s ... 36000 s	t_2 = Time for the lower level of the pulsed current (pause)

3.10.11.3 Other parameters

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

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
Enable USB logging	on/off	By setting the check mark, USB logging is enabled and will record data. For more information see 3.10.11.5
Logging interval	100 ms - 1 s, 5 s, 10 s	Writing interval for USB logging

3.10.11.4 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
- Discharge voltage (U_{DV}) in V
- Consumed battery capacity in Ah
- Consumed energy in Wh
- Elapsed time in HH:MM:SS,MS
- Regulation mode (CC, CP, CR)



3.10.11.5 Data recording (USB logging)

At the end of the configuration of both, static and dynamic mode, there is the option to enable the USB logging feature. With an USB stick plugged and formatted as required (see), the device can record data during the test run directly to the stick and in the defined interval. Active USB logging is indicated in the display with a small disk symbol. After the test has stopped, the recorded data will be available as text file in CSV format.

Log file format:

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

Static = Selected mode

Iset = Max. current

Pset = Max. power

Rset = Desired resistance

DV = Discharge voltage

DT = Discharge time

DC = Discharge capacity

U/I/Pactual = Actual values

Ah = Consumed battery capacity

Wh = Consumed energy



Regardless the setting for the recording interval, the values "Ah" and "Wh" are only calculated by the device once per second. When using an interval setting of < 1 s, several identical values of Ah and Wh are written into the CSV.

3.10.11.6 Possible reasons for battery test stop

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

- Manual stop on the HMI with touch area STOP
- After the max. test time has been reached and action "End of test" was set for it
- After the max. battery capacity to consume has been reached and 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 (DV) 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, the test cannot be continued or run again immediately. The full battery configuration has to be run through, accessible via touch area BACK.

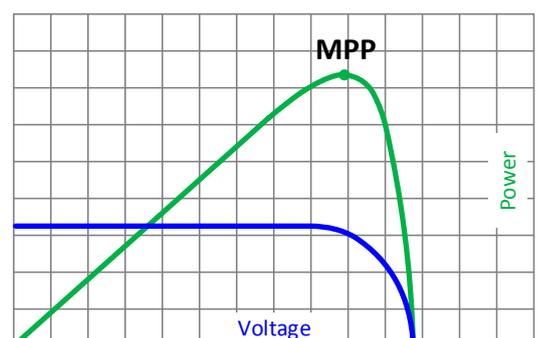
3.10.12 MPP tracking function

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 offers four modes. Unlike with other functions or general use of the device, values for the MPP tracking are only entered by direct input via the touch screen.



3.10.12.1 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.

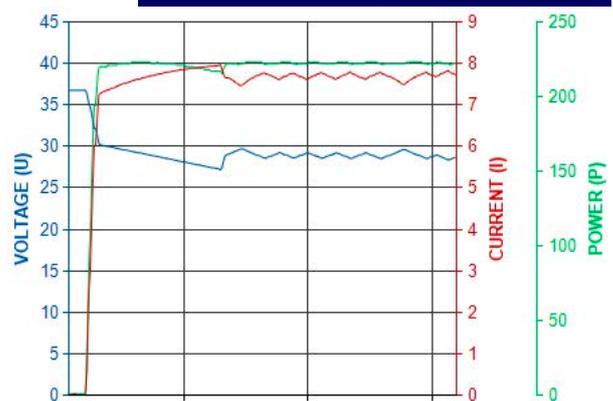
The time of a function run depends on the parameter Δt . Even with the minimum setting of 5 ms one run take already a few seconds.



3.10.12.2 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... P_{Nom}	Tracking/regulation tolerance below the MPP

3.10.12.3 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
U_{MPP}	0...Nominal value of U	Voltage in the MPP
I_{SC}	0...Nominal value of I	Short-circuit current, max. specified current of the solar panel
P_{MPP}	0...Nominal value of P	Power in the MPP

Value	Range	Description
Δt	5 ms...65535 ms	Interval for measuring U and I during the process of finding the MPP
ΔP	0 W... P_{Nom}	Tracking/regulation tolerance below the MPP

3.10.12.4 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. The curve points can be entered manually or loaded from USB stick. 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. After the function, the acquired set of data with the highest actual power will be shown in the display as voltage (U_{MPP}), current (I_{MPP}) and power (P_{MPP}) of the MPP. Going back on the screen with RETURN then allows for data export to USB stick.

Following parameters can be configured for tracking mode **MPP4**:

Value	Range	Description
$U_1...U_{100}$	0...Nominal value of U	Voltage for the up to 100 user definable curve points
Start	1-100	Start point for the run of x out of 100 subsequent points
End	1-100	End point for the run of x out of 100 subsequent points
Δt	5 ms...65535 ms	Time before the next point
Rep.	0-65535	Number of repetitions for the run from Start to End

3.10.13 Remote control of the function generator

The function generator can be remotely controlled but configuration and control of the functions with individual commands is different from manual operation. The external documentation "Programming Guide ModBus & SCPI" explains the approach. In general the following apply:

- The function generator is not controllable via the analog interface
- The function generator is unavailable if the device in UIR mode (resistance mode, CR)

3.11 Other applications

3.11.1 Series connection



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

3.11.2 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 heat. 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.

4.3 Calibration

4.3.1 Preface

The devices of series EL 9000 T feature a function to re-adjust the most important input related values when doing a calibration and in case these values have moved out of tolerance. The re-adjustment is limited to compensate small differences of up to 1% or 2% of the max. value. There are several reasons which could make it necessary to re-adjust a unit: component aging, component deterioration, extreme ambient conditions, high frequent use.

In order to determine if a value is out of tolerance, the parameter must be verified first with measurement tools of high accuracy and with at least half the error of the EL device. Only then a comparison between values displayed on the EL device and true DC input values is possible.

For example, if you want to verify and possibly re-adjust the input current of model EL 9080-60 DT which has 60 A maximum current stated with a max. error of 0.2%, you can only do that by using a high current shunt with max. 0.1% error or less. Also, when measuring such high currents, it is recommended to keep the process short, in order to avoid the shunt heating up too much. It is furthermore recommended to use a shunt with at least 25% reserve.

When measuring the current with a shunt, the measurement error of the multimeter on the shunt adds to the error of the shunt and the sum of both must not exceed the given max. 0.4% of the device.

4.3.2 Preparation

For a successful calibration and re-adjustment, a few tools and certain ambient conditions are required:

- A measurement device (multimeter) for voltage, with a max. error of half the EL's voltage error. That measurement device can also be used to measure the shunt voltage when re-adjusting the current
- If the current is also going to be calibrated: a suitable DC current shunt, ideally specified for at least 1.25 times the max. input current of the EL and with a max. error that is half or less than the max. current error of the EL device
- Normal ambient temperature of approx. 20-25 °C
- An adjustable voltage & current source which is capable of providing at least 102% of the max. voltage and current of the EL device, or separate voltage source and current source units

Before starting the calibration procedure, a few measures have to be taken:

- Let the EL device warm up for at least 10 minutes under 50% power, in connection with the voltage / current source
- In case the remote sensing input is going to be calibrated, prepare a cable for the remote sensing connector to DC input, but leave it yet unconnected
- Abort any form of remote control
- Install the shunt between source and EL device and make sure the shunt is cooled somehow. For example , you might want to place it in the warm air stream coming out of the rear of the EL device. This helps the shunt to warm up as well to operation temperature
- Connect suitable measurement devices to the DC input and to the shunt, depending on whether the voltage is going to be calibrated first or the current

4.3.3 Calibration procedure

After the preparation, the device is ready to be calibrated. From now on, a certain sequence of parameter calibration is important. Generally, you don't need to calibrate all three parameters, but it is recommended to do so.

Important:



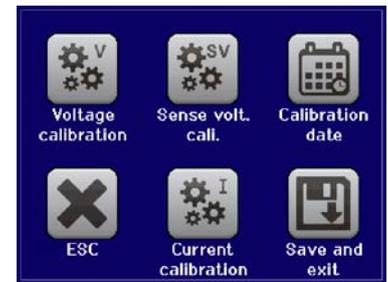
*The input current calibration should be done before any voltage calibration, because the calibrated input current is used for voltage calibration.
When calibrating the input voltage, the remote input sense on the rear of the device has to be disconnected.*

The calibration procedure, as explained below, is an example with model EL 9080-45 T. Other models are treated the same way, with values according to the particular EL model and the required power source.

4.3.3.1 Set values

► How to calibrate the voltage

1. Adjust the connected voltage source to approx. 102% of the maximum voltage specified for the EL device. For the example with an 80 V EL this would be 81.6 V for the source. Set the current limitation of the voltage source to >5% of the nominal current specified for EL device, for this example it is at least 2.3 A. Check again, that for voltage calibration, the sensing connector (Sense) on the front of the device is not connected.
2. While the DC input is switched off enter MENU, then tap on „**Settings**“, then on “**Page 2**” and there on “**Calibrate Device**”.
3. In the next screen select: **Voltage calibration**, then **Calibrate input val.** and **NEXT**. The load will switch the DC input on and start to measure the input voltage (**U-mon**).
4. The next screen requests you to enter the measured input voltage at **Measured value=** from the multimeter. Enter it using the keypad, that appears when tapping the value. Assure yourself the value is correct and submit with **ENTER**.
5. Repeat step 4. for the next three steps (total of four steps).



► How to calibrate the current

1. Adjust the current source to approx. 102% nominal current of the EL device, for the sample model with 45 A this would be 45.9 A, rounded to 46 A. Make sure the source can provide more current than the EL can draw, else the source's voltage will collapse. Set the output voltage of the current source to 10% of the nominal voltage specified for EL, in the example 8 V, and switch the DC output of the source on.
2. While the DC input is switched off enter MENU, then tap on „**Settings**“, then on “**Page 2**” and there on “**Calibrate Device**”.
3. In the next screen select: **Current calibration**, then **Calibrate input val.** and **NEXT**. The load will switch the DC input on and start to measure (**I-mon**).
4. The next screen requests you to enter the input current **Measured value=** measured with the shunt. Enter it using the keypad, assure yourself the value is correct and submit with **ENTER**.
5. Repeat step 4. for the next three steps (total of four steps).

In case you are generally using the remote sensing feature (Sense), it is recommended to readjust this parameter too, for best results. The procedure is identical to the calibration of voltage, except for it requires to have the sensing connector on the rear to be plugged and connected with correct polarity to the DC input of the EL.

► How to calibrate the remote sensing voltage

1. Adjust the connected voltage source to approx. 102% of the maximum voltage specified for the EL device. For example with an 80 V EL this would be 81.6 V for the source. Set the current limitation of the voltage source to >5% of the nominal current specified for EL device, for this example it is at least 3 A.
2. While the DC input is switched off enter MENU, then tap on „**Settings**“, then on “**Page 2**” and there on “**Calibrate Device**”.
3. In the next screen select: **Sense volt. calibration**, then **Calibrate input val.** and **NEXT**.
4. The next screen requests you to enter the measured sensing voltage **Measured value=** from the multimeter. Enter it using the keypad, that appears when tapping the value. Assure yourself the value is correct and submit with **ENTER**.
5. Repeat step 4. for the next three steps (total of four steps).

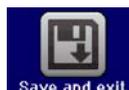
4.3.3.2 Actual values

Actual values of the input voltage (with and without remote sensing) and the input current are calibrated almost the same way as the set values, but here you don't need to enter anything, but just confirm the displayed values. Please proceed the above steps and instead of “**Calibrate input val.**” select “**Calibrate actual val.**” in the sub-menu. After the device shows the measured values on display, wait at least 2s for the measured value to settle and then tap NEXT until you are through all steps.

4.3.3.3 Save and exit

After calibration you may furthermore enter the current date as “calibration date” by tapping  in the selection screen and enter the date in format YYYY / MM / DD.

Last but not least save the calibration data permanently by tapping



Leaving the calibration selection menu without “Save and exit” will discard calibration data and the procedure would have to be repeated!

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. 31-33 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

Fax: +49 2162 / 16 230

Mail: ea1974@elektroautomatik.de

Web: www.elektroautomatik.de