



Betriebsanleitung

ELR 9000

Elektronische DC-Last mit Netzurückspeisung



Achtung! Diese Anleitung gilt nur für Geräte mit TFT-Anzeige und einer Firmware ab „KE: 2.25“ (Standardversion) bzw. „KE: 2.08“ (GPIB, 3W) und „HMI: 2.15“ und „DR: 1.6.5“. Zwecks Verfügbarkeit von Updates bitte unsere Webseite aufsuchen oder anfragen.

Doc ID: ELR9TDE
Revision: 07
Date: 11/2018



Elektro-Automatik



Distributed by:



dataTec • Ferdinand-Lassalle-Str. 52 • 72770 Reutlingen • Tel. 07121 / 51 50 50 • Fax 07121 / 51 50 10 • info@datatec.de • www.datatec.de

INHALT

1 ALLGEMEINES

1.1	Zu diesem Dokument	5
1.1.1	Aufbewahrung und Verwendung	5
1.1.2	Urhaberschutz (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	16
1.8.5	Bedienelemente	19
1.9	Aufbau und Funktion	20
1.9.1	Allgemeine Beschreibung	20
1.9.2	Blockdiagramm	20
1.9.3	Lieferumfang	21
1.9.4	Zubehör	21
1.9.5	Optionen	21
1.9.6	Die Bedieneinheit (HMI)	22
1.9.7	USB-Port (Rückseite)	25
1.9.8	Steckplatz für Schnittstellenmodule	25
1.9.9	Analogschnittstelle	25
1.9.10	Share-Bus-Anschluß	26
1.9.11	Sense-Anschluß (Fernfühlung)	26
1.9.12	Master-Slave-Bus	26
1.9.13	GPIO-Port (optional)	26

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1	Transport und Lagerung	27
2.1.1	Transport	27
2.1.2	Verpackung	27
2.1.3	Lagerung	27
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle	27
2.3	Installation	27
2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch	27
2.3.2	Vorbereitung	28
2.3.3	Aufstellung des Gerätes	28
2.3.4	Anschließen an das Stromnetz (AC)	29

2.3.5	Anschließen von DC-Quellen	31
2.3.6	Erdung des DC-Eingangs	32
2.3.7	Anschließen der Fernfühlung	32
2.3.8	Anschließen des „Share-Bus“	33
2.3.9	Installation eines Schnittstellenmoduls	33
2.3.10	Anschließen der analogen Schnittstelle	34
2.3.11	Anschließen des USB-Ports (Rückseite)	34
2.3.12	Erstinbetriebnahme	35
2.3.13	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung	35

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1	Personenschutz	36
3.2	Regelungsarten	36
3.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung	36
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	37
3.2.3	Widerstandsregelung/Konstantwiderstand	37
3.2.4	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung	37
3.2.5	Regelverhalten und Stabilitätskriterium	38
3.3	Alarmzustände	39
3.3.1	Power Fail	39
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature)	39
3.3.3	Überspannung (Overvoltage)	39
3.3.4	Überstrom (Overcurrent)	39
3.3.5	Überleistung (Overpower)	39
3.4	Manuelle Bedienung	40
3.4.1	Einschalten des Gerätes	40
3.4.2	Ausschalten des Gerätes	40
3.4.3	Konfiguration im MENU	40
3.4.4	Einstellgrenzen („Limits“)	50
3.4.5	Bedienart wechseln	50
3.4.6	Sollwerte manuell einstellen	51
3.4.7	Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln	52
3.4.8	Die Meßleisten	52
3.4.9	DC-Eingang ein- oder ausschalten	53
3.4.10	Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)	53
3.5	Fernsteuerung	55
3.5.1	Allgemeines	55
3.5.2	Bedienorte	55
3.5.3	Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle	55
3.5.4	Fernsteuerung über Anlogschnittstelle (AS)	56
3.6	Alarmer und Überwachung	60
3.6.1	Begriffsdefinition	60
3.6.2	Gerätealarmer und Events handhaben	60
3.7	Bedieneinheit (HMI) sperren	63

3.8	Einstellgrenzen (Limits) sperren.....	63
3.9	Nutzerprofile laden und speichern	64
3.10	Der Funktionsgenerator.....	65
3.10.1	Einleitung.....	65
3.10.2	Allgemeines.....	65
3.10.3	Arbeitsweise.....	66
3.10.4	Manuelle Bedienung.....	66
3.10.5	Sinus-Funktion	67
3.10.6	Dreieck-Funktion.....	68
3.10.7	Rechteck-Funktion.....	68
3.10.8	Trapez-Funktion.....	69
3.10.9	DIN 40839-Funktion.....	69
3.10.10	Arbiträr-Funktion	70
3.10.11	Rampen-Funktion	74
3.10.12	UI- und IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)....	74
3.10.13	Batterietest-Funktion.....	76
3.10.14	MPP-Tracking-Funktion.....	78
3.10.15	Fernsteuerung des Funktionsgenerators....	81
3.11	Weitere Anwendungen	82
3.11.1	Parallelschaltung als Master-Slave (MS)....	82
3.11.2	Reihenschaltung	85
3.11.3	Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB).....	86

4 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

4.1	Wartung / Reinigung	88
4.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .	88
4.2.1	Firmware-Aktualisierungen.....	88
4.3	Nachjustierung (Kalibrierung).....	89
4.3.1	Einleitung.....	89
4.3.2	Vorbereitung.....	89
4.3.3	Abgleichvorgang	89

5 SERVICE & SUPPORT

5.1	Reparaturen	91
5.2	Kontaktmöglichkeiten	91

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument

1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

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

1.1.2 Urheberrecht (Copyright)

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 mit **TFT-Anzeige**, sowie für deren Varianten:

Model	Artikelnr.	Model	Artikelnr.	Model	Artikelnr.
ELR 9080-170	33 200 401	ELR 9250-140	33 200 406	ELR 9250-210	33 200 411
ELR 9250-70	33 200 402	ELR 9500-60	33 200 407	ELR 9500-90	33 200 412
ELR 9500-30	33 200 403	ELR 9750-44	33 200 408	ELR 9750-66	33 200 413
ELR 9750-22	33 200 404	ELR 91000-30	33 200 409	ELR 91500-30	33 200 414
ELR 9080-340	33 200 405	ELR 9080-510	33 200 410		

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:

ELR 9 1500 - 30 xx zzz

	Feld zur Kennzeichnung installierter Optionen und/oder Sondermodelle: 3W = Option „Drei-Wege-Schnittstelle“ (GPIB/USB/Analog) installiert S01...S0x = Sondermodell mit oder ohne Optionen
	Ausführung/Bauweise (nicht überall angegeben): 3U = 19" Bauform mit 3 HE
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt
	Serienkennzeichnung: 9 = Serie 9000 usw.
	Typkennzeichnung: ELR = Electronic Load Recovery (Elektronische Last mit Rückspeisung)

1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

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

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



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

1.7 Sicherheit

1.7.1 Sicherheitshinweise

Lebensgefahr - Gefährliche Spannung



- Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsweise bestimmte Teile unter teils gefährlicher Spannung. Daher sind alle spannungsführenden Teile abzudecken!
- Alle Arbeiten an den 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!
- Obwohl das Gerät eine Senke ist und auf der DC-Seite keine Spannung erzeugt, kann am DC-Eingang im Fehlerfall berührungsgefährliche Spannung anliegen (Zwischenkreis der Rückspeisung). Es wird daher empfohlen, die Metallkontakte am DC-Eingang niemals mit bloßen Händen zu berühren! Es kann auch gefährliches Potential zwischen DC-Minus und PE bzw. DC-Plus und PE bestehen, aufgrund von geladenen X-Kondensatoren, die sich entweder nur sehr langsam oder gar nicht entladen!



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

1.7.2 Verantwortung des Bedieners

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

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

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

1.7.3 Pflichten des Betreibers

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

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

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

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

1.7.4 Anforderungen an das Bedienpersonal

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

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



Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!

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

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

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

1.7.5 Alarmsignale

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

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal OT (OverTemperature)	<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 Defekt im AC-Kreis • Kritisch bei Überspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

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

1.8.2 Allgemeine technische Daten

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

Bedienelemente: 2 Drehknöpfe mit Tastfunktion, 1 Drucktaste

Die Nennwerte des Gerätes bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

1.8.3 Spezifische technische Daten

3,5 kW	Modell			
	ELR 9080-170	ELR 9250-70	ELR 9500-30	ELR 9750-22
AC-Eingang-Ausgang				
Netzspannung	195...253 V L-N	195...253 V L-N	195...253 V L-N	195...253 V L-N
Netzanschluß	L,N,PE	L,N,PE	L,N,PE	L,N,PE
Netzfrequenz	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%
Netzsicherung (intern)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Wirkungsgrad ⁽²⁾	\leq 92,5%	\leq 93,5%	\leq 94,5%	\leq 94,5%
DC-Eingang				
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	250 V	500 V	750 V
Eingangsleistung P_{Nenn}	3500 W	3500 W	3500 W	3500 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	170 A	70 A	30 A	22 A
Überspannungsschutzbereich	0...1,1 * U_{Nenn}	0...1,1 * U_{Nenn}	0...1,1 * U_{Nenn}	0...1,1 * U_{Nenn}
Überstromschutzbereich	0...1,1 * I_{Nenn}	0...1,1 * I_{Nenn}	0...1,1 * I_{Nenn}	0...1,1 * I_{Nenn}
Überleistungsschutzbereich	0...1,1 * P_{Nenn}	0...1,1 * P_{Nenn}	0...1,1 * P_{Nenn}	0...1,1 * P_{Nenn}
Maximal zulässige Eingangsspg.	100 V	300 V	600 V	850 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	0,73 V	2,3 V	4,6 V	6,8 V
Eingangskapazität	ca. 770 μ F	ca. 310 μ F	ca. 98 μ F	ca. 60 μ F
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 100 ppm			
Spannungsregelung				
Einstellbereich	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V
Stabilität bei ΔI	$<$ 0,05% U_{Nenn}	$<$ 0,05% U_{Nenn}	$<$ 0,05% U_{Nenn}	$<$ 0,05% U_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$<$ 0,3% U_{Nenn}	$<$ 0,3% U_{Nenn}	$<$ 0,3% U_{Nenn}	$<$ 0,3% U_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“			
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	\leq 0,2%			
Kompensation Fernföhlung	max. 5% U_{Nenn}			
Stromregelung				
Einstellbereich	0...170 A	0...70 A	0...30 A	0...22 A
Stabilität bei ΔU	$<$ 0,15% I_{Nenn}	$<$ 0,15% I_{Nenn}	$<$ 0,15% I_{Nenn}	$<$ 0,15% I_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$<$ 0,4% I_{Nenn}	$<$ 0,4% I_{Nenn}	$<$ 0,4% I_{Nenn}	$<$ 0,4% I_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“			
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	\leq 0,2%			
Ausregelung 10-90% ΔU_{DC}	$<$ 0,6 ms	$<$ 0,6 ms	$<$ 0,6 ms	$<$ 0,6 ms
Leistungsregelung				
Einstellbereich	0...3500 W	0...3500 W	0...3500 W	0...3500 W
Stabilität bei ΔU / ΔI	$<$ 0,75% P_{Nenn}	$<$ 0,75% P_{Nenn}	$<$ 0,75% P_{Nenn}	$<$ 0,75% P_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$<$ 1,25% P_{Nenn}	$<$ 1,5% P_{Nenn}	$<$ 1,4% P_{Nenn}	$<$ 1,5% P_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“			
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	\leq 0,2%			
Widerstandsregelung				
Einstellbereich	0,01...12 Ω	0,09...120 Ω	0,42...480 Ω	0,8...1100 Ω
Genauigkeit ⁽⁴⁾ (bei 23 \pm 5°C)	\leq 1% vom Widerstandsbereich \pm 0,3% vom Strombereich			
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“			

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

Beispiel: ein 80 V-Gerät hat min. 0,3% Spannungsgenauigkeit, das sind 240 mV. Bei einem Sollwert von 5 V dürfte der Istwert also max. 240 mV abweichen, sprich er dürfte 4,76 V...5,24 V betragen.

(2 Typischer Wert bei 100% Eingangsspannung und 100% Leistung

(3 Die Genauigkeit der Anzeige addiert sich zur Genauigkeit des Wertes am DC-Eingang

(4 Inkludiert die Genauigkeit der Anzeige des Widerstands-Istwertes

3,5 kW	Modell			
	ELR 9080-170	ELR 9250-70	ELR 9500-30	ELR 9750-22
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾				
Sollwerteingänge	U, I, P, R			
Istwertausgänge	U, I			
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, Widerstandsmodus ein/aus			
Meldesignale	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC-Eingangsstatus			
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC			
Abtastrate Sollwerteingänge	500 Hz			
Isolation				
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. (± 400 V + 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, 1x USB-A für Funktionen und Logging, 1x Master-Slave-Bus, 1x GPIB (optional mit Option 3W)			
Modulsteckplatz ⁽²⁾	optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT			
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC			
Anschlüsse				
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang/Ausgang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz (Standardausführung) oder GPIB (optional)			
Vorderseite	USB-A			
Maße				
Gehäuse (BxHxT)	19" x 3 HE x 609 mm			
Total (BxHxT)	483 mm x 133 mm x 714 mm			
Normen	EN 60950, EN 50160 (Netzklasse 2)			
Gewicht	17 kg	17 kg	17 kg	17 kg
Artikelnummer ⁽³⁾	33200401	33200402	33200403	33200404

(1) Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 58

(2) Nur in der Standardausführung

(3) Artikelnummer der Standardausführung, Geräte mit Optionen abweichend

7 kW	Modell				
	ELR 9080-340	ELR 9250-140	ELR 9500-60	ELR 9750-44	ELR 91000-30
AC-Eingang-Ausgang					
Netzspannung	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L
Netzanschluß	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE
Netzfrequenz	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%
Netzsicherung (intern)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Wirkungsgrad ⁽²⁾	\leq 92,5%	\leq 93,5%	\leq 94,5%	\leq 94,5%	\leq 94,5%
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	250 V	500 V	750 V	1000 V
Eingangsleistung P_{Nenn}	7 kW	7 kW	7 kW	7 kW	7 kW
Eingangsstrom I_{Nenn}	340 A	140 A	60 A	44 A	30 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	100 V	300 V	600 V	850 V	1200 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	0,73 V	2,3 V	4,6 V	6,9 V	9,2 V
Eingangskapazität	ca. 1540 μ F	ca. 620 μ F	ca. 196 μ F	ca. 120 μ F	ca. 49 μ F
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 100 ppm				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V	0...1000 V
Stabilität bei ΔI	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\%$				
Kompensation Fernfühlung	max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...340 A	0...140 A	0...60 A	0...44 A	0...30 A
Stabilität bei ΔU	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\%$				
Ausregelung 10-90% ΔU_{DC}	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0...7 kW	0...7 kW	0...7 kW	0...7 kW	0...7 kW
Stabilität bei $\Delta U / \Delta I$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 1,3\% P_{Nenn}$	$< 1,5\% P_{Nenn}$	$< 1,4\% P_{Nenn}$	$< 1,5\% P_{Nenn}$	$< 1,4\% P_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\%$				
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,005...6 Ω	0,04...60 Ω	0,21...240 Ω	0,43...550 Ω	0,83...950 Ω
Genauigkeit ⁽⁴⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 1\%$ vom Widerstandsbereich $\pm 0,3\%$ vom Strombereich				
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				

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

Beispiel: ein 80 V-Gerät hat min. 0,3% Spannungsgenauigkeit, das sind 240 mV. Bei einem Sollwert von 5 V dürfte der Istwert also max. 240 mV abweichen, sprich er dürfte 4,76 V...5,24 V betragen.

(2) Typischer Wert bei 100% Eingangsspannung und 100% Leistung

(3) Die Genauigkeit der Anzeige addiert sich zur Genauigkeit des Wertes am DC-Eingang

(4) Inkludiert die Genauigkeit der Anzeige des Widerstands-Istwertes

7 kW	Modell				
	ELR 9080-340	ELR 9250-140	ELR 9500-60	ELR 9750-44	ELR 91000-30
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, Widerstandsmodus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC-Eingangsstatus				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Abtastrate Sollwerteingänge	500 Hz				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. (± 400 V + 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, 1x USB-A für Funktionen und Logging, 1x Master-Slave-Bus, 1x GPIB (optional mit Option 3W)				
Modulsteckplatz ⁽²⁾	optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang/Ausgang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz (Standardausführung) oder GPIB (optional)				
Vorderseite	USB-A				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19" x 3 HE x 609 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 133 mm x 714 mm				
Normen					
EN 60950, EN 50160 (Netzklasse 2)					
Gewicht	24 kg	24 kg	24 kg	24 kg	24 kg
Artikelnummer ⁽³⁾	33200405	33200406	33200407	33200408	33200409

(1) Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 58

(2) Nur in der Standardausführung

(3) Artikelnummer der Standardausführung, Geräte mit Optionen abweichend

10,5 kW	Modell				
	ELR 9080-510	ELR 9250-210	ELR 9500-90	ELR 9750-66	ELR 91500-30
AC-Eingang-Ausgang					
Netzspannung	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L	195...253 V L-N 340...440 L-L
Netzanschluß	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE
Netzfrequenz	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%	50/60 Hz \pm 10%
Netzsicherung (intern)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Wirkungsgrad ⁽²⁾	\leq 92,5%	\leq 93,5%	\leq 94,5%	\leq 94,5%	\leq 94,5%
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	250 V	500 V	750 V	1500 V
Eingangsleistung P_{Nenn}	10,5 kW	10,5 kW	10,5 kW	10,5 kW	10,5 kW
Eingangsstrom I_{Nenn}	510 A	210 A	90 A	66 A	30 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$	$0...1,1 * U_{Nenn}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$	$0...1,1 * P_{Nenn}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	100 V	300 V	600 V	850 V	1750 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	0,73 V	2,3 V	4,6 V	6,9 V	9,2 V
Eingangskapazität	ca. 2310 μ F	ca. 930 μ F	ca. 294 μ F	ca. 180 μ F	ca. 33 μ F
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 100 ppm				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V	0...1500 V
Stabilität bei ΔI	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$	$< 0,05\% U_{Nenn}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$	$< 0,3\% U_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\%$				
Kompensation Fernfühlung	max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...510 A	0...210 A	0...90 A	0...66 A	0...30 A
Stabilität bei ΔU	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$	$< 0,15\% I_{Nenn}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$	$< 0,4\% I_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\%$				
Ausregelung 10-90% ΔU_{DC}	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms	$< 0,6$ ms
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0...10,5 kW	0...10,5 kW	0...10,5 kW	0...10,5 kW	0...10,5 kW
Stabilität bei $\Delta U / \Delta I$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$	$< 0,75\% P_{Nenn}$
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 1,3\% P_{Nenn}$	$< 1,5\% P_{Nenn}$	$< 1,4\% P_{Nenn}$	$< 1,5\% P_{Nenn}$	$< 1,4\% P_{Nenn}$
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	$\leq 0,2\%$				
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,003...4 Ω	0,03...40 Ω	0,14...160 Ω	0,29...360 Ω	1,2...1450 Ω
Genauigkeit ⁽⁴⁾ (bei 23 \pm 5°C)	$< 1\%$ vom Widerstandsbereich $\pm 0,3\%$ vom Strombereich				
Anzeige: Einstellauflösung	siehe Abschnitt „1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“				

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

Beispiel: ein 80 V-Gerät hat min. 0,3% Spannungsgenauigkeit, das sind 240 mV. Bei einem Sollwert von 5 V dürfte der Istwert also max. 240 mV abweichen, sprich er dürfte 4,76 V...5,24 V betragen.

(2) Typischer Wert bei 100% Eingangsspannung und 100% Leistung

(3) Die Genauigkeit der Anzeige addiert sich zur Genauigkeit des Wertes am DC-Eingang

(4) Inkludiert die Genauigkeit der Anzeige des Widerstands-Istwertes

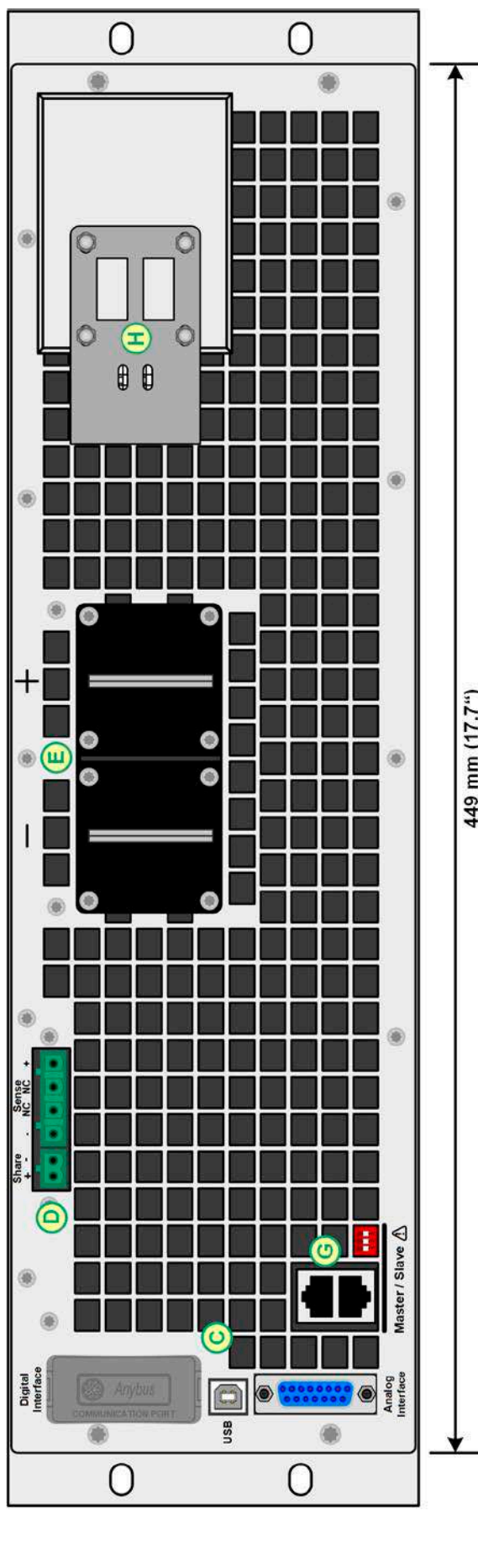
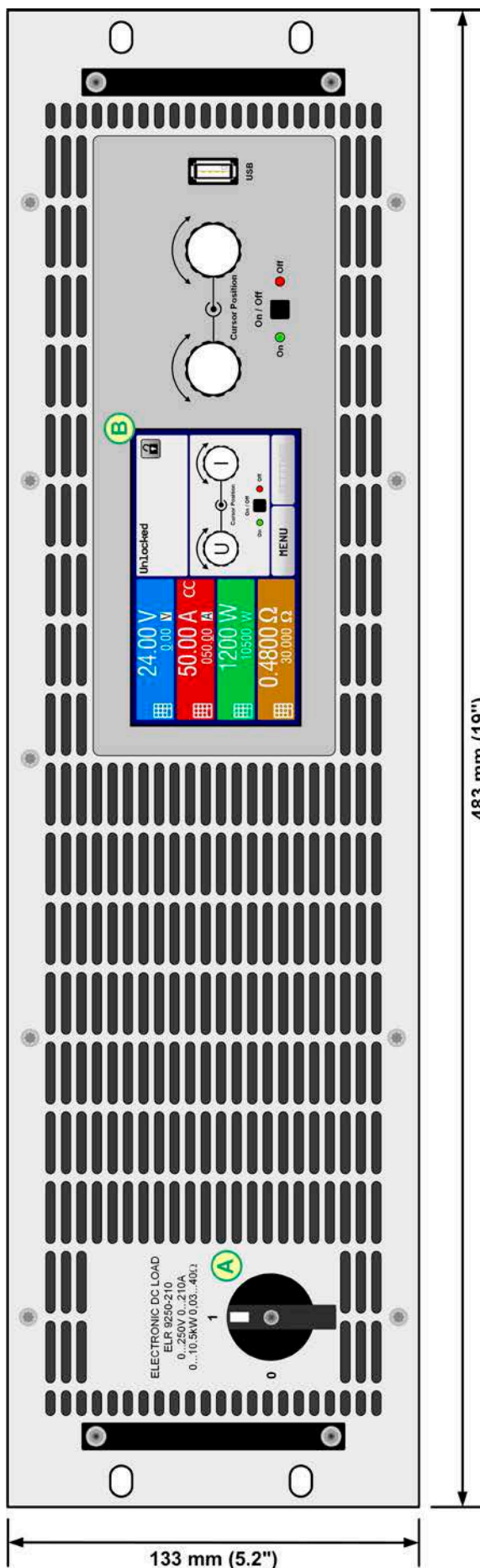
10,5 kW	Modell				
	ELR 9080-510	ELR 9250-210	ELR 9500-90	ELR 9750-66	ELR 91500-30
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, Widerstandsmodus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC-Eingangsstatus				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Abtastrate Sollwerteingänge	500 Hz				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. (± 400 V + 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, 1x USB-A für Funktionen und Logging, 1x Master-Slave-Bus, 1x GPIB (optional mit Option 3W)				
Modulsteckplatz ⁽²⁾	optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang/Ausgang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz (Standardausführung) oder GPIB (optional)				
Vorderseite	USB-A				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19" x 3 HE x 609 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 133 mm x 714 mm				
Normen					
EN 60950, EN 50160 (Netzklasse 2)					
Gewicht	31 kg	31 kg	31 kg	31 kg	31 kg
Artikelnummer ⁽³⁾	33200410	33200411	33200412	33200413	33200414

(1) Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 58

(2) Nur in der Standardausführung

(3) Artikelnummer der Standardausführung, Geräte mit Optionen abweichend

1.8.4 Ansichten



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

Bild 1 - Vorderseite

Bild 2 - Rückseite (Standardausführung)

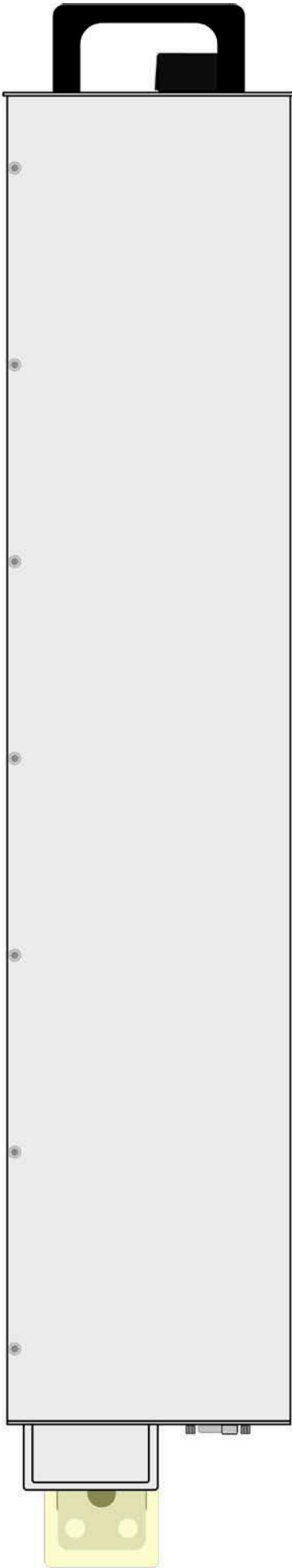


Bild 3 - Seitenansicht von links

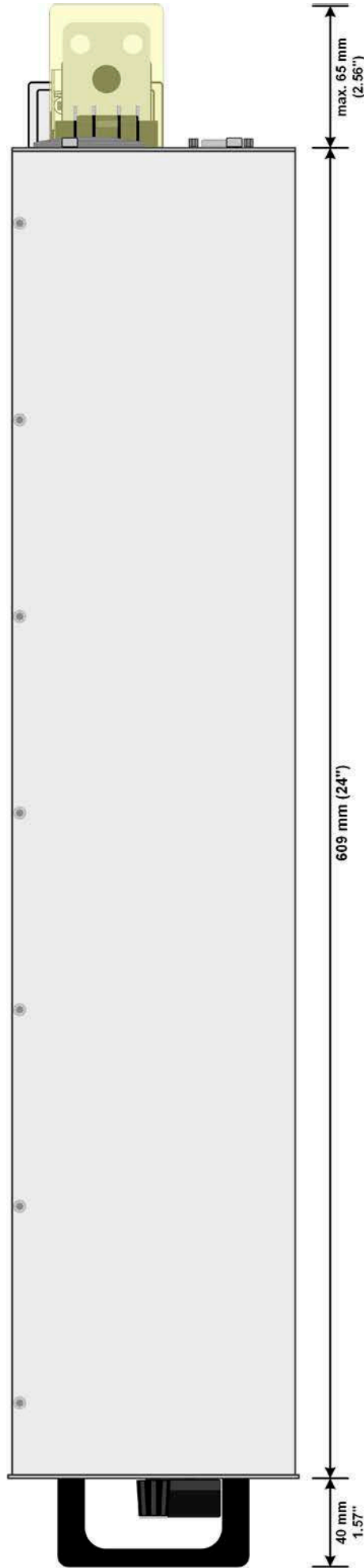


Bild 4 - Seitenansicht von rechts

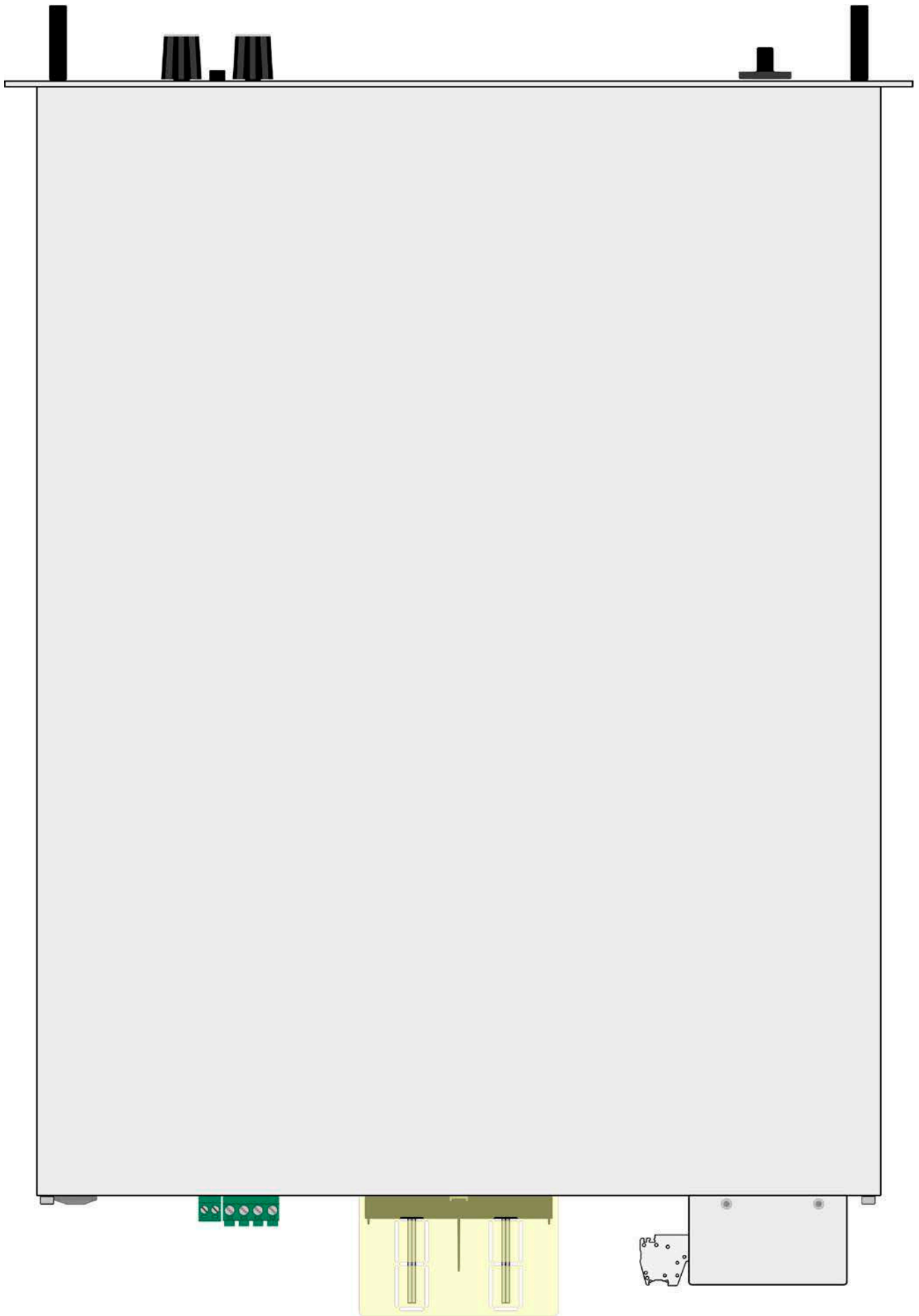


Bild 5 - Ansicht von oben

1.8.5 Bedienelemente

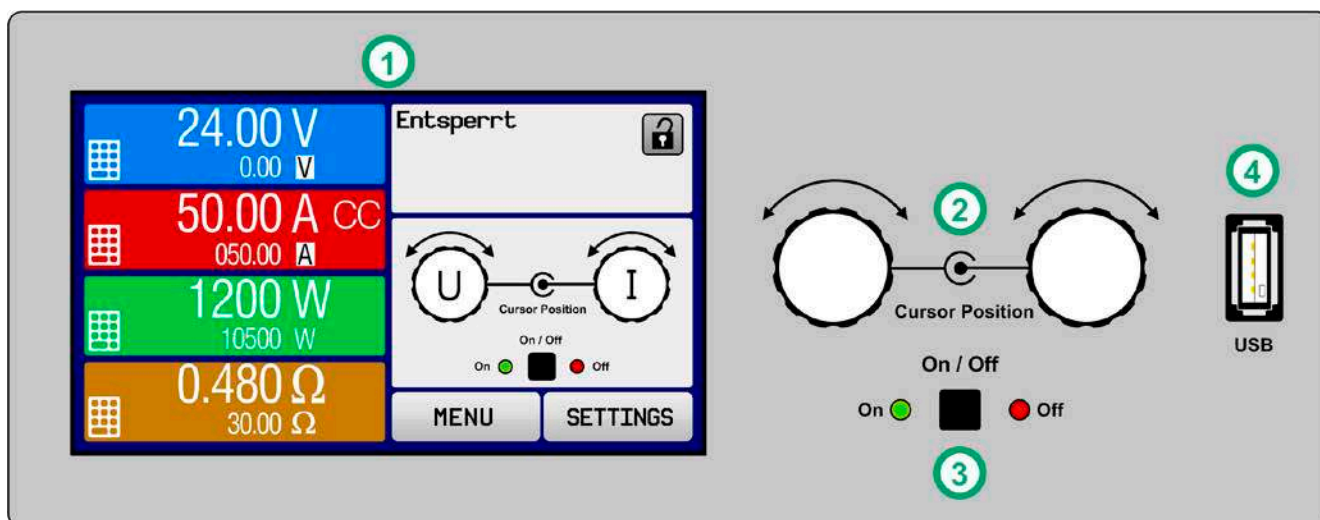


Bild 6- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine genaue Erläuterung siehe Abschnitte „1.9.6. Die Bedieneinheit (HMI)“ und „1.9.6.2. 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. 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 (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>USB Host-Steckplatz Typ A</p> <p>Dient zur Aufnahme handelsüblicher USB-Sticks. Siehe Abschnitt „1.9.6.5. USB-Port (Vorderseite)“ für weitere Informationen.</p>

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

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

Die aufgenommene DC-Energie wird über den internen Wandler mit einer hohen Effizienz umgewandelt und als AC-Energie in das 230 V-Netz zurückgespeist.

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

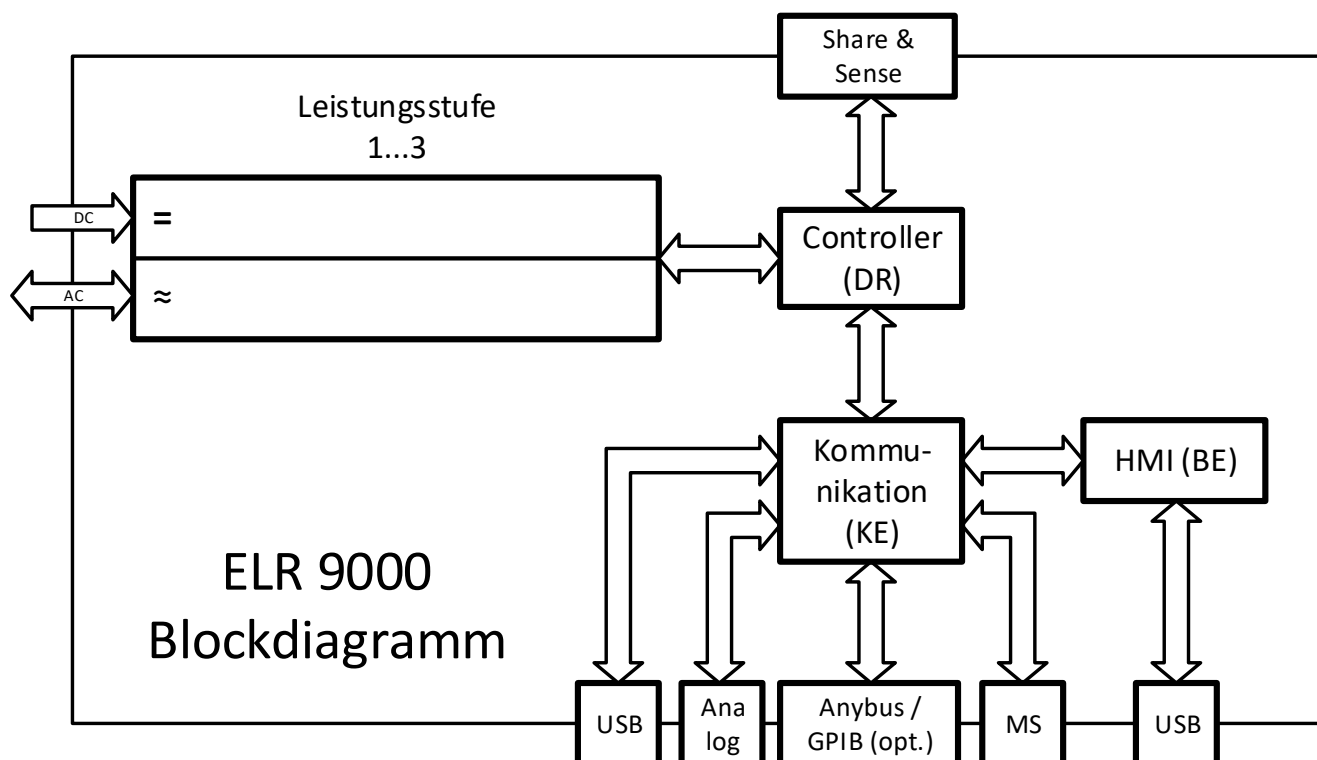
Mittels optionalen, steck- und nachrüstbaren Schnittstellenmodulen können weitere digitale Schnittstellen wie RS 232, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CA oder EtherCAT hinzugefügt werden. Dies ermöglicht die Anbindung der Geräte an gängige industrielle Busse allein durch Wechsel oder Hinzufügen eines kleinen Moduls. Die Konfiguration ist einfach und wird am Gerät erledigt, sofern überhaupt nötig. Die Lasten können so z. B. über die digitale Schnittstelle im Verbund mit anderen Lasten oder gar anderen Gerätetypen betrieben bzw. von einem PC oder einer SPS gesteuert werden.

Die Geräte bieten außerdem standardmäßig die Möglichkeit der Parallelschaltung im Share-Bus-Betrieb zur gleichmäßigen Stromaufteilung, sowie eine echte Master-Slave-Verbindung mit Aufsummierung der Slave-Geräte. Über diese Betriebsart lassen sich bis zu 16 Geräte zu einem System verbinden, das eine erhöhte Gesamtleistung von bis zu 168 kW bietet.

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

1.9.2 Blockdiagramm

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



1.9.3 Lieferumfang

- 1 x Elektronische Last
- 1 x Stecker für Share-Bus
- 1 x Stecker für Fernföhlung
- 1 x USB-Kabel 1,8 m
- 1 x Set DC-Klemmenabdeckung
- 1 x Share/Sense-Klemmenabdeckung (nur Modelle ab 750 V)
- 1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software
- 1 x AC-Anschlußstecker (Klemmtyp)
- 1 x Set für Zugentlastung

1.9.4 Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

IF-AB Digitale Schnittstellenmodule	Steck- und nachrüstbare digitale Schnittstellenmodule für RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CAN oder EtherCAT sind erhältlich. Details zu den Schnittstellenmodulen und der Programmierung des Gerätes über diese Schnittstellen sind in weiteren Handbüchern zu finden, die auf dem Gerät beiliegenden USB-Stick bzw. als PDF-Download auf der Elektro-Automatik-Webseite zu finden sind.
ENS2 NA-Schutz	Externer Netz- und Anlagenschutz (früher: ENS) mit Schützen (für eine ELR 9000 bis 10,5 kW) bzw. ohne Schütze (für größere Anlagen zur Selbstinstallation), der u. U. erforderlich wird, wenn die Rückspeisung der umgewandelten DC-Energie in ein öffentliches Netz erfolgt. Diese Option kann auch nachträglich erworben und vom Anwender vor Ort nachgerüstet werden.

1.9.5 Optionen

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

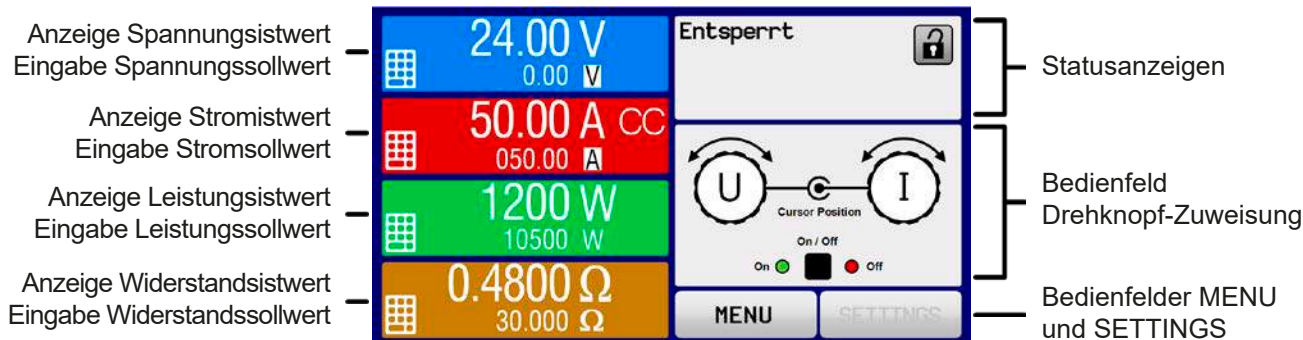
POWER RACKS 19"-Schränke	Schränke in diversen Konfigurationen bis 42 HE als Parallelschaltungssystem sind verfügbar, auch gemischt mit Netzgeräten, um Testsysteme zu realisieren. Für weitere Informationen siehe Produktkatalog, Webseite oder auf Anfrage.
3W GPIB-Schnittstelle	Ersetzt den Steckplatz für Schnittstellenmodule durch einen fest eingebauten GPIB-Anschluß. Das Gerät behält dabei USB- und Analoqschnittstelle. Über den GPIB-Anschluß ist dann nur SCPI-Befehlssprache verfügbar.

1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)

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

1.9.6.1 Anzeige mit Touchscreen

Die grafische Anzeige mit Touchscreen ist in mehrere Bereiche aufgeteilt. Die gesamte Oberfläche ist berührungsempfindlich und kann mit dem Finger oder einem geeigneten Stift (Stylus) bedient werden, um das Gerät zu steuern. Im Normalbetrieb werden im linken Teil Ist- und Sollwerte angezeigt und im rechten Teil Statusinformationen:



Bedienfelder können gesperrt oder freigegeben sein:



Text o. Symbol schwarz =
Bedienfeld freigegeben



Text o. Symbol ausgegraut =
Bedienfeld gesperrt

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

• Bereich Sollwerte/Istwerte (linker Teil)

Hier werden im Normalbetrieb die DC-Eingangswerte (große Zahlen) und Sollwerte (kleine Zahlen) von Spannung, Strom und Leistung und Widerstand mit ihrer Einheit angezeigt. Die beiden Werte zum variablen Innenwiderstand werden jedoch nur bei aktiviertem Widerstandsmodus angezeigt.

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

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

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:



Anzeigewert	Einheit	Bereich	Beschreibung
Istwert Spannung	V	0-125% U_{Nenn}	Aktueller Wert der DC-Eingangsspannung
Sollwert Spannung ⁽¹⁾	V	0-100% U_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Eingangsspg.
Istwert Strom	A	0,2-125% I_{Nenn}	Aktueller Wert des DC-Eingangstroms
Sollwert Strom ⁽¹⁾	A	0-100% I_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung des DC-Eingangstroms
Istwert Leistung	W/kW	0-125% P_{Nenn}	Aktueller Wert der Eingangsleistung nach $P = U_{Ein} \cdot I_{Ein}$
Sollwert Leistung ⁽¹⁾	W/kW	0-100% P_{Nenn}	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	A, V, W/kW	0-102% Nenn	U-max, I-min usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen	A, V, W/kW	0-110% Nenn	OVP, OCP usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße

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

⁽²⁾ Untere Grenze für Widerstandssollwerte variiert. Siehe Tabelle in Abschnitt 1.8.3

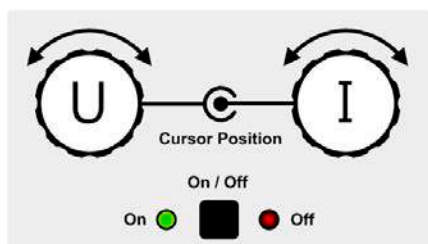
• Statusanzeigen (oben rechts)

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

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

• Feld für Zuordnung der Drehknöpfe

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



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

Das Feld zeigt die gewählte Zuordnung an:

U I


Linker Drehknopf: Spannung
Rechter Drehknopf: Strom

P I

Linker Drehknopf: Leistung
Rechter Drehknopf: Strom

R I

Linker Drehknopf: Widerstand
Rechter Drehknopf: Strom

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

1.9.6.2 Drehknöpfe



Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung aller Sollwerte, sowie zur Auswahl und Einstellung der Parameter in SETTINGS und MENU. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe „3.4 Manuelle Bedienung“ auf Seite 40.

1.9.6.3 Tastfunktion der Drehknöpfe

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



1.9.6.4 Auflösung der Anzeigewerte

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

Einstellauflösung und Anzeigebreite der Sollwerte in der Anzeige:

Spannung, OVP, UVD, OVD, U-min, U-max			Strom, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Leistung, OPP, OPD, P-max			Widerstand, R-max		
Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite	Nennwert	Stellen	Schrittweite
80 V	4	0,01 V	22 A / 30 A	5	0,001 A	Einzelgerät	4	1 W	4 Ω / 6 Ω	5	0,0001 Ω
250 V	5	0,01 V	30 A - 90 A	4	0,01 A	Master-Slave <10 kW	3	0,1 kW	12 Ω - 60 Ω	5	0,001 Ω
500 V	4	0,1 V	140 A - 210 A	5	0,01 A	Master-Slave 10...<100kW	4	0,01 kW	120 Ω - 950 Ω	5	0,01 Ω
750 V	4	0,1 V	340 A / 510 A	4	0,1 A	Master-Slave ≥100kW	4	0,1 kW	1100 Ω	5	0,1 Ω
1000 V	5	0,1 V							1450 Ω	5	0,1 Ω
1500 V	5	0,1 V									

1.9.6.5 USB-Port (Vorderseite)

Der frontseitige USB-Port dient zur Aufnahme von handelsüblichen USB-Sticks. Damit kann man u. A. eigene Sequenzen für den arbiträren und den XY-Funktionsgenerator laden oder speichern, sowie Daten 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. Der Ordner muß **HMI_FILES** benannt sein, so daß sich z. B. ein Pfad G:\HMI_FILES ergäbe, wenn der USB-Stick am PC den Laufwerksbuchstaben G: zugewiesen bekommen hätte.

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

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

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

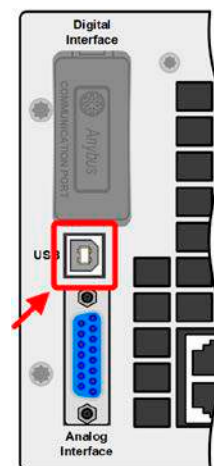
battery_test_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) von die Batterietest-Funktion. Beim Batterietest werden andere bzw. zusätzliche Werte aufgezeichnet als beim „normalen“ Logging. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
usb_log_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

1.9.7 USB-Port (Rückseite)

Der USB-Port 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 Medium zu finden.

Das Gerät kann über diesen Port wahlweise über das international standardisierte ModBus RTU-Protokoll oder per SCPI-Sprache angesprochen werden. Es erkennt das in einer Nachricht verwendete Protokoll automatisch.

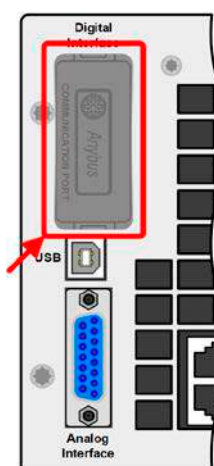
Die USB-Schnittstelle hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor dem Schnittstellenmodul (siehe unten) oder der Ananogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.



1.9.8 Steckplatz für Schnittstellenmodule

Dieser Steckplatz auf der Rückseite des Gerätes (nur Geräte in Standardausführung, Modelle mit Option 3W abweichend) dient zur Aufnahme diverser Schnittstellenmodule der Schnittstellen-Serie IF-AB. Mit Stand: 05.11.2018 sind optional verfügbar:

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



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

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



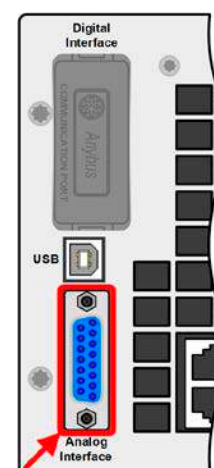
Entnahme oder Bestückung des Moduls nur bei ausgeschaltetem Gerät!

1.9.9 Ananogschnittstelle

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

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

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

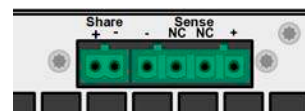


1.9.10 Share-Bus-Anschluß

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

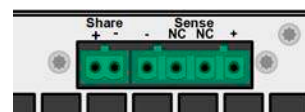
- PSI 9000 2U - 24U
- ELR 9000
- EL 9000 B 3U - 24U / EL 9000 B HP / EL 9000 B 2Q
- PSE 9000
- PS 9000 1U / 2U / 3U *

* Ab Hardware-Revision 2, siehe Typenschild (falls dort keine Angabe der Revision zu finden ist, dann ist es 1)



1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

Um Spannungsabfall über die Lastzuleitungen zu kompensieren, kann bei Bedarf der Eingang Sense polrichtig mit der Spannungsquelle verbunden werden. Die max. Kompensation ist in den technischen Daten aufgeführt.



1.9.11.1 Einschränkungen

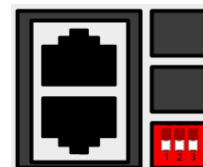
Fernfühlung eignet sich nur für Konstantspannungsbetrieb (CV). Der Eingang „Sense“ sollte auch nur dann mit der Quelle verbunden sein, wenn CV genutzt wird. Hauptsächlich in anderen Regelungsarten, aber auch in CV, können die Fernfühlungs-Leitungen durch ihre Länge und Induktivität störende Nebeneffekte, z. B. Oszillation, hervorrufen. Siehe auch 3.2.5.



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

1.9.12 Master-Slave-Bus

Auf der Rückseite des Gerätes ist eine weitere Schnittstelle vorhanden, die über zwei RJ45-Buchsen mehrere Geräte gleichen Modells über einen digitalen Bus (RS485) zu einem Master-Slave-System verbinden kann. Die Verbindung erfolgt mit handelsüblichen CAT5-Kabeln. Durch den verwendeten Standard RS485 sind theoretisch Kabellängen bis 1200 m verwendbar. Es wird jedoch empfohlen, immer möglichst kurze Kabel zu verwenden.

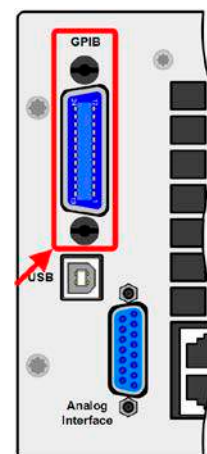


1.9.13 GPIB-Port (optional)

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

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

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



2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Transport und Lagerung

2.1.1 Transport



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

2.1.2 Verpackung

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

2.1.3 Lagerung

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

2.2 Auspacken und Sichtkontrolle

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

2.3 Installation

2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch



- Das Gerät kann, je nach Modell, ein beträchtliches Gewicht haben. Stellen Sie daher vor der Aufstellung sicher, daß der Aufstellungsort (Tisch, Schrank, Regal, 19"-Rack) das Gewicht des Gerätes ohne Einschränkungen tragen kann.
- Bei Installation in einem 19"-Schrank sind Halteschienen zu montieren, die für die Gehäusebreite und das Gewicht (siehe „1.8.3. Spezifische technische Daten“) geeignet sind.
- Stellen Sie vor dem Anschluß des Gerätes an die AC-Stromzufuhr sicher, daß die auf dem Typenschild des Gerätes angegebenen Anschlußdaten eingehalten werden. Eine Überspannung am AC-Anschluß kann das Gerät beschädigen.
- Für alle elektronische Lasten: 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.
- Für rückspeisende elektronische Lasten: vor dem Anschluß an ein öffentliches Stromversorgungsnetz ist zu prüfen, ob ein NA-Schutz (früher: ENS) installiert werden muß, der die Netzurückspeisung des Gerätes überwacht und ggf. unterbricht. Die Stromnetzbetreiber können hierzu Auskunft und Richtlinien herausgeben.

2.3.2 Vorbereitung

Für den netzseitigen Anschluß einer rückspeisenden elektronischen Last der Serie ELR 9000 ist ein 5-poliger Anschlußstecker auf der Rückseite vorgesehen (im Lieferumfang enthalten). Für die Verkabelung des Steckers ist eine mindestens 4-polige, je nach Modell auch bis zu 5-polige Zuleitung mit entsprechendem Querschnitt und Länge vorzusehen. Volle Belegung mit 3 Phasen, N- und PE-Leiter stört in keinsten Weise und wird sogar empfohlen, weil das Netzanschluskabel dann auch für andere Gerätemodelle und -serien direkt verwendet werden kann.

Für Empfehlungen zum Querschnitt siehe „2.3.4. Anschließen an das Stromnetz (AC)“.

Bei der Dimensionierung der DC-Leitungen zur Spannungsquelle sind mehrere Dinge zu betrachten:



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

2.3.3 Aufstellung des Gerätes

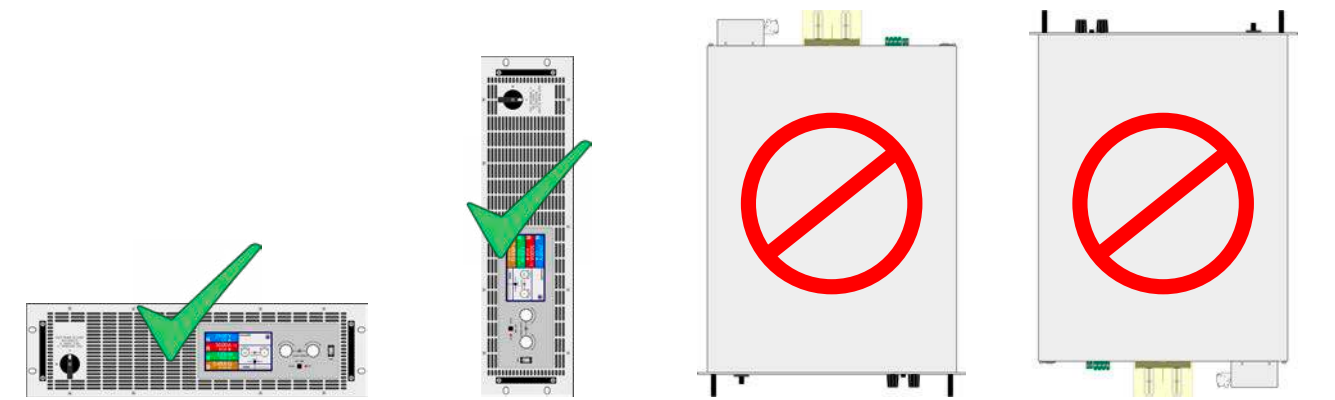


- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zum Gerät so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, jedoch mindestens 30 cm, für die hinten austretende, warme Abluft, die trotz einer ca. 90%igen Rückspeisung der aufgenommenen Energie ins Stromnetz entsteht.

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

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

Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:



Aufstellfläche

2.3.4 Anschließen an das Stromnetz (AC)



- Der Anschluß an eine AC-Stromversorgung darf nur durch entsprechend geschultes Personal erfolgen!
- Dimensionieren Sie den Querschnitt von Anschlußleitungen entsprechend des maximalen Eingangs- bzw. Ausgangsstromes des Gerätes (siehe Tabelle)!
- Stellen Sie vor dem Anstecken des Netzanschlußsteckers sicher, daß das Gerät am Netzschalter ausgeschaltet ist!
- Stellen Sie sicher, daß alle Vorschriften für den Betrieb und den Anschluß eines in das öffentliche Stromnetz rückspeisenden Gerätes beachtet und alle erforderlichen Maßnahmen getroffen wurden!
- Werden mehrere ELR-Geräte parallel am gleichen Netz betrieben, ist der Querschnitt der Zuleitungen gesondert zu bewerten, um dem Strom der Rückspeisung gerecht zu werden, besonders der N-Leiter!

Das Gerät wird mit einem 5-poligen Netzanschlußstecker geliefert. Dieser wird, je nach Leistung des Gerätes, mit einem ein-, zwei- oder dreiphasigen Hauptanschluß verbunden, gemäß der Beschriftung am Stecker. Benötigt werden für den Netzanschluß folgende Phasen:

Nennleistung	Ohne NA-Schutz		Mit NA-Schutz	
	Anschlüsse Netzstecker	Anschlußtyp	Anschlüsse Netzstecker	Anschlußtyp
3500 W	L2, N, PE	mind. Festanschluß	L1, L2, L3, N, PE	Drehstrom
7000 W	L1, L3, N, PE	Drehstrom	L1, L2, L3, N, PE	Drehstrom
10500 W	L1, L2, L3, N, PE	Drehstrom	L1, L2, L3, N, PE	Drehstrom
>10500 W	L1, L2, L3, N, PE	Drehstrom	L1, L2, L3, N, PE	Drehstrom



Die Leiter N und PE sind zwingend erforderlich und müssen verbunden werden!

2.3.4.1 Querschnitte

Für die Wahl des richtigen Querschnittes der Anschlußleitungen sind der max. AC-Strom und die vorgesehene Länge der Anschlußleitung bestimmend. Ausgehend vom Anschluß eines **einzelnen Gerätes** gibt die Tabelle den maximalen Ausgangsstrom des Gerätes auf jeder Phase an, sowie den empfohlenen Mindestquerschnitt pro Leiter vor:

Nennleistung	L1		L2		L3		N	
	∅	I _{max}	∅	I _{max}	∅	I _{max}	∅	I _{max}
3500 W	-	-	1,5 mm ²	16 A	-	-	1,5 mm ²	16 A
7000 W	1,5 mm ²	16 A	-	-	1,5 mm ²	16 A	1,5 mm ²	16 A
10500 W	1,5 mm ²	16 A	1,5 mm ²	16 A	1,5 mm ²	16 A	1,5 mm ²	16 A

2.3.4.2 Anschlußleitung

Der mitgelieferte Anschlußstecker kann Kabelenden mit max. 6 mm² aufnehmen. Je länger die Anschlußleitung, desto höher der Spannungsabfall aufgrund des Leitungswiderstandes. Bei zu hohem Spannungsabfall funktioniert die Netzzückspeisung nicht mehr oder nicht zuverlässig. Daher sollte die Netzzuleitung immer so kurz wie möglich gehalten werden.

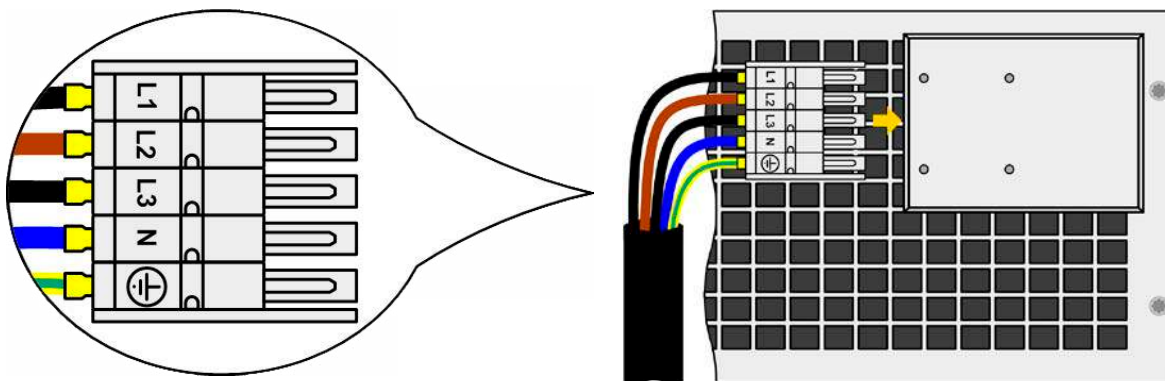


Bild 7 - Beispiel für ein Netzanschlußkabel (Kabel nicht im Lieferumfang enthalten)

2.3.4.3 Mehrere Geräte an einem AC-Anschlußpunkt

Bei Betrieb von mehreren Geräten an einem AC-Anschlußpunkt, idealerweise Modelle mit identischer Nennleistung, ist es ratsam, den Phasenstrom der einzelnen Modelle zu berücksichtigen, um eine symmetrische Stromverteilung zu erreichen. Modelle mit 3500W nutzen 1 Phase, Modelle mit 7000W 2 Phasen. Hier entsteht zuerst einmal eine ungleichmäßige Belastung des Dreiphasen-Netzes.

Die Tabelle oben besagt, daß am AC-Anschlußstecker eines 3500 W-Modells die Eingänge L2 und N für die Stromversorgung dienen. Man würde demnach die Geräte automatisch alle an der Phase L2 anbinden. Da eine Drehstromversorgung drei Phasen hat, wäre eine Symmetrie bei Modellen, die nicht alle drei Phasen benötigen, bei drei Geräten oder einem Vielfachen davon erreichbar. Hat man zwei oder vielleicht vier Geräte, sind zumindest zwei der drei Phasen ungleichmäßig belastet bzw. gespeist.

Verdeutlichungen und Beispielverteilungen:

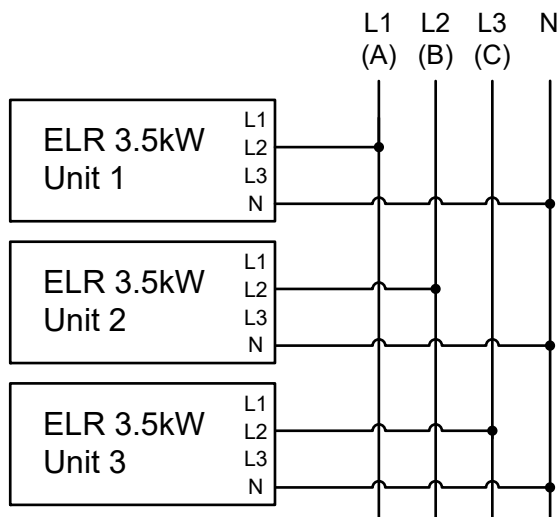


Bild 8 - Beispiel einer Anschluß-Verteilung für 3,5 kW-Modelle

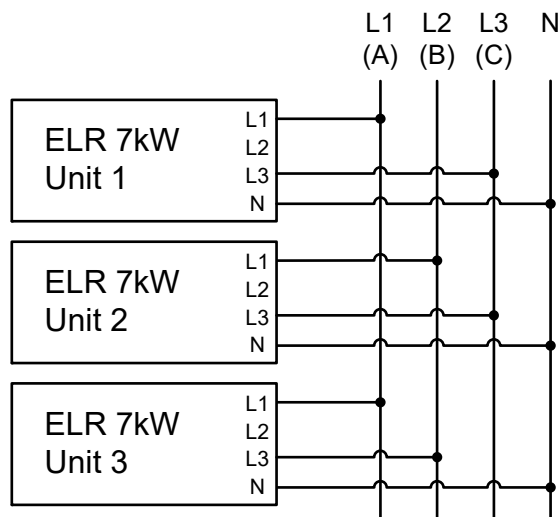


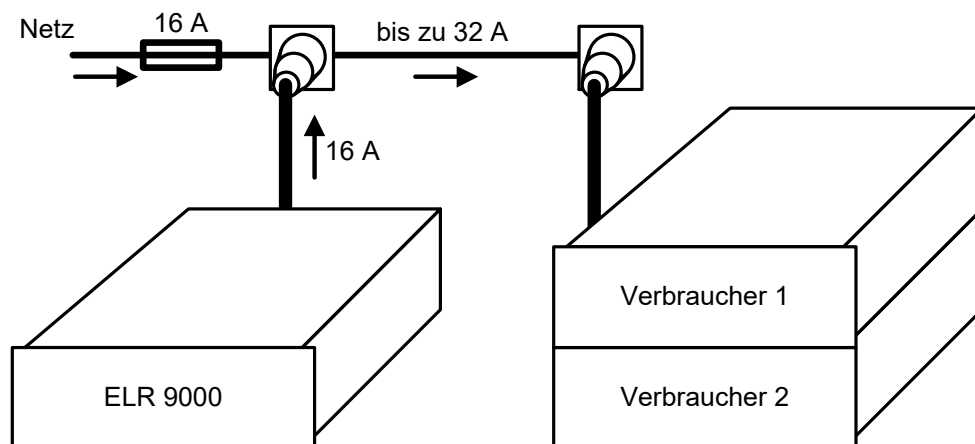
Bild 9 - Beispiel einer Anschluß-Verteilung für 7 kW-Modelle

2.3.4.4 Anlagenschutz bei Rückspeisung

Die 3,5 kW-Modelle könnten wegen Ihres Nennstromes von max. 16 A auch an normalen Wandsteckdosen bzw. Mehrfachsteckdosen betrieben werden. Davon wird dringend abgeraten, weil sich der zurückgespeiste Strom zu dem aus dem Stromversorgungsnetz eingespeisten addiert (siehe Verdeutlichung unten) und das eventuell die vorhandene Installation überlastet. Zwischen zwei Anschlüssen für Geräte gleich welcher Art, besonders aber bei Wandsteckdosen o. ä., gibt es üblicherweise keine extra Absicherung. Im Falle eines Fehlers im AC-Eingang irgendeines verbrauchenden Gerätes, der zu einem Kurzschluß führt, oder mehreren Verbrauchern mit entsprechender Leistung kann der Gesamtstrom über dafür oft nicht ausgelegte Leitungen und Anschlüsse fließen und diese zerstören bzw. sogar zu Bränden führen.

Prinzipiell gilt das auch für alle anderen Leistungsklassen der rückspeisenden Last.

Das Anschlußkonzept vor Ort muß daher zur Vermeidung von Schäden und Unfällen unbedingt entsprechend bedacht werden. Verdeutlichung mit 1 rückspeisenden Last:



Bei einer größeren Anzahl rückspeisender Geräte am selben Strang der Installation erhöht sich der Gesamtstrom pro Phase entsprechend.

2.3.5 Anschließen von DC-Quellen



Bei einem Gerät mit hohem Nennstrom und demzufolge entsprechend dicken und schweren DC-Anschlußleitungen sind das Gewicht der Leitungen und die Belastung des DC-Anschlusses am Gerät zu beachten und besonders bei Installation des Gerätes in einem 19"-Schrank oder ähnlich, wo die Leitungen am DC-Eingang hängen, Zugentlastungen anzubringen.

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

Bei Zuleitungen **bis 1,5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen bis 50 °C empfehlen wir:

- bis **30 A**: 6 mm² bis **70 A**: 16 mm²
- bis **90 A**: 25 mm² bis **140 A**: 50 mm²
- bis **170 A**: 70 mm² bis **210 A**: 95 mm²
- bis **340 A**: 2x70 mm² bis **510 A**: 2x120 mm²

pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 70 mm², können durch 2x35 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

2.3.5.1 Anschlußklemmentypen

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

Typ 1: Modelle bis 250 V Nennspannung	Typ 2: Modelle ab 500 V Nennspannung
Schraubverbindung M8 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 8er Loch	Schraubverbindung M6 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 6er Loch

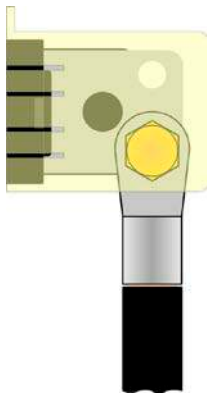
2.3.5.2 Kabelzuführung und Plastikabdeckung

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

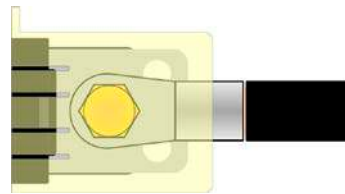


Der Anschlußwinkel und der erforderliche Knickradius für die DC-Zuleitungen sind zu berücksichtigen, wenn die Gesamttiefe des Gerätes geplant werden soll, besonders beim Einbau in 19"-Schränke o.ä. Bei Anschlußklemme Typ 2 ist z. B. nur das horizontale Zuführen der DC-Leitungen möglich, damit die Abdeckung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

Beispiele anhand des Anschlußklemmentyp 1:



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



- Horizontale Zuführung
- platzsparend in der Höhe
- großer Knickradius

2.3.6 Erdung des DC-Eingangs

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

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

2.3.7 Anschließen der Fernfühlung



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



- Die Fernfühlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernfühlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernfühlung generell erhöht wird.
- Der Querschnitt von Fühlerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm². Es sind jedoch besonders bei den Hochvoltmodellen entsprechend spannungsfeste Leitungen zu verwenden
- Fühlerleitungen sollten verdreht sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Quelle anzubringen
- (+) Sense darf nur am (+) der Quelle und (-) Sense nur am (-) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten könnte die elektronische Last beschädigt werden. Siehe auch Bild 10.
- Bei Master-Slave-Betrieb sollte die Fernfühlung nur am Master-Gerät erfolgen

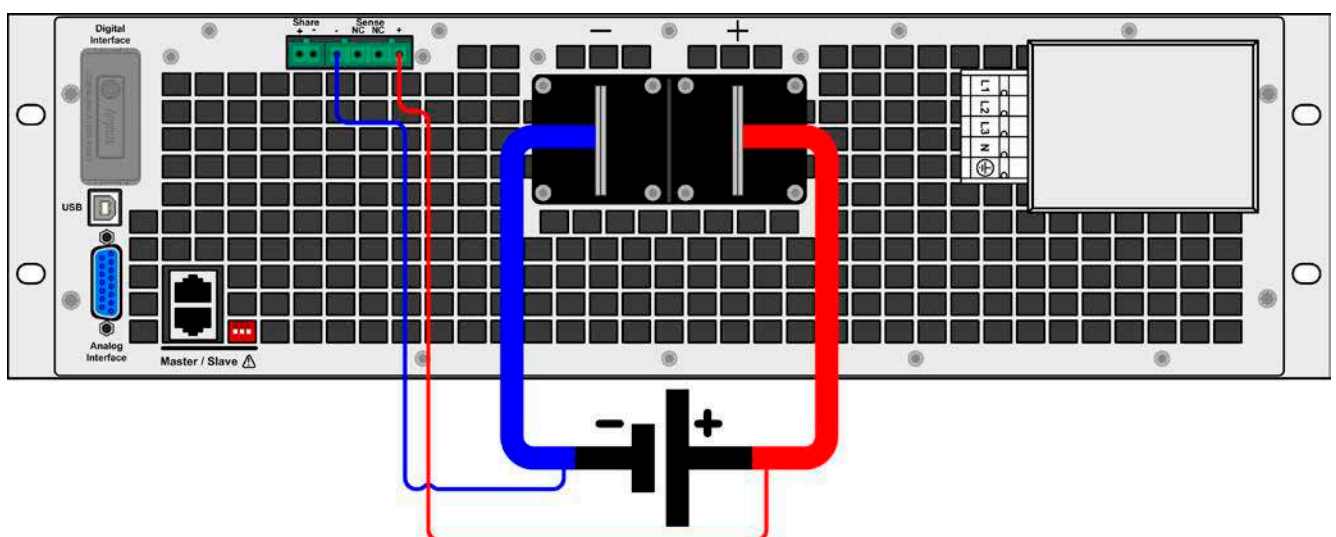


Bild 10 - Beispiel Fernfühlungsverdrahtung

2.3.8 Anschließen des „Share-Bus“

Die rückseitig am Gerät befindliche Klemme „Share-Bus“ dient bei der elektronischen Last entweder zur Verbindung mit dem Share-Bus eines kompatiblen Netzgerätes, um Zwei-Quadranten-Betrieb zu fahren, oder bei Parallelbetrieb mehrerer Lasten zur Stromsymmetrierung und Ausregelung bei Funktionsgeneratorbetrieb (Sinus usw.). Der Share-Bus sollte daher verbunden werden. Weitere Information siehe auch „3.11.3 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“ auf Seite 86. Für die Verschaltung des Share-Bus' gilt es folgendes zu beachten:



- Verbindung nur zwischen kompatiblen Geräten (siehe „1.9.10. Share-Bus-Anschluß“) und bis max. 16 Einheiten
- Sollten in einem konfigurierten System ein oder mehrere Einheiten nicht betrieben werden, weil weniger Leistung benötigt wird, dann sollte deren Share-Bus-Anschluß vom Share-Bus getrennt werden, weil sie aufgrund ihrer Impedanz auch im ausgeschalteten Zustand negativ auf den Share-Bus und dessen Regelsignal einwirken können. Die Trennung kann durch Abziehen der Stecker oder durch Schalter erfolgen.
- Der Share-Bus ist auf den DC-Minus bezogen. Bei Erdung des Pluspols und die dadurch folgende Potentialverschiebung am Minuspol verschiebt sich auch das Potential des Share-Bus

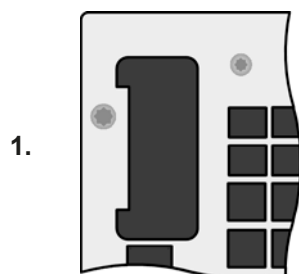
2.3.9 Installation eines Schnittstellenmoduls

Die diversen Schnittstellenmodule, die für ELR9000-Modelle mit Slot (nur in der Standardausführung) verfügbar sind, können durch den Anwender nachgerüstet werden und sind durch andere Module austauschbar. Die Einstellungen zum momentan installierten Modul variieren und sollte nach der Ersteinstallation bzw. nach Wechsel des Modultyps überprüft und ggf. neu eingestellt werden.



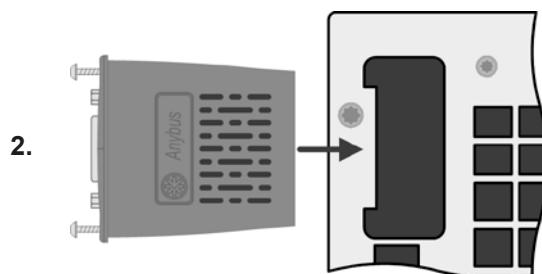
- Die üblichen ESD-Schutzmaßnahmen sind vor dem Einsetzen oder Tausch des Moduls zu treffen!
- Das Modul ist stets nur im ausgeschalteten Zustand des Gerätes zu entnehmen bzw. zu bestücken!
- Niemals irgendeine andere Hardware als die Schnittstellen-Module in den Einschub einführen!
- Wenn kein Modul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

Installationschritte:



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

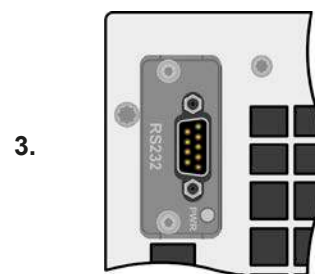
Nehmen Sie das Modul und prüfen Sie, ob die Befestigungsschrauben so weit wie möglich herausgedreht sind. Falls nicht, drehen Sie sie heraus (Torx 8).



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

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

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



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

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

2.3.10 Anschließen der analogen Schnittstelle

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



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

2.3.11 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.

2.3.11.1 Treiberinstallation (Windows)

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

2.3.11.2 Treiberinstallation (Linux, MacOS)

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

2.3.11.3 Treiberalternativen

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

2.3.12 Erstinbetriebnahme

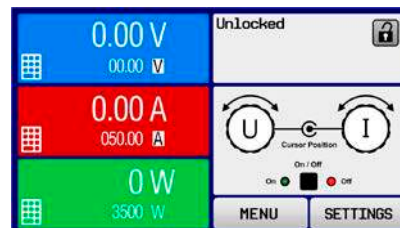
Bei der allerersten Inbetriebnahme des Gerätes und der Erstininstallation sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen:


- 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!


Bei Bedarf kann die Sprache der Anzeige (Touchscreen) auf **Deutsch** umgestellt werden.

► So stellen Sie die Sprache der Anzeige um:



1. Schalten Sie das Gerät ein warten Sie, bis die Hauptseite angezeigt wird. Diese sollte wie rechts gezeigt aussehen. Falls der DC-Eingang eingeschaltet sein sollte, mittels des schwarzen Tasters rechts neben der Anzeige ausschalten.



2. Tippen Sie mit dem Finger oder einem Stift auf .

3. In dem nun erscheinenden Hauptmenü tippen Sie auf .

4. In der dann erscheinenden Auswahl für Einstellungen zur Bedieneinheit (HMI) tippen Sie auf .

5. Stellen Sie die Sprache durch Tippen auf  um und übernehmen Sie die Einstellung mit .



Die Sprachumstellung wird sofort wirksam.



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

2.3.13 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 „2.3.12. Erstinbetriebnahme“.

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

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Personenschutz



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

Konstantspannungsbetrieb (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 Strommaximalwert oder die aufgenommene Leistung nach $P = U_{\text{EIN}} \cdot I_{\text{EIN}}$ den eingestellten Leistungsmaximalwert, 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 Konstantspannungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand "CV-Betrieb aktiv" als Kürzel CV auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

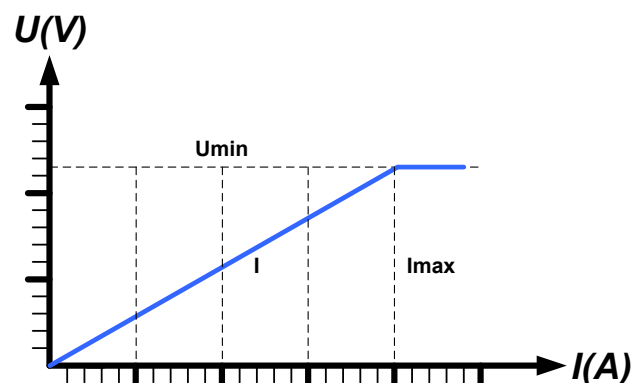
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

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

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

3.2.1.2 Mindesteingangsspannung 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 Konstantstrombetrieb (kurz: CC) genannt und spielt eine wichtige Rolle im Normalbetrieb einer elektronischen Last. Erreicht der Eingangsstrom den eingestellten Stromsollwert, wechselt das Gerät automatisch in Konstantstrombetrieb. Der DC-Eingangsstrom wird dann 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.

Wenn jedoch die aus der Spannungsquelle entnommene Leistung den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht während der Strom noch nicht durch CC begrenzt wird, 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 Konstantstrombetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CC-Betrieb aktiv“ als Kürzel CC auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand

Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstandbetrieb (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 Konstantwiderstandbetrieb 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.

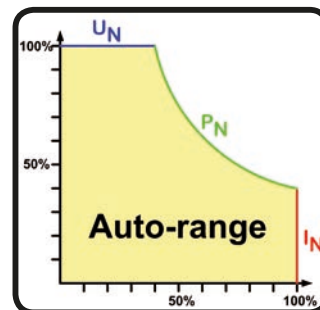
3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

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 Leistungssollwert 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 Leistungssollwert nach $I = P / U$ einen geringeren Strom ergibt und auf diesen begrenzt. Der vom Anwender eingestellte und auf dem Display angezeigte Stromsollwert ist stets nur eine obere Grenze.



3.2.5 Regelverhalten und Stabilitätskriterium

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

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

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

80 V-Modelle: 1000uF...4700uF

250 V-Modelle: 100uF...470uF

500 V-Modelle: 47uF...150uF

750 V-Modelle: 22uF...100uF

1500 V-Modelle: 4,7uF...22uF

3.3 Alarmzustände



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

Grundsätzlich werden alle Alarmzustände optisch (Text + Meldung in der Anzeige), akustisch (wenn Alarmton aktiviert) und als auslesbarer Status, sowie Alarmzähler über digitale Schnittstelle signalisiert. Die Alarmzustände OT, OVP und PF werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle 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...110% U_{Nenn}) festgelegt

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



Die elektronische Last ist nicht mit Schutzmaßnahmen gegen Überspannung von außen ausgestattet.

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 (Drehschalter, Vorderseite) eingeschaltet werden. Alternativ kann es über eine externe Trennvorrichtung (Hauptschalter, Schütz) mit entsprechender Strombelastbarkeit netzseitig geschaltet werden.

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



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

3.4.2 Ausschalten des Gerätes

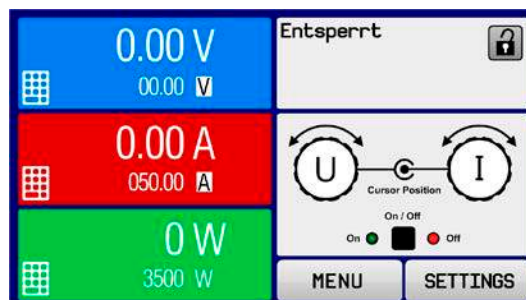
Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des DC-Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert, sowie Master-Slave-Betrieb, falls momentan aktiviert. Weiterhin wird ein „Alarm: PF“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Der DC-Eingang wird sofort ausgeschaltet und nach kurzer Zeit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

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

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

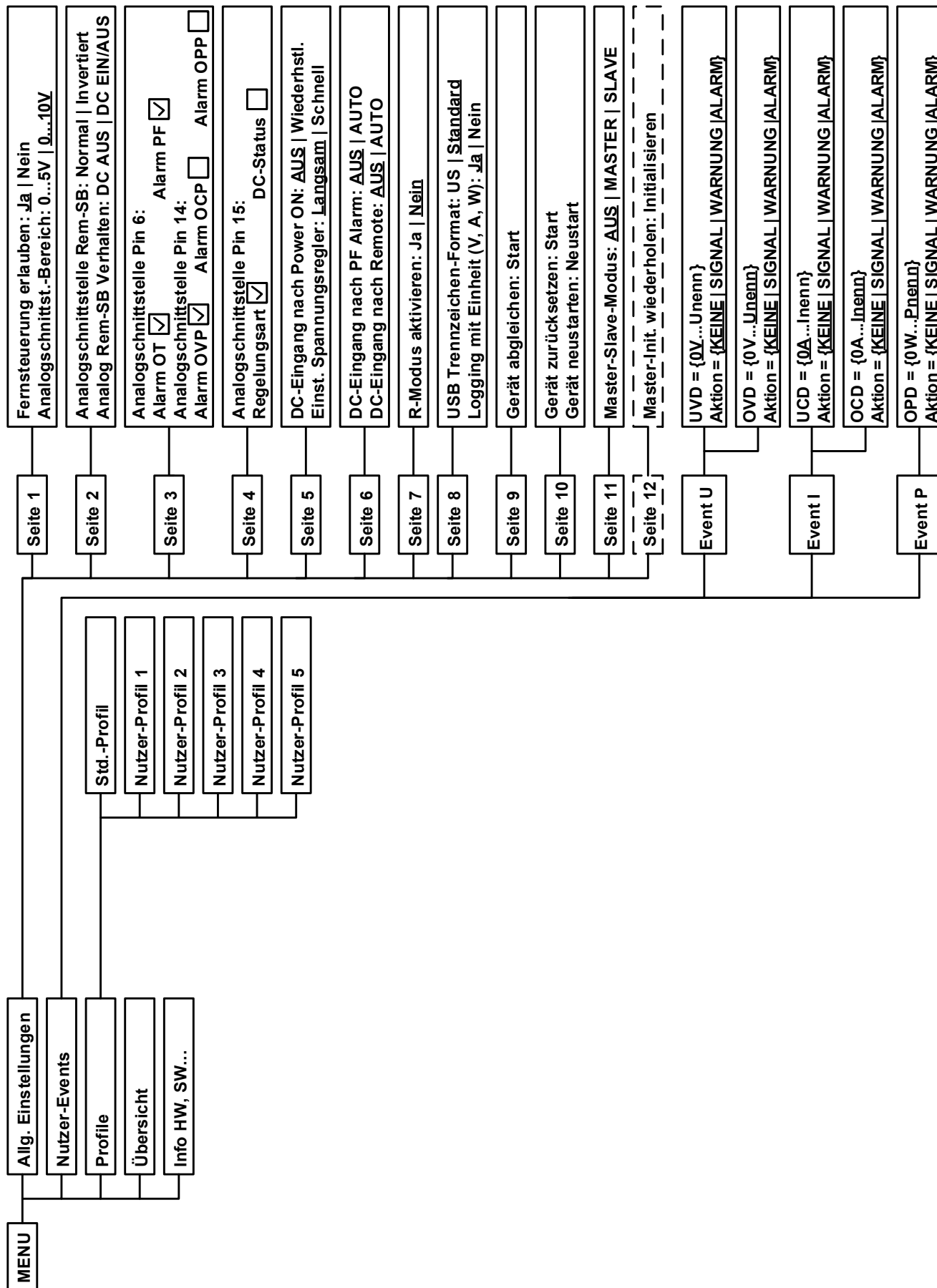


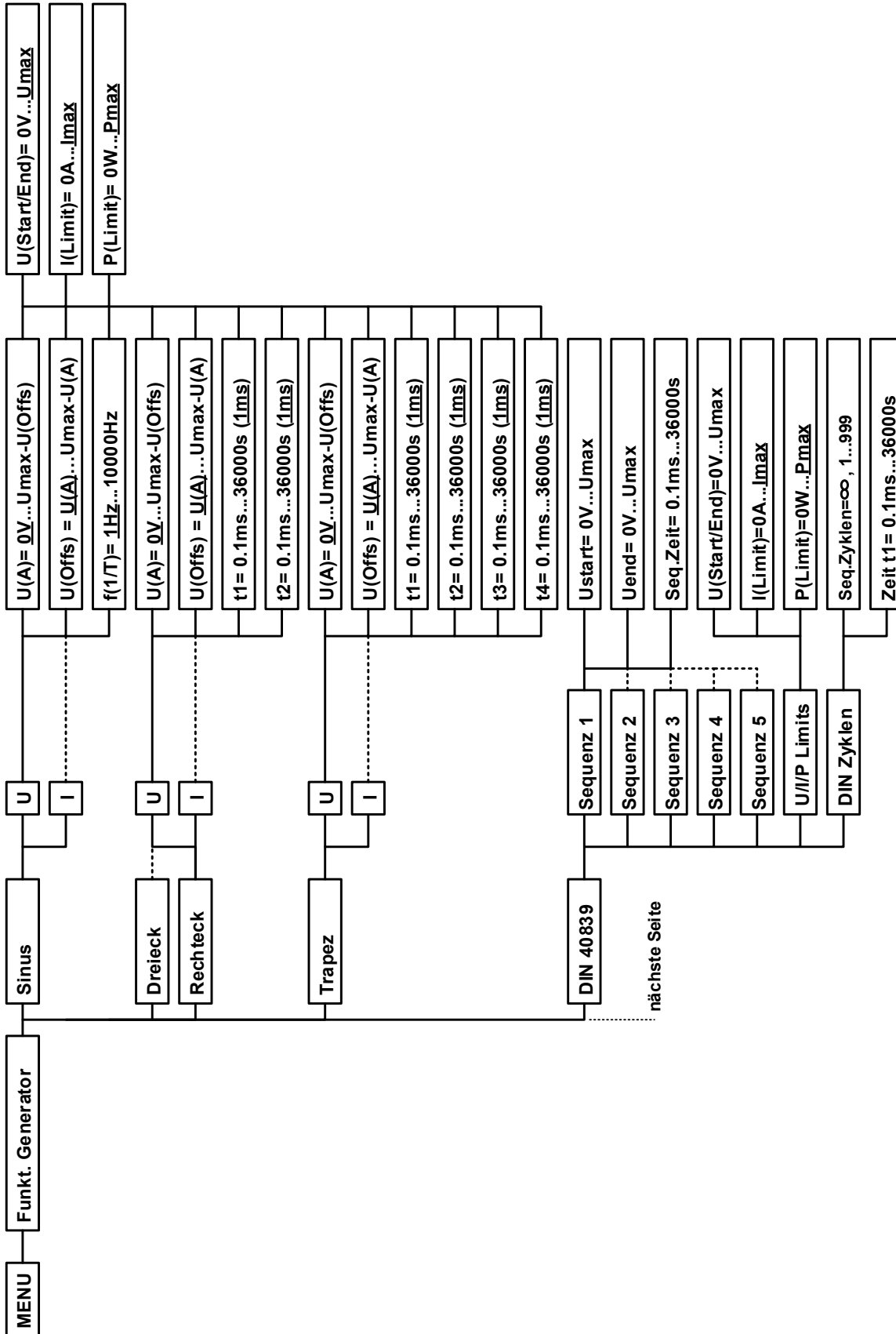
Die Menüstruktur ist auf den folgenden Seiten als Schema dargestellt. Einige Einstellparameter sind selbsterklärend, andere nicht. Diese werden auf den nachfolgenden Seite im Einzelnen erläutert.





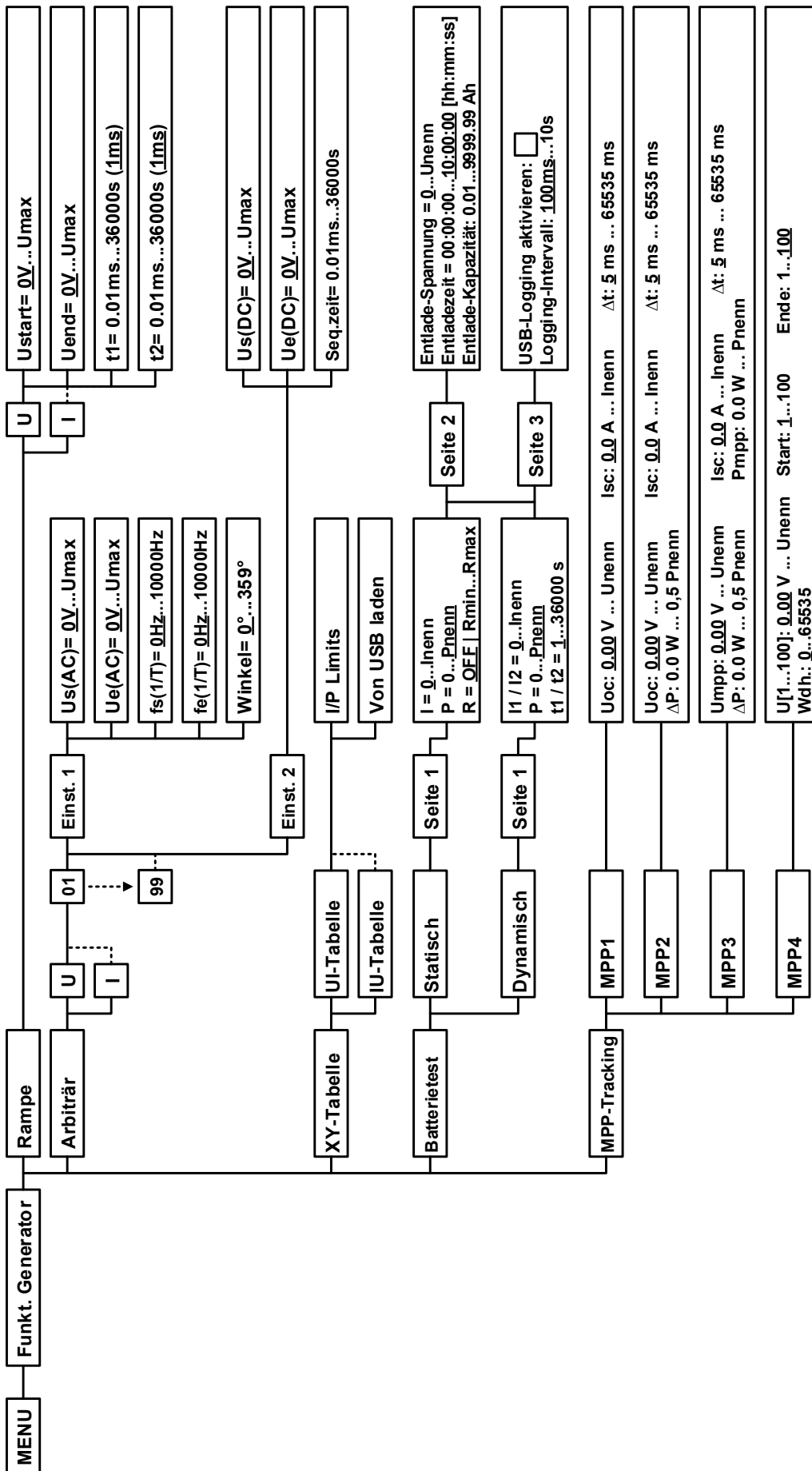
Werte in geschweiften Klammern stellen den auswählbaren Bereich dar, unterstrichene Werte den Standardwert nach Auslieferung oder Zurücksetzen.





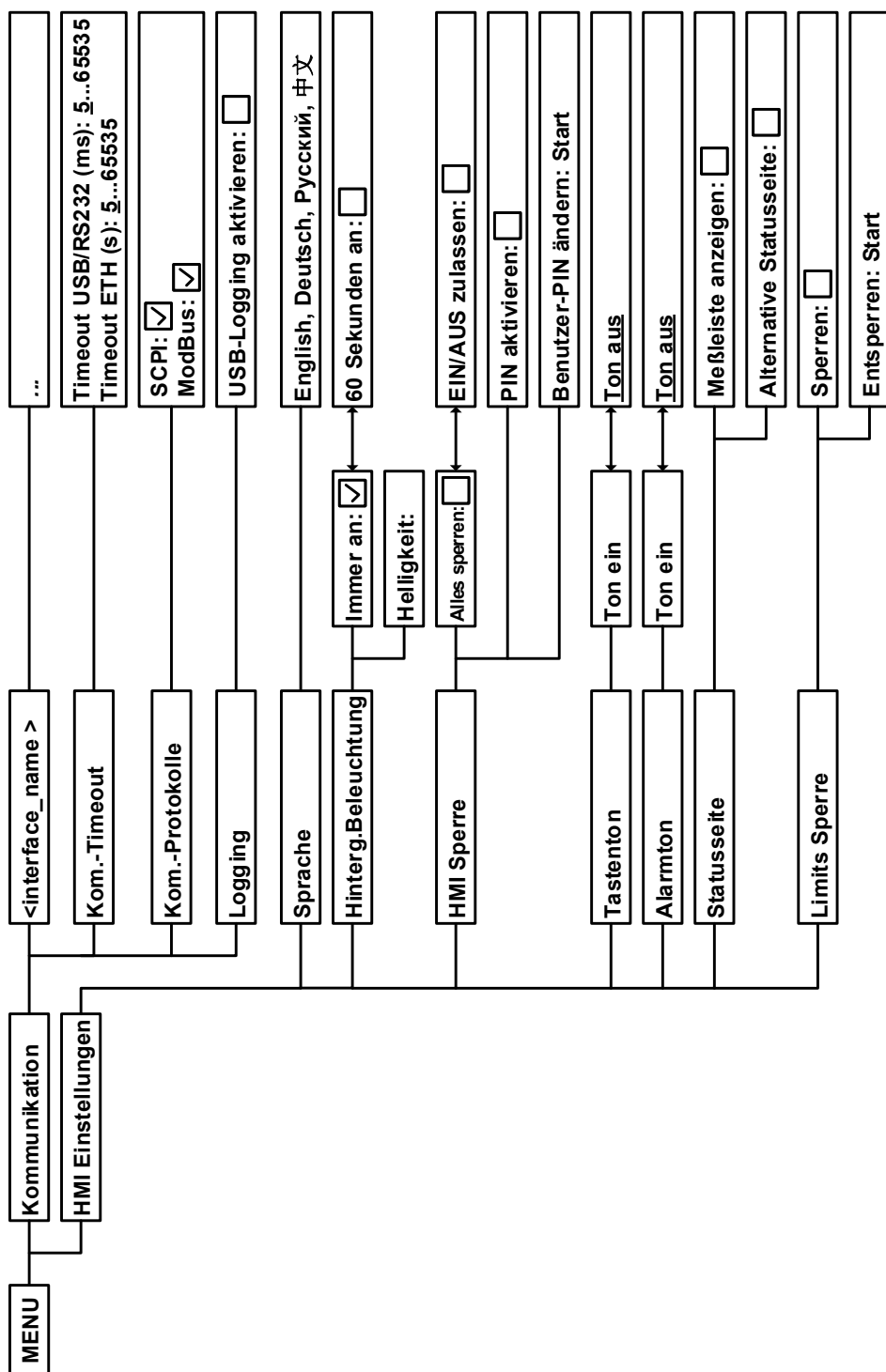
Werte in geschweiften Klammern stellen den auswählbaren Bereich dar, unterstrichene Werte den Standardwert nach Auslieferung oder Zurücksetzen. Gepunktete Linien deuten auf sich wiederholende Parameter, wie z. B. bei U, I für Sinus, wo aus U(A) dann I(A) wird usw.





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 „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 1.9.6.1.
Anlogschnittstelle-Bereich	1	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. <ul style="list-style-type: none"> • 0...5 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 5 V • 0...10 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 10 V Siehe auch Abschnitt „3.5.4. Fernsteuerung über Anlogschnittstelle (AS)“.
Anlogschnittstelle Rem-SB	2	Legt fest, wie der Eingangspin „Rem-SB“ an der eingebauten Anlogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in „3.5.4.4. Spezifikation der Anlogschnittstelle“ angegebenen Pegel. Siehe auch „3.5.4.7. Anwendungsbeispiele“. <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	2	Legt fest, wie das Verhalten des Eingangspin „Rem-SB“ an der eingebauten Anlogschnittstelle gegenüber dem DC-Eingang sein soll: <ul style="list-style-type: none"> • DC AUS = DC-Eingang kann über den Pin nur ausgeschaltet werden • DC EIN/AUS = DC-Eingang kann über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
Anlogschnittstelle Pin 6	3	Pin 6 der Anlogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig die Gerätealarme OT und PF. Dieser Parameter erlaubt es, nur einen von beiden auf dem Pin auszugeben (3 mögliche Kombinationen): <p>Alarm OT = Signalisierung des Alarms OT auf Pin 6 ein-/ausschalten</p> <p>Alarm PF = Signalisierung des Alarms PF auf Pin 6 ein-/ausschalten</p>
Anlogschnittstelle Pin 14	3	Pin 14 der Anlogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig nur den Gerätealarm OVP. Dieser Parameter erlaubt es, weitere Gerätealarme auf dem Pin auszugeben (7 mögliche Kombinationen): <p>Alarm OVP = Signalisierung des Alarms OVP auf Pin 14 ein-/ausschalten</p> <p>Alarm OCP = Signalisierung des Alarms OCP auf Pin 14 ein-/ausschalten</p> <p>Alarm OPP = Signalisierung des Alarms OPP auf Pin 14 ein-/ausschalten</p>
Anlogschnittstelle Pin 15	4	Pin 15 der Anlogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig nur die Regelungsart CV. Dieser Parameter erlaubt es, einen anderen Gerätestatus auf dem Pin 15 auszugeben (2 Optionen): <p>Regelungsart = Signalisierung der Regelungsart CV</p> <p>DC-Status = Signalisierung des Zustandes des DC-Eingangs</p>
DC-Eingang nach Power ON	5	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. <ul style="list-style-type: none"> • AUS = DC-Eingang ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • Wiederhstl. = Zustand des DC-Eingangs wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war
Einst. Spannungsregler	5	Wählt die Regelungsgeschwindigkeit des internen Spannungsreglers zwischen „ Langsam “ und „ Schnell “. Siehe „3.2.1.1. Geschwindigkeit des Spannungsreglers“
DC-Eingang nach PF Alarm	6	Legt fest, wie sich der DC-Eingang des Gerätes nach einem Powerfail-Alarm (siehe), wie z. B. durch Unterspannung verursacht, verhalten soll: <ul style="list-style-type: none"> • AUS = DC-Eingang bleibt aus • AUTO = DC-Eingang schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
DC-Eingang nach Remote	6	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach manuellem oder per Befehl veranlaßtem Beenden der Fernsteuerung sein soll. <ul style="list-style-type: none"> • AUS = DC-Eingang ist nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • AUTO = Zustand des DC-Eingangs wird beibehalten

Einstellung	S.	Beschreibung
R-Modus aktivieren	7	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	8	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch 1.9.6.5 und 3.4.10) bzw. für das Einlesen von CSV-Dateien fest US = Trennzeichen ist Komma (US-Format) Standard = Trennzeichen ist Semikolon (deutsches bzw. europ. Format)
Logging mit Einheit (V,A,W)	6	Beim USB-Logging werden standardmäßig alle Werte in der CSV-Datei mit Einheit aufgezeichnet. Dies kann hier mit „Nein“ deaktiviert werden.
Gerät abgleichen	9	Bedienfeld „Start“ startet eine Kalibrierungsroutine, sofern das Gerät momentan im U/I- oder P/I-Modus ist.
Gerät zurücksetzen	10	Bedienfeld „Start“ setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) auf Standardwerte, sowie alle Sollwerte auf 0 zurück, wie auf den Menüstrukturdiagrammen auf den vorherigen Seiten angegeben.
Gerät neustarten	10	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes
Master-Slave-Modus	11	Mit Option „MASTER“ oder „SLAVE“ wird der Master-Slave-Modus (kurz: MS) aktiviert und gleichzeitig die Funktion des Gerätes im MS festgelegt. Näheres zum MS-Modus siehe Abschnitt „3.11.1. Parallelschaltung als Master-Slave (MS)“.
PSI / ELR System	11	Wird nur angezeigt, wenn das Gerät als „MASTER“ definiert wurde Legt durch Aktivierung (Fingerberührung, Haken wird gesetzt) fest, ob die elektronische Last Teil eines Zwei-Quadranten-Systems (siehe auch „3.11.3. Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“) ist und schaltet dazu den Share-Bus auf Modus „Slave“, weil eine Last im 2QB immer untergeordnet sein soll
Master-Init. wiederholen	12	Bedienfeld „Initialisieren“ initialisiert das Master-Slave-System neu für den Fall, daß die automatische Enumerierung der Slave-Einheiten durch den Master einmal nicht funktionieren sollte und somit weniger Gesamtleistung zur Verfügung stehen würde.

3.4.3.2 Menü „Nutzer-Events“

Siehe „3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)“ auf Seite 62.

3.4.3.3 Menü „Profile“

Siehe „3.9 Nutzerprofile laden und speichern“ auf Seite 64.

3.4.3.4 Menü „Übersicht“

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

3.4.3.5 Menü „Info HW, SW...“

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

3.4.3.6 Menü „Funkt.Generator“

Siehe „3.10 Der Funktionsgenerator“ auf Seite 65.

3.4.3.7 Menü „Kommunikation“

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



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

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

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

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

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

IF	Ebene 1	Beschreibung
Profinet/IO, 1 & 2 Port	Host-Name	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	Funktionsbeschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Funktionsbeschreibung“ (<i>Function tag</i>). Max. Länge: 32 Zeichen
	Standortbeschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Standortbeschreibung“ (<i>Location tag</i>). Max. Länge: 22 Zeichen
	Stationsname	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profinet-Stationsnamens. Max. Länge: 54 Zeichen
	Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen
	Datum der Installation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationsdatum“ (<i>Installation date</i>). Max. Länge: 40 Zeichen

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

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

Element	Beschreibung
Kom.-Timeout	<p>Timeout USB/RS232 (in Millisekunden) Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Stellt die Zeit ein, die max. bei zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes ablaufen darf. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“.</p> <p>Timeout ETH (in Sekunden) Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Stellt das bei Netzwerken bekannte „keep-alive timeout“ in Sekunden ein. Findet während der eingestellten Zeit keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung von seitens des Gerätes.</p>
Kom.-Protokolle	Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle SCPI und ModBus Jeweils eins von beiden kann deaktiviert werden, wenn nicht benötigt.
Logging	Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Wenn aktiviert, kann ein Intervall für das Logging (mehrere Schritte, 500 ms ... 5 s) festgelegt werden. Außerdem kann man wählen, wie das Logging gestartet/gestoppt wird. Mehr siehe „3.4.10. Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)“.

3.4.3.8 Menü „HMI-Einstellungen“

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

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch, Russisch oder Chinesisch
Tastenton	Aktiviert bzw. deaktiviert die Tonausgabe bei Betätigung einer Taste oder eines Bedienfeldes in der Anzeige. Dieser Ton kann als Bestätigung dienen, daß die Betätigung der Taste bzw. des Bedienfeldes angenommen wurde.
Alarmton	Aktiviert bzw. deaktiviert die zusätzliche akustische Signalisierung eines Gerätealarms oder benutzerdefinierten Ereignisses (Event), das auf Aktion = ALARM eingestellt wurde. Siehe auch „3.6 Alarmer und Überwachung“ auf Seite 60.
HMI Sperre	Siehe „3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren“ auf Seite 63.
Hinterg. Beleuchtung	Hiermit kann man wählen, ob die Hintergrundbeleuchtung immer an sein soll oder sich abschaltet, wenn 60 s lange keine Eingabe über Touchscreen oder Drehknopf erfolgte. Sobald eine Eingabe erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Beleuchtung in 10 Stufen eingestellt werden.
Statusseite	<p>Aktiviert/deaktiviert zwei auf die Hauptanzeige bezogene Optionen bezüglich der Istwertdarstellung.</p> <p>Messleiste anzeigen: im Modus U/I/P, d. h. Widerstands-Modus deaktiviert, wird in der Hauptanzeige unter den Istwerten von Spannung, Strom und Leistung eine zusätzliche Meßleiste eingeblendet. Siehe auch „3.4.8. Die Meßleisten“.</p> <p>Alternative Statusseite: schaltet die normale Hauptanzeige mit den Soll- und Istwerten von Spannung, Strom und Leistung bzw. Widerstand, wenn aktiviert, um auf eine simple Darstellung mit nur Spannung und Strom, plus Status. Siehe auch „3.4.7. Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln“.</p> <p>Standardeinstellung: beide deaktiviert</p>
Limits Sperre	Siehe „3.8 Einstellgrenzen (Limits) sperren“ auf Seite 63

3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)



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





Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P, R) von 0...102% Nennwert 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 **SETTINGS**.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die Pfeile  , um „3. Limits“ auszuwählen.
3. Jeweils ein Paar obere und untere Einstellgrenze U, I bzw. obere Einstellgrenzen P/R sind den Drehknöpfen zugewiesen und können mit diesen eingestellt werden. Wechsel zu einem anderen durch Antippen eines Auswahlfeldes .
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit .



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



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

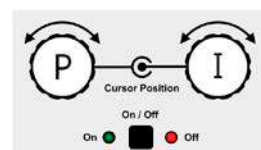
Beispiel: Wenn man die Einstellgrenze der Leistung (P-max) auf 3000 W einstellen möchte und der Leistungssollwert ist noch auf 3500 W eingestellt, dann müßte man den Leistungssollwert zuerst auf 3000 W oder geringer einstellen, um P-max auf 3000 W setzen zu können.

3.4.5 Bedienart wechseln

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

► So wechseln Sie die Bedienart (zwei Möglichkeiten)

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



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



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

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

3.4.6 Sollwerte manuell einstellen

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

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



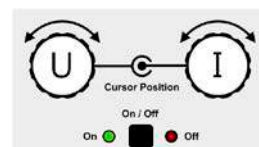
Die Eingabe von Sollwerten, egal ob per Knopf oder direkt, setzt den Sollwert immer sofort, egal ob der Eingang ein- oder ausgeschaltet ist.



Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)" auf Seite 50. 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 Hauptanzeige zeigt die Zuordnung wie rechts im Bild dargestellt.
2. Falls, wie rechts im Beispiel gezeigt, für den linken Drehknopf die Spannung (U) und den rechten Drehknopf die Leistung (I) zugewiesen ist, Sie möchten aber die Leistung einstellen, können Sie die Zuordnung ändern, indem Sie auf die Abbildung des linken Drehknopfes tippen, bis „P“ (für Leistung) auf dem Knopf angezeigt wird.
3. Nach erfolgter Auswahl kann der gewünschte Sollwert innerhalb der festgelegten Grenzen eingestellt werden. Zum Wechsel der Stelle drücken Sie auf den jeweiligen Drehknopf. Das verschiebt den Cursor (gewählte Stelle wird unterstrichen) von rechts nach links:



3500W → 3500W → 35000W

► So können Sie manuell Sollwerte per Direkteingabe einstellen

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



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

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



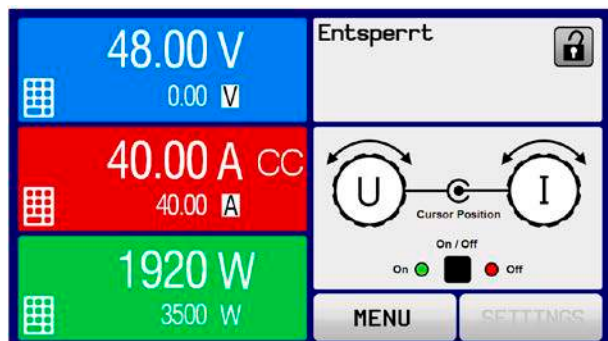
Wird ein Wert eingegeben, der höher als die jeweilige Einstellgrenze ist, erscheint ein Hinweis und der eingegebene Wert wird auf 0 zurückgesetzt und nicht übernommen.

3.4.7 Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln

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

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

Normale Statusseite



Alternative Statusseite



Einschränkungen der alternativen Statusseite:

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



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

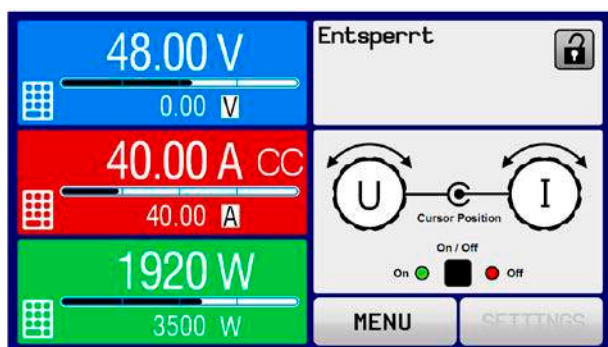
Für die manuelle Bedienung am HMI im Modus „alternative Statusseite“ gilt:

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

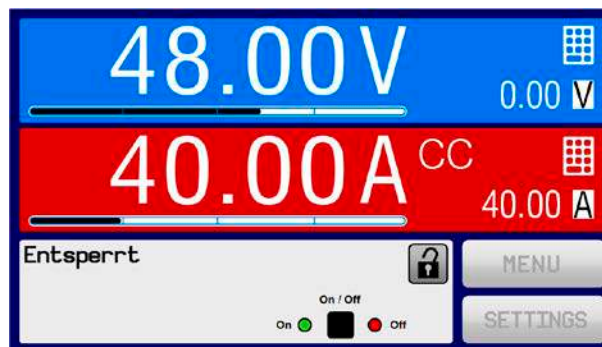
3.4.8 Die Meßleisten

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

Normale Statusseite mit Meßleiste



Alternative Statusseite mit Meßleiste



3.4.9 DC-Eingang ein- oder ausschalten

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



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

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

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

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

1. Siehe Abschnitt „3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“ auf Seite 57.

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

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

3.4.10 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)

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



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

3.4.10.1 Konfiguration

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

3.4.10.2 Bedienung (Start/Stop)

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

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

3.4.10.3 Das Dateiformat beim USB-Logging

Typ: Textdatei im europäischen CSV-Format

Aufbau:

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

Legende:

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

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

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

3.4.10.4 Besondere Hinweise und Einschränkungen

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

3.5 Fernsteuerung

3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist grundsätzlich über die eingebaute analoge oder die USB-Schnittstelle oder über eine der optional erhältlichen digitalen Schnittstellenmodule (nur ELR-Modelle in Standardausführung) oder per GPIB (nur Modelle mit installierter Option 3W) möglich. Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine digitale im Eingriff sein kann. Das bedeutet, wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktiver analoger Fernsteuerung (Pin Remote = LOW) auf Fernsteuerung per digitaler Schnittstelle umzuschalten, würde das Gerät auf der digitalen Schnittstelle einen Fehler zurückmelden. Im umgekehrten Fall würde die Umschaltung per Pin Remote einfach ignoriert. In beiden Fällen ist jedoch Monitoring, also das Überwachen des Status' bzw. das Auslesen von Werten, immer möglich.

3.5.2 Bedienorte

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

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

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

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

- Falls Fernsteuerung über digitale Schnittstelle aktiv ist („**Fern**“), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muß später auf der PC-Seite, sofern „**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 Anlogschnittstelle 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



Modelle mit installierter Option 3W haben einen fest installierten GPIB-Anschluß statt des Moduleinschubs, so daß keine der Schnittstellenmodule installiert werden können.

Die Standardausführungen der Serie ELR 9000 unterstützen zusätzlich zur serienmäßig eingebauten USB-Schnittstelle folgende optional erhältliche Schnittstellenmodule, unter denen der Anwender wählen kann:

Kurzbezeichnung	Typ	Ports	Beschreibung*
IF-AB-CANO	CANopen	1	CANopen Slave mit Generic EDS
IF-AB-RS232	RS232	1	Standard RS232, seriell
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1 Slave
IF-AB-ETH1P	Ethernet	1	Ethernet TCP
IF-AB-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 Slave
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP Protokoll über Ethernet
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	Ethernet TCP, mit Switch
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP Protokoll über Ethernet
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet DP-V1 Slave, mit Switch
IF-AB-CAN	CAN	1	CAN 2.0 A & 2.0 B
IF-AB-ECT	EtherCAT	2	EtherCAT-Slave mit CANopen over Ethernet (CoE)

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

3.5.3.2 Allgemeines zu den Schnittstellenmodulen

Bei den Standardausführungen der Serie ELR 9000 kann jeweils eins der in 3.5.3.1 genannten steck- und nachrüstbaren Module installiert sein. Über dieses kann das Gerät alternativ zu der fest eingebauten USB-Schnittstelle (Rückseite, Typ B) oder der fest eingebauten analogen Schnittstelle ferngesteuert werden. Zur Installation siehe „2.3.9. Installation eines Schnittstellenmoduls“ und separate Dokumentation.

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

3.5.3.3 Programmierung

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

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.5.4.1 Allgemeines

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

- Fernsteuerung von Strom, Spannung, Leistung und Widerstand
- Fernüberwachung Status (CV, DC-Eingang)
- Fernüberwachung Alarmer (OT, OVP, OCP, OPP, PF)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Aussschalten 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) 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) 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 (ALARMS 1 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 ab KE-Firmware 2.07 auch einzeln betrieben werden kann
- Bevor die Steuerung verbunden wird, welche die analoge Schnittstelle bedienen soll, ist zu prüfen, daß die Steuerung keine höheren Spannungen als spezifiziert auf die Pins geben kann
- Die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL bzw. RSEL (falls R-Modus aktiviert) dürfen bei Fernsteuerung über die analoge Schnittstelle nicht unbeschaltet bleiben, da sonst schwebend (floating). Sollwerte die nicht gestellt werden sollen können auf einen festen Wert oder auf 100% gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)

3.5.4.2 Auflösung 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 26214, bei Verwendung des 10 V-Bereiches. Bei gewähltem 5 V-Bereich halbiert sich die Auflösung. Durch Toleranzen am analogen Eingang kann sich die resultierende Auflösung zusätzlich leicht verringern.

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

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

Die Alarme OVP, OCP und OPP 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), bei gewählter Standardeinstellung für den logischen Pegel des Pins.

3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle

Pin	Name	Typ*	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** Eingangsimpedanz $R_i > 40\text{ k}\Omega \dots 100\text{ k}\Omega$
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% *****, bei $I_{max} = +5\text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Digital Masse		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	ALARMS 1	DO	Übertemperaturalarm / Power fail	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen V_{cc} ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{Max} = -10\text{ mA}$ bei $U_{CE} = 0,3\text{ V}$ $U_{Max} = 30\text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
7	RSEL	AI	Sollwert Widerstand	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen $R_{Min} \dots R_{Max}$	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** Eingangsimpedanz $R_i > 40\text{ k}\Omega \dots 100\text{ k}\Omega$
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von P_{Nenn}	
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** bei $I_{Max} = +2\text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
10	CMON	AO	Istwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	
11	AGND	POT	Analoge Masse		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	ALARMS 2	DO	Überspannung Überstrom Überleistung	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen V_{cc} ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{max} = -10\text{ mA}$ bei $U_{ce} = 0,3\text{ V}$, $U_{max} = 0 \dots 30\text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
15	STATUS***	DO	Spannungsregelung aktiv DC-Eingang	CV = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Ein = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Aus = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$	

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

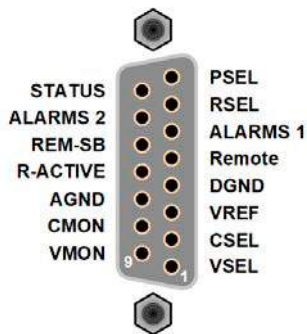
** Interne V_{cc} ca. 10 V

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

**** Nur während Fernsteuerung

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

3.5.4.5 Übersicht Sub-D-Buchse




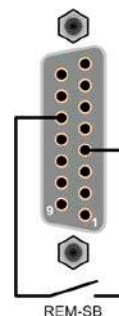
3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

	<p>Digitaler Eingang (DI)</p> <p>Es ist ein möglichst niederohmiger Schalter zu verwenden (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. Dann kann er zum Einen das manuelle oder digital ferngesteuerte Einschalten des DC-Anschlusses blockieren und zum Anderen ein- oder ausschalten, jedoch nicht allein. Siehe unten bei „Fernsteuerung wurde nicht aktiviert“.

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

Folgende Situationen können auftreten:

- **Fernsteuerung wurde aktiviert**




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

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

3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 Begriffsdefinition

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

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

3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben

Wichtig zu wissen:



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

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

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

1. Wenn in der Anzeige ein Alarm angezeigt wird als überlagernde Meldung, 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.	$0 \text{ V} \dots 1,1 * U_{\text{Nenn}}$	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.	$0 \text{ A} \dots 1,1 * I_{\text{Nenn}}$	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.	$0 \text{ W} \dots 1,1 * P_{\text{Nenn}}$	Anzeige, Digitale Schnittstellen

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Meldeorte
PF	Power Fail	Meldet Probleme am AC-Anschluß. Ein Alarm wird ausgelöst, 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 Netzdrehschalter. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	Anzeige, 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
MSS	Master-Slave Sicherheitsmodus	Wird ausgelöst, wenn der Master in einem initialisierten Master-Slave-Verbund den Kontakt zu einem oder mehreren Slaves verliert bzw. ein Slave noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Eingang aller Geräte ausgeschaltet. Der Alarm kann durch erneute Initialisierung des MS-System oder Deaktivierung von MS gelöscht werden.	Anzeige, digitale Schnittstellen

► So konfigurieren Sie die Gerätealarme

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



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

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

► So konfigurieren Sie den „Alarmton“ (siehe auch „3.4.3 Konfiguration im MENU“ auf Seite 40)

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

bestätigen dann mit



3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)

Die Überwachungsfunktion des Gerätes kann über benutzerdefinierbare Ereignisse, nachfolgend Events genannt, konfiguriert werden. Standardmäßig sind die Events deaktiviert (Aktion: KEINE) und funktionieren im Gegensatz zu Gerätealarmen nur solange der DC-Eingang eingeschaltet ist. Das bedeutet, zum Beispiel, daß kein Unterstrom (UCD) mehr erfaßt würde, nachdem der Eingang ausgeschaltet wurde, wodurch der Eingangsstrom sofort auf 0 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 (Netzgerät, Batterie) schützen.

► So konfigurieren Sie die Events:

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



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





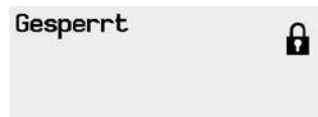
Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man auf der jeweiligen Seite unten auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.

3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren

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

► So sperren Sie das HMI

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



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


► So entsperren Sie das HMI

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

3.8 Einstellungsgrenzen (Limits) sperren


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

► So sperren Sie die „Limits“

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. Tippen Sie im Menü auf „**Limits Sperre**“.
3. Im nächsten Fenster setzen Sie den Haken bei „**Sperren**“.




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

4. Aktivieren Sie die Sperre mit .



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

► So entsperren Sie die „Limits“

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




3.9 Nutzerprofile laden und speichern

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

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

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

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

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



3.10 Der Funktionsgenerator

3.10.1 Einleitung

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

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

Weitere Funktionen (hier: UI-IU) basieren auf einer 4096-Werte-Tabelle als **XY-Funktion**. **Batterietest** und **MPP-Tracking** sind rein softwarebasierte Funktionen.

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

Funktion	Kurzerläuterung
Sinus	Sinus-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Frequenz
Dreieck	Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit
Rechteck	Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Verhältnis
Trapez	Trapez-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegszeit, Pulszeit, Abfallzeit, Pausenzeit
DIN 40839	Emulierte KFZ-Motorstartkurve nach DIN 40839 / EN ISO 7637, unterteilt in 5 Kurvensegmente (Sequenzen) mit jeweils Startspannung, Endspannung und Zeit
Arbiträr	Generierung eines Ablaufs von bis zu 100 beliebig konfigurierbaren Kurvenpunkten mit jeweils Startwert (AC/DC), Endwert (AC/DC), Startfrequenz, Endfrequenz, Phasenwinkel und Gesamtdauer
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe
UI-IU	Von USB-Stick ladbare Tabelle (CSV) mit Werten für U oder I
Batterietest	Batterie-Entladung mit konstantem oder gepulstem Strom, sowie Zeit-, Ah- und Wh-Messung
MPP-Tracking	Simulation des Lastverhaltens eines Solarwechselrichters an einer typischen Quelle (z. B. Solarpaneel) und dessen sog. Tracking-Funktion beim Finden des Maximum Power Point (MPP)

3.10.2 Allgemeines

3.10.2.1 Einschränkungen

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

3.10.2.2 Auflösung

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

3.10.2.3 Minimale Steigung / Max. Zeit für Rampen

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

3.10.3 Arbeitsweise

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

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

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

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

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




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

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



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


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



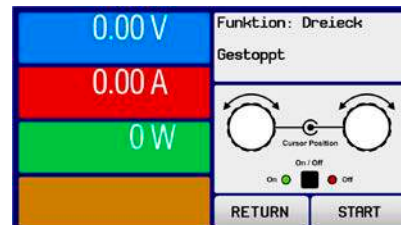
Diese Grenzwerte sind bei Eintritt in den Funktionsgeneratormodus zunächst auf unproblematische generelle Werte zurückgesetzt, die verhindern können, daß das Gerät Strom aufnimmt, wenn sie nicht entsprechend angepaßt werden.

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

► So laden Sie eine Funktion

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

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



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

► So starten und stoppen Sie eine Funktion

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



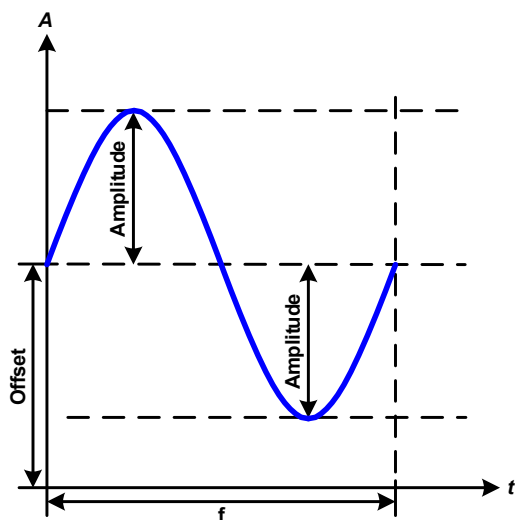
Bei Gerätealarmen (Überspannung, Übertemperatur usw.) oder Schutzfunktionen (OPP, OCP) oder Events mit Aktion= Alarm stoppt der Funktionsablauf automatisch, der DC-Eingang wird ausgeschaltet und der Alarm in der Anzeige gemeldet.

3.10.5 Sinus-Funktion

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

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

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

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

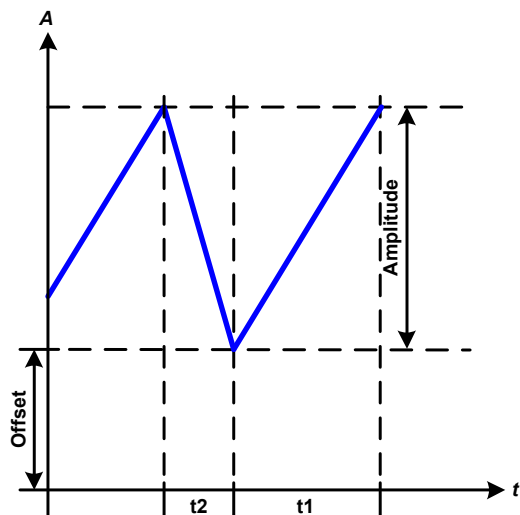
Beispiel: Sie stellen bei einer Eingangsspannung von 100 V und sin(I) die Amplitude auf 30 A ein, bei einem Offset von 50 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann $(30 \text{ A} + 50 \text{ A}) * 100 \text{ V} = 8000 \text{ W}$.

3.10.6 Dreieck-Funktion

Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Offs)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Offs), U(Offs)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Offs = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Dreiecks
t1	0,1 ms...36000 s	Anstiegszeit der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals
t2	0,1 ms...36000 s	Abfallzeit der abfallenden Flanke des Dreiecksignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

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

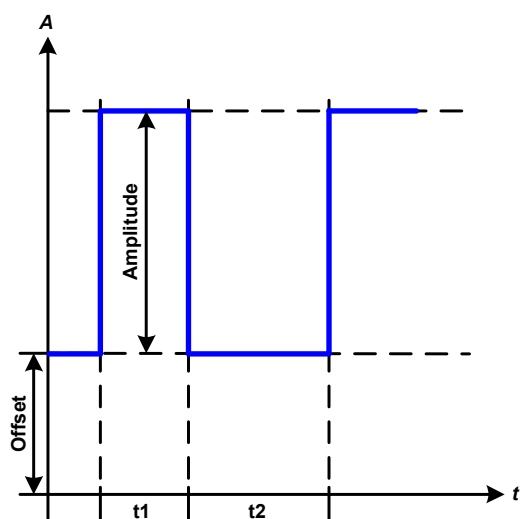
Wollte man beispielsweise eine Frequenz von 10 Hz erreichen, ergäbe sich bei $T = 1/f$ eine Periode von 100 ms. Diese 100 ms kann man nun beliebig auf t1 und t2 aufteilen. Z. B. mit 50 ms:50 ms (gleichschenkliges Dreieck) oder 99,9 ms:0,1 ms (Dreieck mit rechtem Winkel, auch Sägezahn genannt).

3.10.7 Rechteck-Funktion

Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Offs)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Offs), U(Offs)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Offs = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks
t1	0,1 ms...36000 s	Zeit (Puls) des oberen Wertes (Amplitude) des Rechtecksignals
t2	0,1 ms...36000 s	Zeit (Pause) des unteren Wertes (Offset) des Rechtecksignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

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

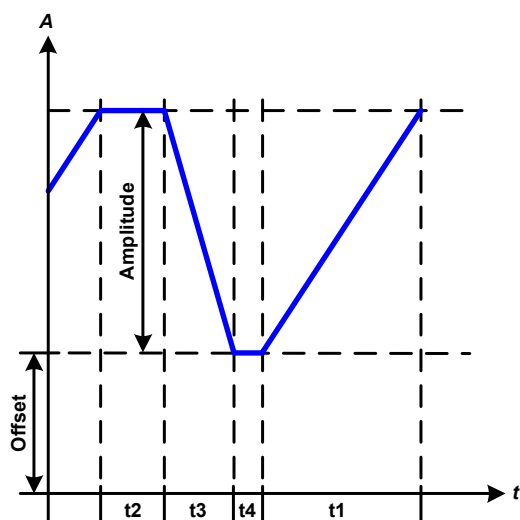
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müsste die Summe von t1 und t2, also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t1 = 40 \text{ ms} \cdot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

3.10.8 Trapez-Funktion

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Offs)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Offs), U(Offs)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Offs = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Trapezes
t1	0,1 ms...36000 s	Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals
t2	0,1 ms...36000 s	Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals
t3	0,1 ms...36000 s	Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals
t4	0,1 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.

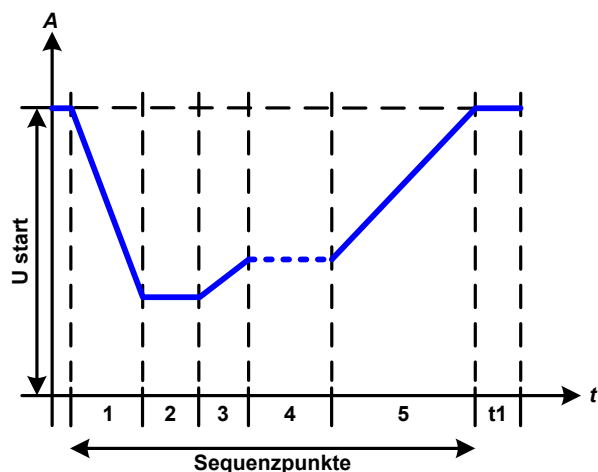
3.10.9 DIN 40839-Funktion

Diese Funktion ist an den durch DIN 40839 / EN ISO 7637 definierten Kurvenverlauf (Prüfimpuls 4) angelehnt und wird nur auf die Spannung angewendet. Sie soll den Verlauf der Autobatteriespannung beim Start eines Automotors nachbilden. Die Kurve ist in 5 Sequenzen eingeteilt (siehe Abbildung unten), die jeweils die gleichen Parameter haben. Die Standardwerte aus der Norm sind für die fünf Sequenzen bereits als Standardwert eingetragen.

Folgende Parameter können für die DIN40839-Funktion konfiguriert werden:

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

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

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

3.10.10 Arbiträr-Funktion

Die Arbiträr-Funktion (arbiträr = beliebig) bietet dem Anwender einen erweiterten Spielraum. Es sind 99 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 99 verfügbaren Sequenzpunkten können 1...99 nacheinander ablaufen. Das ergibt einen Sequenzpunktblock. Dieser Block kann dann noch 1...999 mal oder unendlich oft wiederholt werden. Der Block von Sequenzpunkt Nummer x bis y beliebig festgelegt werden. Ein oder mehrere aufeinanderfolgende Sequenzpunkte wirken immer entweder auf die Spannung oder den Strom. Eine Vermischung der Zuordnung ist nicht möglich.

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

Folgende Parameter können für jede Sequenz der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden (die Tabelle listet Parameter für die Stromzuordnung, bei der Spannung ist es dann jeweils U_s , U_e usw.):

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
$I_s(AC) / U_s(AC)$	0...50% Nennwert von I oder U	Anfangsamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve
$I_e(AC) / U_e(AC)$	0...50% Nennwert von I oder U	Endamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve
$f_s(1/T)$	0 Hz...10000 Hz	Anfangsfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve
$f_e(1/T)$	0 Hz...10000 Hz	Endfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve
Winkel	0 °...359 °	Anfangswinkel des sinusförmigen Anteils der Kurve
$I_s(DC) / U_s(DC)$	$I_s(AC)$...(Nennwert I - $I_s(AC)$) $U_s(AC)$...(Nennwert U - $U_s(AC)$)	Startwert des DC-Anteils der Kurve
$I_e(DC) / U_e(DC)$	$I_e(AC)$...(Nennwert I - $I_e(AC)$) $U_e(AC)$...(Nennwert U - $U_e(AC)$)	Endwert des DC-Anteils der Kurve
Seq.zeit	0,1 ms...36000 s	Zeit für die gewählte Sequenz



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



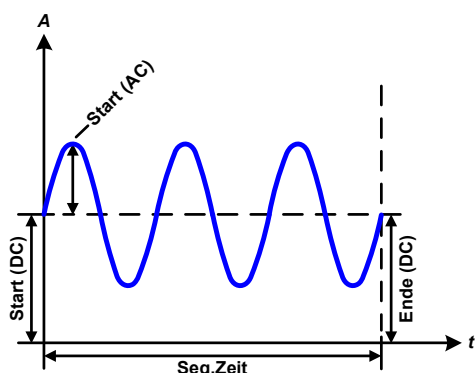
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzpunktzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. In so einem Fall lehnt das Gerät unpassende Einstellungen mit einer Meldung ab.

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

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

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

Bildliche Darstellungen:



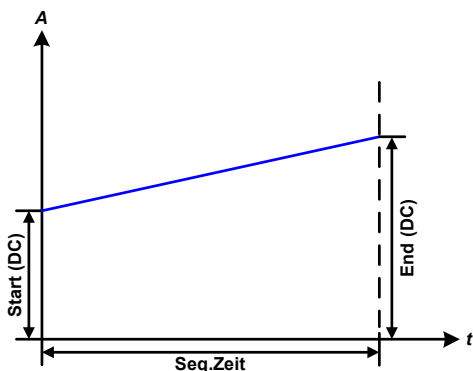
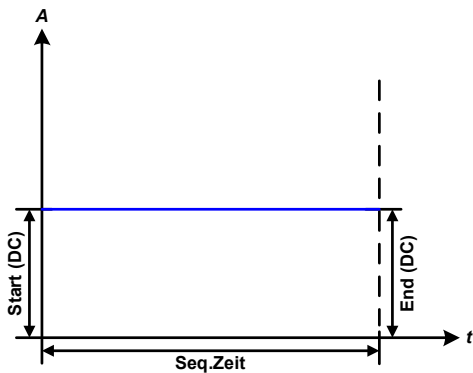
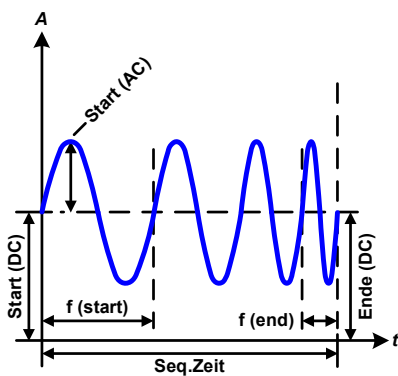
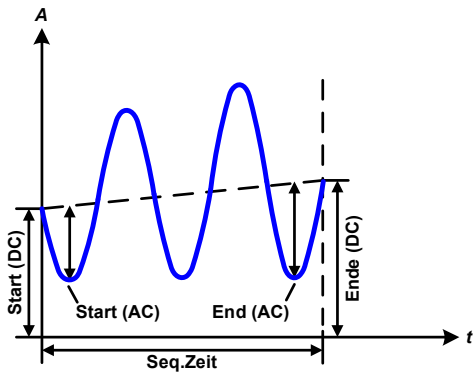
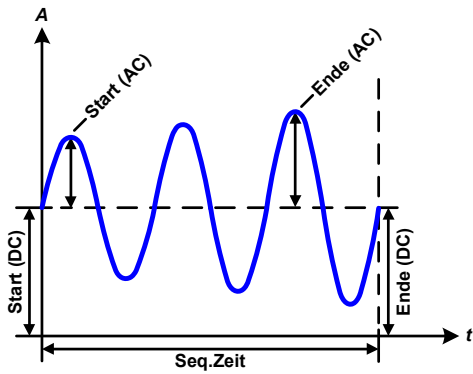
Anwendungen und Resultate:

Beispiel 1

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 Sequenzablauf hängt von der Sequenzzeit und der Frequenz ab. Wäre die Sequenzpunktzeit 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

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

Beispiel 3

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

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 Sequenzpunktzeit x .

Beispiel 5

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

Beispiel 6

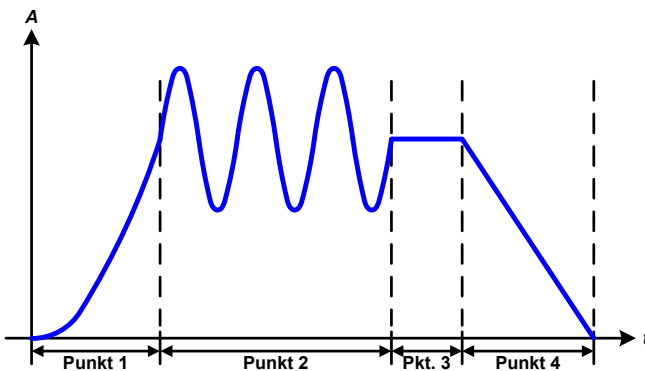
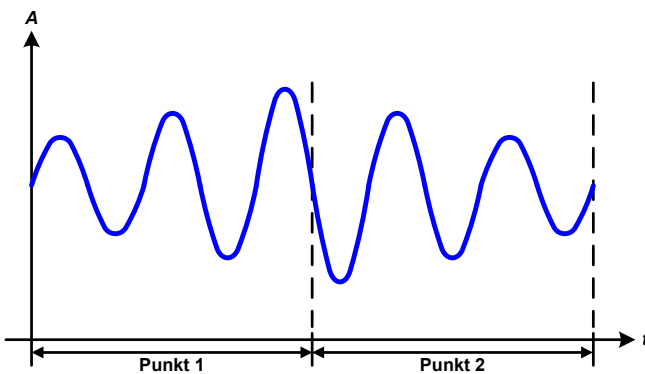
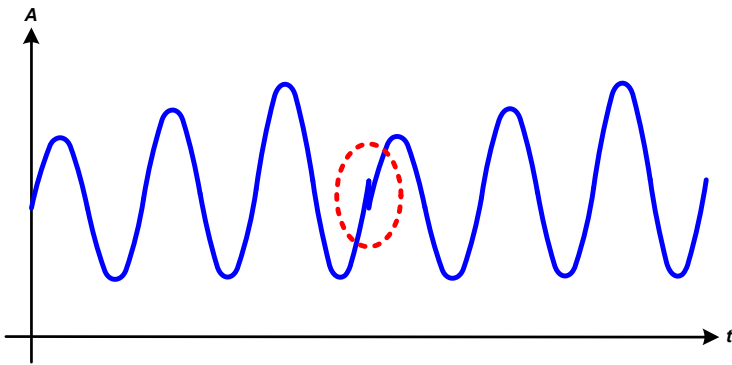
Ähnlich Beispiel 3, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und ist es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Diese sind hier bei Start und Ende ungleich. Generiert wird eine Rampe mit ansteigendem Verlauf.

Durch Aneinanderreihung mehrerer unterschiedlich konfigurierter Sequenzpunkte können komplexe Abläufe erzeugt werden. Dabei kann 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.



Durch die Zuordnung zu U oder I sind die jeweils 99 verfügbaren Sequenzpunkte entweder nur auf den Strom oder die Spannung anwendbar und nicht vermischbar.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 7

Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes:

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

Beispiel 8

Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten:

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

Beispiel 9

Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten:

- Punkt 1: 1/4 Sinuswelle (Winkel = 270°)
- Punkt 2: 3 Sinuswellen (Verhältnis Frequenz zu Sequenzpunktzeit 1:3)
- Punkt 3: Horizontale Rampe ($f = 0$)
- Punkt 4: Abfallende Rampe ($f = 0$)

3.10.10.1 Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen

Die manuell am Gerät konfigurierbaren 99 Sequenzpunkte der Arbiträrfunktion, die auf Spannung U oder Strom I anwendbar ist, können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes auf einen USB-Stick (FAT32-formatiert) gespeichert oder von diesem geladen werden. Dabei gilt, daß beim Speichern immer alle 99 Sequenzpunkte in eine Textdatei vom Typ CSV gespeichert werden, beim Laden umgekehrt genauso.

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

- Die Tabelle muß 99 Zeilen (100 werden zwecks Kompatibilität auch akzeptiert) mit 8 aufeinanderfolgenden Werten (=8 Spalten) enthalten und darf keine Lücken aufweisen
- Das zu verwendende Spaltentrennzeichen (Semikolon, Komma) wird über die Einstellung „USB-Trennzeichenformat“ festgelegt und bestimmt auch das Dezimalzeichen (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 Sequenztafel mit den 99 Zeilen ist, in Anlehnung der Einstellparameter, die bei der manuellen Bedienung für den Arbiträrgenerator festgelegt werden können, folgender Aufbau vorgegeben (Spaltenbenennung wie bei Excel):

Spalte	Parameter	Wertebereich
A	AC Startamplitude	0...50% U 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) - AC Start
G	DC Endoffset	0...(Nennwert von U oder I) - AC Ende
H	Sequenzpunktzeit in µs	100...36.000.000.000 (36 Mrd. µs)

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

Beispiel-CSV:



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


In dem Beispiel sind nur die ersten zwei Sequenzen konfiguriert, die anderen stehen alle auf Standardwerten. Die Tabelle könnte für das Modell ELR 9080-170 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 Funktionsgenerator-Menü und dann eine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

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

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



3. Tippen Sie auf , 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 mit ausgewählt werden muß.

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

► So speichern Sie die 99 Sequenzpunkte vom Gerät auf einen USB-Stick:

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



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



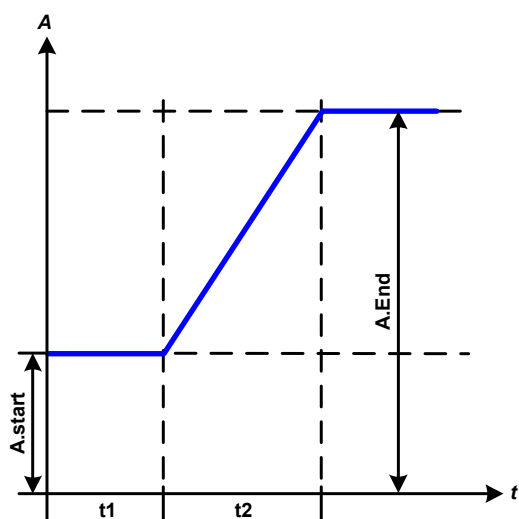
4. Speichern dann mit **Auf USB sichern**.

3.10.11 Rampen-Funktion

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ustart / Istart	0...Nennwert von U, I	Startwert (U,I)
Uend / Iend	0...Nennwert von U, I	Endwert (U, I)
t1	0,1 ms...36000 s	Zeit vor der ansteigenden Flanke des Rampensignals
t2	0,1 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, müsste 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 A.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 ($I = 0$ A bzw. $U = 0$ V), sofern sie nicht vorher schon anderweitig gestoppt wurde.

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

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

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

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

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

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

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



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



Die 4096 Werte innerhalb der Tabelle werden auf korrekte Anzahl und Wertebereich hin untersucht. Würde man alle Werte in einem Diagramm darstellen, ergäbe sich eine bestimmte Kurve, die auch sehr starke Sprünge von Strom oder Spannung vom einem Wert zum nächsten enthalten könnte. Das kann zu Komplikationen bei der Belastung einer Quelle führen, wenn z. B. der interne Spannungswert der elektronischen Last leicht schwankt und dazu führt, daß die Last ständig zwischen zwei Stromwerten aus der Tabelle hin- und herpendelt, wo im ungünstigsten Fall der eine 0 A ist und der andere Maximalstrom.

3.10.12.1 Laden von UI- und IU-Tabellen über USB

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

- Der Dateiname startet immer mit IU oder UI (Groß-/Kleinschreibung egal), jenachdem für welche der beiden Funktionen Sie eine Tabelle laden
- Die Datei muß eine Textdatei vom Typ CSV sein und darf nur eine Spalte mit genau 4096 Werten (ohne Lücken) enthalten
- Keiner der 4096 Werte darf den Nennwert überschreiten, also wenn Sie z. B. ein 80 V-Modell haben und laden eine UI-Tabelle mit Spannungswerten, die in Abhängigkeit vom Strom gestellt werden, dann darf keiner größer als 80 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen haben welches der Auswahl bei Einstellparameter „USB Trennzeichenformat“ (siehe 3.4.3.1) entspricht („Standard“ => Komma als Dezimaltrennzeichen)
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß



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

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

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



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



7. Laden Sie die Funktion mit **LADEN**, um Sie dann zu starten und zu bedienen wie gewohnt (siehe auch „3.10.4.1. Auswahl und Steuerung einer Funktion“).

3.10.13 Batterietest-Funktion

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

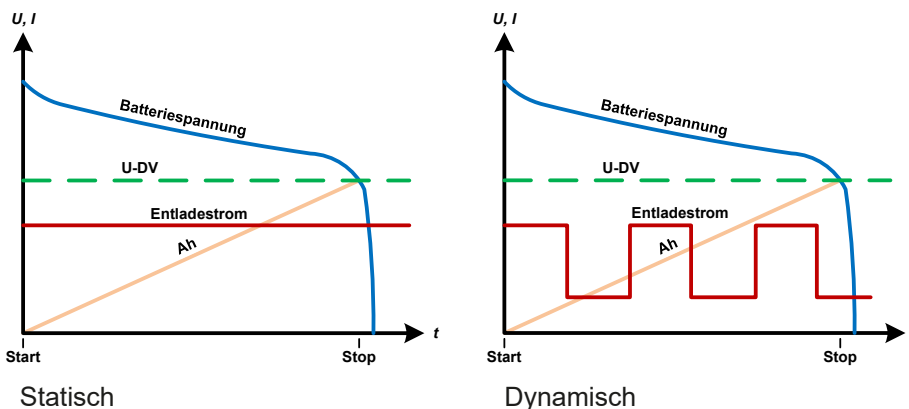


Der Batterietest wird üblicherweise auf den DC-Eingangstrom angewendet und kann wahlweise „**Statisch**“ (**konstanter Strom**) oder „**Dynamisch**“ (**gepulster Strom**) ablaufen. Beim statischen Betrieb können die Einstellwerte für die Leistung und den Widerstand bei entsprechender Konfiguration den 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:



3.10.13.1 Parameter für den statischen Batterietest

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

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

3.10.13.2 Parameter für den dynamischen Batterietest

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

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

3.10.13.3 Andere Parameter

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

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

3.10.13.4 Anzeigewerte

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

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



3.10.13.5 Datenaufzeichnung

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

Aufbau der Logdatei:

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

Static = Aktueller Modus

Iset = Max. Strom

Pset = Max. Leistung

Rset = Gewünschter Widerstand

DV = Entlade-Spannung

DT = Entladezeit

DC = Entlade-Kapazität

U//Pactual = Istwerte

Ah = Entnommene Kapazität

Wh = Entnommene Energie

3.10.13.6 Abbruchbedingungen

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

- Manuelle Betätigung der Taste STOP am HMI
- Irgendeinen Geräte-Alarm wie OT usw.
- Erreichen der max. eingestellten Testzeit, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Erreichen des max. eingestellten Ah-Wertes, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Unterschreiten der Entladeschlußspannung U_{DV} , egal wodurch verursacht



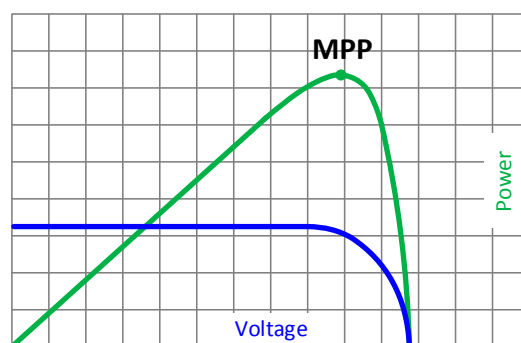
Nach einem automatischen Stopp, bedingt durch einen der genannten Gründe, kann der Test nicht sofort erneut gestartet oder fortgeführt werden, sondern nur nach erneutem Durchlauf der Konfiguration, welche über Bedienfeld ZURÜCK erreichbar ist.

3.10.14 MPP-Tracking-Funktion

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

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

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



3.10.14.1 Modus MPP1

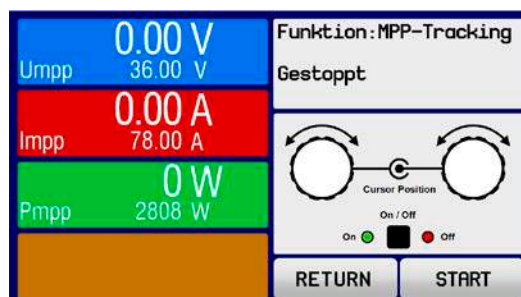
Dieser Modus wird auch „MPP finden“ genannt. Er ist die einfachste Möglichkeit, ein MPP-Tracking durchzuführen. Benötigt werden dazu nur drei Parameter. Der Wert U_{OC} ist erforderlich, damit das Tracking den MPP schneller finden kann als wenn die Last bei 0 V oder Nennspannung starten würde. Trotzdem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

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

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

Anwendung und Resultat:

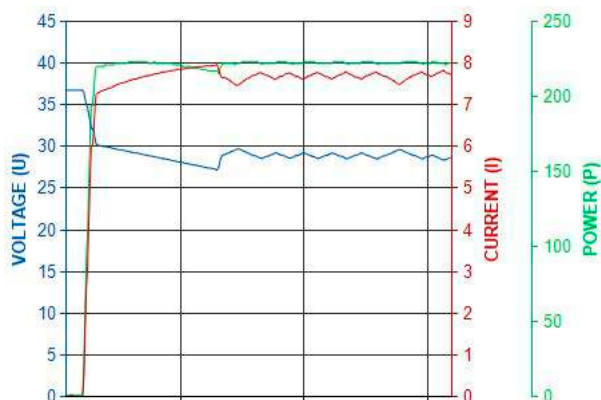
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines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



3.10.14.2 Modus MPP2

Dieser Modus simuliert das eigentliche Trackingverhalten eines Solarwechselrichters, indem der Funktionsablauf nach dem Finden des MPP nicht gestoppt, sondern um den MPP herum geregelt wird. Das geschieht, der Natur eines Solarpanels geschuldet, immer unterhalb des MPP. Nach Erreichen des MPP sinkt die Spannung zunächst und somit auch die Leistung. Der zusätzliche Parameter ΔP definiert, wie weit die Leistung absinken darf, bevor die Richtung der Spannungsänderung wieder umgekehrt und der MPP erneut angefahren wird. Spannung und Strom resultieren dadurch in 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...60000 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W... P_{Nenn}	Regeltoleranz unter dem MPP

3.10.14.3 Modus MPP3

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

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

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

3.10.14.4 Modus MPP4

Dieser Modus bietet kein Tracking im Sinne der anderen Modi, dient aber durch eine benutzerdefinierbare Kurve zur gezielten Auswertung. Der Anwender kann bis zu 100 Punkte auf einer beliebigen Spannungskurve vorgeben und alle oder Teile der 100 Punkte abfahren lassen. Die Punkte lassen sich auch von USB-Stick laden. 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 (=MPP) auf der Anzeige ausgegeben. Geht man dann auf dem Bildschirm ZURÜCK, können die erfaßten Daten als Datei auf einen USB-Stick gespeichert werden. Alternativ ist nach dem Stopp der Funktion das Auslesen über digitale Schnittstelle möglich.

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

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

3.10.14.5 Kurvendaten für Modus MPP4 von USB-Stick laden

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

Definition des Dateiformats:

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

► So laden Sie Kurvendaten für MPP4

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

3.10.14.6 Ergebnisdaten vom MPP4-Durchlauf auf USB speichern

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

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

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

Legende:

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



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

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

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

3.10.15 Fernsteuerung des Funktionsgenerators

Der Funktionsgenerator ist fernsteuerbar, allerdings geschehen die Konfiguration und das 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 der UIR-Modus (Widerstandsregelung, CR) aktiviert wurde
- Einige Funktionen basieren auf dem Arbiträrgenerator, andere auf dem XY-Generator. Daher sind beide getrennt zu bedienen

3.11 Weitere Anwendungen

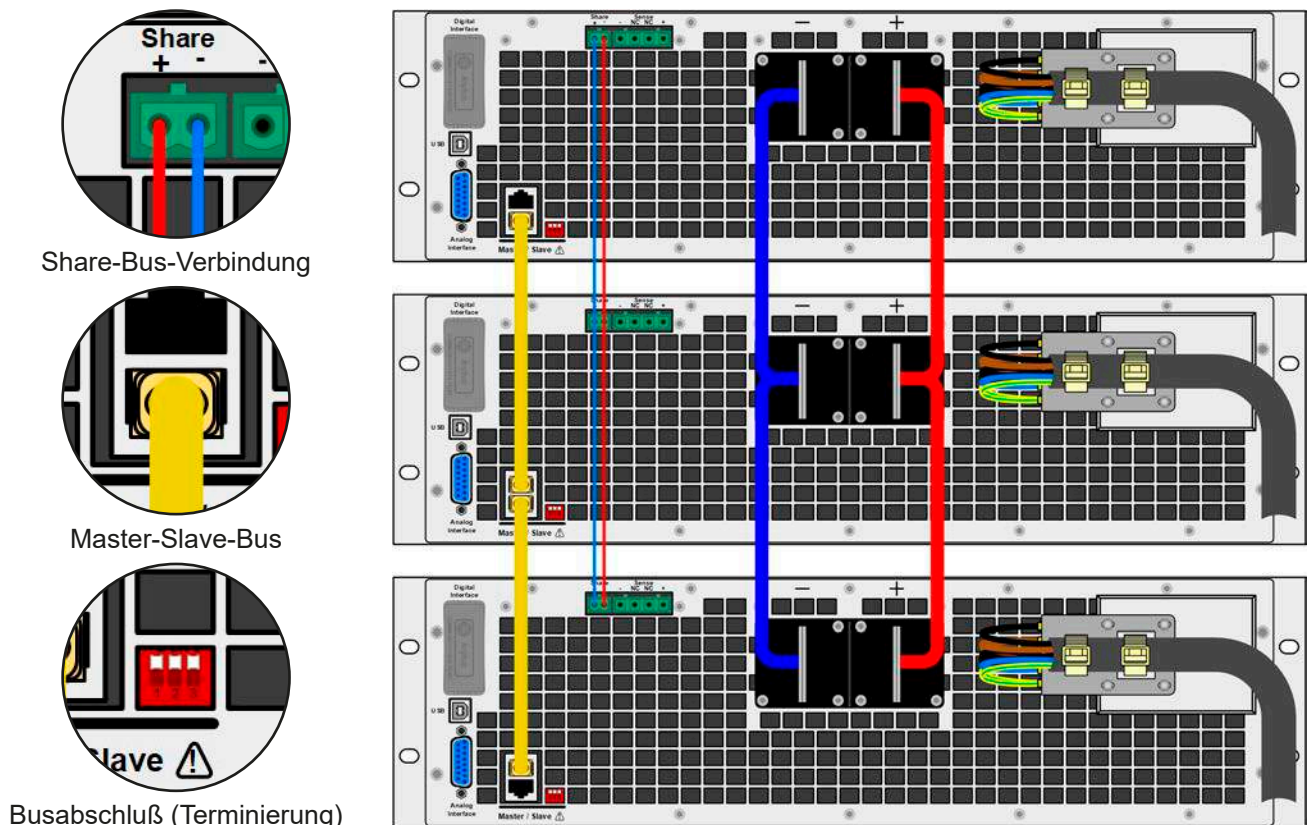
3.11.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

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

Der digitale Master-Slave-Bus dient hierbei zur Aufsummierung der Istwerte am Mastergerät, sowie zur zentralen Erfassung der Gerätestatus. Der Geräteverbund kann dann wie ein System, wie ein größeres Gerät mit mehr Leistung betrachtet und behandelt werden.

Der Share-Bus wiederum dient zur dynamischen Ausregelung des Eingangsstromes, besonders wenn am Mastergerät der Funktionsgenerator genutzt werden soll. Er muß immer verbunden werden, weil ohne ihn würden die einzelnen Geräte nicht übereinstimmende Eingangsspannungen haben und somit ungleichmäßige Lastverteilung. Dazu kommt, daß zumindest die DC-Minus-Eingänge aller über Share-Bus verschalteten Geräte verbunden sein müssen, damit das Referenzpotential stimmt und der Share-Bus sauber regeln kann.

Prinzipdarstellung (ohne externe Quelle):



3.11.1.1 Einschränkungen

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

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

3.11.1.2 Verkabelung der DC-Eingänge

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

3.11.1.3 Verkabelung des Share-Bus'

Der Share-Bus wird mittels einer zweipoligen, möglichst verdrehten Leitung von Gerät zu Gerät verbunden. Der Querschnitt ist dabei unkritisch. Wir empfehlen, 0,5 mm² bis 1 mm² zu verwenden.



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



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

3.11.1.4 Verkabelung und Einrichtung des Master-Slaves-Busses

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

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



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

Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- Am Master werden Istwerte aller Geräte aufsummiert und angezeigt bzw. sind per Fernsteuerung auslesbar
- Die Einstellbereiche der Sollwerte des Masters werden an die Anzahl der Geräte angepaßt, also wenn z. B. fünf Einheiten mit je 7 kW Leistung zu einem 35 kW-System zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...35 kW eingestellt werden
- Die Slaves sind nicht bedienbar, solange sie vom Master gesteuert
- Slaves zeigen den Alarm „MSS“ in der Anzeige, solange sie noch nicht durch den Master initialisiert wurden. Derselbe Alarm wird bei einem Verbindungsverlust zum Master ausgegeben

► So stellen Sie die Master-Slave-Verbindung her

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





Stellung: nicht terminiert (Standard)



Stellung: vollständig terminiert



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

► Schritt 1: So konfigurieren Sie die Slave-Geräte

1. Wechseln Sie in das **MENU** und dann auf ALLG. EINSTELLUNGEN und betätigen Sie  bis Sie auf SEITE 9 gelangen.
2. Mit **SLAVE** aktivieren Sie den Master-Slave-Modus (MS-Modus) und legen gleichzeitig das Gerät als Slave-Gerät fest. Die Warnmeldung bestätigen Sie mit OK, ansonsten wird die Änderung nicht übernommen.
3. Übernehmen Sie die Einstellungen mit Bedienfeld  und verlassen Sie das Einstellmenü.

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

► Schritt 2: So konfigurieren Sie das Master-Gerät

1. Wechseln Sie in das **MENU** und dann auf ALLG. EINSTELLUNGEN und betätigen Sie  bis Sie auf SEITE 9 gelangen.
2. Mit **MASTER** aktivieren Sie den Master-Slave-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Master-Gerät fest. Die Warnmeldung bestätigen Sie mit OK, ansonsten wird die Änderung nicht übernommen.
3. Übernehmen Sie die Einstellungen mit Bedienfeld  und verlassen Sie das Einstellmenü.

► Schritt 3: Master initialisieren

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



Durch Betätigung von INITIALISIEREN kann die Initialisierung wiederholt werden, falls nicht alle Slaves erkannt wurden. Das ist normalerweise nur nötig, wenn ein Verdrahtungsfehler am digitalen MS-Bus vorliegt oder nicht alle Geräte als SLAVE konfiguriert wurden. Das Fenster listet auf, wieviele Slaves gefunden wurden, sowie die sich aus dem Verbund ergebende Gesamtleistung und Gesamtstrom.

Im Falle, daß kein Slavegerät gefunden wurde, wird das MS-System mit nur dem Master verwendet.

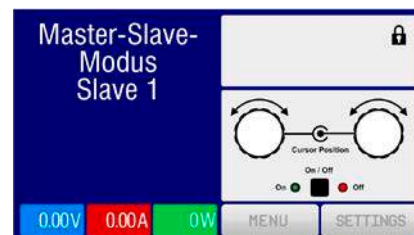


Die Initialisierung des Masters und des Master-Slave-Systems wird, solange wie der Master-Slave-Modus aktiviert ist, nach dem Einschalten des Mastergerätes jedesmal erneut ausgeführt. Die Initialisierung kann über das MENU des Mastergerätes in ALLG. EINSTELLUNGEN und SEITE: 10 jederzeit wiederholt werden.

3.11.1.5 Bedienung des Master-Slave-Systems

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

Das bedeutet, solange ein Slave vom Master gesteuert wird, zeigt er keine Sollwerte, jedoch Istwerte an, sowie den Status seines DC-Ausgangs und einen eventuell aufgetretenen Gerätealarm.



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

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



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

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

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

3.11.1.6 Alarm- und andere Problemsituationen

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

- Wenn der Master die Verbindung zu irgendeinem der Slaves verliert, wird immer ein MSS-Alarm (Master-Slave Sicherheitsmodus) ausgelöst, der zur Abschaltung des DC-Eingangs und einem Pop-up in der Anzeige des Masters führt. Alle Slaves fallen zurück in den Einzelbetrieb und schalten auch ihren DC-Eingang aus. Der MSS-Alarm kann gelöscht werden, in dem der Master-Slave-Betrieb neu initialisiert wird. Das kann direkt im Pop-up-Fenster des MSS-Alarm oder im MENU des Masters oder per Fernsteuerung geschehen. Alternativ kann zum Löschen des Alarms auch der MS-Modus deaktiviert werden.
- Falls ein oder mehrere Geräte durch Überhitzung ausfallen arbeiten die anderen weiter. Ist der Master betroffen, nimmt dieser zwar zeitweise keine Leistung auf, kann aber weiterhin Werte stellen, welche von den noch arbeitenden Geräten umgesetzt werden.
- Falls ein oder mehrere Slave-Geräte AC-seitig ausfallen (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall, auch bei Netzunterspannung) werden sie nach der Wiederkehr nicht automatisch wieder als Slaves eingebunden. Die Initialisierung des MS-System muß dann wiederholt werden.
- Falls das Master-Gerät AC-seitig ausfällt (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall) und später wiederkommt, initialisiert es automatisch das MS-System neu und bindet alle erkannten Slaves ein. In diesem Fall kann MS-Betrieb automatisch fortgeführt werden, wenn z. B. eine Software das Master-Gerät überwacht und steuert.
- Falls mehrere Master-Geräte oder gar keines definiert wurde, kann das Master-Slave-System nicht initialisiert werden.

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

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

3.11.1.7 Allgemeine Hinweise



Sollten ein oder mehrere Geräte im Parallelsystem nicht genutzt werden und deshalb ausgeschaltet bleiben, so kann es abhängig von der Anzahl der aktiven Einheiten und wie dynamisch das System arbeiten soll erforderlich sein, bei den inaktiven Einheiten den Share-Bus-Stecker abzuziehen, weil sie auch im ausgeschalteten Zustand durch ihre Impedanz auf den Share Bus wirken und ihn negativ beeinflussen könnten.

3.11.2 Reihenschaltung



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

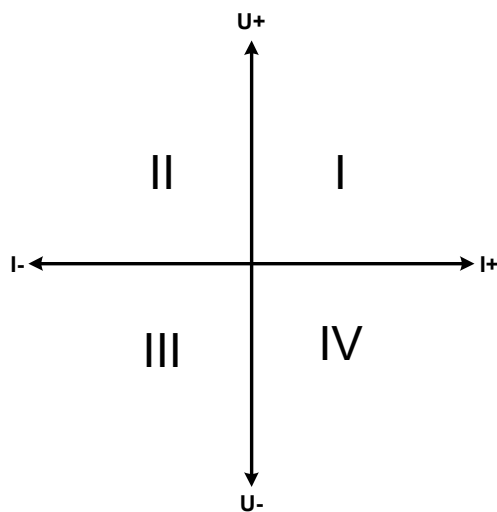
3.11.3 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)

3.11.3.1 Einleitung

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

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

Verdeutlichung:

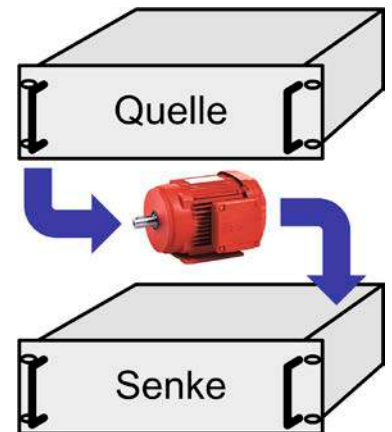


Mit einer Kombination Quelle-Senke können nur die Quadranten I + II abgebildet werden. Dies bedeutet, nur positive Spannungen sind möglich. Der positive Strom wird von der Quelle, ggf. von der Anwendung, generiert und der negative Strom fließt in die Last.

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

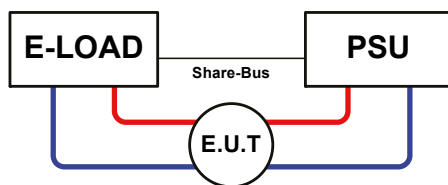
Typische Anwendungen:

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



3.11.3.2 Verbindung der Geräte zum 2QB

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

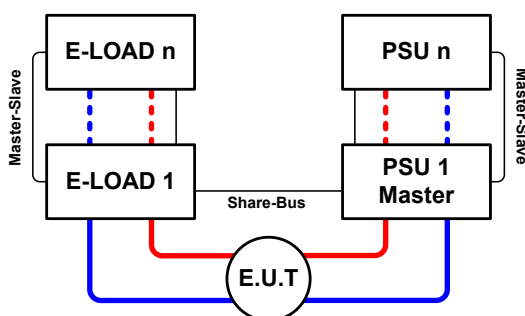


Konfiguration A:

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

Dies ist die meist gebräuchliche Konfiguration für 2QB.

Die Nennwerte U und I beider Geräte sollten zueinander passen, also z. B. ELR 9080-170 und PSI 9080-170 3U. Das Verhalten des System wird vom Netzgerät bestimmt, welches dazu im Setup-Menü als „Master“ gesetzt werden muß.



Konfiguration B:

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

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

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

3.11.3.3 Einstellungen an den Geräten

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

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

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

3.11.3.4 Einschränkungen

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

3.11.3.5 Anwendungsbeispiel

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

- Netzgerät PSI 9080-170 3U mit: $I_{\text{Soll}} = 40 \text{ A}$ (Ladestrom, normalerweise 1/10 der Batteriekapazität), $P_{\text{Soll}} = 5000 \text{ W}$
- Elektronische Last ELR 9080-170, eingestellt auf: $I_{\text{Soll}} = \text{max. Entladestrom der Batterie (z. B. } 100 \text{ A)}$, $P_{\text{Soll}} = 3500 \text{ W}$, eventuell UVD = 20 V (oder anders) mit Event-Typ „Alarm“, um Tiefentladung zu vermeiden
- Annahme: die Batterie hat zu Beginn eine Spannung von 26 V
- Bei allen Geräten ist der DC-Eingang bzw. DC-Ausgang ausgeschaltet



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

Teil 1: Entladung der Batterie auf 24 V

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

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



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

Teil 2: Laden der Batterie auf 27 V

Vorgabe: Spannung am Netzgerät auf 27 V einstellen

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

4. Instandhaltung & Wartung

4.1 Wartung / Reinigung

Die Geräte erfordern keine Wartung. Reinigung kann, je nachdem in welcher Umgebung sie betrieben werden, früher oder später für die internen Lüfter nötig sein. Diese dienen zur Kühlung der internen Komponenten, die durch die zwangsweise entstehende, jedoch geringe 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.
- mit dem Gerät zusammen betriebene Optionen, wie z. B. ein digitales Schnittstellenmodul, mit dem Gerät mit eingeschickt werden, wenn sie mit dem Problemfall in Zusammenhang stehen.
- eine möglichst detaillierte Fehlerbeschreibung beiliegt.
- bei Einsendung zum Hersteller in ein anderes Land alle für den Zoll benötigten Papiere beiliegen.

4.2.1 Firmware-Aktualisierungen



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

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

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

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

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

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

4.3 Nachjustierung (Kalibrierung)

4.3.1 Einleitung

Die Geräte der Serie ELR 9000 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 ELR 9080-510 bei den max. 510 A kalibrieren wollten, wobei der Strom in den technischen Daten mit einem max. Fehler von 0,4% angegeben ist, dürfte der zu verwendende Meßshunt max. 0,2% Fehler haben, sollte jedoch möglichst noch besser sein. Auch und gerade bei hohen Strömen darf der Meßvorgang nicht zu lange dauern bzw. der Meßshunt nicht zu 100% belastet werden, weil er dann seinen max. Fehler voraussichtlich überschreiten wird. Bei z. B. 510 A wäre daher ein Shunt zu empfehlen, der für mindestens 25% mehr Strom ausgelegt ist.

Bei Strommessung über Shunts addiert sich außerdem der Fehler des Meßgeräts (Multimeter am Shunt) zu dem des Shunts. Die Summe der Fehler darf bzw. sollte die max. Fehlertoleranz des 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 ELR-Gerätes zu messen ist, eine Fehlertoleranz besitzt, die maximal nur halb so groß ist wie die Spannungsfehlertoleranz der ELR. 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 ELR ausgelegt ist und der eine Fehlertoleranz besitzt, die maximal nur halb so groß ist wie die Stromfehlertoleranz der ELR
- Normale Umgebungstemperatur von ca. 20-25 °C
- Eine einstellbare Spannungs- und Stromquelle, die mind. 102% Spannung und Strom der Maximalwerte des zu kalibrierenden ELR-Gerätes liefern kann oder zwei einzelne Geräte und die abgeglichen ist

Vor Beginn des Kalibriervorgangs sind noch einige Maßnahmen zu treffen:

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

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.*
- *Beim Abgleichvorgang müssen stellenweise Meßwerte durch den Anwender eingegeben werden. Sollten diese zu stark vom Meßwert des Gerätes abweichen oder falsch eingegeben werden, schlägt der Abgleich fehl und muß wiederholt werden.*

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

4.3.3.1 Sollwerte abgleichen

► So gleichen Sie die Eingangsspannung ab

1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung des ELR-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf 5% des Nennstromes der Last, hier 8,5 A, einstellen. Prüfen Sie zu nochmals, daß für den Spannungsabgleich der Fernfühlungseingang (Sense) hinten am Gerät nicht verbunden ist.
2. In der Anzeige der ELR in das MENU wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“, dann **Seite 7** und auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Spannungsabgleich**, 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 Eingangsstrom ab

1. Die Stromquelle auf etwa 102% Nennstrom des ELR-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 173,4 A bzw. aufgerundet 174 A, einstellen. Die Spannung der Quelle auf etwa 10% der Nennspannung der ELR, in diesem Beispiel also 8 V, einstellen und den Ausgang der Quelle einschalten.
2. In der Anzeige in das MENU wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“ und dort auf **Seite 7** auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Stromabgleich**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER**. Das Gerät schaltet dann den DC-Eingang ein, belastet die Quelle und mißt den Eingangsstrom (**I-mon**).
4. Im nächsten Bildschirm ist eine Eingabe erforderlich. Geben Sie hier den mit dem externen Meßmittel (Shunt) gemessenen Eingangsstrom bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

4.3.3.2 Fernfühlung abgleichen

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

► So gleichen Sie die Eingangsspannung für Fernfühlungs-Betrieb ab

1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung des ELR-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf 5% des Nennstromes der Last, hier 8,5 A, einstellen. Prüfen Sie zu nochmals, daß für den Spannungsabgleich der Fernfühlungseingang (Sense) hinten am Gerät verbunden ist.
2. In der Anzeige in das MENU wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“, dann **Seite 7** und auf **START**.
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 Fernfühlungsspannung bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein (vorher auf den Wert tippen) und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

4.3.3.3 Istwerte abgleichen

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

4.3.3.4 Speichern und beenden

Zum Schluß kann noch über das Bedienfeld



das Datum des Abgleichs im Format JJJJ / MM / TT ein-

gegeben 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. 31-37 41747 Viersen Deutschland	Technische Hilfe: support@elektroautomatik.de Alle anderen Themen: ea1974@elektroautomatik.de	Zentrale: 02162 / 37850 Support: 02162 / 378566



Elektro-Automatik

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

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen

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



Operating Manual

ELR 9000

Electronic DC Load with Energy Recovery



Attention! This document is only valid for devices with firmware "KE: 2.25" (standard version) resp. "KE: 2.08" (GPIB, 3W) and "HMI: 2.15" and "DR: 1.6.5" or higher. For availability of updates for your device check our website or contact us.



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 (230 V models)	10
1.8.4	Specific technical data (208 V models)	16
1.8.5	Views	22
1.8.6	Control elements	25
1.9	Construction and function	26
1.9.1	General description	26
1.9.2	Block diagram	26
1.9.3	Scope of delivery	27
1.9.4	Accessories	27
1.9.5	Options	27
1.9.6	The control panel (HMI)	28
1.9.7	USB port (rear side)	31
1.9.8	Interface module slot	31
1.9.9	Analog interface	31
1.9.10	Share connector	32
1.9.11	Sense connector (remote sensing)	32
1.9.12	Master-Slave bus	32
1.9.13	GPIB port (optional)	32

2 INSTALLATION & COMMISSIONING

2.1	Transport and storage	33
2.1.1	Transport	33
2.1.2	Packaging	33
2.1.3	Storage	33
2.2	Unpacking and visual check	33
2.3	Installation	33
2.3.1	Safety procedures before installation and use	33
2.3.2	Preparation	34
2.3.3	Installing the device	34
2.3.4	Mains connection (AC)	35

2.3.5	Connection to DC sources	38
2.3.6	Grounding of the DC input	39
2.3.7	Connection of remote sensing	39
2.3.8	Connecting the "Share" bus	40
2.3.9	Installation of an interface module	40
2.3.10	Connecting the analog interface	41
2.3.11	Connecting the USB port (rear side)	41
2.3.12	Initial commission	41
2.3.13	Commission after a firmware update or a long period of non use	41

3 OPERATION AND APPLICATION

3.1	Personal safety	42
3.2	Operating modes	42
3.2.1	Voltage regulation / Constant voltage	42
3.2.2	Current regulation / constant current / current limitation	43
3.2.3	Resistance regulation / constant resistance	43
3.2.4	Power regulation / constant power / power limitation	43
3.2.5	Dynamic characteristics and stability criteria	43
3.3	Alarm conditions	44
3.3.1	Power Fail	44
3.3.2	Overtemperature	44
3.3.3	Overvoltage	44
3.3.4	Overcurrent	44
3.3.5	Overpower	44
3.4	Manual operation	45
3.4.1	Powering the device	45
3.4.2	Switching the device off	45
3.4.3	Configuration via MENU	45
3.4.4	Adjustment limits	55
3.4.5	Changing the operating mode	55
3.4.6	Manual adjustment of set values	56
3.4.7	Switching the main screen view	56
3.4.8	The meter bars	57
3.4.9	Switching the DC input on or off	57
3.4.10	Recording to USB stick (logging)	58
3.5	Remote control	59
3.5.1	General	59
3.5.2	Controls locations	59
3.5.3	Remote control via a digital interface	59
3.5.4	Remote control via the analog interface (AI)	60
3.6	Alarms and monitoring	64
3.6.1	Definition of terms	64
3.6.2	Device alarm and event handling	64
3.7	Control panel (HMI) lock	67
3.8	Limits lock	67
3.9	Loading and saving a user profile	68
3.10	The function generator	69

3.10.1	Introduction.....	69
3.10.2	General.....	69
3.10.3	Method of operation.....	70
3.10.4	Manual operation	70
3.10.5	Sine wave function.....	71
3.10.6	Triangular function	72
3.10.7	Rectangular function.....	72
3.10.8	Trapezoidal function.....	73
3.10.9	DIN 40839 function	73
3.10.10	Arbitrary function	74
3.10.11	Ramp function.....	78
3.10.12	UI and IU table functions (XY table).....	78
3.10.13	Battery test function	80
3.10.14	MPP tracking function.....	82
3.10.15	Remote control of the function generator....	85
3.11	Other applications.....	86
3.11.1	Parallel operation in master-slave (MS).....	86
3.11.2	Series connection	89
3.11.3	Two quadrants operation (2QO).....	90

4 SERVICE AND MAINTENANCE

4.1	Maintenance / cleaning.....	92
4.2	Fault finding / diagnosis / repair.....	92
4.2.1	Firmware updates	92
4.3	Calibration	93
4.3.1	Preface	93
4.3.2	Preparation.....	93
4.3.3	Calibration procedure	93

5 CONTACT AND SUPPORT

5.1	Repairs	95
5.2	Contact options	95

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 devices with **TFT display** panel, including derived variants.

Model	Article nr.	Model	Article nr.	Model	Article nr.
ELR 9080-170	33 200 401	ELR 9250-140	33 200 406	ELR 9250-210	33 200 411
ELR 9250-70	33 200 402	ELR 9500-60	33 200 407	ELR 9500-90	33 200 412
ELR 9500-30	33 200 403	ELR 9750-44	33 200 408	ELR 9750-66	33 200 413
ELR 9750-22	33 200 404	ELR 91000-30	33 200 409	ELR 91500-30	33 200 414
ELR 9080-340	33 200 405	ELR 9080-510	33 200 410		

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:

ELR 9 1500 - 30 xx zzz

										Field for identification of installed options and/or special models 3W = Option "Three-way interface" (GPIB/USB/Analog) installed S01...S0x = Special models with or without options
										Construction (not printed everywhere) 3U = 19" enclosure with 3 units of height
										Maximum current of the device in Ampere
										Maximum voltage of the device in Volt
										Series: 9 = Series 9000 etc.
										Type identification: ELR = Electronic Load with Recovery

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.**
- **This electronic load device uses an inverter and in case of a failure the intermediate circuit voltage can be present on the DC input, even if there is no voltage source connected - it is recommended to never touch the metal parts of the DC input terminals with bare hands! There also can be dangerous potential between negative DC input to PE or positive DC input to PE due to charged X capacitors which either discharge very slowly or not at all!**



- The equipment must only be used as intended
- The equipment is only approved for use within the connection limits stated on the product label.
- Do not insert any object, particularly metallic, through the ventilator slots
- Avoid any use of liquids near the equipment. Protect the device from wet, damp and condensation.
- For power supplies and battery chargers: do not connect users, particularly low resistance, to devices under power; sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the user.
- For electronic loads: do not connect power sources to equipment under power, sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the source.
- ESD regulations must be applied when plugging interface cards or modules into the relative slot
- Interface cards or modules may only be attached or removed after the device is switched off. It is not necessary to open the device.
- Do not connect external power sources with reversed polarity to DC input 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.
- Never insert a network cable which is connected to Ethernet or its components into the master-slave socket on the back side of the device!
- 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 device offers various possibilities for signalling alarm conditions, however, not for danger situations. The signals may be optical (on the display as text) acoustic (piezo buzzer) or electronic (pin/status output of an analog interface). All alarms will cause the device to switch off the DC input.

The meaning of the signals is as follows:

Signal OT (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> • Overheating of the device • DC input will be switched off • Non-critical
Signal OVP (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> • Overvoltage shutdown of the DC input occurs due to high voltage entering the device • Critical! The device and/or the load could be damaged
Signal OCP (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> • Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive current drain
Signal OPP (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> • Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive power drain
Signal PF (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> • DC input shutdown due to AC undervoltage or defect in the AC input • Critical on 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 (32-122°F)
- Operational altitude: max. 2000 m (1.242 mi) above sea level
- Max. 80% relative humidity, non-condensing

1.8.2 General technical data

Display: Colour TFT touch screen with gorilla glass, 4.3", 480pt x 272pt, 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 (230 V models)

3.5 kW	Model 230 V			
	ELR 9080-170	ELR 9250-70	ELR 9500-30	ELR 9750-22
AC Input/Output				
Input/output voltage	195...253 V L-N	195...253 V L-N	195...253 V L-N	195...253 V L-N
Input/output connection	L,N,PE	L,N,PE	L,N,PE	L,N,PE
Input/output frequency	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%
Input/output fuse (internal)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Efficiency ⁽²⁾	≤ 92.5%	≤ 93.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%
DC Input				
Max. input voltage U_{Max}	80 V	250 V	500 V	750 V
Max. input power P_{Max}	3500 W	3500 W	3500 W	3500 W
Max. input current I_{Max}	170 A	70 A	30 A	22 A
Oversvoltage protection range	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}
Overcurrent protection range	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}
Overpower protection range	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}
Max. allowed input voltage	100 V	300 V	600 V	850 V
Min. input voltage for I_{Max}	0.73 V	2.3 V	4.6 V	6.8 V
Input capacitance	Ca. 770 µF	Ca. 310 µF	Ca. 98 µF	Ca. 60 µF
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm			
Voltage regulation				
Adjustment range	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“			
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%			
Remote sensing compensation	Max. 5% U_{Max}			
Current regulation				
Adjustment range	0...170 A	0...70 A	0...30 A	0...22 A
Stability at ΔU	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“			
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%			
Compensation 10-90% ΔU_{DC}	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms
Power regulation				
Adjustment range	0...3500 W	0...3500 W	0...3500 W	0...3500 W
Stability at $\Delta I / \Delta U$	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 1.25% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}	< 1.4% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“			
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%			
Resistance regulation				
Adjustment range	0.01...12 Ω	0.09...120 Ω	0.42...480 Ω	0.8...1100 Ω
Accuracy ⁽⁴⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	≤1% of max. resistance ± 0.3% of maximum current			
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. 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 80 V model has min. 0.3% voltage accuracy, that is 240 mV. When adjusting the voltage to 5 V, the actual value is allowed to differ max. 240 mV, which means it might be between 4.76 V and 5.24 V.

(2 Typical value at 100% input voltage and 100% power

(3 Set values as in the display or as data readable via digital interfaces are more accurate than the corresponding value on the DC input. Their accuracy subtracts from the general accuracy. For actual values it is vice versa. There the display accuracy adds to the general accuracy, so the error (i.e. deviation) will be higher.

4) Already includes the accuracy of the displayed actual resistance

3.5 kW	Model 230 V			
	ELR 9080-170	ELR 9250-70	ELR 9500-30	ELR 9750-22
Analog interface ⁽¹⁾				
Set value inputs	U, I, P, R			
Actual value output	U, I			
Control signals	DC on/off, remote control on/off, resistance mode on/off			
Status signals	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC input status			
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 + input voltage)			
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term			
Environment				
Cooling	Temperature controlled fans			
Ambient temperature	0..50 °C (32...122 °F)			
Storage temperature	-20...70 °C (-4...158 °F)			
Digital interfaces				
Featured	1x USB-B for communication, 1x USB-A for functions and logging, 1x Master-slave bus, 1x GPIB (optional)			
Interface modules slot ⁽²⁾	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT			
Galvanic isolation to the device	Max. 1500 V DC			
Terminals				
Rear side	Share Bus, DC input, AC input/output, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, Interface module slot			
Front side	USB-A			
Dimensions				
Enclosure (WxHxD)	19" x 3U x 609 mm (24")			
Total (WxHxD)	483 mm x 133 mm x 714 mm (19" x 5.2" x 28.1")			
Standards				
EN 60950, EN 50160 (grid class 2)				
Weight	17 kg (37.5 lb)	17 kg (37.5 lb)	17 kg (37.5 lb)	17 kg (37.5 lb)
Article number ⁽³⁾	33200401	33200402	33200403	33200404

(1) For technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 61

(2) Only in the standard version

(3) Article number of the standard version, devices with options will have a different number

7 kW	<i>Model 230 V</i>				
	<i>ELR 9080-340</i>	<i>ELR 9250-140</i>	<i>ELR 9500-60</i>	<i>ELR 9750-44</i>	<i>ELR 91000-30</i>
AC Input/Output					
Input/output voltage	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L
Input/output connection	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE	L1, L3, N, PE
Input/output frequency	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%
Input/output fuse (internal)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Efficiency ⁽²⁾	≤ 92.5%	≤ 93.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%
DC Input					
Max. input voltage U_{Max}	80 V	250 V	500 V	750 V	1000 V
Max. input power P_{Max}	7 kW	7 kW	7 kW	7 kW	7 kW
Max. input current I_{Max}	340 A	140 A	60 A	44 A	30 A
Overvoltage protection range	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}
Overcurrent protection range	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}
Overpower protection range	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}
Max. allowed input voltage	100 V	300 V	600 V	850 V	1200 V
Min. input voltage for I_{Max}	0.73 V	2.3 V	4.6 V	6.9 V	9.2 V
Input capacitance	Ca. 1540 µF	Ca. 620 µF	Ca. 196 µF	Ca. 120 µF	Ca. 49 µF
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm				
Voltage regulation					
Adjustment range	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V	0...1000 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%				
Remote sensing compensation	Max. 5% U_{Max}				
Current regulation					
Adjustment range	0...340 A	0...140 A	0...60 A	0...44 A	0...30 A
Stability at ΔU	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%				
Compensation 10-90% ΔU_{DC}	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms
Power regulation					
Adjustment range	0...7 kW	0...7 kW	0...7 kW	0...7 kW	0...7 kW
Stability at $\Delta I / \Delta U$	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 1.3% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}	< 1.4% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}	< 1.4% P_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%				
Resistance regulation					
Adjustment range	0.005...6 Ω	0.04...60 Ω	0.21...240 Ω	0.43...550 Ω	0.83...950 Ω
Accuracy ⁽⁴⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	≤1% of max. resistance ± 0.3% of maximum current				
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. 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 80 V model has min. 0.3% voltage accuracy, that is 240 mV. When adjusting the voltage to 5 V, the actual value is allowed to differ max. 240 mV, which means it might be between 4.76 V and 5.24 V.
(2) Typical value at 100% input voltage and 100% power
(3) Set values as in the display or as data readable via digital interfaces are more accurate than the corresponding value on the DC input. Their accuracy subtracts from the general accuracy. For actual values it is vice versa. There the display accuracy adds to the general accuracy, so the error (i.e. deviation) will be higher.
(4) Already includes the accuracy of the displayed actual resistance

7 kW	Model 230 V				
	ELR 9080-340	ELR 9250-140	ELR 9500-60	ELR 9750-44	ELR 91000-30
Analog interface ⁽³⁾					
Set value inputs	U, I, P, R				
Actual value output	U, I				
Control signals	DC on/off, remote control on/off, resistance mode on/off				
Status signals	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC input status				
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 + input voltage)				
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term				
Environment					
Cooling	Temperature controlled fans				
Ambient temperature	0..50 °C (32...122 °F)				
Storage temperature	-20...70 °C (-4...158 °F)				
Digital interfaces					
Featured	1x USB-B for communication, 1x USB-A for functions and logging, 1x Master-slave bus, 1x GPIB (optional)				
Interface modules slot ⁽²⁾	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanic isolation to the device	Max. 1500 V DC				
Terminals					
Rear side	Share Bus, DC input, AC input/output, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, Interface module slot				
Front side	USB-A				
Dimensions					
Enclosure (WxHxD)	19" x 3U x 609 mm (24")				
Total (WxHxD)	483 mm x 133 mm x 714 mm (19" x 5.2" x 28.1")				
Standards	EN 60950, EN 50160 (grid class 2)				
Weight	24 kg (52.9 lb)	24 kg (52.9 lb)	24 kg (52.9 lb)	24 kg (52.9 lb)	24 kg (52.9 lb)
Article number ⁽³⁾	33200405	33200406	33200407	33200408	33200409

(1 For technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 61

(2 Only in the standard version

(3 Article number of the standard version, devices with options will have a different number

10.5 kW	<i>Model 230 V</i>				
	<i>ELR 9080-510</i>	<i>ELR 9250-210</i>	<i>ELR 9500-90</i>	<i>ELR 9750-66</i>	<i>ELR 91500-30</i>
AC Input/Output					
Input/output voltage	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L	195...253 V L-N 340...440 V L-L
Input/output connection	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE	L1,L2,L3,N,PE
Input/output frequency	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%
Input/output fuse (internal)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Efficiency ⁽²⁾	≤ 92.5%	≤ 93.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%
DC Input					
Max. input voltage U _{Max}	80 V	250 V	500 V	750 V	1500 V
Max. input power P _{Max}	10.5 kW	10.5 kW	10.5 kW	10.5 kW	10.5 kW
Max. input current I _{Max}	510 A	210 A	90 A	66 A	30 A
Overvoltage protection range	0...1.1 * U _{Max}	0...1.1 * U _{Max}	0...1.1 * U _{Max}	0...1.1 * U _{Max}	0...1.1 * U _{Max}
Overcurrent protection range	0...1.1 * I _{Max}	0...1.1 * I _{Max}	0...1.1 * I _{Max}	0...1.1 * I _{Max}	0...1.1 * I _{Max}
Overpower protection range	0...1.1 * P _{Max}	0...1.1 * P _{Max}	0...1.1 * P _{Max}	0...1.1 * P _{Max}	0...1.1 * P _{Max}
Max. allowed input voltage	100 V	300 V	600 V	850 V	1750 V
Min. input voltage for I _{Max}	0.73 V	2.3 V	4.6 V	6.9 V	9.2 V
Input capacitance	Ca. 2310 µF	Ca. 930 µF	Ca. 294 µF	Ca. 180 µF	Ca. 33 µF
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm				
Voltage regulation					
Adjustment range	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V	0...1500 V
Stability at ΔI	< 0.05% U _{Max}	< 0.05% U _{Max}	< 0.05% U _{Max}	< 0.05% U _{Max}	< 0.05% U _{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.3% U _{Max}	< 0.3% U _{Max}	< 0.3% U _{Max}	< 0.3% U _{Max}	< 0.3% U _{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤0.2%				
Remote sensing compensation	Max. 5% U _{Max}				
Current regulation					
Adjustment range	0...510 A	0...210 A	0...90 A	0...66 A	0...30 A
Stability at ΔU	< 0.15% I _{Max}	< 0.15% I _{Max}	< 0.15% I _{Max}	< 0.15% I _{Max}	< 0.15% I _{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.4% I _{Max}	< 0.4% I _{Max}	< 0.4% I _{Max}	< 0.4% I _{Max}	< 0.4% I _{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤0.2%				
Compensation 10-90% ΔU _{DC}	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms
Power regulation					
Adjustment range	0...10.5 kW	0...10.5 kW	0...10.5 kW	0...10.5 kW	0...10.5 kW
Stability at ΔI / ΔU	< 0.75% P _{Max}	< 0.75% P _{Max}	< 0.75% P _{Max}	< 0.75% P _{Max}	< 0.75% P _{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 1.3% P _{Max}	< 1.5% P _{Max}	< 1.4% P _{Max}	< 1.5% P _{Max}	< 1.4% P _{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤0.2%				
Resistance regulation					
Adjustment range	0.003...4 Ω	0.03...40 Ω	0.14...160 Ω	0.29...360 Ω	1.2...1450 Ω
Accuracy ⁽⁴⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	≤1% of max. resistance ± 0.3% of maximum current				
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. 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 80 V model has min. 0.3% voltage accuracy, that is 240 mV. When adjusting the voltage to 5 V, the actual value is allowed to differ max. 240 mV, which means it might be between 4.76 V and 5.24 V.
(2) Typical value at 100% input voltage and 100% power
(3) Set values as in the display or as data readable via digital interfaces are more accurate than the corresponding value on the DC input. Their accuracy subtracts from the general accuracy. For actual values it is vice versa. There the display accuracy adds to the general accuracy, so the error (i.e. deviation) will be higher.
(4) Already includes the accuracy of the displayed actual resistance

10.5 kW	Model 230 V				
	ELR 9080-510	ELR 9250-210	ELR 9500-90	ELR 9750-66	ELR 91500-30
Analog interface ⁽³⁾					
Set value inputs	U, I, P, R				
Actual value output	U, I				
Control signals	DC on/off, remote control on/off, resistance mode on/off				
Status signals	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC input status				
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 + input voltage)				
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term				
Environment					
Cooling	Temperature controlled fans				
Ambient temperature	0..50 °C (32...122 °F)				
Storage temperature	-20...70 °C (-4...158 °F)				
Digital interfaces					
Featured	1x USB-B for communication, 1x USB-A for functions and logging, 1x Master-slave bus, 1x GPIB (optional)				
Interface modules slot ⁽²⁾	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanic isolation to the device	Max. 1500 V DC				
Terminals					
Rear side	Share Bus, DC input, AC input/output, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, Interface module slot				
Front side	USB-A				
Dimensions					
Enclosure (WxHxD)	19" x 3U x 609 mm (24")				
Total (WxHxD)	483 mm x 133 mm x 714 mm (19" x 5.2" x 28.1")				
Standards	EN 60950, EN 50160 (grid class 2),				
Weight	31 kg (68.3 lb)	31 kg (68.3 lb)	31 kg (68.3 lb)	31 kg (68.3 lb)	31 kg (68.3 lb)
Article number ⁽³⁾	33200410	33200411	33200412	33200413	33200414

(1 For technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 61

(2 Only in the standard version

(3 Article number of the standard version, devices with options will have a different number

1.8.4 Specific technical data (208 V models)

3.1 kW	Model 208 V			
	ELR 9080-170	ELR 9250-70	ELR 9500-30	ELR 9750-22
AC Input/Output				
Input/output voltage	208 V, $\pm 10\%$, L-L	208 V, $\pm 10\%$, L-L	208 V, $\pm 10\%$, L-L	208 V, $\pm 10\%$, L-L
Input/output connection	L2, L3, PE	L2, L3, PE	L2, L3, PE	L2, L3, PE
Input/output frequency	50/60 Hz $\pm 10\%$	50/60 Hz $\pm 10\%$	50/60 Hz $\pm 10\%$	50/60 Hz $\pm 10\%$
Input/output fuse (internal)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Efficiency ⁽²⁾	$\leq 92.5\%$	$\leq 93.5\%$	$\leq 94.5\%$	$\leq 94.5\%$
DC Input				
Max. input voltage U_{Max}	80 V	250 V	500 V	750 V
Max. input power P_{Max}	3100 W	3100 W	3100 W	3100 W
Max. input current I_{Max}	170 A	70 A	30 A	22 A
Oversvoltage protection range	$0 \dots 1.1 * U_{Max}$	$0 \dots 1.1 * U_{Max}$	$0 \dots 1.1 * U_{Max}$	$0 \dots 1.1 * U_{Max}$
Overcurrent protection range	$0 \dots 1.1 * I_{Max}$	$0 \dots 1.1 * I_{Max}$	$0 \dots 1.1 * I_{Max}$	$0 \dots 1.1 * I_{Max}$
Overpower protection range	$0 \dots 1.1 * P_{Max}$	$0 \dots 1.1 * P_{Max}$	$0 \dots 1.1 * P_{Max}$	$0 \dots 1.1 * P_{Max}$
Max. allowed input voltage	100 V	300 V	600 V	850 V
Min. input voltage for I_{Max}	0.73 V	2.3 V	4.6 V	6.8 V
Input capacitance	Ca. 770 μ F	Ca. 310 μ F	Ca. 98 μ F	Ca. 60 μ F
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm			
Voltage regulation				
Adjustment range	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V
Stability at ΔI	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 \pm 5°C / 73 \pm 9°F)	$< 0.3\% U_{Max}$	$< 0.3\% U_{Max}$	$< 0.3\% U_{Max}$	$< 0.3\% U_{Max}$
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“			
Display: Accuracy ⁽³⁾	$\leq 0.2\%$			
Remote sensing compensation	Max. 5% U_{Max}			
Current regulation				
Adjustment range	0...170 A	0...70 A	0...30 A	0...22 A
Stability at ΔU	$< 0.15\% I_{Max}$	$< 0.15\% I_{Max}$	$< 0.15\% I_{Max}$	$< 0.15\% I_{Max}$
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 \pm 5°C / 73 \pm 9°F)	$< 0.4\% I_{Max}$	$< 0.4\% I_{Max}$	$< 0.4\% I_{Max}$	$< 0.4\% I_{Max}$
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“			
Display: Accuracy ⁽³⁾	$\leq 0.2\%$			
Compensation 10-90% ΔU_{DC}	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms
Power regulation				
Adjustment range	0...3100 W	0...3100 W	0...3100 W	0...3100 W
Stability at $\Delta I / \Delta U$	$< 0.75\% P_{Max}$	$< 0.75\% P_{Max}$	$< 0.75\% P_{Max}$	$< 0.75\% P_{Max}$
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23 \pm 5°C / 73 \pm 9°F)	$< 1.25\% P_{Max}$	$< 1.5\% P_{Max}$	$< 1.4\% P_{Max}$	$< 1.5\% P_{Max}$
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“			
Display: Accuracy ⁽³⁾	$\leq 0.2\%$			
Resistance regulation				
Adjustment range	0.01...12 Ω	0.09...120 Ω	0.42...480 Ω	0.8...1100 Ω
Accuracy ⁽⁴⁾ (at 23 \pm 5°C / 73 \pm 9°F)	$\leq 1\%$ of max. resistance $\pm 0.3\%$ of maximum current			
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. 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 80 V model has min. 0.3% voltage accuracy, that is 240 mV. When adjusting the voltage to 5 V, the actual value is allowed to differ max. 240 mV, which means it might be between 4.76 V and 5.24 V.

(2) Typical value at 100% input voltage and 100% power

(3) Set values as in the display or as data readable via digital interfaces are more accurate than the corresponding value on the DC input. Their accuracy subtracts from the general accuracy. For actual values it is vice versa. There the display accuracy adds to the general accuracy, so the error (i.e. deviation) will be higher.

4) Already includes the accuracy of the displayed actual resistance

3.1 kW	Model 208 V			
	ELR 9080-170	ELR 9250-70	ELR 9500-30	ELR 9750-22
Analog interface ⁽¹⁾				
Set value inputs	U, I, P, R			
Actual value output	U, I			
Control signals	DC on/off, remote control on/off, resistance mode on/off			
Status signals	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC input status			
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 + input voltage)			
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term			
Environment				
Cooling	Temperature controlled fans			
Ambient temperature	0..50 °C (32...122 °F)			
Storage temperature	-20...70 °C (-4...158 °F)			
Digital interfaces				
Featured	1x USB-B for communication, 1x USB-A for functions and logging, 1x Master-slave bus, 1x GPIB (optional)			
Interface modules slot ⁽²⁾	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT			
Galvanic isolation to the device	Max. 1500 V DC			
Terminals				
Rear side	Share Bus, DC input, AC input/output, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, Interface module slot			
Front side	USB-A			
Dimensions				
Enclosure (WxHxD)	19" x 3U x 609 mm (24")			
Total (WxHxD)	483 mm x 133 mm x 714 mm (19" x 5.2" x 28.1")			
Standards				
EN 60950, EN 50160 (grid class 2)				
Weight	17 kg	17 kg	17 kg	17 kg
Article number ⁽³⁾	33208401	33208402	33208403	33208404

(1) For technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 61

(2) Only in the standard version

(3) Article number of the standard version, devices with options will have a different number

6.2 kW	Model 208 V				
	ELR 9080-340	ELR 9250-140	ELR 9500-60	ELR 9750-44	ELR 91000-30
AC Input/Output					
Input/output voltage	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L
Input/output connection	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE
Input/output frequency	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%
Input/output fuse (internal)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Efficiency ⁽²⁾	≤ 92.5%	≤ 93.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%
DC Input					
Max. input voltage U_{Max}	80 V	250 V	500 V	750 V	1000 V
Max. input power P_{Max}	6200 W	6200 W	6200 W	6200 W	6200 W
Max. input current I_{Max}	340 A	140 A	60 A	44 A	30 A
Overvoltage protection range	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}
Overcurrent protection range	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}
Overpower protection range	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}
Max. allowed input voltage	100 V	300 V	600 V	850 V	1200 V
Min. input voltage for I_{Max}	0.73 V	2.3 V	4.6 V	6.9 V	9.2 V
Input capacitance	Ca. 1540 µF	Ca. 620 µF	Ca. 196 µF	Ca. 120 µF	Ca. 49 µF
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm				
Voltage regulation					
Adjustment range	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V	0...1000 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%				
Remote sensing compensation	Max. 5% U_{Max}				
Current regulation					
Adjustment range	0...340 A	0...140 A	0...60 A	0...44 A	0...30 A
Stability at ΔU	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%				
Compensation 10-90% ΔU_{DC}	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms
Power regulation					
Adjustment range	0...6200 W	0...6200 W	0...6200 W	0...6200 W	0...6200 W
Stability at $\Delta I / \Delta U$	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 1.3% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}	< 1.4% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}	< 1.4% P_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤ 0.2%				
Resistance regulation					
Adjustment range	0.005...6 Ω	0.04...60 Ω	0.21...240 Ω	0.43...550 Ω	0.83...950 Ω
Accuracy ⁽⁴⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	≤1% of max. resistance ± 0.3% of maximum current				
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. 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 80 V model has min. 0.3% voltage accuracy, that is 240 mV. When adjusting the voltage to 5 V, the actual value is allowed to differ max. 240 mV, which means it might be between 4.76 V and 5.24 V.
(2) Typical value at 100% input voltage and 100% power
(3) Set values as in the display or as data readable via digital interfaces are more accurate than the corresponding value on the DC input. Their accuracy subtracts from the general accuracy. For actual values it is vice versa. There the display accuracy adds to the general accuracy, so the error (i.e. deviation) will be higher.
4) Already includes the accuracy of the displayed actual resistance

6.2 kW	Model 208 V				
	ELR 9080-340	ELR 9250-140	ELR 9500-60	ELR 9750-44	ELR 91000-30
Analog interface ⁽³⁾					
Set value inputs	U, I, P, R				
Actual value output	U, I				
Control signals	DC on/off, remote control on/off, resistance mode on/off				
Status signals	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC input status				
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 + input voltage)				
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term				
Environment					
Cooling	Temperature controlled fans				
Ambient temperature	0..50 °C (32...122 °F)				
Storage temperature	-20...70 °C (-4...158 °F)				
Digital interfaces					
Featured	1x USB-B for communication, 1x USB-A for functions and logging, 1x Master-slave bus, 1x GPIB (optional)				
Interface modules slot ⁽²⁾	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanic isolation to the device	Max. 1500 V DC				
Terminals					
Rear side	Share Bus, DC input, AC input/output, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, Interface module slot				
Front side	USB-A				
Dimensions					
Enclosure (WxHxD)	19" x 3U x 609 mm (24")				
Total (WxHxD)	483 mm x 133 mm x 714 mm (19" x 5.2" x 28.1")				
Standards	EN 60950, EN 50160 (grid class 2)				
Weight	24 kg	24 kg	24 kg	24 kg	24 kg
Article number ⁽³⁾	33208405	33208406	33208407	33208408	33208409

(1 For technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 61

(2 Only in the standard version

(3 Article number of the standard version, devices with options will have a different number

9.3 kW	Model 208 V				
	ELR 9080-510	ELR 9250-210	ELR 9500-90	ELR 9750-66	ELR 91500-30
AC Input/Output					
Input/output voltage	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L	208 V, ±10%, L-L
Input/output connection	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE	L1, L2, L3, PE
Input/output frequency	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%	50/60 Hz ±10%
Input/output fuse (internal)	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A	T16 A
Efficiency ⁽²⁾	≤ 92.5%	≤ 93.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%	≤ 94.5%
DC Input					
Max. input voltage U_{Max}	80 V	250 V	500 V	750 V	1500 V
Max. input power P_{Max}	9300 W	9300 W	9300 W	9300 W	9300 W
Max. input current I_{Max}	510 A	210 A	90 A	66 A	30 A
Overvoltage protection range	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}	0...1.1 * U_{Max}
Overcurrent protection range	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}	0...1.1 * I_{Max}
Overpower protection range	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}	0...1.1 * P_{Max}
Max. allowed input voltage	100 V	300 V	600 V	850 V	1750 V
Min. input voltage for I_{Max}	0.73 V	2.3 V	4.6 V	6.9 V	9.2 V
Input capacitance	Ca. 2310 µF	Ca. 930 µF	Ca. 294 µF	Ca. 180 µF	Ca. 33 µF
Temperature coefficient for set values Δ / K	Voltage / current: 100 ppm				
Voltage regulation					
Adjustment range	0...80 V	0...250 V	0...500 V	0...750 V	0...1500 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}	< 0.3% U_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤0.2%				
Remote sensing compensation	Max. 5% U_{Max}				
Current regulation					
Adjustment range	0...510 A	0...210 A	0...90 A	0...66 A	0...30 A
Stability at ΔU	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}	< 0.15% I_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}	< 0.4% I_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤0.2%				
Compensation 10-90% ΔU_{DC}	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms	< 0.6 ms
Power regulation					
Adjustment range	0...9300 W	0...9300 W	0...9300 W	0...9300 W	0...9300 W
Stability at $\Delta I / \Delta U$	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}	< 0.75% P_{Max}
Accuracy ⁽¹⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	< 1.3% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}	< 1.4% P_{Max}	< 1.5% P_{Max}	< 1.4% P_{Max}
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. Resolution of the displayed values“				
Display: Accuracy ⁽³⁾	≤0.2%				
Resistance regulation					
Adjustment range	0.003...4 Ω	0.03...40 Ω	0.14...160 Ω	0.29...360 Ω	1.2...1450 Ω
Accuracy ⁽⁴⁾ (at 23±5°C / 73±9°F)	≤1% of max. resistance ± 0.3% of maximum current				
Display: Adjustment resolution	See section „1.9.6.4. 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 80 V model has min. 0.3% voltage accuracy, that is 240 mV. When adjusting the voltage to 5 V, the actual value is allowed to differ max. 240 mV, which means it might be between 4.76 V and 5.24 V.

(2) Typical value at 100% input voltage and 100% power

(3) Set values as in the display or as data readable via digital interfaces are more accurate than the corresponding value on the DC input. Their accuracy subtracts from the general accuracy. For actual values it is vice versa. There the display accuracy adds to the general accuracy, so the error (i.e. deviation) will be higher.

4) Already includes the accuracy of the displayed actual resistance

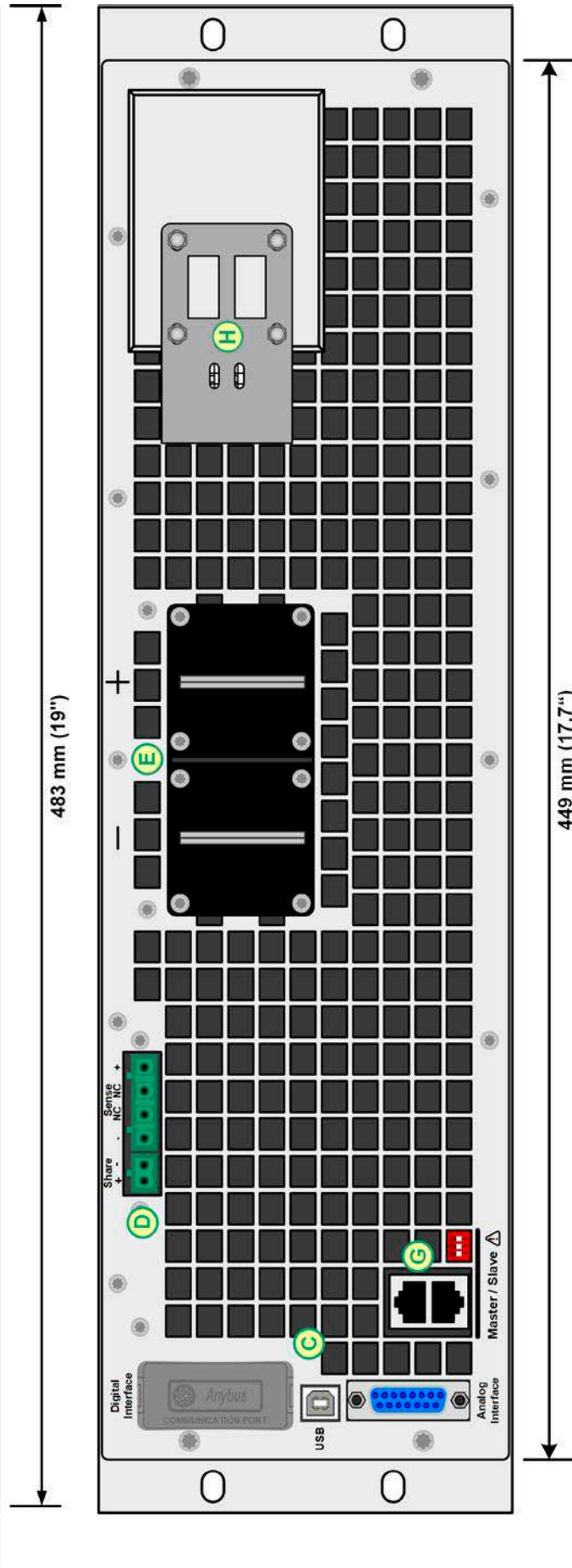
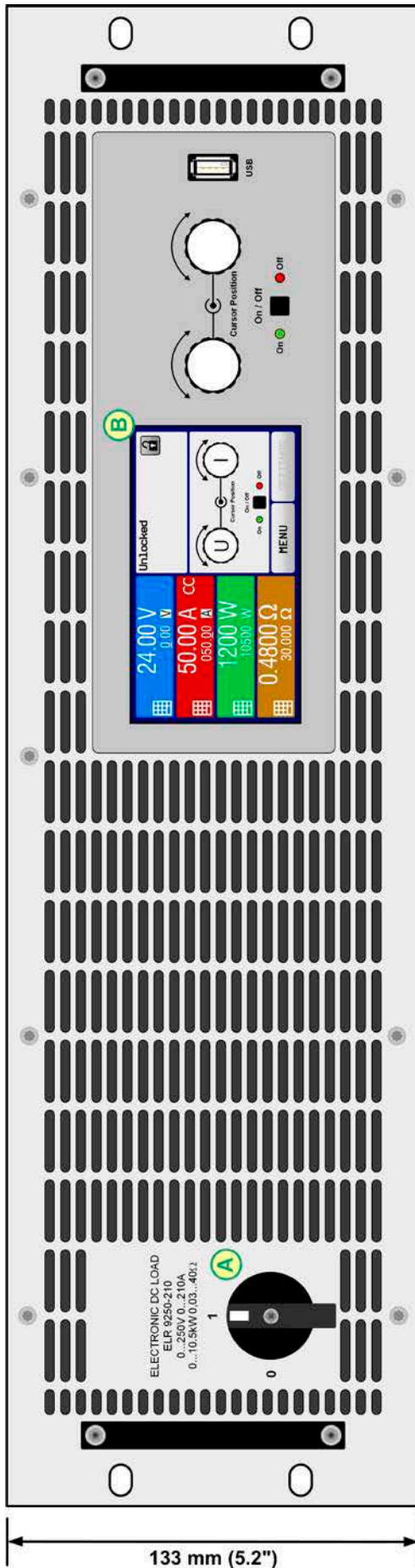
9.3 kW	Model 208 V				
	ELR 9080-510	ELR 9250-210	ELR 9500-90	ELR 9750-66	ELR 91500-30
Analog interface ⁽³⁾					
Set value inputs	U, I, P, R				
Actual value output	U, I				
Control signals	DC on/off, remote control on/off, resistance mode on/off				
Status signals	CV, OVP, OCP, OPP, PF, OT, DC input status				
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 + input voltage)				
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term				
Environment					
Cooling	Temperature controlled fans				
Ambient temperature	0..50 °C (32...122 °F)				
Storage temperature	-20...70 °C (-4...158 °F)				
Digital interfaces					
Featured	1x USB-B for communication, 1x USB-A for functions and logging, 1x Master-slave bus, 1x GPIB (optional)				
Interface modules slot ⁽²⁾	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanic isolation to the device	Max. 1500 V DC				
Terminals					
Rear side	Share Bus, DC input, AC input/output, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, Interface module slot				
Front side	USB-A				
Dimensions					
Enclosure (WxHxD)	19" x 3U x 609 mm (24")				
Total (WxHxD)	483 mm x 133 mm x 714 mm (19" x 5.2" x 28.1")				
Standards	EN 60950, EN 50160 (grid class 2),				
Weight	31 kg	31 kg	31 kg	31 kg	31 kg
Article number ⁽³⁾	33208410	33208411	33208412	33208413	33208414

(1 For technical specifications of the analog interface see „3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 61

(2 Only in the standard version

(3 Article number of the standard version, devices with options will have a different number

1.8.5 Views



- A - Power switch
- B - Control panel
- C - Control interfaces (digital, analog)
- D - Share Bus and remote sensing connection
- E - DC input (view shows terminal type 1)
- F - AC input/output connector
- G - Master-Slave ports
- H - Plug fixture & strain relief

Figure 1 - Front view

Figure 2 - Rear view of standard version (figure shows EU model)

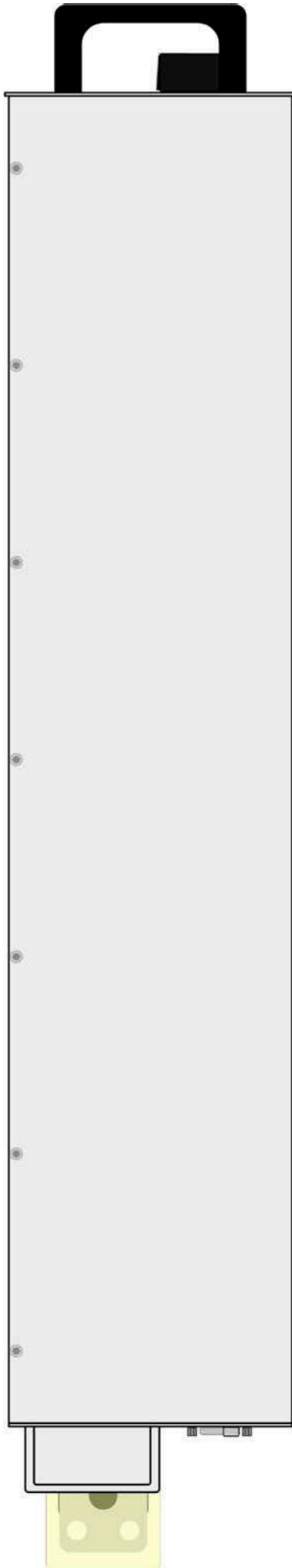


Figure 3 - Left-hand view

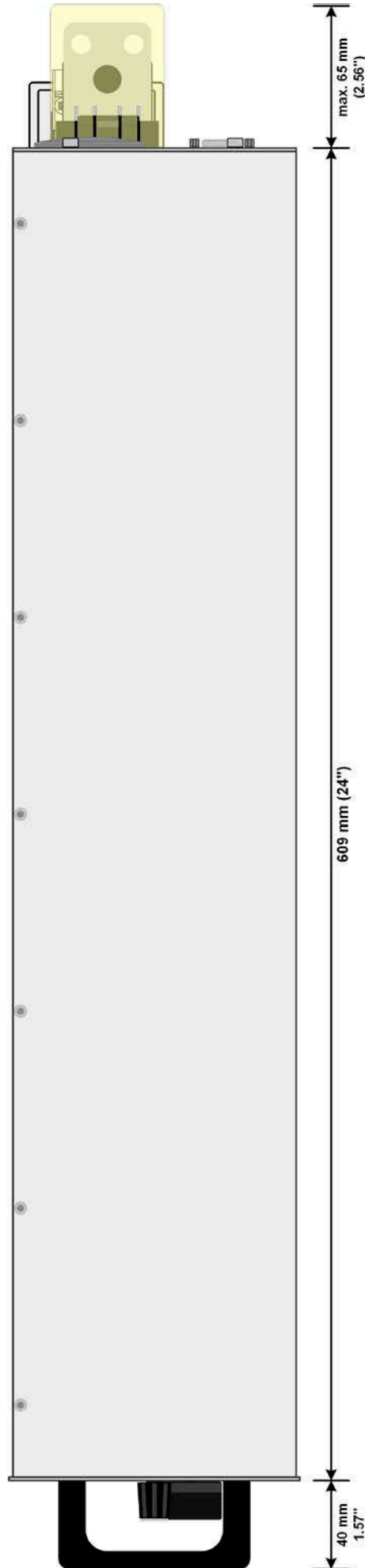


Figure 4 - Right-hand view

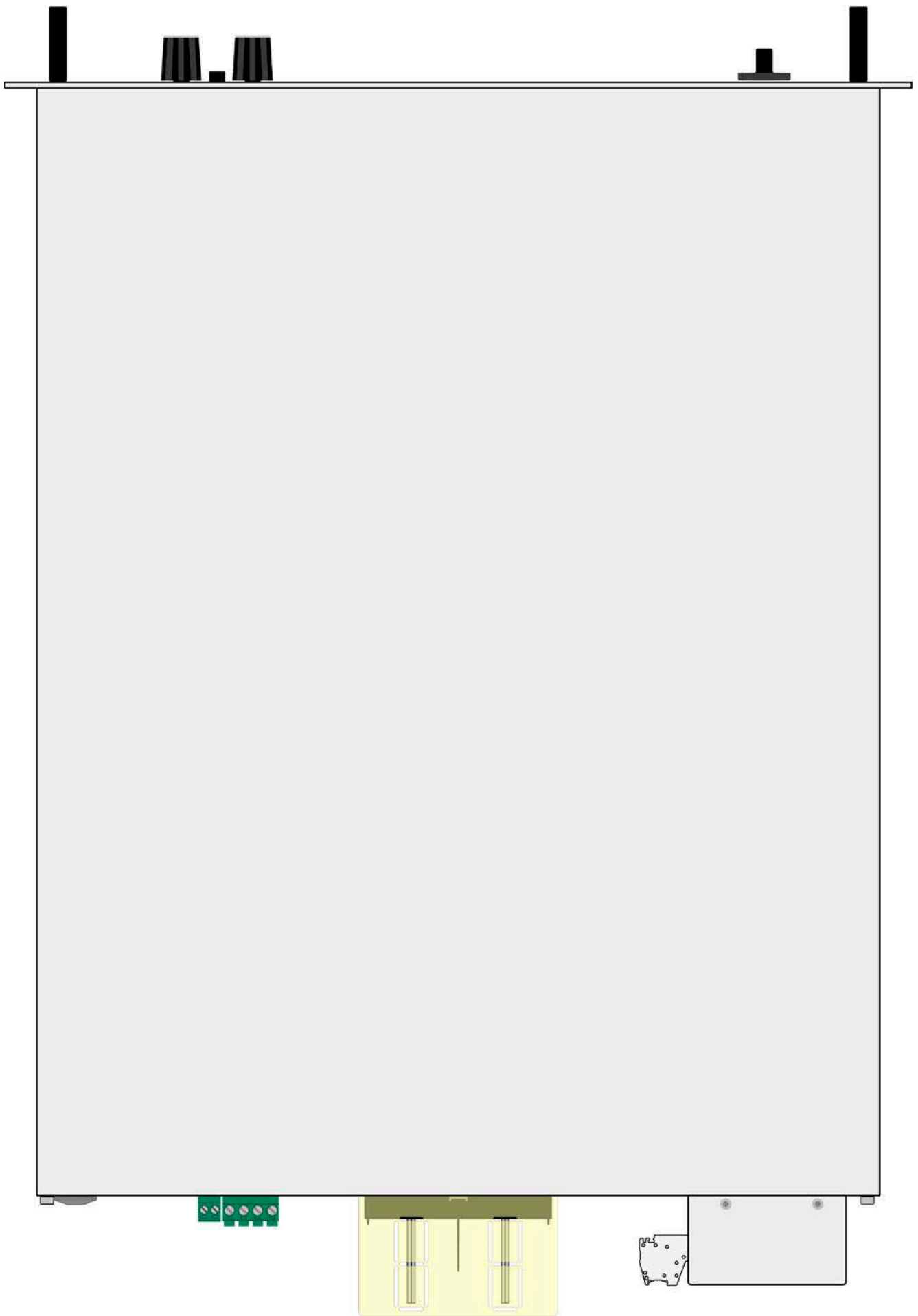


Figure 5 - Top view

1.8.6 Control elements

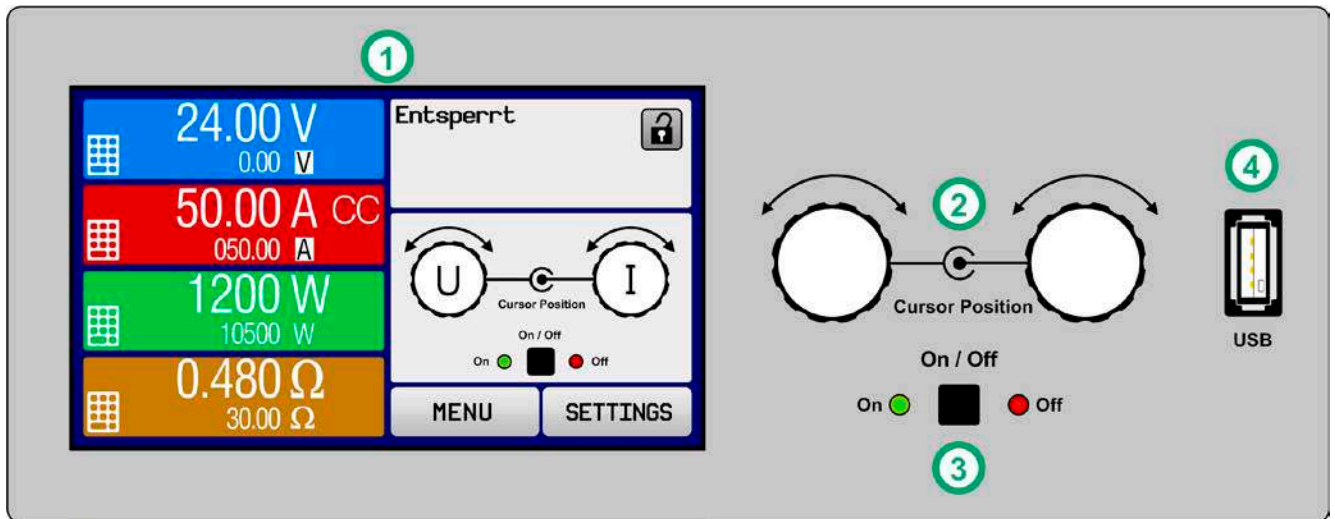


Figure 6- Control Panel

Overview of the elements on the control panel

For a detailed description see section „1.9.6. The control panel (HMI)“ and „1.9.6.2. Rotary knobs“.

(1)	<p>Touchscreen display</p> <p>Used for selection of set values, menus and settings, as well as display of actual values and status. 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>USB-A port</p> <p>For the connection of standard USB sticks. See section „1.9.6.5. USB port (front side)“ for more details.</p>

1.9 Construction and function

1.9.1 General description

The electronic high performance loads of the ELR 9000 series are especially suitable for test systems and industrial controls due to their compact construction of a 19" enclosure with 3 height units (3U). Apart from basic functions of electronic loads, set point curves can be generated in the integrated function generator (sine, rectangular, triangular and other curve types). Arbitrary curves can be saved to and loaded from an USB stick.

The consumed DC energy is converted through a high efficiency internal inverter and fed back as AC energy into the 230 V or 208 V grid.

For remote control using a PC or PLC the devices are provided as standard with an USB-B slot on the back side as well as a galvanically isolated analog interface.

Via optional plug-in interface modules other digital interfaces such as RS 232, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN or EtherCAT can be added. These enable the devices to be connected to standard industrial buses simply by changing or adding a small module. The configuration, if at all necessary, is simple. Thus the loads may, for example, be operated with other loads or even other types of equipment or controlled by a PC or PLC, all using the digital interfaces.

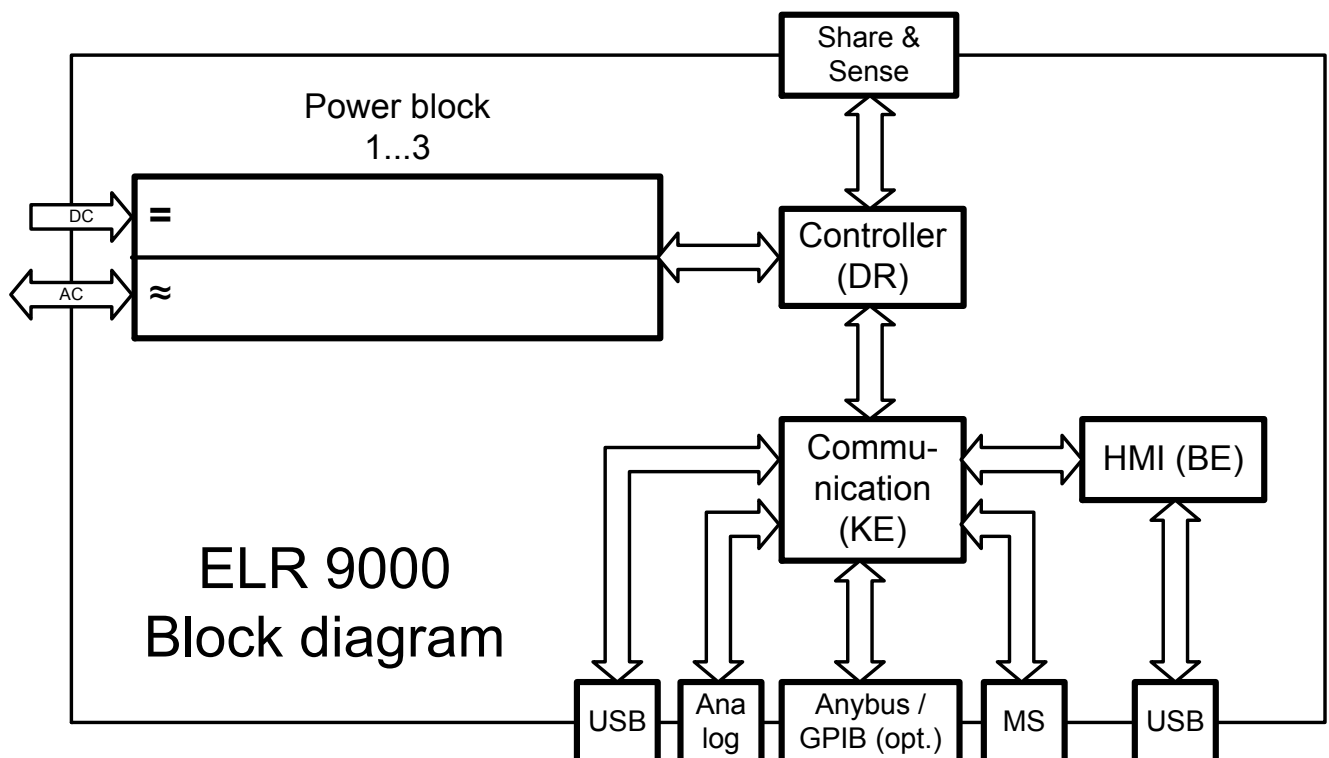
In addition, the devices offer as standard the possibility for parallel connection in Share bus operation for constant current sharing plus a genuine master-slave connection with totalling of the slave units' value is also provided as standard. Operating in this way allows up to 16 units to be combined to a single system with a total power of up to 168 kW.

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, HMI), which can be target of firmware updates.



1.9.3 Scope of delivery

- 1 x Electronic load device
- 1 x Share Bus plug
- 1 x Remote sensing plug
- 1 x 1.8 m USB cable
- 1 x Set of DC terminal cover(s)
- 1 x Share/Sense terminal cover (only models from 750 V)
- 1 x USB stick with documentation and software
- 1 x AC connector plug (clamp type)
- 1 x Set for strain relief

1.9.4 Accessories

For these devices the following accessories are available:

IF-AB Digital interface modules	Pluggable and retrofittable digital interface modules for RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CAN or EtherCAT are available. Details about the interface modules and the programming of the device using those interfaces can be found in separate documentation. It is usually available on the USB stick which is included with the device or as PDF download on the Elektro-Automatik website.
ENS2 Automatic Isolation Unit	External automatic isolation unit (AIU, former german name: ENS) <u>with contactors</u> (for one ELR 9000 up to 10.5 kW) or <u>without contactors</u> (bigger system where contactors are installed by the user), which might be required to be installed for the operation of an energy recovering device which is connected to a public grid. This option can be purchased separately and retrofitted by the user on location. Only for use with 230 V models, not compatible to 208 V models!

1.9.5 Options

These options are not retrofittable as they are permanently built in or preconfigured during the manufacturing process.

POWER RACKS 19"-rack	Racks in various configurations up to 42U as parallel systems are available, or mixed with power supply devices to create test systems. Further information in our catalogue, on our website or upon request
3W GPIB interface	Replaces the standard slot for pluggable interface modules by a rigidly installed GPIB port. This option can be retrofitted upon request. The device will keep the USB and analog interfaces. Via the GPIB port, it can only support SCPI commands.

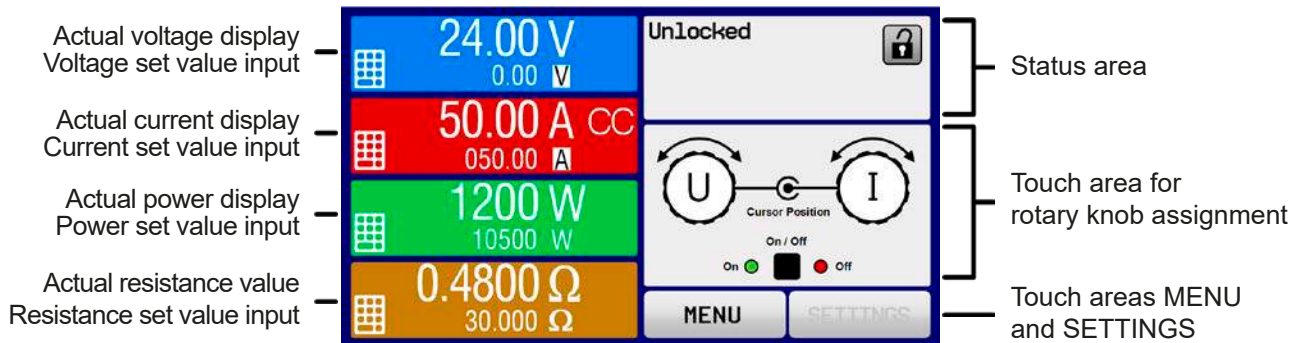
1.9.6 The control panel (HMI)

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

1.9.6.1 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 device.

In normal operation the left hand side is used to show actual and set values and the right hand side to display status information:



Touch areas may be enabled or disabled:



MENU

Black text or symbol = Enabled

SETTINGS

Grey text or symbol = Disabled

This applies to all touch areas on the main screen and all menu pages..

• Actual / set values area (left hand side)

In normal operation the DC input values (large numbers) and set values (small numbers) for voltage, current and power are displayed. The two resistance related values are only displayed in active resistance mode.

When the DC input is switched on, the actual regulation mode, **CV**, **CC**, **CP** or **CR** is displayed next to the corresponding actual values, as shown in the figure above.

The set values can be adjusted with the rotary knobs next to the display screen or can be entered directly via the touchscreen. When adjusting with the knobs, pushing the knob will select the digit to be changed. Logically, the values are increased by clockwise turning and decreased by anti-clockwise turning.

General display and setting ranges:



Display	Unit	Range	Description
Actual voltage	V	0-125% U_{Nom}	Actual value of DC input voltage
Set value voltage ⁽¹⁾	V	0-100% U_{Nom}	Set value for limiting the DC input voltage
Actual current	A	0.2-125% I_{Nom}	Actual value of DC input current
Set value current ⁽¹⁾	A	0-100% I_{Nom}	Set value for limiting the DC input current
Actual power	W/kW	0-125% P_{Nom}	Calculated actual value of input power, $P = U_{IN} * I_{IN}$
Set value power ⁽¹⁾	W/kW	0-100% P_{Nom}	Set value for limiting DC input power
Actual resistance	Ω	$x^{(2)} \dots 99999 \Omega$	Calculated actual internal resistance, $R = U_{IN} / I_{IN}$
Set value internal resistance ⁽¹⁾	Ω	$x^{(2)} - 100\% R_{Max}$	Set value for the target internal resistance
Adjustment limits	A, V, W/kW	0-102% nom	U-max, I-min etc., related to the physical values
Protection settings	A, V, W/kW	0-110% nom	OVP, OCP etc., related to the physical values

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

⁽²⁾ Lower limit for resistance set value varies. See tables in section 1.8.3 resp. 1.8.4.

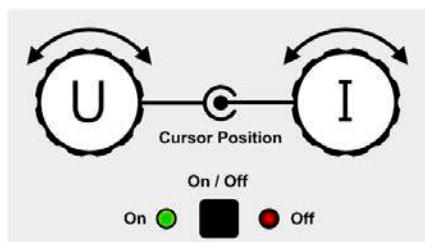
• Status display (upper right)

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 built-in analog interface
USB & othersthe built-in USB port or a plug in interface module
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.
Master	Master-slave mode activated, device is master
Slave	Master-slave mode activated, device is slave
Function:	Function generator activated, function loaded
Stopped / Running	Status of the function generator resp. of the function
 / 	Data logging to USB stick active or failed

• Area for assigning the rotary knobs

The two rotary knobs next to the display screen can be assigned to various functions. This area shows the actual assignments. These can be changed by tapping this area, as long as it's not locked. The display changes to:



The physical quantities on the depiction of the knobs show the current assignment. With an electronic load, the right-hand knob is always assigned to the current I, while the left knob can be switched by tapping the depiction.

The area will then show the assignment:

U I


Left rotary knob: voltage
Right rotary knob: current

P I

Left rotary knob: power
Right rotary knob: current

R I

Left rotary knob: resistance
Right rotary knob: current

The other set values can't be adjusted via the rotary knobs, unless the assignment is changed. However, values can be entered directly with a ten-key pad by tapping on the small icon . Alternatively to the knob depiction, the assignment can also be changed by tapping the coloured set value areas.

1.9.6.2 Rotary knobs



As long as the device is in manual operation the two rotary knobs are used to adjust set values as well as setting the parameters in SETTINGS and MENU. For a detailed description of the individual functions see section „3.4 Manual operation“ on page 45.

1.9.6.3 Button function of the rotary knobs

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



1.9.6.4 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 3 to 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	22 A / 30 A	5	0.001 A	Single unit	4	1 W	4 Ω / 6 Ω	5	0.0001 Ω
250 V	5	0.01 V	30 A - 90 A	4	0.01 A	Master-slave <10 kW	3	0,1 kW	12 Ω - 60 Ω	5	0.001 Ω
500 V	4	0.1 V	140 A - 210 A	5	0.01 A	Master-slave 10...<100 kW	4	0.01 kW	120 Ω - 950 Ω	5	0.01 Ω
750 V	4	0.1 V	340 A / 510 A	4	0.1 A	Master-slave ≥100 kW	4	0.1 kW	1100 Ω	5	0.1 Ω
1000 V	5	0.1 V							1450 Ω	5	0.1 Ω
1500 V	5	0.1 V									

1.9.6.5 USB port (front side)

The frontal USB port, located to the right of the rotary knobs, is intended for the connection of standard USB sticks and can be used for loading or saving sequences for the arbitrary and tables for the XY generator, as well as for logging data. USB 2.0 sticks are well accepted, but must be **FAT32** formatted and have a **maximum capacity of 32GB**. USB 3.0 sticks are accepted as well, but not from all manufacturers.

All supported files must be held in a designated folder in the root path of the 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 a stick:

wave_u<arbitrary_text>.csv wave_i<arbitrary_text>.csv	Function generator for an arbitrary function on voltage (U) or current (I) The name must begin with <i>wave_u</i> / <i>wave_i</i> , the rest is user defined.
iu<arbitrary_text>.csv	IU table for the XY function generator. The name must begin with <i>iu</i> , the rest can be user defined.
ui<arbitrary_text>.csv	UI table for the XY function generator. The name must begin with <i>ui</i> , the rest can be user defined.
profile_<nr>.csv	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.
mpp_curve_<arbitrary_text>.csv	User-defined curve data (100 voltage values) for mode MPP4 of the MPPT function

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

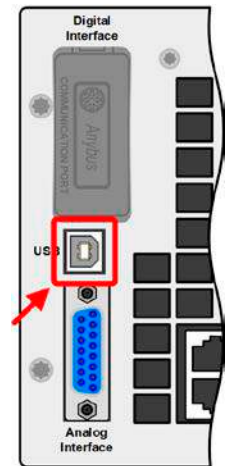
battery_test_log_<nr>.csv	File with log data recorded from the battery test function. For a battery test log, data different and/or additional to log data of normal logging is recorded. The <nr> field in the file name is automatically counted up if equally named files already exist in the folder.
usb_log_<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	Selected user profile. The number in the file name is a counter and not related to the actual user profile number in the HMI.
wave_u_<nr>.csv wave_i_<nr>.csv	Sequence point data of the arbitrary function generator, according to the current selection of voltage (U) or current (I). Already existing files are listed and can be overwritten.
mpp_result_<nr>.csv	Result data from mode MPP4 (MPPT function) with 100 sets of Umpp, Impp and Pmpp

1.9.7 USB port (rear side)

The USB port on the rear 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 medium (USB stick) and installs a virtual COM port.

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 used automatically. Details for remote control can be found on the web site of Elektro-Automatik or on the included medium.

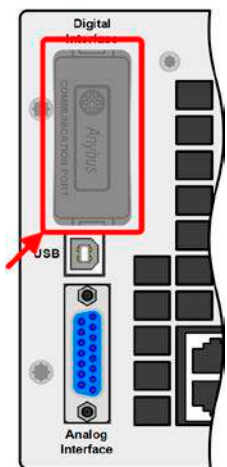
If remote control is in operation the USB port has no priority over either the interface module (see below) or the analog interface and can, therefore, only be used alternatively to these. However, monitoring is always available.



1.9.8 Interface module slot

This slot on the back side of the device (only with standard models, units with option 3W installed are different) is available for various modules of the IF-AB interface series. The following options are available (date: 11-05-2018):

Article number	Name	Description
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x Sub-D 9pole male
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x Sub-D 9pole male (null modem)
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave, 1x Sub-D 9pole female
35400104	IF-AB-ETH1P	Ethernet, 1x RJ45
35400105	IF-AB-PNET1P	ProfiNET IO, 1x RJ45
35400107	IF-AB-MBUS1P	ModBus TCP, 1x RJ45
35400108	IF-AB-ETH2P	Ethernet, 2x RJ45
35400109	IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP, 2x RJ45
35400110	IF-AB-PNET2P	ProfiNET IO, 2x RJ45
35400111	IF-AB-CAN	CAN 2.0 A / 2.0 B, 1x Sub-D 9-pole, male
35400112	IF-AB-ECT	EtherCAT, 1x RJ45



The modules are installed by the user and can be retrofitted without problem. A firmware update of the device may be necessary in order to recognize and support certain modules.

If remote control is in operation the interface module has no priority over either the USB port or the analog interface and can, therefore, only be used alternately to these. However, monitoring is always available.



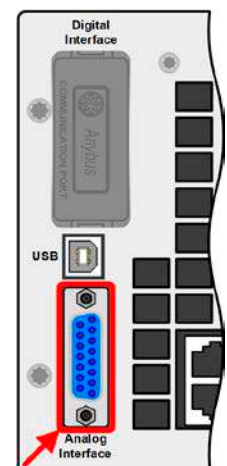
Switch off device before adding or removing modules!

1.9.9 Analog interface

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.

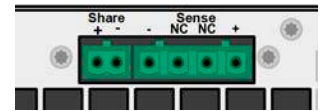
If remote control is in operation this analog interface can only be used alternately to the digital interface. However, monitoring is always available.

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



1.9.10 Share connector

The 2 pole socket ("Share") on the back side of the device is provided for connection to equally named sockets on compatible electronic loads when establishing parallel connection where symmetric current distribution is required, as well as compatible power supplies to build a two-quadrants operation setup. For details about this feature refer to „3.11.1. Parallel operation in master-slave (MS)“ and „3.11.3. Two quadrants operation (2QO)“. Following power supply and electronic load series are compatible:

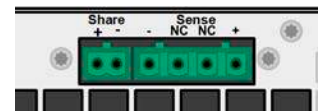


- PSI 9000 2U - 24U
- ELR 9000
- EL 9000 B 3U - 24U / EL 9000 B HP / EL 9000 B 2Q
- PSE 9000
- PS 9000 1U / 2U / 3U *

* From hardware revision 2, see type label (in case it does not show "Revision" on type label, it is revision 1)

1.9.11 Sense connector (remote sensing)

In order to compensate for voltage drops along the DC cables from the source, the Sense input can be connected to the source. The maximum possible compensation is given in the technical data.



1.9.11.1 Restrictions

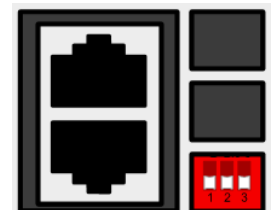
Remote sensing is only intended for constant voltage (CV) operation and it is recommended to have the "Sense" input only connected to the source when running the load in CV mode. Primarily in other regulation modes, but also in CV, the sense cables can cause unwanted side effects, like oscillation, based on their length and inductance. Also see 3.2.5.



In order to ensure safety and to comply to international directives, insulation of high voltage models, i. e. such with a nominal voltage of 500 V or higher, is ensured by using only the two outer pins of the 4-pole terminal. The inner two pins, marked with NC, must remain unconnected.

1.9.12 Master-Slave bus

A further port is provided on the back side of the device, comprising two RJ45 sockets, which enables multiple devices of the same model to be connected via a digital bus (RS485) to create a master-slave system. Connection is made using standard CAT5 cables. It can theoretically have a length of up to 1200 m, but it is recommended to keep the connections as short as possible.

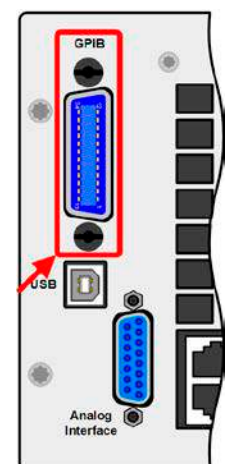


1.9.13 GPIB port (optional)

The optional GPIB connector, which is available with option 3W, will replace the module slot of standard version devices. The device then offers a three-way interface with GPIB, USB and analog.

The connection to a PC or other GPIB port is done with standard GPIB cables from stock, which can have straight or 90° connectors.

When using cable with 90° connectors, the USB port will be inaccessible.



2. Installation & commissioning

2.1 Transport and storage

2.1.1 Transport



- The handles on the front side of the device are **not** for carrying!
- Because of its weight, transport by hand should be avoided where possible. If unavoidable then only the housing should be held and not on the exterior parts (handles, DC input terminal, rotary knobs).
- Do not transport when switched on or connected!
- When relocating the device use of the original packing is recommended
- The device should always be carried and mounted horizontally
- Use suitable safety clothing, especially safety shoes, when carrying the device, as due to its weight a fall can have serious consequences.

2.1.2 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.

2.1.3 Storage

In case of long term storage of the device 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 device 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



- The device may, depending on the model, have a considerable weight. Therefore the proposed location of the device (table, cabinet, shelf, 19" rack) must be able to support the weight without restriction.
- When using a 19" rack, rails suitable for the width of the housing and the weight of the device are to be used. (see „1.8.3. Specific technical data (230 V models)“).
- Before connecting to the mains ensure that the supply voltage is as shown on the product label. Overvoltage on the AC supply can cause device damage.
- For electronic loads: 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.
- For energy recovering electronic loads: Before connecting the AC input/output to a public grid, it is essential to find out if the operation of this device is allowed at the target location and if it is required to install supervision hardware, i.e. automatic isolation unit (AIU, ENS).

2.3.2 Preparation

Mains connection of an energy back-feeding electronic load of ELR 9000 series is done via the included 5 pole plug on the back of the device. Wiring of the plug is at least 3 strand or, for some models, 5 strand of suitable cross section and length. Connecting all conductors (3 phase, N, PE), though not always required, is totally acceptable and is even recommended, because the cable could then be used for any other device model or series with the same type of AC connector.

For recommendations for cable cross section see „2.3.4. Mains connection (AC)“.

Dimensioning of the DC wiring to the voltage source should also 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 the cable length reduced.

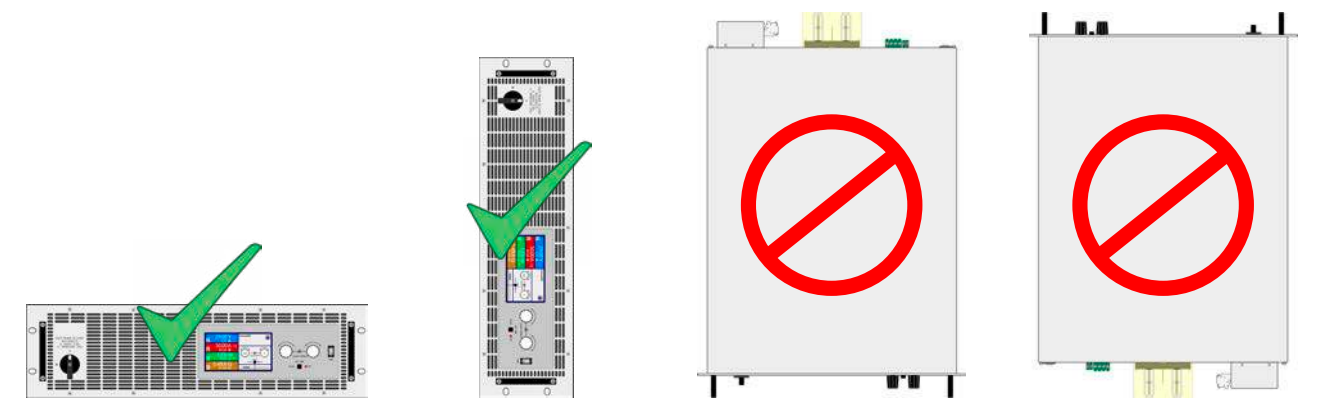
2.3.3 Installing the device



- Select the location for the device so that the connection to the source is as short as possible.
- Leave sufficient space behind the device, minimum 30 cm, for ventilation of warm air that will be exhausted even with devices which feed back up to 90% of the consumed energy.

A device in a 19" housing will usually be mounted on suitable rails and installed in 19" racks or cabinets. The depth of the device and its weight must be taken into account. The handles on the front are for sliding in and out of the cabinet. Slots on the front plate are provided for fixing the device (fixing screws not included).

Acceptable and unacceptable installation positions:



Standing surface

2.3.4 Mains connection (AC)



- Connection to an AC mains supply may only be carried out by qualified personnel!
- Cable cross section must be suitable for the maximum input/output current of the device (see table below)!
- Before plugging in the input plug ensure that the device is switched off by its mains switch!
- Ensure that all regulations for the operation of and connection to the public grid of energy back-feeding equipment have been applied and all necessary conditions have been met!
- When operating multiple ELR units in parallel on the same grid, the cross section of the AC cables has to match the increased output current from the energy recovery, especially the N conductor of the 230 V models!

2.3.4.1 Models for 230 V

The device is delivered with a 5 pole AC plug. Depending on the model, the plug is connected to 1-, 2- or 3-phase AC supply, according to the labelling on the plug. Required are following phases:

Nominal power	Without grid protection device		With grid protection device	
	Supply connector	Supply type	Supply connector	Supply type
3500 W	L2, N, PE	Single phase (wall etc.)	L1, L2, L3, N, PE	Three-phase
7000 W	L1, L3, N, PE	Three-phase	L1, L2, L3, N, PE	Three-phase
10500 W	L1, L2, L3, N, PE	Three-phase	L1, L2, L3, N, PE	Three-phase
>10500 W	L1, L2, L3, N, PE	Three-phase	L1, L2, L3, N, PE	Three-phase



The N and PE conductors are imperative and must always be wired!

For the selection of a suitable cable **cross section** the rated AC current of the device and the cable length are decisive. The maximum output current of the energy recovery feature per phase is calculated by the formula $I_{AC} = \text{Nominal power} * \text{Efficiency} / 230 \text{ V}$. The maximum output current on every phase is ~16 A, the recommended minimum cross section for cables of up to 5 m length is 1.5 mm² (AWG 16).

The included AC connection plug can receive cable ends of up to 6 mm² (AWG 10). The longer the connection cable, the higher the voltage loss due to the cable resistance. If the voltage loss is too high then the energy recovery might not function reliably or not at all. Therefore the mains cables should be kept as short as possible. The plug is labelled, as depicted below. Following inputs on the plug to use, no matter what the supply is labelled:

Nominal power	Phases	∅	I _{max}	Remarks
3500 W	L2, N, PE	1.5 mm ²	16 A	Operation on 230 V wall socket allowed
7000 W	L1, L3, N, PE	1.5 mm ²	16 A	230 V L-N three-phase with 120° rotation angle
10500 W	L1, L2, L3, N, PE	1.5 mm ²	16 A	230 V L-N three-phase with 120° rotation angle

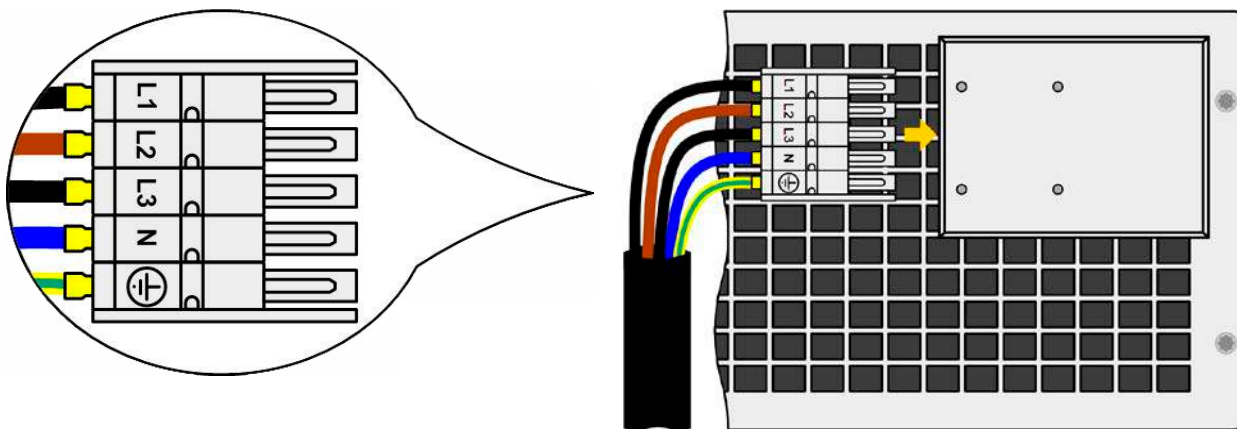


Figure 7 - Example for a supply connection cable (cable not included in the delivery)

2.3.4.2 Models for 208 V

Unlike the 230 V versions which use phases L and N for supply, the “US 208 V” models (see model name addition on the type plate) make use of L-L voltage of the common US 120 V three-phase supply. The included mains plug is 4-pole, means three phases plus ground (PE). Following phases are required for the AC supply:

Nominal power	Supply from grid	Supply type
3100 W (1 unit)	L1+L2 or L2+L3 or L1+L3, PE	Three-phase, 208 V, L-L, 120° rotation angle
6200 W (1 unit)	L1, L2, L3, PE	Three-phase, 208 V, L-L, 120° rotation angle
9300 W (1 unit)	L1, L2, L3, PE	Three-phase, 208 V, L-L, 120° rotation angle
>9300 W (2+ units)	L1, L2, L3, PE	Three-phase, 208 V, L-L, 120° rotation angle



The PE conductor are imperative and must always be wired!

For the selection of a suitable cable **cross section** the rated AC current of the device and the cable length are decisive. The maximum output current of the energy recovery feature per phase is calculated by the formula $I_{AC} = \text{Nominal power} * \text{efficiency} / \text{min. AC supply voltage}$. The units have 1 to 3 power stages inside. The maximum output current per phase is ≈ 16 A. Some models share current on a single phase, thus it increases to $16 \text{ A} * 1.73 = \approx 28$ A.

Recommended minimum AWG values for up to 5 m (15 ft) of cable length and connection of a single unit:

Nominal power	L1		L2		L3	
	\emptyset	I_{max}	\emptyset	I_{max}	\emptyset	I_{max}
3100 W	-	-	AWG 14	16 A	AWG 14	16 A
6200 W	AWG 13	28 A	AWG 13	16 A	AWG 13	28 A
9300 W	AWG 13	28 A	AWG 13	28 A	AWG 13	28 A

3100 W models: the table shows that the 3100 W models don't require three phases and don't use all inputs of the AC plug. Here it is important to used the correct ones. When assigning the phases of a three supply to the AC plug inputs it doesn't matter which pair of phased you select. Only make sure that voltage and cross section are correct.

Connection schemes:

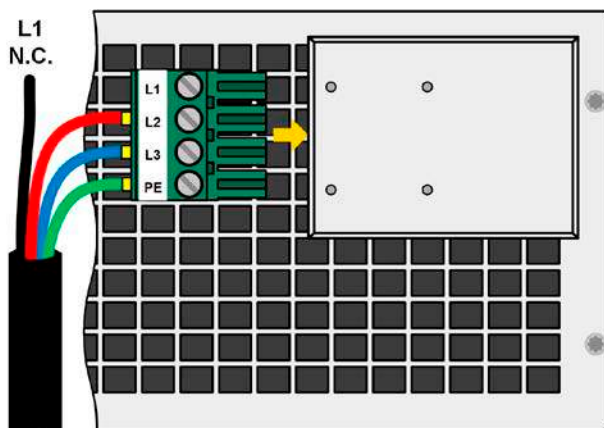


Figure 8 - L2+L3+PE connection scheme for 3100 W models

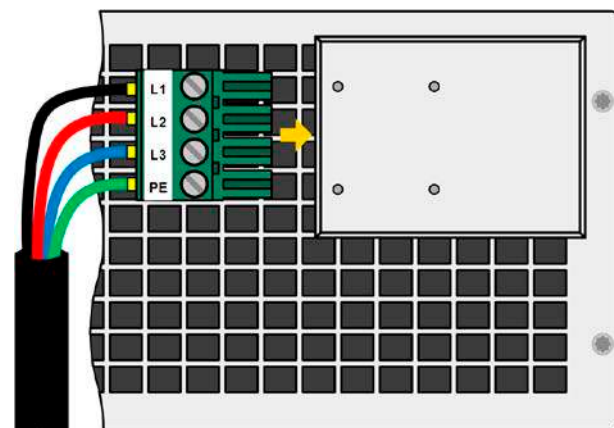


Figure 9 - Full connection scheme for 6200 W models or higher

2.3.4.3 Connecting multiple units to one supply

When connecting more than one unit to the same supply point, ideally models with the same nominal power, it is recommended to take care for balanced current distribution on the phases. This can be achieved by considering the single phase current of the particular models and by varying the supply phases you connect to the AC plug.

Because the table above says “use phases L2 and L3 to power a 3.1 kW model”, even multiple units with this power rating would be intentionally connected to L2 and L3, while not using L1. With the 7 kW it's different, because the shared phases have a higher current. A fully balanced current can be achieved when having three units or a multiple of 3, while with an even number of units the current can be only distributed as good as possible by connecting the units to different phases. See examples below.

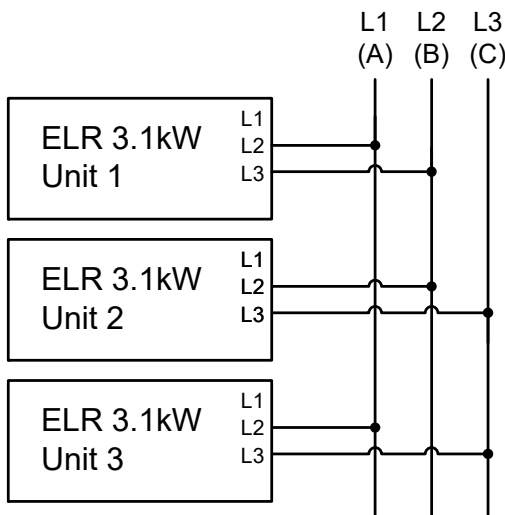


Figure 10 - Example for AC wiring of multiple 3.1 kW units

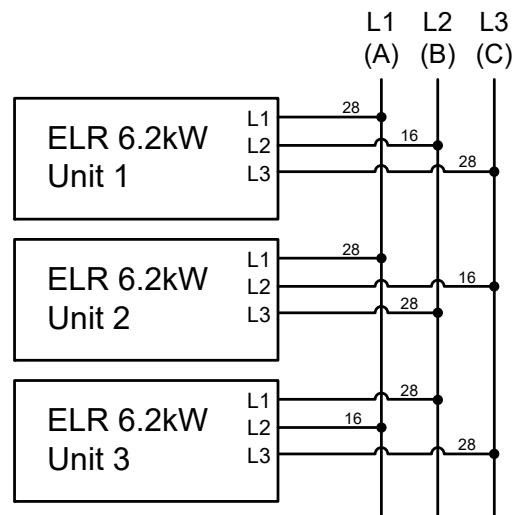


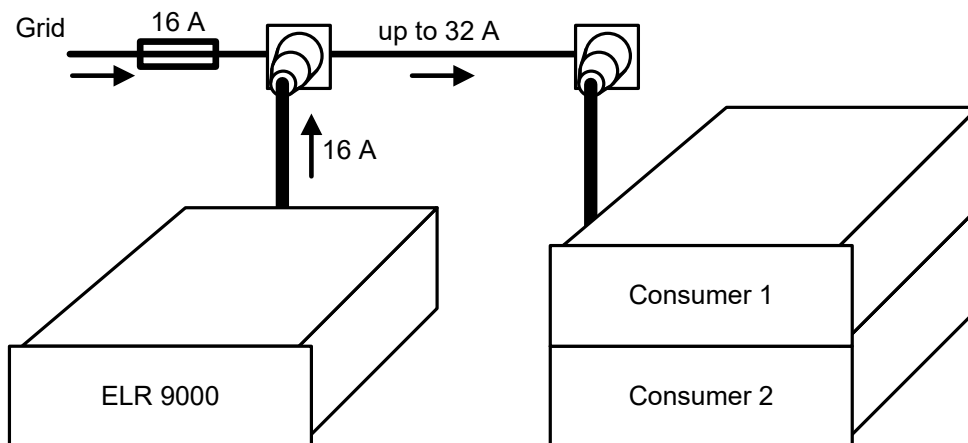
Figure 11 - Example for AC wiring of multiple 6.2 kW units

2.3.4.4 Installation concept for energy recovering devices

The 3.5 (3.1) kW models are rated for max. 16 A current and could be connected to a standard 16 A wall socket or even a multi-outlet strip. We strongly dis advise doing so, because the recovered current adds to the grid current (see schematic below) and this can lead to overload of the existing installation. Considering any two outlets, no matter of what kind they are, but especially when being wall sockets, there is usually no extra fusing installed. In case of a defect in the AC part (i.e. short-circuit) of any consumer device or if there are multiple devices connected which could take a higher power, the total current could flow across wires which are not laid out for this higher current. It could lead to damage or even fire in the wires or connection points.

This applies the same way for all other ELR 9000 power ratings.

The existing installation concept must be taken into regard when connecting further ELR 9000 units and consumers in order to avoid damages and accidents. Schematic depiction with 1 recovering load:



When running a higher number of recovering, i. e. energy backfeeding units on the same leg of the installation, the total currents per phase increases accordingly.

2.3.5 Connection to DC sources



In the case of a device with a high nominal current and hence a thick and heavy DC connection cable it is necessary to take account of the weight of the cable and the strain imposed on the DC connection. Especially when mounted in a 19" cabinet or similar, where the cable hangs on the DC input, a strain reliever has to be used.

The DC load input is on the back 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.

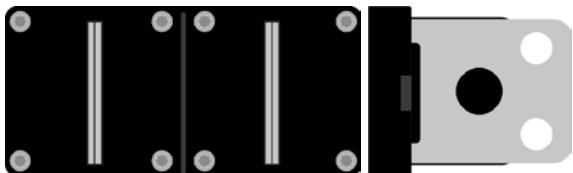
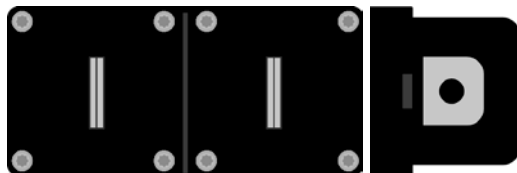
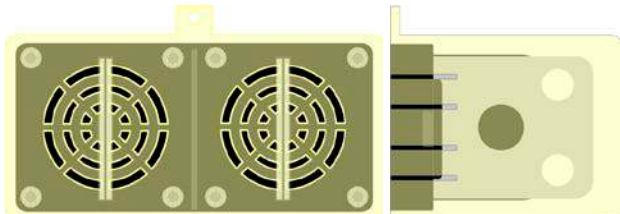

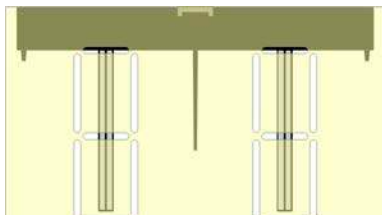
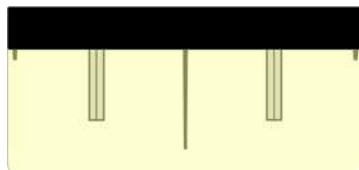
For cables up to 1.5 m and average ambient temperature up to 50 °C, we recommend:

up to 30 A :	6 mm ²	up to 70 A :	16 mm ²
up to 90 A :	25 mm ²	up to 140 A :	50 mm ²
up to 170 A :	70 mm ²	up to 210 A :	95 mm ²
up to 340 A :	2x70 mm ²	up to 510 A :	2x120 mm ²

per connection pole (multi-conductor, insulated, openly suspended). Single cables of, for example, 70 mm² may be replaced by 2x35 mm² etc. If the cables are long then the cross section must be increased to avoid voltage loss and overheating.

2.3.5.1 DC terminal types

The table below shows an overview of the various DC terminals. It is recommended that connection of load cables always utilizes flexible cables with ring lugs.

Type 1: Models up to 250 V nominal voltage	Type 2: Models from 500 V nominal voltage
	
M8 bolt on a metal rail Recommendation: ring connector with a 8 mm hole	M6 bolt on a metal rail Recommendation: ring connector with a 6 mm hole
	
	

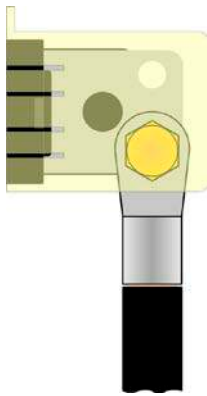
2.3.5.2 Cable lead and plastic cover

A plastic cover for contact protection is included for the DC terminal. It should always be installed. The cover for type 2 (see picture above) is fixed to the connector itself, for type 1 to the back of the device. Furthermore the cover for type 1 has break outs so that the supply cable can be laid in various directions.

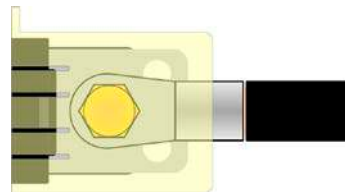


The connection angle and the required bending radius for the DC cable must be taken into account when planning the depth of the complete device, especially when installing in a 19" cabinet or similar. For type 2 connectors only a horizontal lead can be used to allow for installation of the cover.

Examples of the type 1 terminal:



- 90 ° up or down
- space saving in depth
- no bending radius



- horizontal lead
- space saving in height
- large bending radius

2.3.6 Grounding of the DC input

Grounding one of the DC input poles is allowed. Doing so results in a potential shift of the grounded pole against PE. Because of insulation, there is a max. allowed potential shift of the DC output poles, which also depends on the device model. Also see technical specification sheets in 1.8.3, item "Insulation".

2.3.7 Connection of remote sensing



Both pins "NC" on the "Sense" terminal must not be connected!



- 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. Furthermore, always use cables with suitable specification, especially for the high voltage models
- Sensing cables should be twisted and laid close to the DC cables to damp oscillation. If necessary, an additional capacitor should be installed at the source to eliminate oscillation
- Sensing cables must be connected + to + and - to - at the source, otherwise the sense input of the electronic load can be damaged. For an example see Figure 12 below.
- In master-slave operation, the remote sensing should be connected to the master unit only

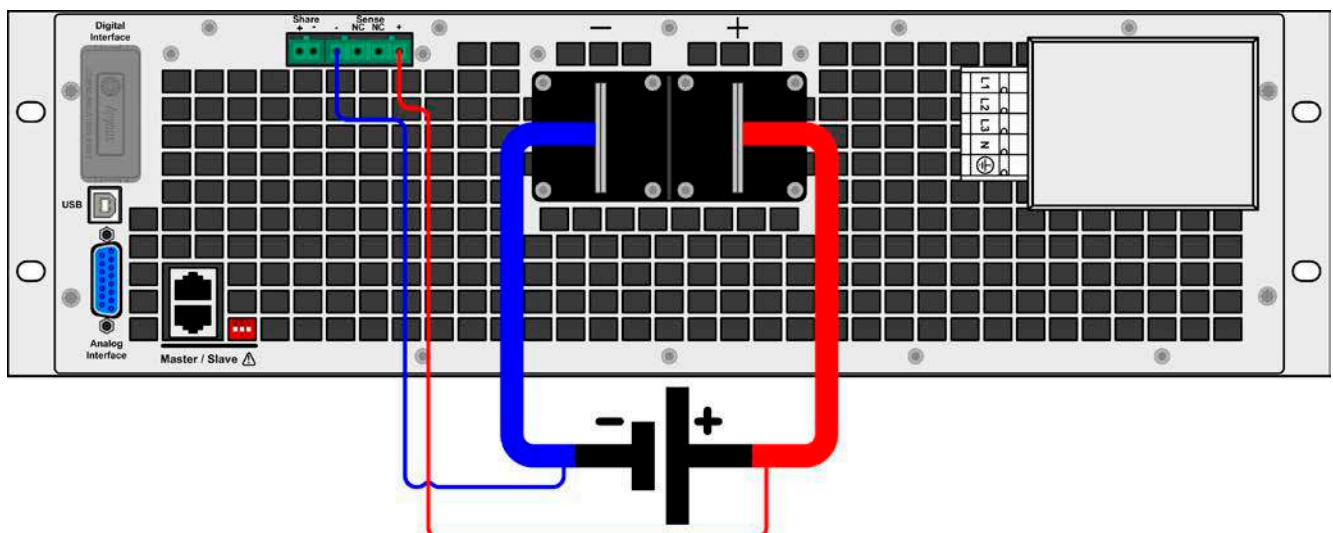


Figure 12 - Example for remote sensing wiring

2.3.8 Connecting the “Share” bus

The “Share” bus connector on the back side is intended to balance the current of multiple units in parallel operation, especially when using the integrated function generator of the master unit. Alternatively, it can be connected to a compatible power supply, in order to run a two-quadrants operation. For further information about this mode of operation can be found in section „3.11.3. Two quadrants operation (2QO)“.

For the connection of the share bus the following must be paid attention to:



- Connection is only permitted between up to 16 units and only between compatible devices as listed in section „1.9.10. Share connector“
- When not using one or several units of a system configured with Share bus, because less power is required for an application, it is recommended to disconnect the unit's from the Share bus, because even when not powered they can have a negative impact on the control signal on the bus due to their impedance. Disconnection can be done by simply unplugging them from the bus or using switches.
- The Share bus is referenced to DC minus. When grounding DC plus, the DC minus will shift its potential and so will the Share bus

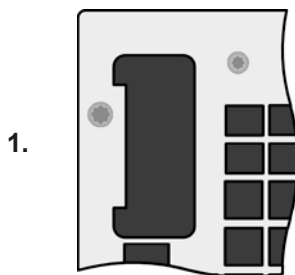
2.3.9 Installation of an interface module

The various interface modules, which are available for ELR 9000 standard version models with Interface slot, can be retrofitted by the user and are exchangeable with each other. The settings for the currently installed module vary and need to be checked and, if necessary, corrected on initial installation and after module exchange.



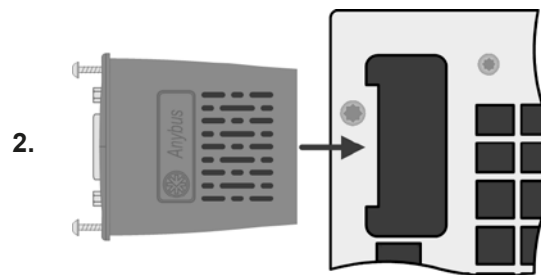
- Common ESD protection procedures apply when inserting or exchanging a module!
- The device must be switched off before insertion or removal of a module!
- Never insert any other hardware other than an interface module into the slot!
- If no module is in use it is recommended that the slot cover is mounted in order to avoid internal dirtying of the device and changes in the air flow

Installation steps:



Remove the slot cover. If needed use a screw driver.

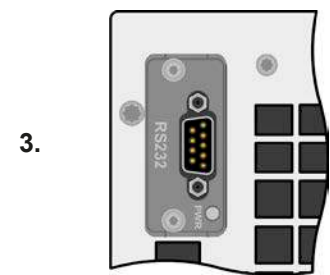
Check that the fixing screws of an already installed module are fully retracted. If not, unscrew them (Torx 8) and remove module.



Insert the interface module into the slot. The shape ensures correct alignment.

When inserting take care that it is held as close as possible to a 90 ° angle to the rear wall of the device. Use the green PCB, which you can recognize on the open slot, as guide. At the end is a socket for the module.

On the bottom side of the module are two plastic nibs which must click into the green PCB so that the module is properly aligned on the rear plate of the device.



The screws (Torx 8) are provided for fixing the module and should be fully screwed in. After installation, the module is ready for use and can be connected.

Removal follows the reverse procedure. The screws can be used to assist in pulling out the module.

2.3.10 Connecting the analog interface

The 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.

2.3.11 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.

2.3.11.1 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.

2.3.11.2 Driver installation (Linux, MacOS)

We cannot provide drivers or installation instructions for these operating systems. Whether a suitable driver is available can be found out by searching the Internet.

2.3.11.3 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".

2.3.12 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!

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

In case of a firmware update, return of the device following repair or a location or configuration change, similar measures should be taken to those of initial start up. Refer to „2.3.12. 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, the included DC terminal cover, or an equivalent, must always be used
- 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

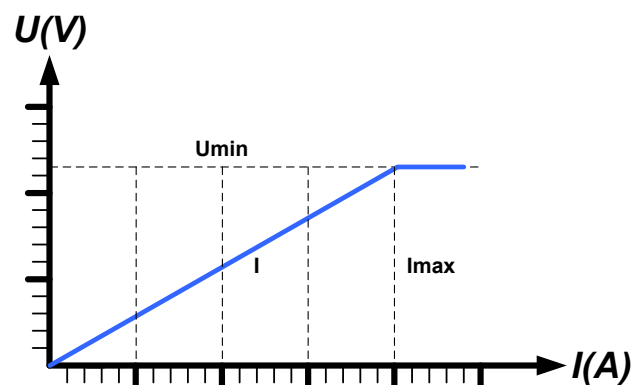
The internal voltage controller can be switched between "Slow" and "Fast" (see „3.4.3.1. Menu "General Settings""). Factory default value is "Slow". Which setting to select depends on the actual situation in which the device is going to be operated, but primarily it depends of the type of voltage source. 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 provided 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 in 1.8.3. and 1.8.4. 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. As soon as the DC input current reaches the adjusted current set value, the device automatically switches to constant current mode. The DC input current is then held at a predetermined level by varying the internal resistance according to Ohm's law $R = U / I$ such that, depending on the actual input voltage, a constant current flows. However, if the power consumption reaches the adjusted power set value while the current is not limited by CC, the device would 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 and can also be read via digital interface.

3.2.3 Resistance regulation / constant resistance

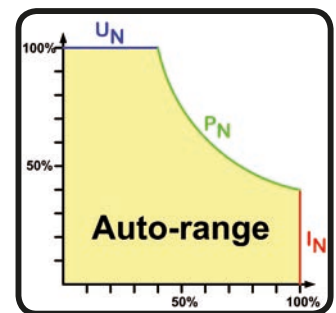
Inside electronic loads, whose operating principle is based on a variable internal resistance, constant resistance mode (CR) is almost a natural characteristic. The load attempts to set the internal resistance to the user defined value by determining the input current depending on the input voltage according 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 indicated 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), limits the DC input power of the device at the adjusted value, so that the current flowing from the source, together with the input voltage, achieves the desired value. Power limitation then limits the input current according to $I_{IN} = P_{SET} / U_{IN}$ as long as the power source is able to provide this power.

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



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

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

3.2.5 Dynamic characteristics and stability criteria

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

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

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

80 V models: 1000uF...4700uF

250 V models: 100uF...470uF

500 V models: 47uF...150uF

750 V models: 22uF...100uF

1500 V models: 4.7uF...22uF

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), acoustically (if activated) and as a readable status and alarm counter via the digital interface. In addition, the alarms OT, OVP and PF are reported as signals on the analog interface. 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 from an excess temperature inside the device 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 thresholds (OVP, 0...110% U_{NOM})

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



The device is not fitted with protection from external overvoltage.

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 rotary switch on the front of the device. Alternatively this can take place using an external cutout (contactor, circuit breaker) of suitable current capacity.

After switching on, the display will first show some device related information (model, firmware versions etc.) and then a language selection screen for 3 seconds.

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 on power-up is always switched off. “**Restore**” means that the last condition of the DC input will be restored, either on or off. All set values are also restored.



For the time of the start phase the analog interface can signal undefined statuses on the output pins such as ALARMS 1. Those signal 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, as well as activated master-slave operation are saved. Furthermore, a PF alarm (power failure) will be reported, but has to be ignored here.

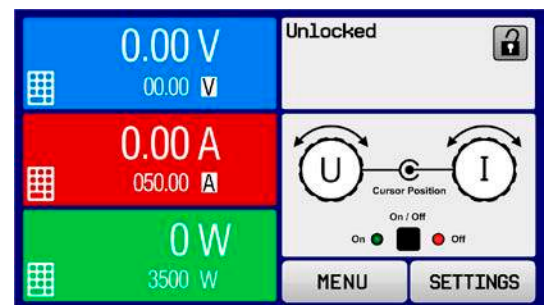
The DC input is immediately switched off and after a short while fans will shut down and after another few seconds the device will be completely powered off.

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.

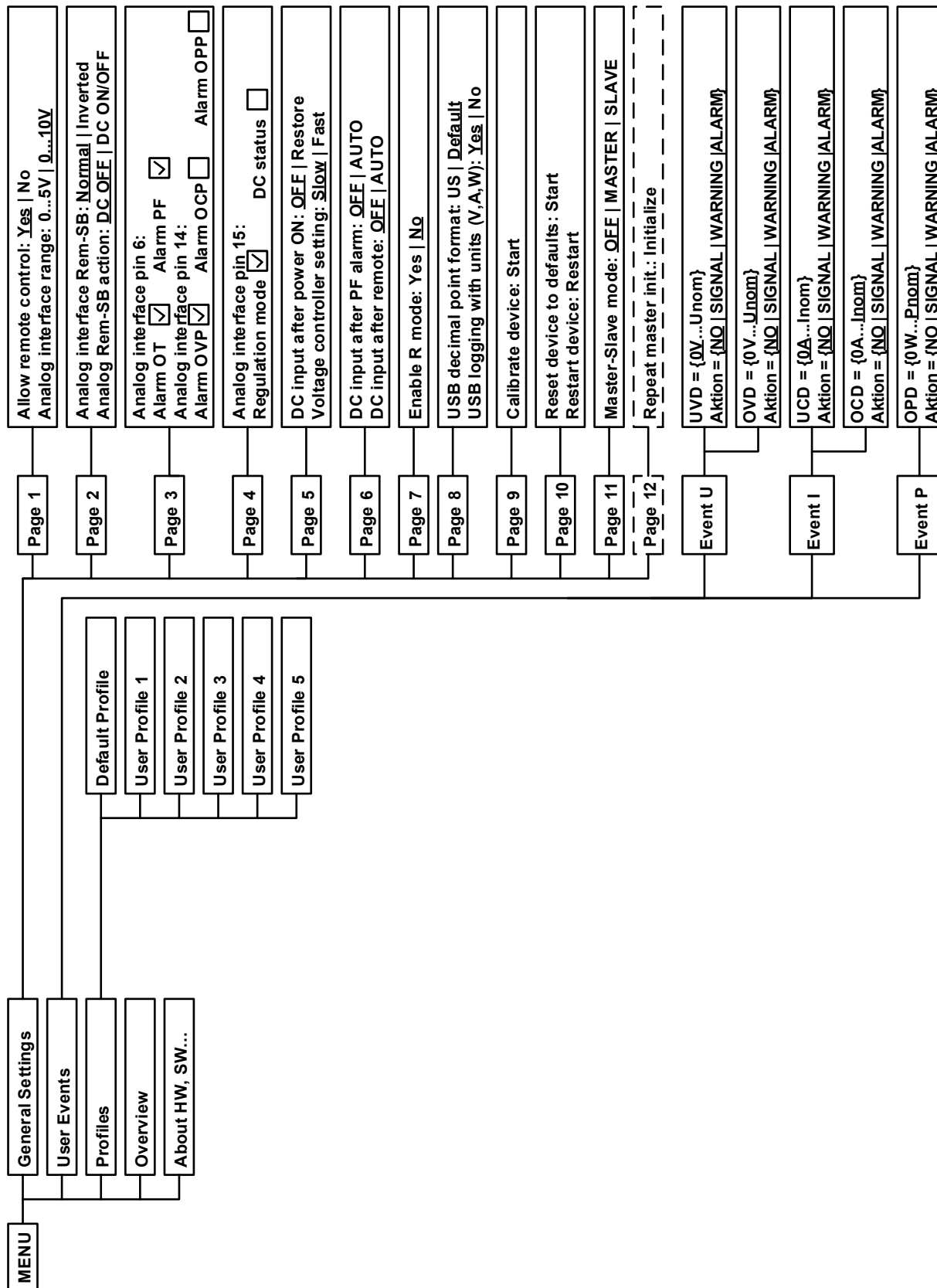
If the DC input is switched on the settings menu will not be shown, only status information.

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 in menu pages, but there is an assignment rule: upper value -> left-hand knob, lower values -> right-hand knob.

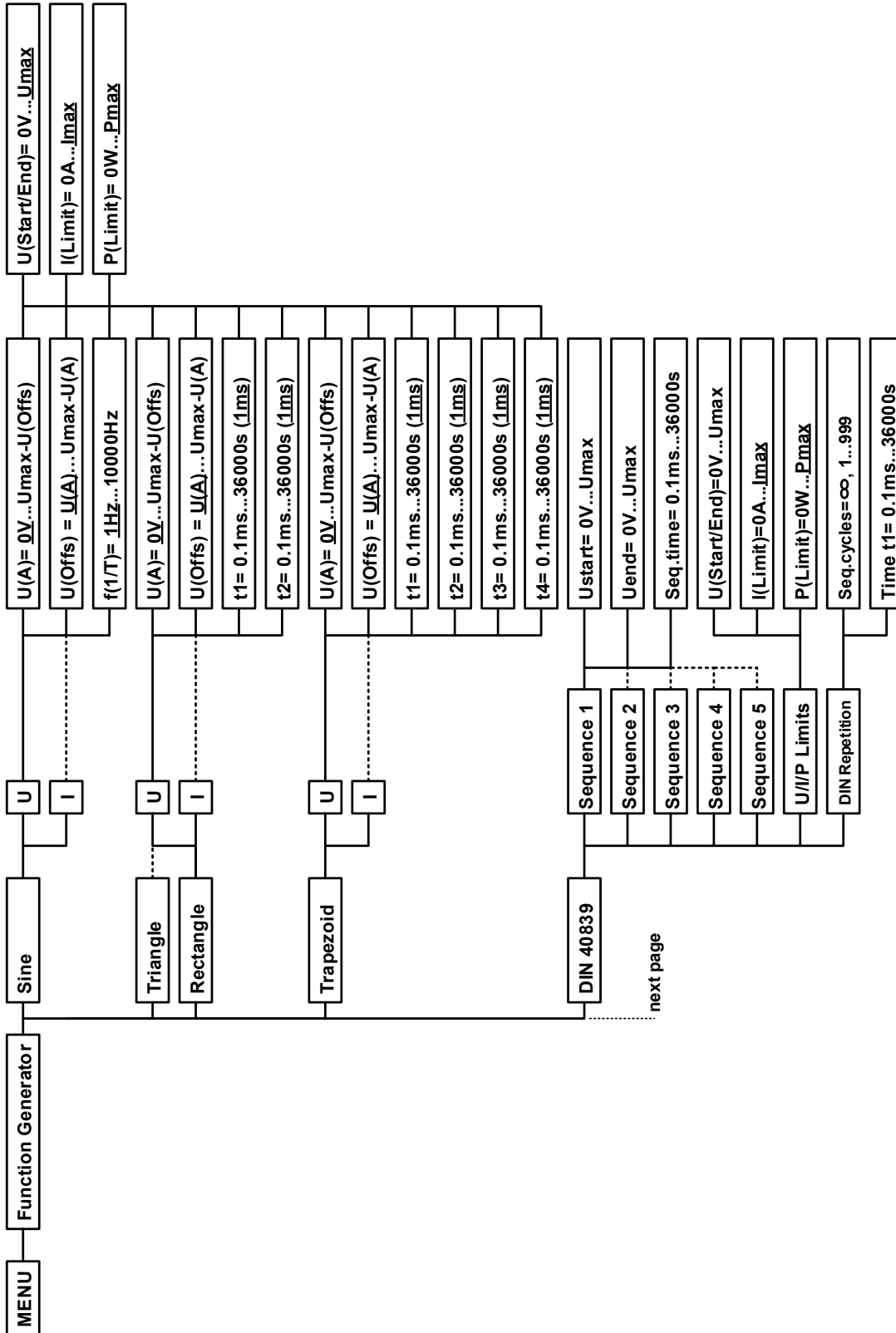


The menu structure is shown schematically on the following pages. Some setting parameters are self-explanatory, others are not. The latter will be explained on the pages following.



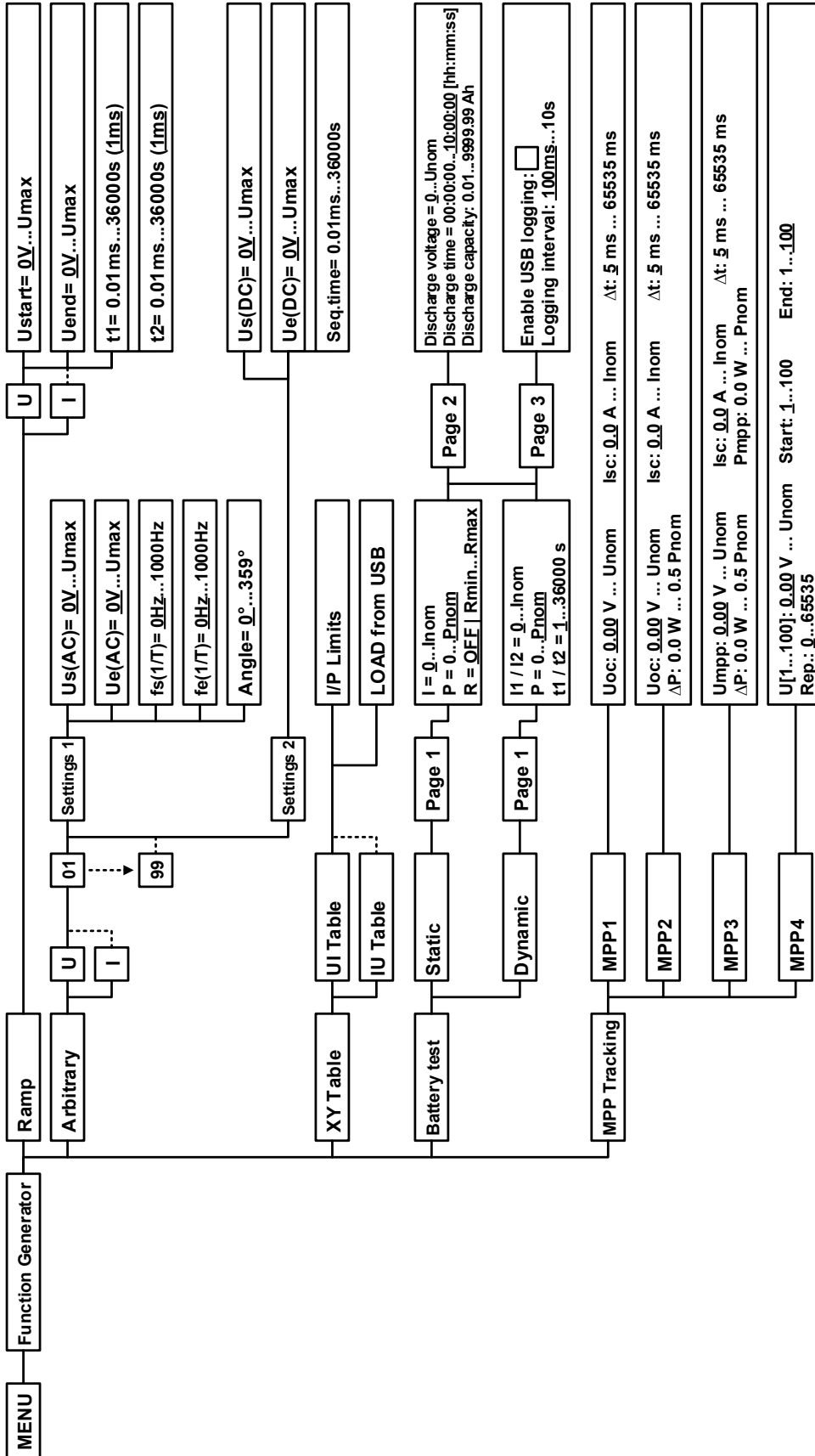


Parameters in curly brackets describe the selectable range, underlined parameters show the default value after delivery or reset.



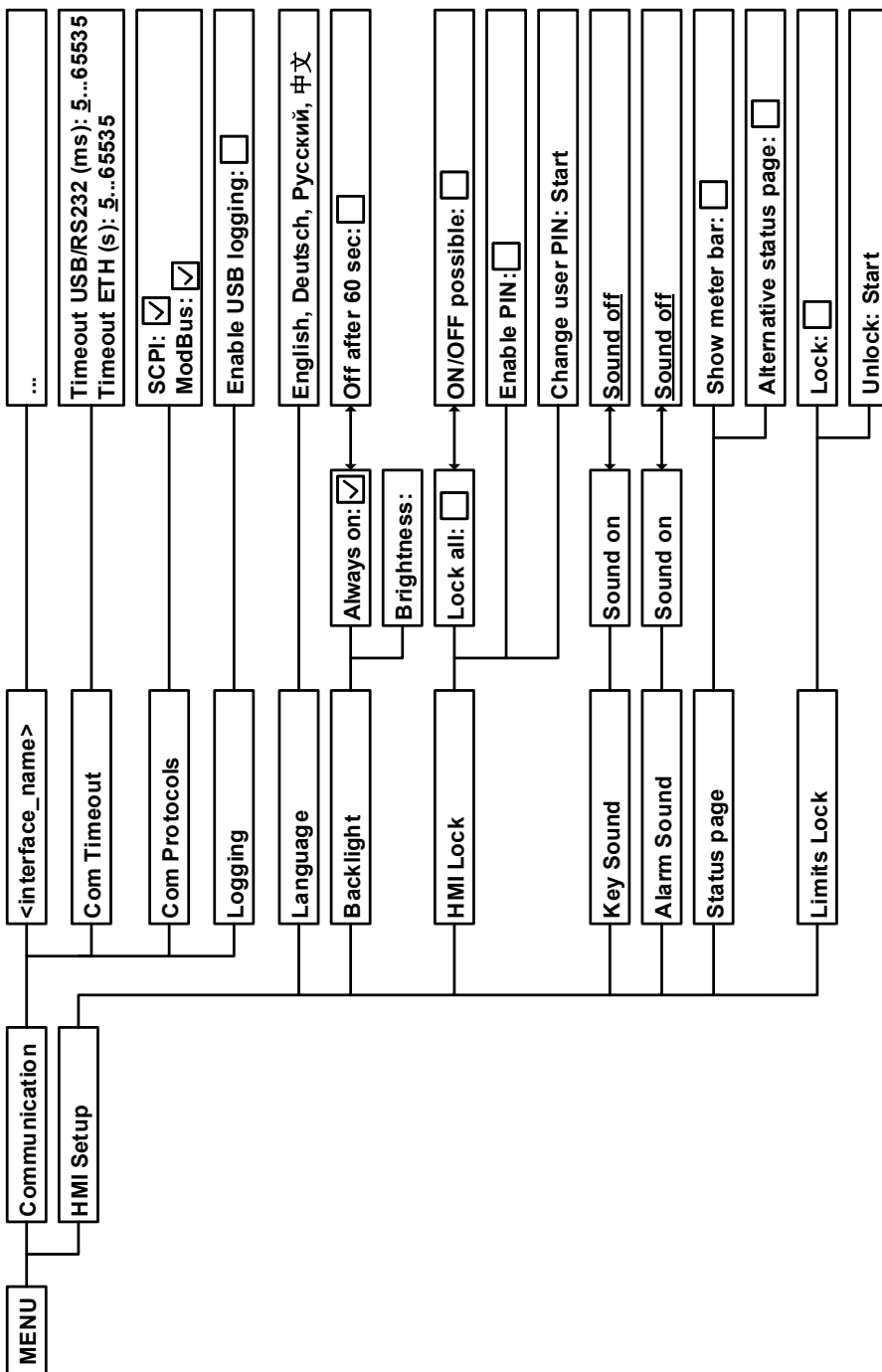
Parameters in curly brackets describe the selectable range, underlined parameters show the default value after delivery or reset. Dotted lines mark multiple identical parameters like with U, I for "Sine", where U(A) changes to I(A) etc.





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 "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 1.9.6.1
Analog interface range	1	Selects the voltage range for the analog 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)“
Analog interface Rem-SB	2	Selects how the input pin "Rem-SB" of the analog interface shall be working regarding levels and logic: <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 Also see „3.5.4.7. Application examples“
Analog Rem-SB action	2	Selects the action on the DC input that is initiated when changing the level of analog input "Rem-SB": <ul style="list-style-type: none"> • DC OFF = the pin can only be used to switch the DC input off • DC AUTO = the pin can be used to switch the DC input off and on again, if it has been switched on before at least from a different control location
Analog interface pin 6	3	Pin 6 of the analog interface (see section 3.5.4.4) is by default assigned to only signal the device alarms OT and PF. This parameter allows to also enable signalling only one of both (3 possible combinations): <p>Alarm OT = Enable/disable signalling of alarm OT on pin 6</p> <p>Alarm PF = Enable/disable signalling of alarm PF on pin 6</p>
Analog interface pin 14	3	Pin 14 of the analog interface (see section 3.5.4.4) is by default assigned to only signal the device alarm OVP. This parameter allows to also enable signalling further device alarms (7 possible combinations): <p>Alarm OVP = Enable/disable signalling of alarm OVP on pin 14</p> <p>Alarm OCP = Enable/disable signalling of alarm OCP on pin 14</p> <p>Alarm OPP = Enable/disable signalling of alarm OPP on pin 14</p>
Analog interface pin 15	4	Pin 15 of the analog interface (see section 3.5.4.4) is by default assigned to only signal the regulation mode CV. This parameter allows to enable signalling a different device status (2 options): <p>Regulation mode = Enable/disable signalling of CV reg mode on pin 15</p> <p>DC status = Enable/disable signalling of DC input status on pin 15</p>
DC input after power ON	5	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.
Voltage controller settings	5	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 PF alarm	6	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 ON = DC input will switch on again after the PF alarm cause is gone and if it was switched on before the alarm occurred
DC input after remote	6	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

Setting	P.	Description
Enable R mode	7	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	8	Switches the decimal point format of values and also the CSV file separator for USB logging (see 1.9.6.5 and 3.4.10), 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)	6	CSV files generated from USB logging by default add physical units to values. This can be deactivated by setting this option to “No”
Calibrate device	9	Touch area “Start” starts a calibration routine (see „4.3. Calibration“), but only if the device is in U/I or P/I mode.
Reset device to defaults	10	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
Restart device	10	Will initiate a warm start of the device
Master-Slave mode	11	Option “OFF” (default) disables the master-slave mode (MS), while options MASTER or SLAVE set the device to the selected position. For details about the MS mode see section „3.11.1. Parallel operation in master-slave (MS)“
PSI / ELR system	11	Only displayed if the device has been set to MASTER When activated by finger touch (check mark), it determines that the load is part of a two-quadrant operation (see „3.11.3. Two quadrants operation (2QO)“) system and thus it will be slave on the Share bus, which is required for an electronic load device in 2QO, because in that mode the power supply unit has to be master
Repeat master init.	12	Touch area “Initialize” will repeat the initialisation of the master-slave system in case the automatic enumeration of the slave units by the master is once unsuccessful so the system would have less total power than expected or has to be repeated manually in case the master unit couldn’t detect a missing slave

3.4.3.2 Menu “User Events”

See „3.6.2.1 User defined events“ on page 66.

3.4.3.3 Menu “Profiles”

See „3.9 Loading and saving a user profile“ on page 68.

3.4.3.4 Menu “Overview”

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

3.4.3.5 Menu “About HW, SW...”

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

3.4.3.6 Menu “Function Generator”

See „3.10 The function generator“ on page 69.

3.4.3.7 Menu “Communication”

This submenu offers global and specific settings for digital communication via the built-in USB interface and the optional modular interfaces of the **IF-AB** series or the optional GPIB port. The button which is labelled with the interface name opens one or more settings pages, depending on the interface in use. There is furthermore an adjustable communication timeout for USB and Ethernet, to make it possible to successfully transfer fragmented messages (data packets) using higher values. In the screen for “Com Protocols” you can enable both or disable one of the two supported communication protocols, ModBus RTU and SCPI. This can help to avoid mixing both protocols and to receive unreadable messages, for example when expecting a SCPI response and getting a Mod-Bus RTU response instead.



For all Ethernet interfaces with two ports: „P1“ is related to port 1 and „P2“ to port 2, like printed on the module face. Two-port interfaces will use one IP only.

IF	Level 1	Description
Profibus DP	Node Address	Selection of the Profibus or node address of the device within range 1...125 via direct input
	Function Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave function tag. Max. length: 32 characters
	Location Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave location tag. Max. length: 22 characters
	Installation Date	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave installation date tag. Max. length: 40 characters
	Description	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave. Max. length: 54 characters

IF	Level 1	Description
GPIB	Node Address	Adjustment of the GPIB node address (only with option 3W installed) in the range 1...30

IF	Level 1	Level 2	Level 3	Description	
Ethernet / ModBus-TCP, 1 & 2 Port	IP Settings 1	DHCP		The IF allows a DHCP server to allocate an IP address, a subnet mask and a gateway. If no DHCP server is in the network then network parameters will be set as defined in point "Manual"	
		Manual	IP address	This option is activated by default. An IP address can be manually allocated.	
			Gateway	Here a gateway address can be allocated if required..	
			Subnet mask	Here a subnet mask can be defined if the default subnet mask is not suitable.	
		DNS address 1		Here the addresses of the first and second Domain Name Servers (DNS) can be defined, if needed.	
		DNS address 2			
	Port		Range: 0...65535. Default ports: 5025 = Modbus RTU (all Ethernet interfaces) Reserved ports which must not be set with this parameter: 502 = Modbus TCP (Modbus-TCP interface only) other typical reserved ports		
	IP Settings 2-P1 IP Settings 2-P2	AUTO		Settings for the Ethernet ports 1 and 2 (if present), such as transmission speed, are set automatically.	
		Manual	Half duplex	Manual selection for transmission speed (10MBit/100MBit) and duplex mode (full/half). It is recommended to use the "AUTO" option and only revert to "Manual" if these parameters fail. Different Ethernet port settings for 2-port modules are possible, as these include an Ethernet switch	
			Full duplex		
			10MBit		
	100MBit				
	Host name		Free choice of host name (default: Client)		
Domain name		Free choice of Domain (default: Workgroup)			
TCP Keep-Alive		Enable TCP keep-alive			

IF	Level 1	Level 2	Description
CANopen	Node address		Selection of the CANopen node address in the range 1...127 via direct input
	Baud rate	AUTO	Automatic detection of the bus baud rate.(speed)
		LSS	Automatically sets baud rate and node address
		Manual	Manual selection of the baud rate that is used by the CANopen interface. Possible selections: 10 kbps, 20 kbps, 50 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 250 kbps, 500 kbps, 800 kbps, 1Mbps (1Mbps = 1 Mbit/s, 10 kbps = 10 kbit/s)

IF	Level 1	Description
Profinet/IO, 1 & 2 Port	Host name	Free choice of host name (default: Client)
	Domain name	Free choice of Domain (default: Workgroup)
	Function Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profinet slave function tag. Max. length: 32 characters
	Location Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profinet slave location tag. Max. length: 22 characters
	Station Name	String input box for a user-definable text which describes the Profinet station name. Max. length: 54 characters
	Description	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave. Max. length: 54 characters
	Installation Date	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave installation date tag. Max. length: 40 characters

IF	Level 1	Level 2	Level 3	Description	
CAN	Base ID			Setup of the CAN base ID (11 Bit or 29 Bit, hex format). Default: 0h	
	Baud Rate			Setup of the CAN bus speed or baud rate in typical value between 10 kbps and 1Mbps. Default: 500 kbps	
	Termination			Activates or deactivates CAN bus termination with a built-in resistor. Default: OFF	
	Broadcast ID			Setup of the CAN broadcast ID (11 Bit or 29 Bit, hex format). Default: 7ffh	
	ID Format			Selection of the CAN ID format between Base (11 Bit ID, 0h...7ffh) and Extended (29 Bit, 0h...1fffffffh)	
	Cyclic Communication	Base ID Cyclic Read			Setup of the CAN base ID (11 Bit or 29 Bit, hex format) for cyclic read of up to 5 object groups (see " Cyclic Read Timing "). The device will automatically send specific object data to the IDs defined with this setting. For more information refer to the programming guide. Default: 100h
			Base ID Cyclic Send		Setup of the CAN base ID (11 Bit or 29 Bit, hex format) for cyclic send of the three set values for U, I and P along with status in one single message. For more information refer to the programming guide. Default: 200h
		Cyclic Read Timing	Status		Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of status to the adjusted „ Base ID Cyclic Read “ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
			Actual val.		Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of actual values to the adjusted „ Base ID Cyclic Read + 1 “ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
			Set val.		Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of set values of U & I to the adjusted „ Base ID Cyclic Read + 2 “ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
			Limits 1		Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of adjustment limits of U & I to the adjusted „ Base ID Cyclic Read + 3 “ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
	Limits 2		Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of adjustment limits of P & R to the adjusted „ Base ID Cyclic Read + 4 “ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)		
	Data Length			Determines the DLC (data length) of all messages sent from the device. AUTO = length varies between 3 and 8 bytes, depending on object Always 8 Bytes = length is always 8, filled up with zeros	

IF	Level 1	Description
RS232	Baud rate	The baud rate is selectable, other serial settings can't be changed and are defined like this: 8 data bits, 1 stop bit, parity = none Baud rates: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

Element	Description
Com Timeout	Timeout USB/RS232 (in milliseconds) Default value: 5, Range: 5...65535 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 (in seconds) Default value: 5, Range: 5...65535 Defines the "keep-alive timeout" property of a network connection in seconds. If there was no command communication between the controlling unit (PC, PLC etc.) and the device for the adjusted time, it will close the socket connection.
Com Protocols	Enables or disables SCPI or ModBus communication protocols for the device. The change is immediately effective after submitting it with ENTER button. Only one of both can be disabled.
Logging	Enables/disables the "log to USB stick" feature. Once enabled, you can define the log interval (multiple steps, 500 ms ... 5 s) and the control method. For more refer to „3.4.10. Recording to USB stick (logging)“.

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 and Chinese
Key Sound	Activates or deactivates sounds when touching a touch area in the display. It can usefully signal that the action has been accepted.
Alarm Sound	Activates or deactivates the additional acoustic signal of an alarm or user defined event which has been set to "Action = ALARM". See also „3.6 Alarms and monitoring“ on page 64.
HMI Lock	See „3.7 Control panel (HMI) lock“ on page 67.
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.
Status page	Enables/disables two display related options for the main screen with actual and set values: Show meter bar: in U/I/P mode, i. e. resistance mode not activated, a meter bar for 0-100% actual values of voltage, current and power is shown. See „3.4.8. The meter bars“. Alternative status page: switches the main screen of the device with its actual and set values of voltage, current, power and - if activated - resistance to a simpler display with only voltage and current, plus status. See „3.4.7. Switching the main screen view“. Default setting: both disabled
Limits Lock	See „3.8 Limits lock“ on page 67

3.4.4 Adjustment limits

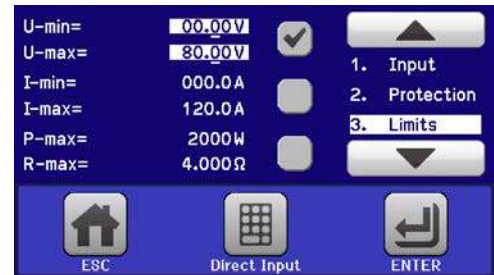


Adjustment limits are only effective on the related set values, no matter if using manual adjustment or remote control!





Defaults are, that all set values (U, I, P, R) are adjustable from 0 to 102% of the 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 **SETTINGS** to access the SETTINGS menu.
2. Tap the arrows   to select "3. Limits".
3. In each case a pair of upper and lower limits for U/I or the upper limit for P/R are assigned to the rotary knobs and can be adjusted. Tap the selection area for another choice .
4. Accept the settings with .



The set values can be entered directly using the ten-key pad. This appears when the touch area for direct input is tapped (bottom center)



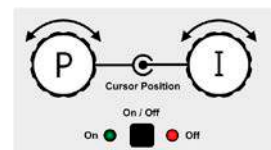
The adjustment limits are coupled to the set values. It means, that the upper limit may not be set lower than the corresponding set value. Example: If you wish to set the limit for the power set value (P-max) to 3000 W while the currently adjusted power set value is 3000 W, then the set value first would have to be reduced to 3000 W or less, in order to set P-max down to 3000 W.

3.4.5 Changing the operating mode

In general, the manual operation of an ELR 9000 distinguishes between three operating modes (U/I, P/I, R/I) which are tied to set value input using the rotary knobs or ten-key pad: This assignment must be changed if one of the four set values is to be adjusted which is currently not available.

► How to change the operating mode (two options)

1. Unless the device is in remote control or the panel is locked, you switch the operation anytime. There are two options: either tap the depiction of the **left-hand** knob (see figure to the right) to change its assignment between U, P and R.
2. You directly tap on the coloured areas with the set values, like shown in the figure to the right. The unit next to the set values, when inverted, indicates the assignment of the knobs. In the example to the right they have P and I assigned, which means P/I mode.



Depending on the selection the left rotary knob will be assigned different setting values, the right knob is always assigned to the current.



In order to avoid constant changing of the assignments it is possible, e.g. with selection R/I, to change the other values U and P by direct input. Also see section 3.4.6.

The actual operating mode of the load, which is only effective and indicated while the DC input is switched on, solely depends on the set values and the input voltage. For more information see section „3.2. Operating modes“.

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.



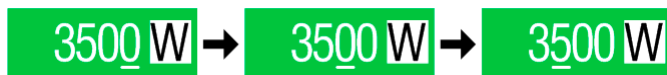
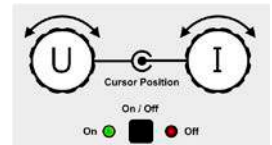
Entering a value changes it immediately and no matter if the DC input is switched on or off.



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 as depicted in the figure to the right.
2. If, as shown in the example, the assignment is voltage (U, left) and current (I, right), and it is required to set the power, then the assignments can be changed by tapping this touch area. A set of selection fields then appears.
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.



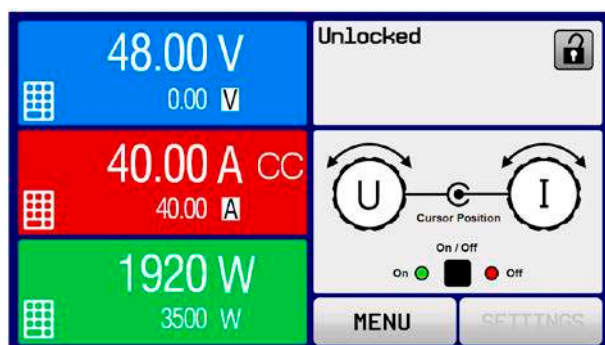
Decimal values are set by tapping the point key. For example, 54.3 V is set with **5** **4** **.** **3** and **ENTER**.

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 or four 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 **much bigger characters**, so they can 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:

- Set and actual values of power are not displayed and the set value of power is only indirectly accessible
- The set value of resistance is not displayed and only indirectly accessible
- No access to the settings overview (MENU button) while the DC input is on



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 SETTINGS while the DC input is off.

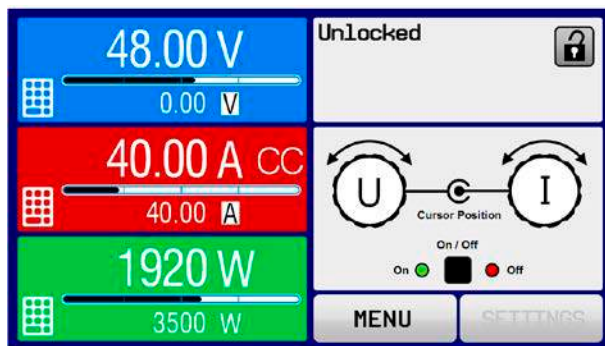
Rules for manual handling of the HMI in alternative status page mode:

- 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

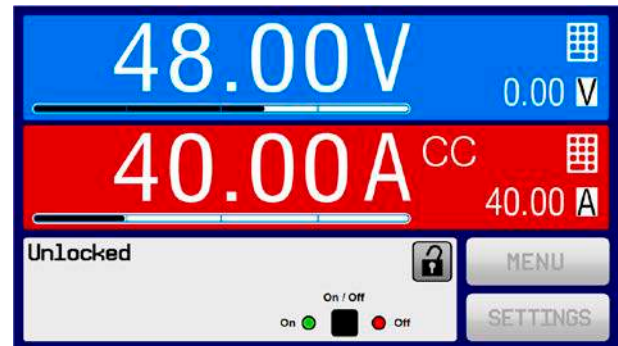
3.4.8 The meter bars

Additionally to the actual values being displayed as numbers, meter bars for U, I and P can be enabled in the MENU. The meter bars are not displayed as long as resistance mode, i. e. U/I/R is activated. Refer to „3.4.3.8. Menu “HMI Setup”“ to see where to enable the meter bars in the MENU. Depiction:

Standard status page with meter bar



Alternative status page with meter bar



3.4.9 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 3.4.3.1 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 first.
2. This button toggles between on and off, as long as a change is not restricted by an alarm or the device is locked in “Remote”.

► 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 60.

► 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.

3.4.10 Recording to USB stick (logging)

Device data can be recorded to USB stick (2.0 / 3.0 may work, but not all vendors are supported) anytime. For specifications of the USB stick and the generated log files refer to section „1.9.6.5. 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.

3.4.10.1 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.

3.4.10.2 Handling (start/stop)

With setting “**Start/stop with DC input 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 logging configuration 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.

3.4.10.3 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

3.4.10.4 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 input 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 analog or USB port or via one of the optional interface modules (only with standard models of ELR series) or via the GPIB port (only with option 3W installed). Important here is that only the analog or one digital interface 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 (manual control) and external (remote control). The following locations are defined:

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

Remote control may be allowed or inhibited using the setting “**Allow remote control**” (see „3.4.3.1. Menu “General Settings”). In inhibited condition, the status “**Local**” will be displayed top right. 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



Models with option 3W installed offer a GPIB port instead of the interface module slot, which makes it impossible to install and use any of these interface modules.

The standard models of series ELR 9000 support, in addition to the built-in USB port, the following optionally available interface modules:

Short ID	Type	Ports	Description*
IF-AB-CANO	CANopen	1	CANopen slave with generic EDS
IF-AB-RS232	RS232	1	Standard RS232, serial
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1 slave
IF-AB-ETH1P	Ethernet	1	Ethernet TCP
IF-AB-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 slave
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP protocol via Ethernet
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	ModBus RTU over Ethernet TCP, with switch
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP protocol via Ethernet
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet DP-V1 slave, with switch
IF-AB-CAN	CAN	1	CAN 2.0 A & 2.0 B
IF-AB-ECT	EtherCAT	2	EtherCAT slave with CANopen over Ethernet (CoE)

* For technical details of the various modules see the extra documentation “Programming Guide Modbus & SCPI”

3.5.3.2 General information about the interface modules

With the standard models of series ELR 9000, one of the plug-in and retrofittable modules listed in 3.5.3.1 can be installed. It can take over remote control of the device alternatively to the built-in USB type B on the back side or the analog interface. For installation see section „2.3.9. Installation of an interface module“ and separate documentation.

The modules require little or no settings for operation and can be directly used with their default configuration. All specific settings will be permanently stored such that, after changeover between the various models, no re-configuration will be necessary.

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 built-in, galvanically isolated, 15-pole analog interface (short: AI) is on the back side of the device offers the following possibilities:

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

Setting the **three** set values for voltage, current and power via the analog interface must always be done **concurrently**. It means, that for example the voltage can not be given via the AI and current and power set by the rotary knobs, or vice versa. Resistance mode is additionally possible and requires to set the corresponding pin.

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 is going to 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 displayed 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 and PSEL 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 and PSEL 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 about the use of the interface:



After powering the device and during the start phase the AI signals undefined statuses on the output pins such as ALARMS 1. Those must be ignored until is ready to work.

- Analog remote control of the device must be activated by switching pin “REMOTE” (5) first. Only exception is pin REM-SB, which can be used independently since KE firmware version 2.07
- 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%

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 26214 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

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. Alarms are signalled either on pin ALARMS 1 or ALARMS 2, as configured in the MENU (see section „3.4.3. Configuration via MENU“). In case several alarms occur at once, the particulars ones can only read from the unit in the display (alarm counter in MENU) or via digital interface.

Some device alarms (OVP, OCP and OPP) 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), when using the default level setting for this pin.

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

* AI = Analog Input, AO = Analog Output, DI = Digital Input, DO = Digital Output, POT = Potential

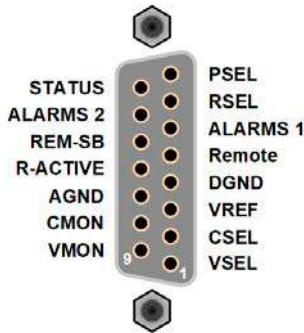
** Internal Vcc approx. 10 V

*** Only one of both signals possible, see section 3.4.3.1

**** 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

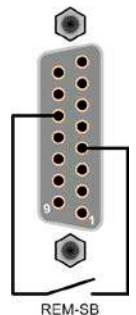
	<p>Digital Input (DI) It requires to use a switch with low resistance (relay, switch, circuit breaker etc.) in order to send a clean signal to the DGND.</p>		<p>Analog Input (AI) High resistance input (impedance >40 k....100 kΩ) for an OA circuit.</p>
	<p>Digital Output (DO) A quasi open collector, realised 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) Output from an OA circuit, with low impedance. 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 and can on the one hand block the DC terminal from being switched on in manual or digital remote control and on the other hand the pin can switch the DC terminal on or off, but not standalone. See below at “Remote control has not been activated”.




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 3.4.3.1.

 *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	+	Level of pin „REM-SB“	+	Parameter „Analog interface 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	+	Level of pin „REM-SB“	+	Parameter „Analog interface 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)

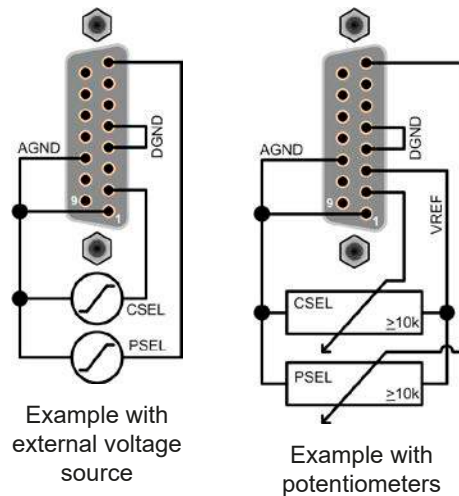
The set values PSEL and CSEL are generated from, for example, the reference voltage VREF, using potentiometers for each. Hence the electronic load can selectively work in current limiting or power limiting mode. According to the specification of max. 5 mA for the VREF output, potentiometers of at least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

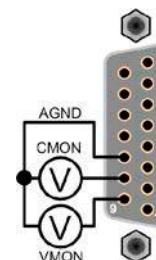


Use of the input voltage range 0...5 V for 0...100% set value halves the effective resolution.



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 device alarms (see „3.3. Alarm conditions“), such as overvoltage protection, and user defined events such as **OCD** (overcurrent detection). Whilst device alarms primarily serve to protect the connected DC source by switching the DC input off, user defined events can do the same (action = ALARM), but can also simply give an acoustic signal to make the user aware. 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, and additionally emit an acoustic signal (if activated). 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 and, if activated, an acoustic signal to make the user aware. The alarm must always be acknowledged. If the alarm condition no longer exists, e.g. the device has cooled down following overheating, the alarm indication 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 V...1.1*U _{Nom}	Display, analog IF, digital IF
OCP	OverCurrent Protection	Triggers an alarm if the DC input current reaches the defined threshold. The DC input will be switched off.	0 A....1.1*I _{Nom}	Display, digital IF
OPP	OverPower Protection	Triggers an alarm if the DC input power reaches the defined threshold, The DC input will be switched off.	0 W...1.1*P _{Nom}	Display, digital IF

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

Alarm	Meaning	Description	Indication
PF	Power Fail	Signalises various problems with the AC part. 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, digital IF
OT	OverTemperature	Triggers an alarm if the internal temperature exceeds a certain limit. The DC input will be switched off.	Display, analog IF, digital IF
MSP	Master-Slave Protection	Triggers an alarm if the master of an initialised master-slave system loses contact to any slave unit or if a slave has not yet been initialised by the master. The DC input will be switched off. The alarm can be cleared by either deactivating master-slave mode or reinitialising the MS system.	Display, digital IF

► How to configure the device alarms

1. While the DC input is switched off tap the touch area **SETTINGS** on the main screen.
2. On the right side tap the arrows to select "**2. Protect**".
3. Set the limits for the device alarm relevant to your application if the default value of 110% is unsuitable.



The set values can be entered using the ten-key tab. This will appear by tapping the touch area for direct input (ten key pad symbol).

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

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

1. While the DC input is switched off tap the touch area **MENU** on the main screen.
2. In the menu page, tap "**HMI Settings**".
3. In the following menu page, tap "**Alarm Sound**".
4. In the settings page tap the button to select between "**Sound on**" or "**Sound off**" and confirm with



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 undercurrent (UCD) anymore after switching the DC input off though the input current then sinks to zero immediately.




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 V... U_{Nom}
OVD	OverVoltage Detection	Triggers an event if the input voltage exceeds the defined threshold.	0 V... U_{Nom}
UCD	UnderCurrent Detection	Triggers an event if the input current falls below the defined threshold.	0 A... I_{Nom}
OCD	OverCurrent Detection	Triggers an event if the input current exceeds the defined threshold.	0 A... I_{Nom}
OPD	OverPower Detection	Triggers an event if the input power exceeds the defined threshold.	0 W... P_{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. On the right side tap the arrows   to select "4.1 Event U" or "4.2 Event I" or "4.3 Event P".
3. 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“).

4. 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 will be either differently or not configured.





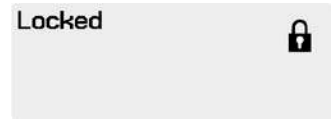
The set values can be entered using the ten-key tab. This will appear by tapping the touch area for direct input (ten key pad symbol) on the particular page.

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  (upper right corner).
2. In the settings page “**HMI Lock**” you are then asked to choose between a complete HMI (“**Lock all**”) lock or one where the On/Off button is still usable (“**ON/OFF possible**”), resp. choose 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.
3. 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 “Lock all” situation).
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 menu “**HMI Lock**”, 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 “**3.Limits**” in SETTINGS and “**Profiles**” in MENU will then become inaccessible until the lock is removed by entering the correct PIN or in case it has been forgotten, by resetting the device as last resort.

► How to lock the “Limits”

1. While the DC input is switched off, tap the touch area  on the main screen.
2. In the menu tap “**Limits Lock**”.
3. In the next page set the check mark for “**Lock**”.




The same PIN as with the HMI lock is used here. It should be set before activating the Limits lock. See „3.7. Control panel (HMI) lock“

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



Be careful to enable the lock if you are unsure what PIN is currently set. In doubt use ESC to exit the menu page. In menu page “HMI Lock” you can define a different PIN, but not without entering the old 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 “**Limits Lock**”.
3. In the next page tap on touch area “**Unlock**” and then you will be asked to enter the 4-digit PIN.
4. Deactivate the lock by entering the correct PIN and submitting with ENTER.




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. Loading the default profile is equivalent to a reset.

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

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

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

1. Tap the touch area  on the main screen
2. In the menu page, tap .
3. In the selection screen (right) choose between user profile 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. Save using the touch area .



3.10 The function generator

3.10.1 Introduction

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

The standard functions are based on an **arbitrary generator** and directly accessible and configurable using manual control. For remote control, the fully customisable arbitrary generator replicates the functions with sequences containing 8 parameters each. Further functions, such as UI-IU, are based on a table with 4096 values, working as **XY function**. **Battery test** and **MPP tracking** are software based functions only.

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, rise and fall 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
DIN 40839	Simulated automobile engine start curve according to DIN 40839 / EN ISO 7637, split into 5 curve sequences, each with a start voltage, final voltage and 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 total duration
Ramp	Generation of a linear rise or fall ramp with start and end values and time before and after the ramp
UI-IU	Table (.csv) with values for U or I, uploaded from an USB stick
Battery test	Battery discharge test with constant or pulsed current, along with Ah, Wh and time counters
MPP Tracking	Simulation of the characteristic tracking behaviour of solar inverters when seeking to find the maximum power point (MPP) when being connected to typical sources such as solar panels

3.10.2 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 Resolution

Amplitudes generated by the arbitrary generator have an effective resolution of approx. 52428 steps. If the amplitude is very low and the time long, the device would generate less steps and set multiple identical values after another, generating a staircase effect. It is furthermore not possible to generate every possible combination of time and a varying amplitude (slope).

3.10.2.3 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 ELR 9080-170 is going to be used, with 80 V and 170 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 12 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. 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 300 W then, in this case, the current would be limited to 30 A and, if clamped to an oscilloscope, it would be seen to be capped at 30 A and never achieve the target of 40 A.

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


3.10.4 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  on the main screen.

2. In the menu overview tap on the touch area  and then on the desired function or  to access the next page.




Touch area "Function generator" is locked in R mode (adjustable resistance).

3. Depending on the choice of function there follows a request to which input value the function generator is going to be applied ( / ) or, when accessing the battery test function, to select the battery test mode.
4. Adjust the parameters as you desire, like offset, amplitude and frequency for a sine wave, for example.



For the AC part of a function and if the difference between start and end value of amplitude or frequency is too low (min. $\Delta Y/\Delta t$), 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 .

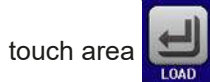


When entering function generator mode, those global limits are reset to safe values, which might prevent the function from working at all. For example, if you apply the selected function to the input current, then the overall current limit should not interfere and should at least be as high as offset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

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

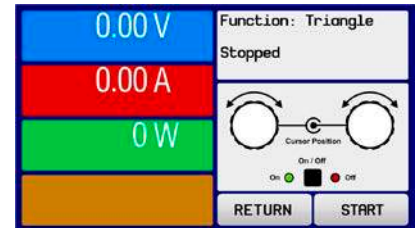
► How to load a function

1. After setting the values for the required signal generation, tap on the



touch area

The device will then load the data into the internal controller and changes 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, it 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) Touch area **STOP** only stops the function, the DC input remains ON with the static value in effect.
 - b) The "On/Off" button stops the function and switches the DC input off.



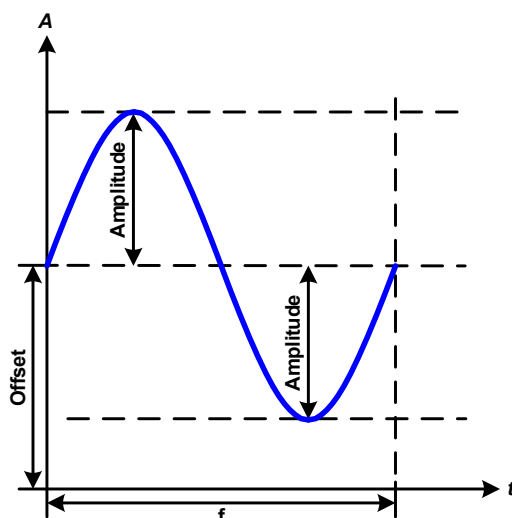
Every device alarm (overvoltage, overtemperature etc.) or protection (OPP, OCP) or event with action = Alarm stops the function progress automatically, switches off the DC input and reports the alarm in the display.

3.10.5 Sine wave function

The following parameters can be configured for a sine function:

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Offs)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Offs), U(Offs)	(A)...(Nominal value - (A)) of U, I	Offs = Offset, based on the zero point of the mathematical sine curve, may not be smaller than the amplitude.
f (1/t)	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.

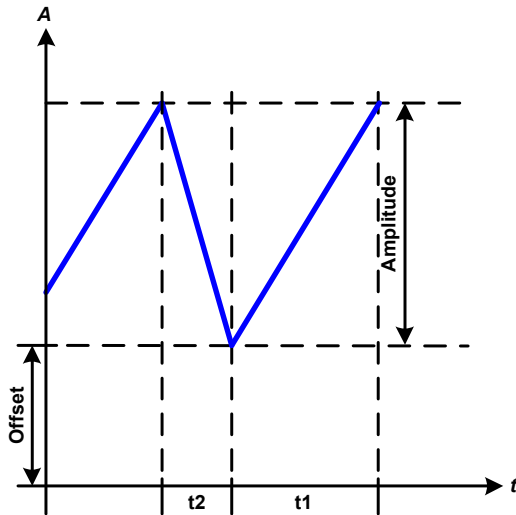
Example: with an input voltage of 100 V and sin(I) selected, set the amplitude to 30 A and the offset to 50 A. The resulting maximum input power is then achieved at the highest point of the sine wave and is $(30 \text{ A} + 50 \text{ A}) * 100 \text{ V} = 8000 \text{ W}$.

3.10.6 Triangular function

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

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Offs)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Offs), U(Offs)	0...(Nominal value - (A)) of U, I	Offs = Offset, based on the foot of the triangular wave
t1	0.1 ms...36000 s	Time for the positive slope of the triangular wave signal.
t2	0.1 ms...36000 s	Time for the negative slope of the triangular wave signal

Schematic diagram:



Application and result:

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

The offset shifts the signal on the Y-axis.

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

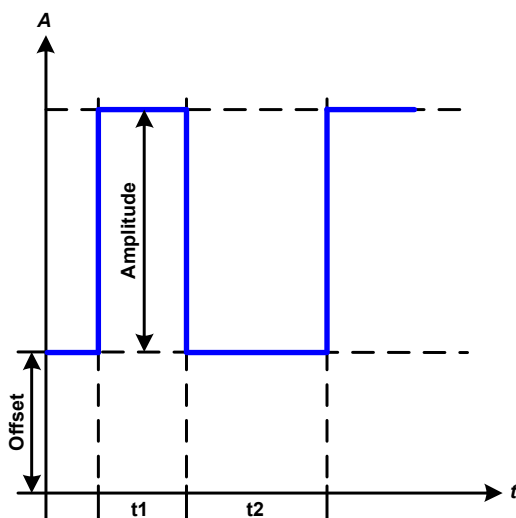
Example: a frequency of 10 Hz is required and would lead to periodic duration of 100 ms. This 100 ms can be freely allocated to t1 and t2, e.g. 50 ms:50 ms (isosceles triangle) or 99.9 ms:0.1 ms (right-angled triangle or sawtooth).

3.10.7 Rectangular function

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

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Offs)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Offs), U(Offs)	0...(Nominal value - (A)) of U, I	Offs = Offset, based on the foot of the rectangular wave
t1	0.1 ms...36000 s	Time (pulse width) of the upper level (amplitude)
t2	0.1 ms...36000 s	Time (pause width) of the lower level (offset)

Schematic diagram:



Application and result:

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

The offset shifts the signal on the Y axis.

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

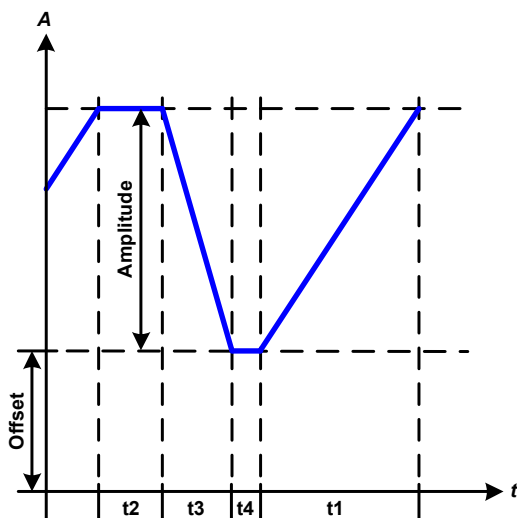
Example: a rectangular wave signal of 25 Hz and a duty cycle of 80% are required. The sum of t1 and t2, the period, is 1/25 Hz = 40 ms. For a duty cycle of 80% the pulse time (t1) is 40 ms*0.8 = 32 ms and the pause time (t2) is 8 ms

3.10.8 Trapezoidal function

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

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Offs)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Offs), U(Offs)	0...(Nominal value - (A)) of U, I	Offs = Offset, based on the foot of the trapezium
t1	0.1 ms...36000 s	Time for the negative slope of the trapezoidal wave signal
t2	0.1 ms...36000 s	Time for the top value of the trapezoidal wave signal
t3	0.1 ms...36000 s	Time for the negative slope of the trapezoidal wave signal
t4	0.1 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 varied by setting different times for rise and fall.

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

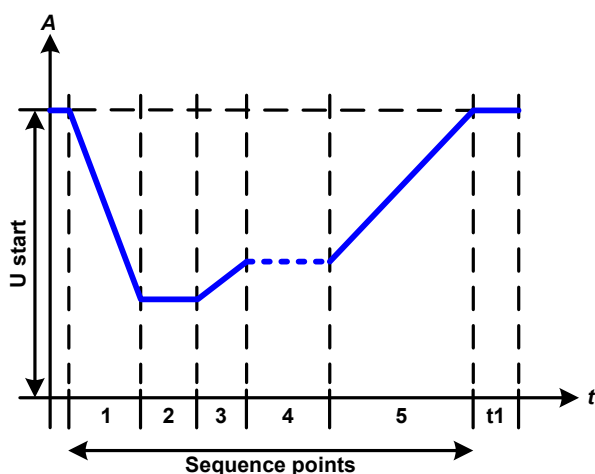
3.10.9 DIN 40839 function

This function is based on the curve defined in DIN 40839 / EN ISO 7637 (test impulse 4), and is only applicable to voltage. It shall replicate the progress of automobile battery voltage during engine starting. The curve is divided into 5 sequences (see diagram below) which each have the same parameters. The standard values from the DIN are set already as default values for the five sequences.

The following parameters can be configured for the DIN40839 function:

Value	Range	Seq	Description
Ustart	0...Nominal value of U	1-5	Start voltage of the ramp
Uend	0...Nominal value of U	1-5	End voltage of the ramp
Seq.time	0.1 ms...36000 s	1-5	Time of the ramp
Seq.cycles	∞ or 1...999	-	Number of repetitions of the entire curve
Time t1	0.1 ms...36000 s	-	Time after cycle before repetition (cycle <> 1)

Schematic diagram:



Application and result:

The function's primary use is to load a source, i. e. power supply, which cannot generate the curve itself and would supply a static DC voltage. The load acts as a sink for the rapid fall of the output voltage of the power supply enabling the voltage progress to follow the DIN curve. The only requirement for the source is that it features (an adjustable) current limitation.

The curve conforms to test impulse 4 of the DIN. With suitable settings, other test impulses can be simulated. If the curve in sequence 4 should be a sine wave, then these 5 sequence points would have to be reconstructed using the arbitrary generator.

3.10.10 Arbitrary function

The arbitrary, i. e. freely definable function offers the user further scope. There are 99 sequence points available for use on current or voltage. These points all have the same configurable parameters which allow to build a complex function process. The 99 sequence points can run one after another in a sequence point block and this block can then be repeated 1...999 times or endlessly. The block can be freely defined to run from sequence number X to number Y. One or multiple sequence points either act on current or voltage, a mix of assignment is not possible.

The arbitrary curve overlays a linear progression (DC part) with a sine wave (AC part), whose amplitude and frequency are generated between start and end. If the start frequency (f_s) = end frequency (f_e) = 0 Hz the AC part has no impact and only the DC part is effective. Each sequence point is assigned a sequence point 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
$I_s(AC) / U_s(AC)$	0...50% rated current or voltage	Start amplitude of the sine wave part of the curve
$I_e(AC) / U_e(AC)$	0...50% rated current or voltage	End amplitude of the sine wave part of the curve
$f_s(1/T)$	0 Hz...10000 Hz	Start frequency of the sine wave part of the curve
$f_e(1/T)$	0 Hz...10000 Hz	End frequency of the sine wave part of the curve
Angle	0 °...359 °	Start angle of the sine wave part of the curve
$I_s(DC) / U_s(DC)$	$I_s(AC)$...(rated current - $I_s(AC)$) $U_s(AC)$...(rated voltage - $U_s(AC)$)	Start value of the DC part of the curve
$I_e(DC) / U_e(DC)$	$I_e(AC)$...(rated current - $I_e(AC)$) $U_e(AC)$...(rated voltage - $U_e(AC)$)	End value of the DC part of the curve
Seq.time	0.1 ms...36000 s	Time for the selected sequence



The sequence time (seq. 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 $f_s = 1$ Hz, $f_e = 11$ Hz and Seq.time = 5 s would not be accepted as $\Delta f/s$ is only 2. A seq. time of 1 s would be accepted, or, if the time remains at 5 s, then $f_e = 51$ Hz must be set.



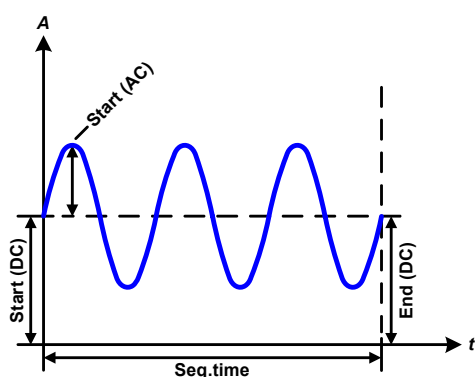
The amplitude change between start and end is related to the sequence time. A minimal change over an extended time is not possible and in such a case the device will report an inapplicable setting.

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 point in the sequence point block
End seq.	Start seq. ... 99	Last sequence in the block
Seq. Cycles	∞ or 1...999	Number of cycles of the block.

Schematic diagram:



Applications and results:

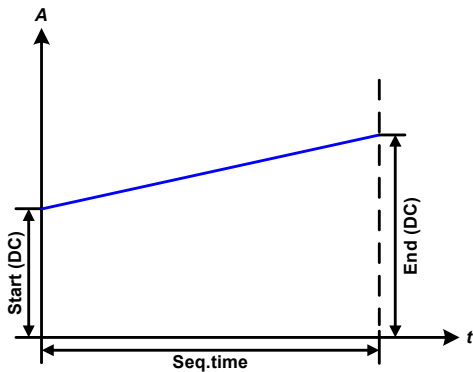
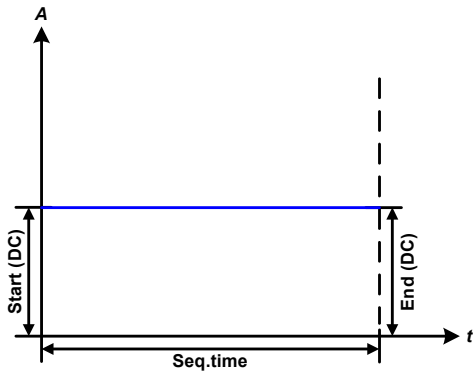
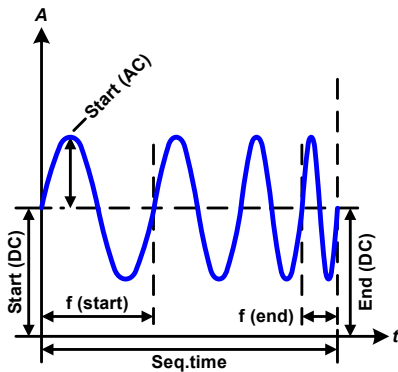
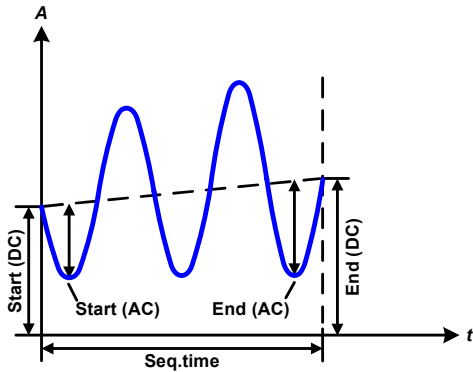
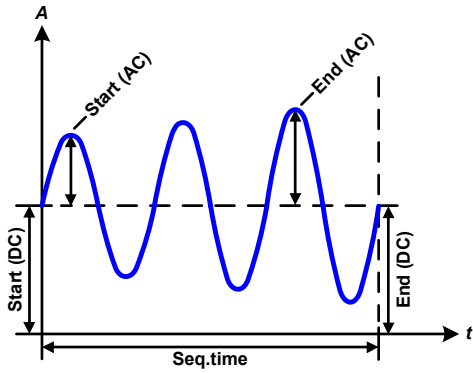
Example 1

Focussing 1 cycle of 1 sequence point

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 point time was 1 s and the frequency 1 Hz, there would be exactly 1 sine wave. If the time was 0.5 s at the same frequency, there would only be a half sine wave.

Schematic diagram:



Applications and results:

Example 2

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 point time and frequency allow for multiple waves to be created. e.g. for $f=1$ Hz and Seq. time = 3 s, three complete waves would be generated (for angle = 0°) and reciprocally the same for $f=3$ s and Seq. time=1 s.

Example 3

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

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 point time.

Example 5

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

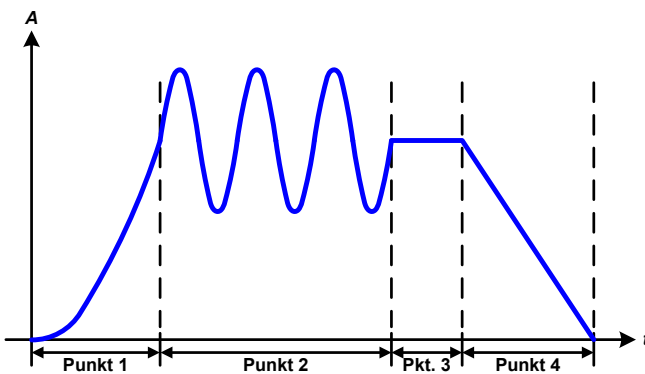
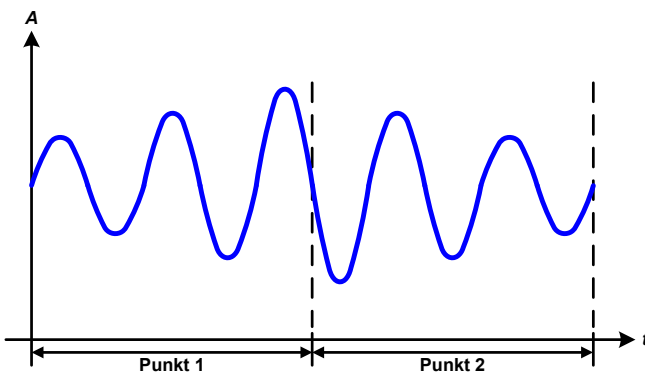
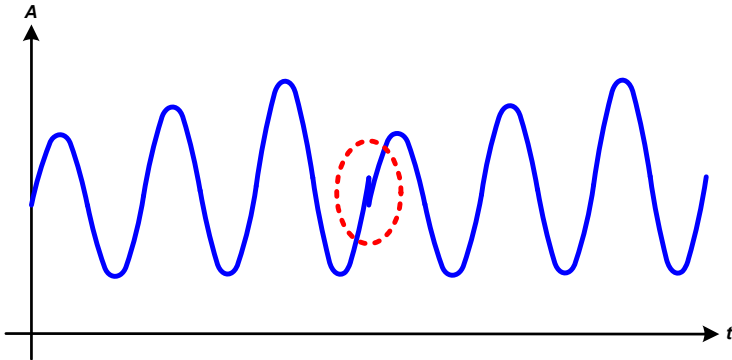
Similar to example 1 but with a start and end frequency of 0 Hz. Without a frequency no sine wave part (AC) will be created and only the DC settings will be effective. Here start and end values are unequal and a steadily increasing ramp is generated.

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 the 99 sequence points available for the use on either current or voltage, but not on a mix of both.

Schematic diagrams:



Applications and results:

Example 7

Focussing 1 cycle of 2 sequence points:

A sequence configured as in example 3 is run. As the settings demand that the end offset (DC) 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:

Two sequences 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 point must end with a positive half wave and the second one start with a negative half wave as shown in the diagram..

Example 9

Focussing 1 cycle of 4 sequence points:

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

Point 2: 3 Sine waves (ratio 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 99 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 99 sequence points are saved or loaded using a text file of type CSV 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 99 rows (100 are also accepted for compatibility reasons) with 8 subsequent values (8 columns) and must not have gaps
- The column separator (semicolon, comma) must be as selected by 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
G	DC end offset	0...(Nominal value of U or I) - AC End
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“.

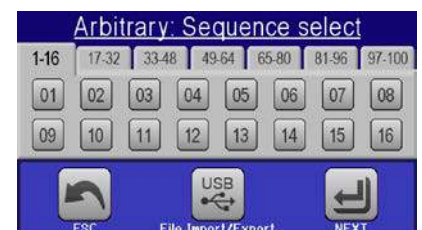
Example CSV:



	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 ELR 9080-170 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 -> Function Generator -> Arbitrary -> U/I, to see the main screen of sequence selector, as depicted to the right.



3. Tap touch area  File Import/Export, 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 with .

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 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 **File Import/Export**, then **SAVE to USB**. The device will request you to plug the USB stick now.
4. After plugging it, the device will try to access the 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 with , otherwise select **-NEW FILE-** for a new file.



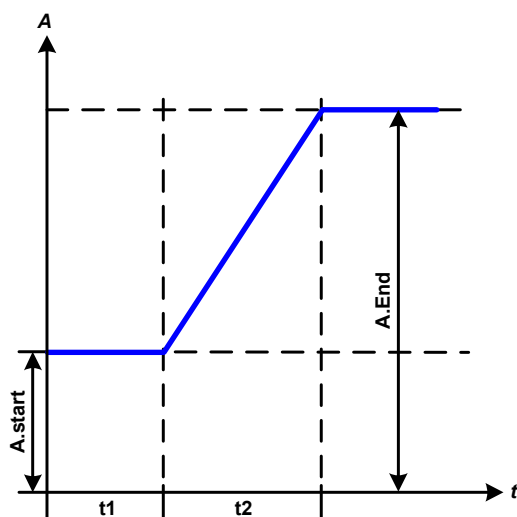
5. Finally save the sequence table with **SAVE to USB**.

3.10.11 Ramp function

The following parameters can be configured for a ramp function:

Value	Range	Description
Ustart / Istart	0...Nominal value of U, I	Start value (U,I)
Uend / Iend	0...Nominal value of U, I	End value (U, I)
t1	0.1 ms...36000 s	Time before ramp-up or ramp-down of the signal.
t2	0.1 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 those in A.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.

3.10.12 UI and IU table functions (XY table)

The UI and IU functions offer the user the possibility to set a DC input current dependant on the DC input voltage, or a DC input voltage dependant on the DC input current. The function is table driven with exactly 4096 values, which are distributed over the whole measured range of actual input voltage or input current in the range of 0...125% Unom or Inom. The table can either be uploaded from an USB stick through the front side USB port of the device or via remote control (ModBus RTU protocol or SCPI). The functions are:

UI function: $U = f(I)$

IU function: $I = f(U)$

In the **UI function**, the device measuring circuit determines the level from 0 to maximum of the input current. For each of the 4096 possible values for input current a voltage value is maintained by the user in the UI table which can be any value between 0 and nominal value. The values uploaded from an USB stick will always be interpreted as voltage values even if the user calculated them as current values and incorrectly loaded them as an UI table.

In the **IU function** the assignment of the values is the other way round, the behaviour, however, the same.

Thus the behaviour of the load or the current and power consumption can be controlled with dependance on input voltage and step changes can be created.



Uploading of a table from an USB stick must use text files in CSV format (.csv). Plausibility is checked on loading (values not too high, number of values correct), and possible errors reported in which case the table will not be loaded.



The 4096 values in the table are only checked for size and count. If all the values were to be graphically plotted a curve would be created which could include significant step changes in current or voltage. That could lead to complications in the loading of the source if, e. g., the internal voltage measurement in the electronic load swings slightly so that the load jumps backwards and forwards between two values in the table, which, in the worst case, could be 0 A and the maximum current.

3.10.12.1 Loading UI and IU tables from USB drive

The so-called UI / IU function generator requires to load tables from a common FAT32 formatted USB drive via the front side USB port. The files are required to have a certain format and to meet following specifications:

- The files names must always begin with IU or UI (not case-sensitive), depending on the target function you want to load the table to
- The file must be a text file of type Excel CSV and must only contain one column with exactly 4096 values without gaps
- Values with decimal places must a decimal separator matching the selection with parameter "USB file separator format" (see section 3.4.3.1, selection "US" => dot as decimal separator)
- None of values may exceed the related maximum value of the device. For example if you have a 80 V model you are going to load the table for the UI function, it is assumed that all the values in the table are for voltage and thus must not be bigger than 80 (the adjustment limits of the device are not in effect here)
- The files must be stored inside a folder called HMI_FILES with has to be in the root of the USB drive



If the file naming, path and file content specifications are not met, the file is either not recognized at all or rejected. So it is, for example, impossible to load an UI table (file name starts with UI) for the IU function and vice versa. The USB drive may contain multiple files of which up to 10 are listed as a selection before loading.

► How to load an UI or IU table from USB stick:

1. Do not plug the USB drive yet or pull it out if already plugged.
2. Open the function selection menu of the function manager with MENU -> Function Generator -> XY Table
3. In the next scree select the desired function with either „UI Table“ or „IU Table“.
4. Configure the global parameters for U, I and P, if necessary.



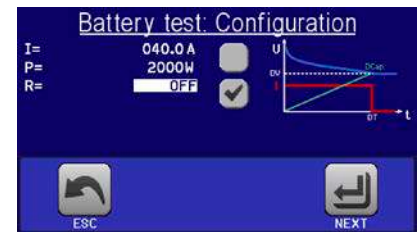
5. Tap touch area **LOAD from USB** and plug the USB drive when requested, in order to select one out of X compatible files from the drive. In case the file is not accepted, the device will report an error in the display and also tell what's wrong with the file.
6. Once the file is accepted, you will be requested to remove the USB drive.



7. Submit and load the function with **LOAD** to start and control it as with other function (also see „3.10.4.1. Function selection and control“).

3.10.13 Battery test function

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

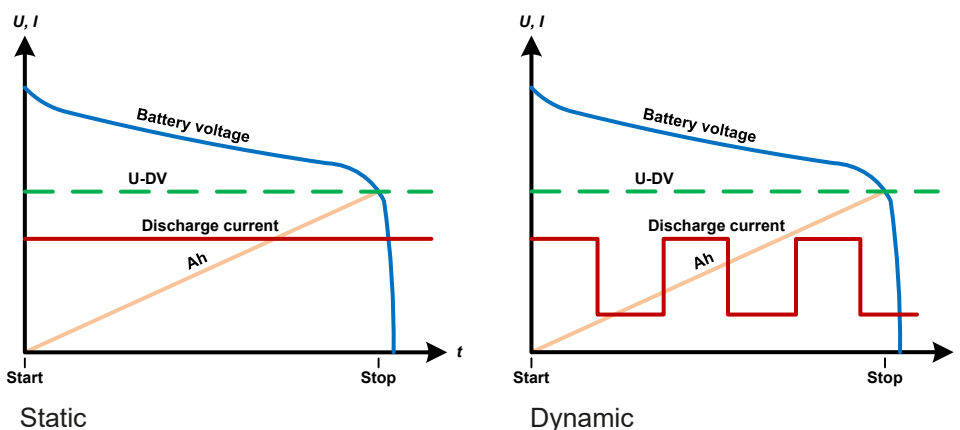


The function is usually applied on the DC input current and can either be selected and run in “Static” (constant current) or “Dynamic” (pulsed current) mode. In static mode, the settings for power or resistance can also let the device run the function in constant power (CP) or constant resistance (CR). Like in the normal operation of the load the set values determine what regulation mode (CC, CP, CR) is resulting on the DC input. If, for example, CP operation is projected, the set values of current should be set to maximum and resistance mode should be turned off, 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:



3.10.13.1 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. value of R	Maximum discharge resistance in Ω (can be deactivated --> “OFF”)

3.10.13.2 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)

3.10.13.3 Other parameters

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

Parameter	Range	Description
Discharge voltage	0...Nominal value of U	Variable voltage threshold to make the test stop when reached (is connected to the battery voltage on the DC input of the load)
Discharge time	0...10 h	Maximum test time after which the test can stop automatically
Discharge capacity	0...99999 Ah	Maximum capacity to consume from the battery after which the test can stop automatically
Action	NONE, SIGNAL, End of test	Separately defines an action for parameters „Discharge time“ and „Discharge capacity“. It determines what shall happen with the test run once the adjusted values for those parameters are reached: NONE = No action, test will continue SIGNAL = Text “Time limit” will be displayed, test will continue End of test = The test will stop
Enable USB logging	on/off	By setting the check mark, USB logging is enabled and will record data on a properly formatted USB stick, if plugged in to the front USB port. The recorded data differs from the USB log data recorded during “normal” USB logging in all other operation modes of the device.
Logging interval	100 ms - 1 s, 5 s, 10 s	Writing interval for USB logging

3.10.13.4 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)



3.10.13.5 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//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.

3.10.13.6 Possible reasons for battery test stop

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

- Manual stop on the HMI with button 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 threshold U_{DV} (discharge voltage) 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.

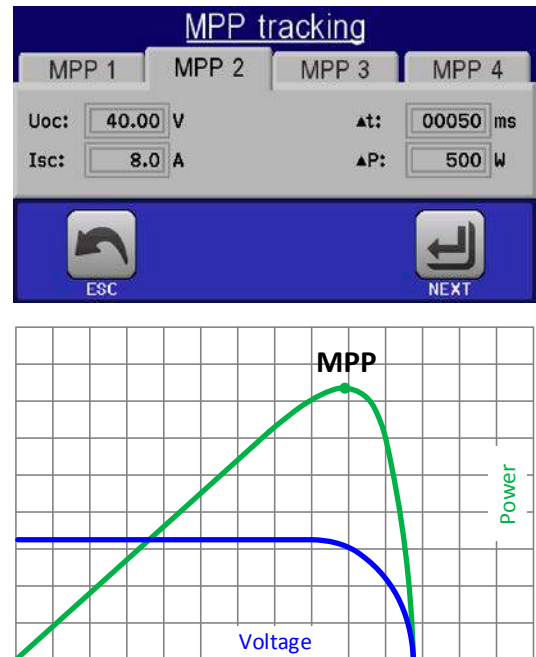
3.10.14 MPP tracking function

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.



3.10.14.1 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.

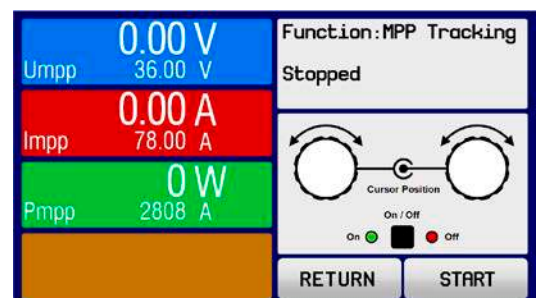
Following parameters can be configured for tracking mode **MPP1**:

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...60000 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.

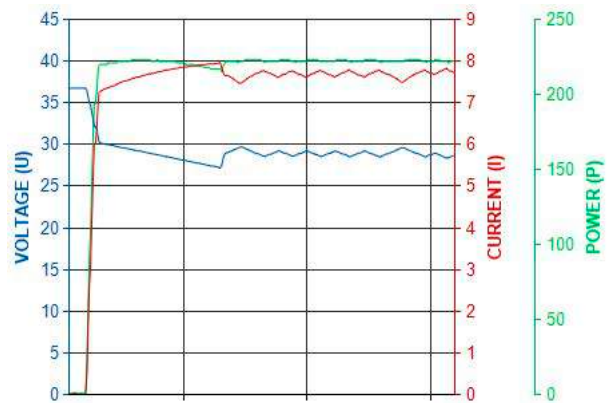
The time of a function run depends on the parameter Δt . Even with the minimum setting of 5 ms one run take already a few seconds.



3.10.14.2 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 are zigzag shaped curves 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...60000 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

3.10.14.3 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_{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
Δt	5 ms...60000 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

3.10.14.4 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 voltage, 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 has stopped, the acquired set of data with the highest actual power (=MPP) will be shown in the display. 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...60000 ms	Time before processing the next point
Rep.	0-65535	Number of repetitions for the run from Start to End

3.10.14.5 Load curve data from USB stick for mode MPP4

Alternatively to manual adjustment of the 1-100 available curve points, which can be quite time-consuming, the curve point data (only one voltage value per point) can be loaded from USB stick in form of a CSV file. See section 1.9.6.5 for the naming convention. Contrary to manual adjustment where you can define and use an arbitrary number of points, loading from USB requires the CSV file to always contain the full number of points (100), because it can't define which one is start and end. However, the on-screen setting for **Start** and **End** point remain valid. It means, if you actually want to use all 100 points from your loaded curve, you must set the parameters according.

File format definition:

- The file must be a text file with appendix *.csv
- The file must contain only one column of voltage values (0... rated voltage)
- The file must exactly 100 values in 100 rows, no gaps
- The decimal separator of broken values must follow the setting "USB file separator format" where selection "US" means dot as decimal separator and selection "Standard" means comma

► How to load a curve data file for MPP4

1. While the DC input is switched off, enter the **MENU** and the **Function Generator** and access **MPP Tracking**.
2. In the screen switch to tab MPP4. In the lower part a button labelled **File Import/Export** will appear. Tap it.
3. In the next screen tap on **LOAD MPP4 voltage values from USB**, have your USB stick ready and follow the instructions.

3.10.14.6 Save result data from MPP4 mode to USB stick

After the MPP4 function has run through, the result data can be saved to USB stick. The device will always save 100 data sets consisting of the actual values of voltage, current and power belonging to the points it has run through. There is no extra numbering. In case the settings **Start** and **End** were not 1 and 100, the true result data can later be filtered from the file. Points which were not adjusted are automatically set to 0 V, thus it's very important to carefully adjust start and end point because with a voltage setting of 0 V an electronic load would draw its rated current. That's because in this mode, current and power are always set to max.

Format of the result data file (for naming convention see section 1.9.6.5):

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

Legend:

- Column A: actual voltage of points 1-100 ($= U_{MPP}$)
- Column B: actual current of points 1-100 ($= I_{MPP}$)
- Column C: actual power of points 1-100 ($= P_{MPP}$)
- Rows 1-100: result data sets of all possible curve points



The values in the example table to the left are with physical units. If that's not wanted, they can be turned off in the "General settings" of the device with parameter "USB logging with units (V,A,W)".

► How to save a curve data file for MPP4

1. After the function has run through, it will stop automatically. Tap on the **RETURN** button to go back to the MPP4 configuration screen.
2. Tap on the button labelled **File Import/Export**.
3. In the next screen tap on **SAVE MPP4 voltage values from USB**, have your USB stick ready and follow the instructions. You will have the choice to either overwrite any of the displayed files or to create a new one by tapping on **-NEW FILE-**.

3.10.15 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 is in UIR mode (resistance mode, CR)
- Some functions are based on the arbitrary generator and some on the XY generator, thus both have to be configured and used separately
- Function "Battery test" is not available for remote control

3.11 Other applications

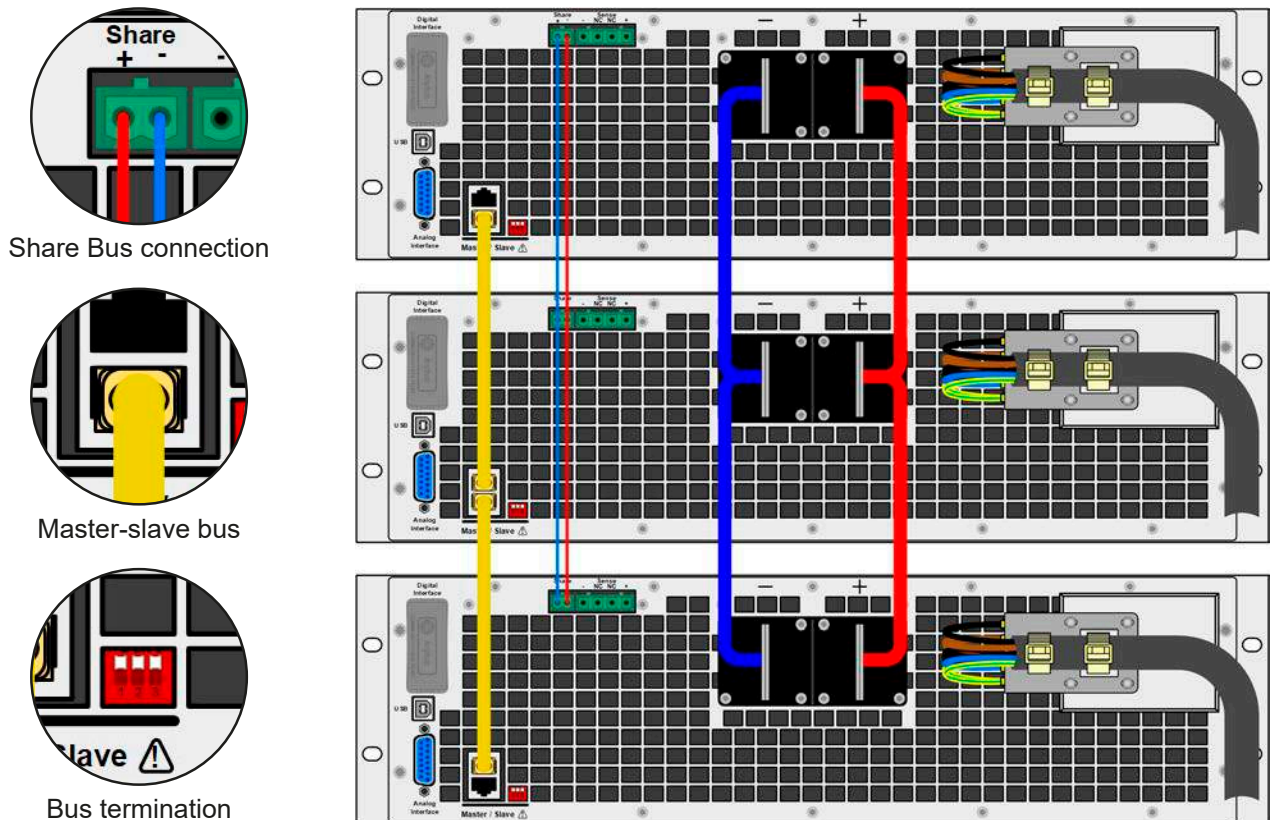
3.11.1 Parallel operation in master-slave (MS)

Multiple devices of same kind and model can be connected in parallel in order to create a system with higher total current and hence higher power. For true master-slave operation, the units have to be connected with their DC inputs, their master-slave bus and their Share bus.

The master-slave bus is a digital bus which makes the system work as one big unit regarding adjusted values, actual values and status.

The Share bus will dynamically balance the units in their internal current regulation, especially if the master unit runs a function like sine wave etc. In order for this bus to work correctly, at least the DC minus poles of all units have to be connected, because DC minus is the reference for the Share bus.

Principle view (without external source connected):



3.11.1.1 Restrictions

Compared to normal operation of a single device, master-slave operation has some limitations:

- The MS system reacts differently to alarm situations than a single unit (see below in 3.11.1.6)
- Using the Share bus makes the system reacts as dynamically as possible, but it is still not as dynamic as single unit operation
- A device which was configured as slave has limited operability (only access to MENU possible)

3.11.1.2 Wiring the DC inputs

The DC input of every unit in the parallel operation is simply connected to the next unit using cables with cross section according to the maximum current and with short as possible length.

3.11.1.3 Wiring the Share bus

The Share bus is wired from unit to unit with an ideally twisted pair of cables with non-critical cross section. We recommend to use 0.5 mm² to 1 mm².



- The Share bus is poled. Take care for correct polarity of the wiring!
- In order for the Share bus to work correctly it requires at least to connect all DC minus inputs of the devices



A max. of 16 units can be connected via Share bus.

3.11.1.4 Wiring and set-up of the master-slave bus

The master-slave connectors are built-in and must first be connected via network cables (\geq CAT3, patch cable) and then MS can be configured manually (recommended) or by remote control. The following applies:

- A maximum 16 units can be connected via the bus: 1 master and up to 15 slaves.
- Only devices of same kind, i.e. electronic load to electronic load, and of the same model, such as ELR 9080-170 to ELR 9080-170.
- Units at the end of the bus must be terminated (see below)



The master-slave bus must not be wired using crossover cables!

Later operation of the MS system implies:

- the master unit displays, or makes available to be read by the remote controller, the sum of the actual values of all the units
- the range for setting the values of the master is adapted to the total number of units, thus, if e.g. 5 units each with a power of 7 kW are connected together to a 35 kW system, then the master can be set in the range 0...35 kW
- Slave units will show the alarm "MSP" in the display as long as they not have been initialised by the master. The same alarm is signalled after a connection drop to the master unit occurred.



► How to connect the master-slave bus

1. Switch off all units that are to be connected and connect them together with a network cable (CAT3 or better, not included). It doesn't matter which of the two master-slave connection sockets (RJ45, backside) is connected to the next unit.
2. Also connect all units at the DC side.
3. The two units at the beginning and end of the chain should be terminated, if long connection cables are used. This is achieved using a 3-pole DIP switch which is positioned on the back side of the unit next to the MS connectors.





Now the master-slave system must be configured on each unit. It is recommended to configure first all the slave units and then the master unit.

► Step 1: Configuring all slave units

1. Enter **MENU** then GENERAL SETTINGS and press  until reaching PAGE 9.
2. Activate the MS mode with touch area **SLAVE**. A warning requester will appear which has to be acknowledged with OK, otherwise the change will be reverted.
3. Accept the settings with the touch area  and return to the main page.

The slave is then configured for master-slave. Repeat the procedure for all other slave units.

► Step 2: Configuring the master unit

1. Enter **MENU** then GENERAL SETTINGS and press  until reaching PAGE 9.
2. Specify the unit as master with touch area **MASTER**. A warning requester will appear which has to be acknowledged with OK, otherwise the change will be reverted.
3. Accept the settings with the touch area  and return to the main page.

► Step 3: Initialising the master

The master unit and the whole master-slave system still need to be initialised. In the main screen of the master unit, after quitting the setting menus, a pop-up will appear presenting the result of the first init run:



Tapping INITIALIZE can be used to repeat the search again, in case the detected number of slaves is less than expected. This can be necessary if not all units are set as SLAVE or the cabling/termination is still not OK. The result window shows the number of slaves and the total current and power of the MS system.

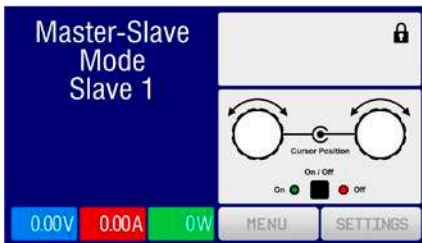
In case there are no slaves found or not present, i.e. not powered, the master will still initialise the MS system with only itself.



The initialising process of the master and the master-slave system will, as long as MS mode is still activated, be repeated each time the units are powered. The initialisation can be repeated anytime via the MENU in GENERAL SETTINGS, PAGE: 10.

3.11.1.5 Operating the master-slave system

After successful configuration and initialisation of the master and slave units, these will show their status in the displays. While the master merely shows “Master” in the status area, the slave(s) will continuously show like this, as long they are in remote control by the master:



It means, as long as a slave unit is in control by the master, it won't display any set values, but actual values, and it will show the DC input status and possible alarms.

The slaves can no longer be controlled manually or remotely, neither via the analog nor via digital interfaces. They can, if needed, be monitored by reading actual values and status.

The display on the master unit changes after initialisation and all set values are reset. The master now displays the set and actual values of the total system. Depending on the number of units, the total current and power will multiply. The following applies:

- The master can be treated as a standalone unit
- The master shares the set values across the slaves and controls them
- The master is remotely controllable via the analog or digital interfaces
- All settings for the set values U, I and P (monitoring, settings limits etc.) will be adapted to the new total values
- All initialised slave will reset any limits (U_{Min} , I_{Max} etc.), supervision thresholds (OVP, OPP etc.) and event settings (UCD, OVD etc.) to default values, so these don't interfere the control by the master. As soon as these values are modified on the master, they are transferred 1:1 to the slaves. Later, during operation, it might occur that a slave causes an alarm or event rather than the master, due to imbalanced current or slightly faster reaction



In order to easily restore all these settings after leaving MS operation, it is recommended to make use of the user profiles (see „3.9. Loading and saving a user profile“)

- If one or more slaves report an device alarm, this will be displayed on the master and must be acknowledged there so that the slave(s) can continue operation. If the alarm had caused the DC input to be switched off then this will be reinstated automatically by the master unit once the alarm has been acknowledged
- Loss of connection to any slave will result in shutdown of all DC inputs, as a safety measure, and the master will report this situation in the display with a pop-up “Master-slave safety mode”. Then the MS system has to be re-initialised, either with or without re-establishing connection to the disconnected unit(s) before.
- All units, even the slaves, can be externally shut down on the DC inputs using the pin REM-SB of the analog interface. This can be used as some kind of emergency off, where usually a contact (maker or breaker) is wired to this pin on all units in parallel.

3.11.1.6 Alarms and other problem situations

Master-slave operation, due to the connection of multiple units and their interaction, can cause additional problem situations which do not occur when operating individual units. For such occurrences the following regulations have been defined:

- Generally, if the master loses connection to any slave, it will generate an MSP (master-slave protection) alarm, pop up a message on the screen and switch off its DC input. The slaves will fall back to single operation mode, but also switch off their DC input. The MSP alarm can be deleted by either initialising the master-slave system again. This can be done either in the MSP alarm pop-up screen or in the MENU of the master or via remote control. Alternatively, the alarm is also cleared by deactivating master-slave on the master unit
- If any unit switches off its power stage(s) due to overheating, the other units will continue sinking power. In case the master is affected, it's still operable and can set values for the system which are then processed by all currently active units.
- If one or more slave units are switched off on the AC side (power switch, supply undervoltage) and come back later, they're not automatically initialised and included again in the MS system. Then the init has to be repeated.
- If the master unit is switched off on the AC side (power switch, supply undervoltage) and comes back later, it will automatically initialise the MS system again, finding and integrating all active slaves. In this case, MS can be restored automatically.
- If accidentally multiple or no units are defined as master the master-slave system cannot be initialised.

In situations where one or multiple units generate a device alarm like OV, PF or OT following applies:

- Any alarm of a slave is indicated on the slave's display and on the master's display
- If multiple alarms happen simultaneously, the master only indicates the most recent one. In this case, the particular alarms can be read from the slave units displays. This also applies to remote control or remote supervision, because the master can only report the most recent alarm.
- All units in the MS system supervise their own values regarding overvoltage, overcurrent and overpower and in case of alarm they report the alarm to the master. In situations where the current is probably not balanced between the units, it can occur that one unit generates an OC alarm though the global OC limit of the MS system was not reached. The same can occur with the OP alarm.

3.11.1.7 Important to know



In case one or several units of a parallel system are not going to be used and remain switched off, depending on the number of active units and the dynamics of the operation it may become necessary to disconnect the inactive units from the Share bus, because even when not powered the units can have a negative impact on the Share bus due to their impedance.

3.11.2 Series connection



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

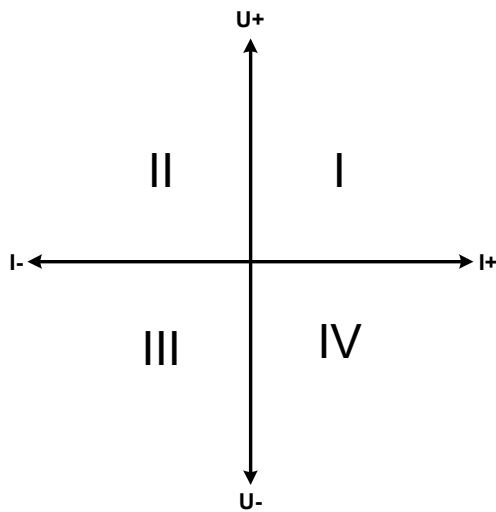
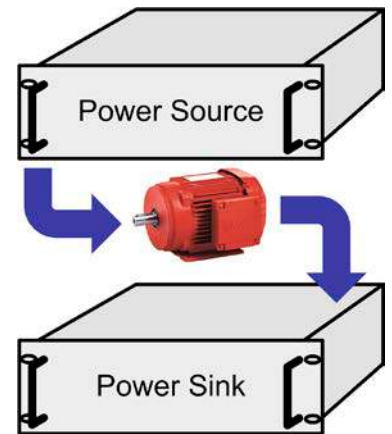
3.11.3 Two quadrants operation (2QO)

3.11.3.1 Introduction

This kind of operation refers to the use of a source, in this case a power supply from a compatible series (see section „1.9.10. Share connector“) and a sink, in this case a series ELR 9000 electronic load. The source and the sink function alternately in order to test a device, such as a battery, by deliberate charging and discharging as part of a functional test, or a motor by clipping excess energy with the sink.

The user can decide either to operate the system manually or only the power supply device as the driving unit or to control both devices by PC. It is recommended to focus on the power supply, which is intended to control the load via the Share Bus connection. The two quadrant operation is only suitable for constant voltage operation (CV).

Clarification:



A combination of source and sink can only map the quadrants I + II. This means that only positive voltages are possible. The positive current is generated by the source or application and the negative current flows into the load.

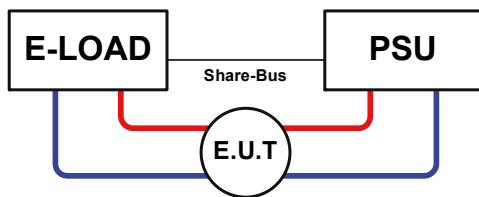
The set values for current and power of the load need to be set to match the application's requirements. This can be done manually or via any interface. The power supply has to be operating in mode CV. Only then it will control the input voltage of the load using the Share Bus.

Typical applications:

- Fuel cells
- Capacitor tests
- Motor driven applications
- Electronic tests where a high dynamic discharge is required.

3.11.3.2 Connecting devices to a 2QO

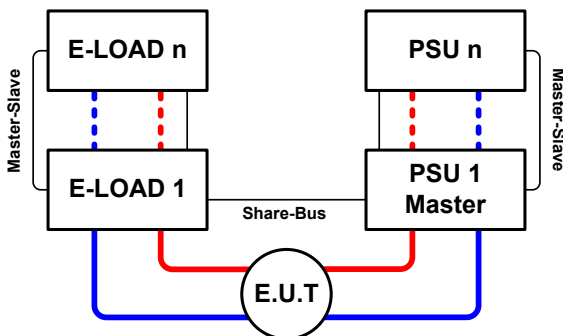
There are several ways to connect source(s) and sink(s) to make a 2QO:



Configuration A:

1x e-load and 1x power supply, plus 1x test object (E.U.T).

This is the most common configuration for 2QO. The nominal values for U, I and P of the two devices should match, such as ELR 9080-170 and PSI 9080-170 3U. The characteristics of the 2QO system is determined by the power supply, which has to be set to "Master" in the setup menu, even if there is no master-slave operation running.



Configuration B:

Multiple e-loads and multiple power supplies for increased total performance, plus 1 test object (E.U.T).

The combination of load units and power supply units each create a block, a system with certain power. Here it is also necessary to match the nominal values of the two systems, like the 80 V DC input of the loads to a max. 80 V DC output of the power supplies. The max. number of 16 units cannot be exceeded. Regarding the Share bus connection, all e-load units have to be slaves, while one of the PSUs has to be set as master.

3.11.3.3 Settings on the devices

The master-slave settings in the MENU also affect the Share bus. For correct 2QO operation, all involved load units must be slaves on the Share bus. This is achieved by setting the master-slave mode to OFF or SLAVE, depending on if there is digital master-slave in use or not. For the one load that is master (setting: MASTER) in the master-slave system the additional parameter "PSI/ELR system" has to be activated.

On any of the power supplies, you need activate master-slave mode and set it to MASTER, unless it is already the master unit of a master-slave system over digital MS bus. Refer to the documentation of the power supply for further information. Also see 3.4.3.1.

For safety of the connected E.U.T / D.U.T and to prevent damage, we recommend to adjust supervision thresholds like OVP, OCP or OPP on all units to the desired levels, which will then switch off the DC output resp. the DC input in case of excess.

3.11.3.4 Restrictions

After all electronic loads have been connected to the Share bus with one power supply as master, they cannot limit their input voltage anymore to what you adjust as "U set" on the device. The correct voltage level comes from the master unit via Share bus and is thus adjusted there.

3.11.3.5 Application example

Charging and discharging a battery with 24 V/400 Ah, using the wiring example in configuration A.

- Power supply PSI 9080-170 3U with: $I_{\text{Set}} = 40 \text{ A}$ (charging current, usually 1/10 of battery capacity), $P_{\text{Set}} = 5000 \text{ W}$
- Electronic load ELR 9080-170 set to: $I_{\text{Set}} = \text{max. discharge current of the battery (eg. 100 A)}$, $P_{\text{Set}} = 3500 \text{ W}$, UVD = 20 V with event type "Alarm" to stop discharging at a certain low voltage threshold
- Assumption: the battery has a voltage of 26 V at test start
- DC inputs resp. DC outputs on all units switched off



In this combination of devices it is recommended to always switch on the DC output of the source first and then the DC input of the sink.

Part 1: Discharging the battery to 24 V

Setup: Voltage on the power supply set to 24 V, DC output of power supply and DC input of load activated

Reaction: the e-load will load the battery with a max. current of 100 A in order to discharge it to 24 V. The power supply delivers no current at this moment, because the battery voltage is still higher than what is adjusted on the power supply. The load will gradually reduce the input current in order to maintain the battery voltage at 24 V. Once the battery voltage has reached 24 V with a discharge current of approx. 0 A, the voltage will be maintained at this level by charging from the power supply.



The power supply determines the voltage setting of the load via the Share bus. In order to avoid deep discharge of the battery due to accidentally setting the voltage on the power supply to a very low value, it is recommended to configure the undervoltage detection feature (UVD) of the load, so it will switch off the DC input when reaching minimum allowed discharge voltage. The settings of the load, as given via the Share bus, can't be read from the load's display.

Part 2: Charging the battery to 27 V

Setup: Voltage on the power supply set to 27 V

Reaction: the power supply will charge the battery with a maximum current of 40 A, which will gradually reduce with increasing voltage as a reaction to the changing internal resistance of the battery. The load absorbs no current at this charging phase, because it is controlled via the Share and set to a certain voltage, which is still higher than the actual battery voltage and the actual output voltage of the power supply. When reaching 27 V, the power supply will deliver only the current needed to maintain the battery voltage.

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 minimal power loss. 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 device 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 device should be sent.
- the device is in fully assembled state and in suitable transport packaging, ideally the original packaging.
- optional extras such as an interface module is included if this is in any way connected to the problem.
- 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 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.

However, be advised not to install updates promptly. Every update includes the risk of an inoperable device or system. We recommend to install updates only if...

- an imminent problem with your device can directly be solved, especially if we suggested to install an update during a support case
- a new feature has been added which you definitely want to use. In this case, the full responsibility is transferred to you.

Following also applies in connection with firmware updates:

- Simple changes in firmwares can have crucial effects on the application the devices are used in. We thus recommend to study the list of changes in the firmware history very thoroughly.
- Newly implemented features may require an updated documentation (user manual and/or programming guide, as well as LabView VIs), which is often delivered only later, sometimes significantly later

4.3 Calibration

4.3.1 Preface

The devices of series ELR 9000 feature a function to re-adjust the most important DC input values elated values, which can help in case these 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 ELR device. Only then a comparison between values displayed on the ELR device and true DC input values is possible.

For example, if you want to verify and possibly re-adjust the input current of model ELR 9080-510 which has 510 A maximum current, stated with a max. error of 0.4%, you can only do that by using a high current shunt with max. 0.2% 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 ELR'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 ELR and with a max. error that is half or less than the max. current error of the ELR 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 ELR device, or separate voltage source and current source units

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

- Let the ELR 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, deactivate master-slave mode, deactivate R mode
- Install the shunt between source and ELR 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 ELR 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:



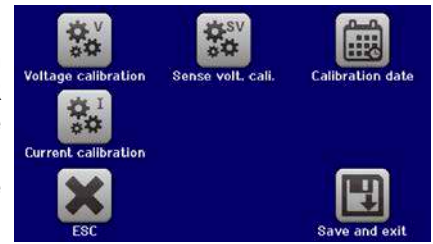
- *It is recommended to do the calibration of current before any voltage calibration*
- *When calibrating the voltage, the input "Sense" on the rear of the device must be disconnected*
- *During the calibration, the user is asked to enter measured values. If these value differ too much from the value measured by the device or wrong values are entered, the calibration fails and has to be repeated.*

The calibration procedure, as explained below, is an example with model ELR 9080-170. Other models are treated the same way, with values according to the particular ELR model and the required power source.

4.3.3.1 Calibrating the set values

► How to calibrate the input voltage

1. Adjust the connected voltage source to approx. 102% of the maximum voltage specified for the ELR device. For the example with an 80 V ELR 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 ELR device, for this example it is 8.5 A. Check again, that for voltage calibration, the sensing connector on the rear of the device is not connected.
2. In the display, tap MENU, then „**General Settings**“, then go to **Page 7** and then tap **START**.
3. In the next screen select: **Voltage calibration**, then **Calibrate input value** 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 point 4. for the next three steps (total of four steps).



► How to calibrate the input current

1. Adjust the current source to approx. 102% nominal current of the ELR device, for the sample model with 170 A this would be 173.4 A, rounded to 174 A. Make sure the source can provide more current than the ELR 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 ELR, in the example 8 V, and switch the DC output of the source on.
2. In the display, tap MENU, then „**General Settings**“, then go to **Page 7** and then tap **START**.
3. In the next screen select: **Current calibration**, then **Calibrate input value** and **NEXT**. The load will switch on the DC input 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 point 4. for the next three steps (total of four steps).

4.3.3.2 Calibrating the remote sensing

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 ELR.

► How to calibrate the input voltage for remote sensing

1. Adjust the connected voltage source to approx. 102% of the maximum voltage specified for the ELR device. For example with an 80 V ELR 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 ELR device, for this example it is 8.5 A. Check again, that for sense voltage calibration, the sensing connector on the rear of the device is connected.
2. In the display, tap MENU, then „**General Settings**“, then go to **Page 7** and then tap **START**.
3. In the next screen select: **Sense volt. calibration**, then **Calibrate input value** 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 point 4. for the next three steps (total of four steps).

4.3.3.3 Calibrating the 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 value**" 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.

4.3.3.4 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 device must generally be returned to the manufacturer. No RMA number is needed. It is sufficient to package the device adequately and send it, together with a detailed description of the fault and, if still under guarantee, a copy of the invoice, to the following address.

5.2 Contact options

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

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



Elektro-Automatik

EA-Elektro-Automatik GmbH & Co. KG

Development - Production - Sales

Helmholtzstraße 31-37

41747 Viersen

Germany

Fon: +49 2162 / 37 85-0

Mail: ea1974@elektroautomatik.de

Web: www.elektroautomatik.de