

Betriebsanleitung

EL 9000 DT

Elektronische DC-Last



Achtung! Diese Anleitung gilt nur für Geräte mit einer Firmware ab „KE: 3.07“ und „HMI: 2.19“ und „DR: 1.0.6“. wecks Verfügbarkeit von Updates bitte unsere Webseite aufsuchen oder anfragen.

Doc ID: EL9DDE
Revision: 04
Date: 08/2020



INHALT

1 ALLGEMEINES

1.1	Zu diesem Dokument	5
1.1.1	Aufbewahrung und Verwendung	5
1.1.2	Urheberschutz (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	14
1.8.5	Bedienelemente	16
1.9	Aufbau und Funktion	17
1.9.1	Allgemeine Beschreibung	17
1.9.2	Blockdiagramm	17
1.9.3	Lieferumfang	17
1.9.4	Optionales Zubehör	17
1.9.5	Die Bedieneinheit (HMI)	18
1.9.6	USB-Port (Rückseite)	21
1.9.7	Ethernetport	21
1.9.8	Analogschnittstelle	21
1.9.9	Sense-Anschluß (Fernfühlung)	21

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1	Lagerung	22
2.1.1	Verpackung	22
2.1.2	Lagerung	22
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle	22
2.3	Installation	22
2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch	22
2.3.2	Vorbereitung	22
2.3.3	Aufstellung des Gerätes	22
2.3.4	Anschließen von DC-Quellen	27
2.3.5	Erdung des DC-Eingangs	27
2.3.6	Anschließen der Fernfühlung	27
2.3.7	Anschließen der analogen Schnittstelle	28
2.3.8	Anschließen des USB-Ports (Rückseite)	28
2.3.9	Erstinbetriebnahme	28
2.3.10	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung	29

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1	Personenschutz	30
3.2	Regelungsarten	30
3.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung	30
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	31
3.2.3	Widerstandsregelung/Konstantwiderstand	31
3.2.4	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung	31
3.2.5	Regelverhalten und Stabilitätskriterium	32
3.3	Alarmzustände	33
3.3.1	Power Fail	33
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature)	33
3.3.3	Überspannung (Overvoltage)	33
3.3.4	Überstrom (Overcurrent)	33
3.3.5	Überleistung (Overpower)	33
3.4	Manuelle Bedienung	34
3.4.1	Einschalten des Gerätes	34
3.4.2	Ausschalten des Gerätes	34
3.4.3	Konfiguration im MENU	34
3.4.4	Einstellgrenzen („Limits“)	39
3.4.5	Bedienart wechseln	39
3.4.6	Sollwerte manuell einstellen	40
3.4.7	Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln	41
3.4.8	Die Meßleisten	41
3.4.9	DC-Eingang ein- oder ausschalten	42
3.4.10	Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)	42
3.5	Fernsteuerung	44
3.5.1	Allgemeines	44
3.5.2	Bedienorte	44
3.5.3	Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle	44
3.5.4	Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)	45
3.6	Alarmer und Überwachung	49
3.6.1	Begriffsdefinition	49
3.6.2	Gerätealarme und Events handhaben	49
3.7	Bedieneinheit (HMI) sperren	52
3.8	Einstellgrenzen (Limits) sperren	52
3.9	Nutzerprofile laden und speichern	53
3.10	Der Funktionsgenerator	54
3.10.1	Einleitung	54
3.10.2	Allgemeines	54
3.10.3	Arbeitsweise	55
3.10.4	Manuelle Bedienung	55
3.10.5	Sinus-Funktion	56
3.10.6	Dreieck-Funktion	57
3.10.7	Rechteck-Funktion	57
3.10.8	Trapez-Funktion	58
3.10.9	DIN 40839-Funktion	58
3.10.10	Arbiträr-Funktion	59

3.10.11	Rampen-Funktion	63
3.10.12	Batterietest-Funktion.....	63
3.10.13	MPP-Tracking-Funktion.....	66
3.10.14	Fernsteuerung des Funktionsgenerators....	68
3.11	Weitere Anwendungen	69
3.11.1	Reihenschaltung	69
3.11.2	Parallelschaltung.....	69

4 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

4.1	Wartung / Reinigung	70
4.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .	70
4.2.1	Defekte Netzsicherung tauschen	70
4.2.2	Firmware-Aktualisierungen.....	70
4.3	Nachjustierung (Kalibrierung).....	71
4.3.1	Einleitung.....	71
4.3.2	Vorbereitung.....	71
4.3.3	Abgleichvorgang	71

5 SERVICE & SUPPORT

5.1	Reparaturen	73
5.2	Kontaktmöglichkeiten	73

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:

Model	Artikelnr.	Model	Artikelnr.
EL 9080-45 DT	33 210 501	EL 9080-60 DT	33 210 506
EL 9200-18 DT	33 210 502	EL 9200-36 DT	33 210 507
EL 9360-10 DT	33 210 503	EL 9360-20 DT	33 210 508
EL 9500-08 DT	33 210 504	EL 9500-16 DT	33 210 509
EL 9750-05 DT	33 210 505	EL 9750-10 DT	33 210 510

1.1.4 Symbole und Hinweise

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

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

1.2 Gewährleistung und Garantie

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

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

1.3 Haftungsbeschränkungen

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

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

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

1.4 Entsorgung des Gerätes

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



1.5 Produktschlüssel

Aufschlüsselung der Produktbezeichnung auf dem Typenschild anhand eines Beispiels:

EL 9080 - 40 DT

	Ausführung: DT = Tischgehäuse (Desktop)
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt
	Serienkennzeichnung: 9 = Serie 9000
	Typkennzeichnung: EL = Electronic Load (Elektronische Last)

1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

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

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



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

1.7 Sicherheit

1.7.1 Sicherheitshinweise

Lebensgefahr - Gefährliche Spannung



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



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

1.7.2 Verantwortung des Bedieners

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

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

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

1.7.3 Pflichten des Betreibers

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

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

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

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

1.7.4 Anforderungen an das Bedienpersonal

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

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



Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!

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

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

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

1.7.5 Alarmsignale

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

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal OT (OverTemperature)	• Überhitzung des Gerätes • DC-Eingang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal OVP (OverVoltage)	• 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)	• 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)	• 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)	• Abschaltung des DC-Eingangs wegen Netzunterspannung oder interner Defekt • Kritisch bei Netzüberspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

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

1.8.2 Allgemeine technische Daten

Ausführung der Anzeige: Farbiger TFT-Touchscreen mit Gorillaglas, 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

Bis 600 W	Modell				
	EL 9080-45 DT	EL 9200-18 DT	EL 9360-10 DT	EL 9500-08 DT	EL 9750-05 DT
Netzversorgung					
Netzspannung	90...264 V AC				
Netzanschluß	Steckdose				
Netzfrequenz	45...65 Hz				
Netzsicherung	T 2 A				
Leistungsaufnahme	Max. 40 W				
Ableitstrom	< 3,5 mA				
Einschaltstrom bei 230 V	≈ 23 A				
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung Spitze P_{Spitze}	600 W	500 W	450 W	400 W	400 W
Eingangsleistung Dauer P_{Dauer} ⁽²⁾	500 W	500 W	450 W	400 W	400 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	45 A	18 A	10 A	8 A	5 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	≈ 2,2 V	≈ 2 V	≈ 2 V	≈ 6,5 V	≈ 5,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 100 ppm				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 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 ± 5°C)	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	≤ 0,1%				
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...45,9 A	0...18,36 A	0...10,2 A	0...8,16 A	0...5,1 A
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	≤ 0,1%				
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	≤ 0,2%				

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

Beispiel: ein 45 A-Gerät hat min. 0,2% Stromgenauigkeit, das sind 90 mA. Bei einem Sollwert von 5 A dürfte der Istwert also max. 90 mA abweichen, sprich er dürfte 4,91 A...5,09 A betragen.

(2) Bei 25°C Umgebungstemperatur

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

(4) Inkludiert die Genauigkeit des angezeigten Istwertes

Bis 600 W	Modell				
	EL 9080-45 DT	EL 9200-18 DT	EL 9360-10 DT	EL 9500-08 DT	EL 9750-05 DT
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,09...30,6 Ω	0,5...173,4 Ω	1,6...550,8 Ω	3...1020 Ω	7...2244 Ω
Genauigkeit ⁽⁴⁾ (bei 23 $\pm$ 5°C)	$\leq 1\%$ vom Widerstands-Endwert + 0,3% von I_{Nenn}				
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT, OPP, OCP, PF, DC-Status				
Galvanische Trennung	Max. 400 V DC				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. ± 400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x LAN für Kommunikation				
Galvanische Trennung	Max. 400 V DC				
Anschlüsse					
Rückseite	AC-Eingang, Analogschnittstelle, USB-B, Ethernet				
Vorderseite	DC-Eingang, USB-A, Fernföhlung (Sense)				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	276 x 103 x 355 mm				
Total (BxHxT)	308 x max. 195 x mind. 391 mm				
Normen	EN 60950:2006 + A11:2009 + A1:2010 + A12:2011 + AC:2011 + A2:2013 EN 61000-6-3:2011-09, EN 61000-6-1:2007-10				
Gewicht	$\approx 6,5$ kg	$\approx 6,5$ kg	$\approx 6,5$ kg	$\approx 6,5$ kg	$\approx 6,5$ kg
Artikelnummer	33210501	33210502	33210503	33210503	33210504

(1 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 46)

Bis 1200 W	Modell				
	EL 9080-60 DT	EL 9200-36 DT	EL 9360-20 DT	EL 9500-16 DT	EL 9750-10 DT
Netzversorgung					
Netzspannung	90...264 V AC				
Netzanschluß	Steckdose				
Netzfrequenz	45...65 Hz				
Netzsicherung	T 2 A				
Leistungsaufnahme	Max. 40 W				
Ableitstrom	< 3,5 mA				
Einschaltstrom bei 230 V	≈ 23 A				
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung Spitze P_{Spitze}	1200 W	1000 W	900 W	600 W	600 W
Eingangsleistung Dauer P_{Dauer} ⁽²⁾	900 W	900 W	900 W	600 W	600 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	60 A	36 A	20 A	16 A	10 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$	$0...1,03 * U_{\text{Nenn}}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$	$0...1,1 * I_{\text{Nenn}}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$	$0...1,1 * P_{\text{Spitze}}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. Eingangsspg. für I_{Max}	≈ 2,2 V	≈ 2 V	≈ 2 V	≈ 6,5 V	≈ 5,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ / K	Strom / Spannung: 100 ppm				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 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 ± 5°C)	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	≤ 0,1%				
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...61,2 A	0...36,72 A	0...20,4 A	0...16,32 A	0...10,2 A
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	≤ 0,1%				
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}	0...1,02* P_{Spitze}
Genauigkeit ⁽¹⁾ (bei 23 ± 5°C)	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}	< 0,5% P_{Dauer}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Anzeige: Genauigkeit ⁽³⁾	≤ 0,2%				

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

Beispiel: ein 45 A-Gerät hat min. 0,2% Stromgenauigkeit, das sind 90 mA. Bei einem Sollwert von 5 A dürfte der Istwert also max. 90 mA abweichen, sprich er dürfte 4,91 A...5,09 A betragen.

(2) Bei 25°C Umgebungstemperatur

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

(4) Inkludiert die Genauigkeit des angezeigten Istwertes

Bis 1200 W	Modell				
	EL 9080-60 DT	EL 9200-36 DT	EL 9360-20 DT	EL 9500-16 DT	EL 9750-10 DT
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,09...30,6 Ω	0,5...173,4 Ω	1,6...550,8 Ω	3...1020 Ω	7...2244 Ω
Genauigkeit ⁽⁴⁾ (bei 23 $\pm$ 5°C)	$\leq 1\%$ vom Widerstands-Endwert + 0,3% von I_{Nenn}				
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt „1.9.5.4. Auflösung der Anzeigewerte“				
Analoge Schnittstelle ⁽¹⁾					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC-Eingang ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT, OPP, OCP, PF, DC-Status				
Galvanische Trennung	Max. 400 V DC				
Abtastrate Sollwerteingänge	500 Hz				
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ± 400 V DC-Plus: dauerhaft max. ± 400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x LAN für Kommunikation				
Galvanische Trennung	Max. 400 V DC				
Anschlüsse					
Rückseite	AC-Eingang, Analogschnittstelle, USB-B, Ethernet				
Vorderseite	DC-Eingang, USB-A, Fernföhlung (Sense)				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	276 x 103 x 355 mm				
Total (BxHxT)	308 x max. 195 x mind. 451 mm				
Normen	EN 60950:2006 + A11:2009 + A1:2010 + A12:2011 + AC:2011 + A2:2013 EN 61000-6-3:2011-09, EN 61000-6-1:2007-10				
Gewicht	$\approx 7,5$ kg	$\approx 7,5$ kg	$\approx 7,5$ kg	$\approx 7,5$ kg	$\approx 7,5$ kg
Artikelnummer	33210506	33210507	33210508	33210509	33210510

(1 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe „3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 46)

1.8.4 Ansichten

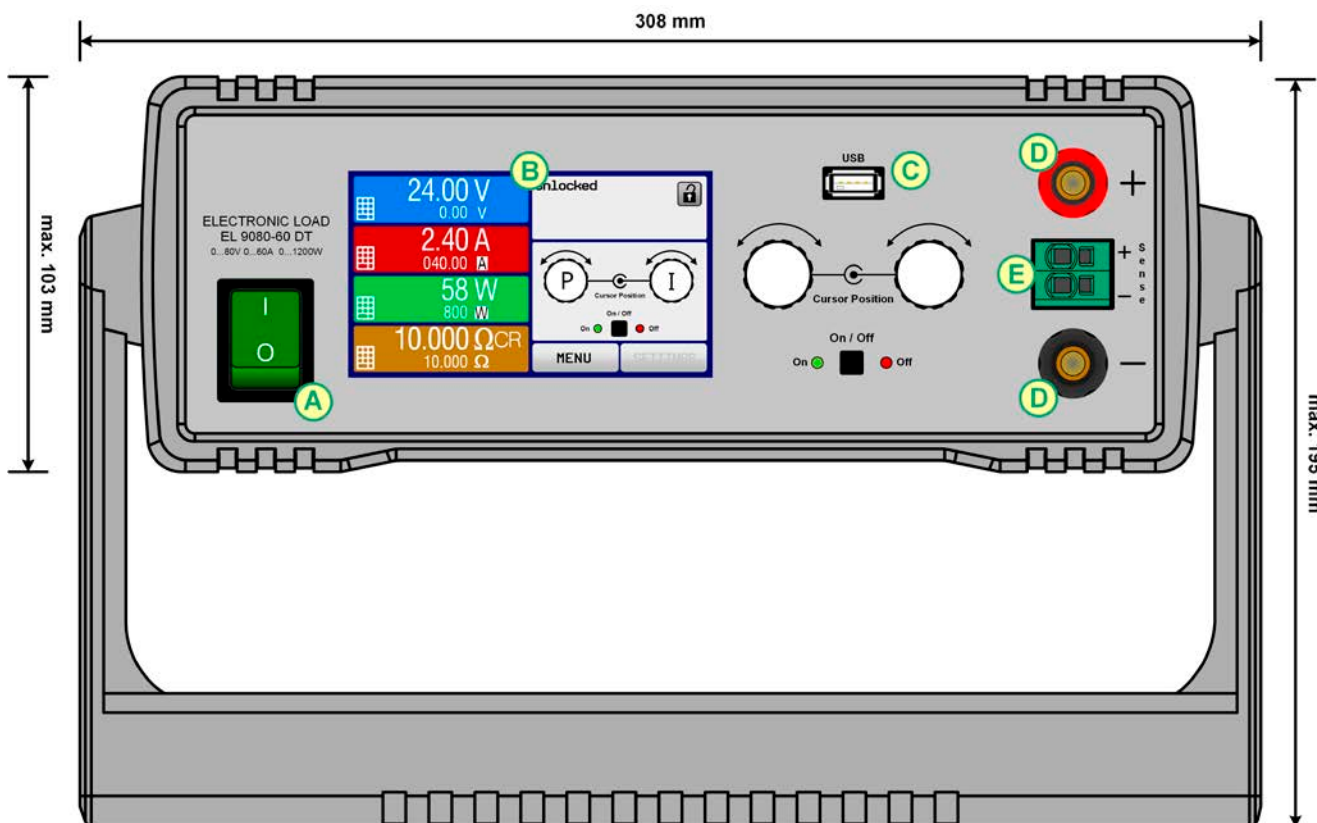


Bild 1 - Vorderseite

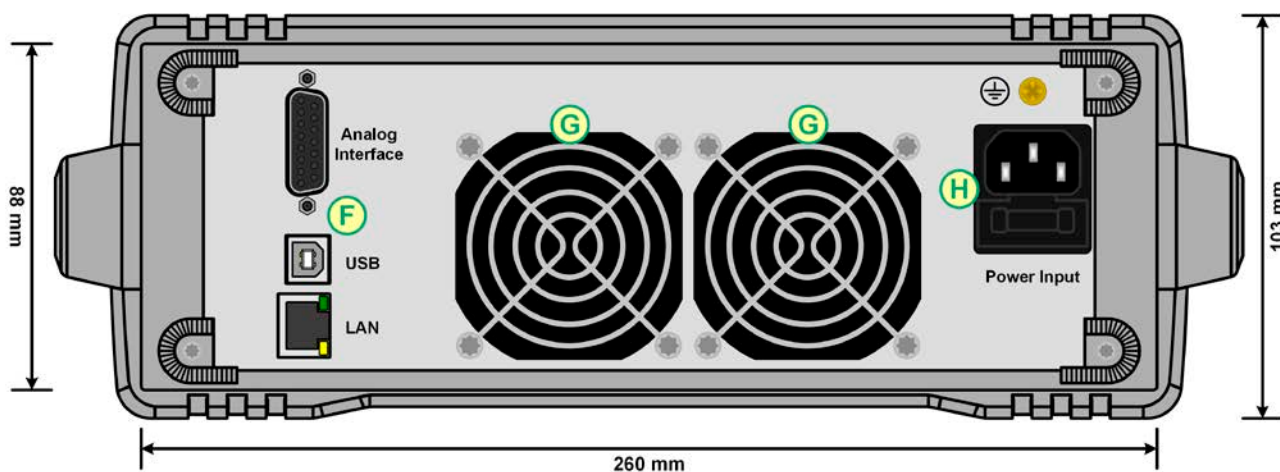


Bild 2 - Rückseite



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

A - Netzschalter
B - Bedienteil
C - Front-USB-Port (Typ A)
D - DC-Eingang

E - Fernfühlungs-Eingang
F - Fernsteuerungs-Schnittstellen (digital, analog)
G - Lüfterausgang
H - Netzanschluß

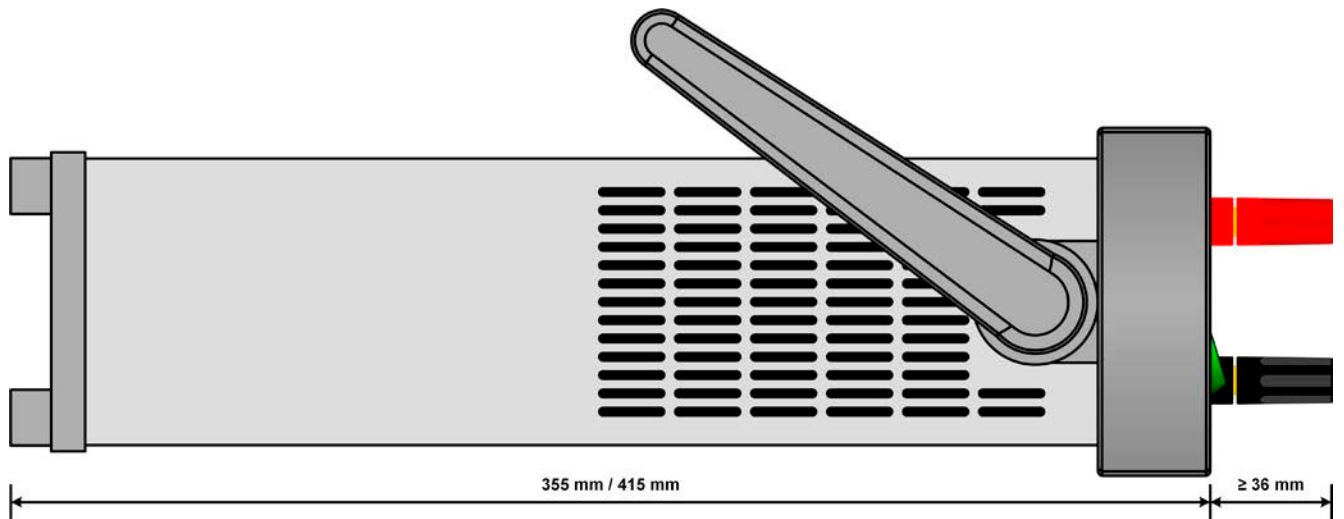


Bild 3 - Seitenansicht von links, liegend

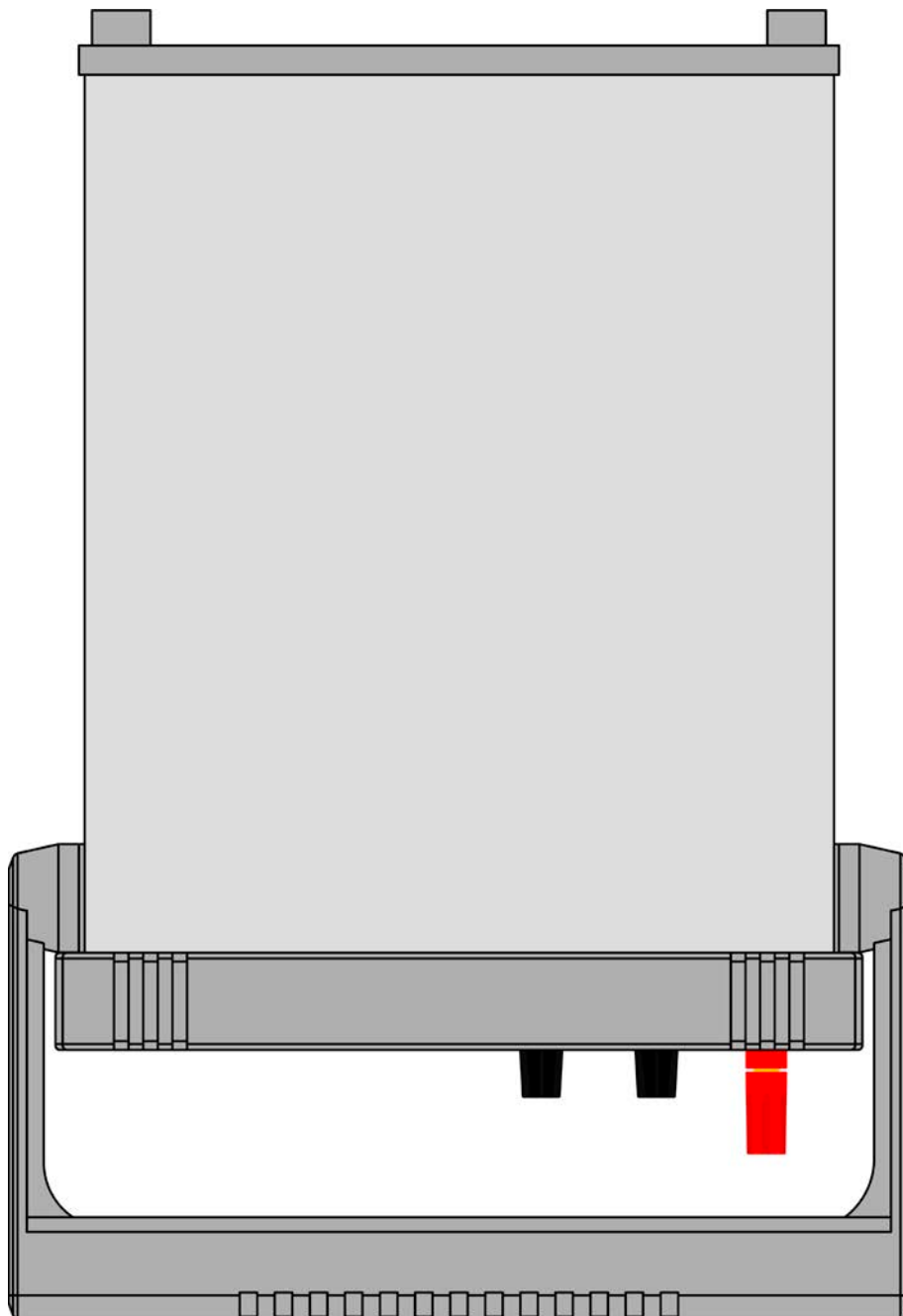


Bild 4 - Ansicht von oben

1.8.5 Bedienelemente

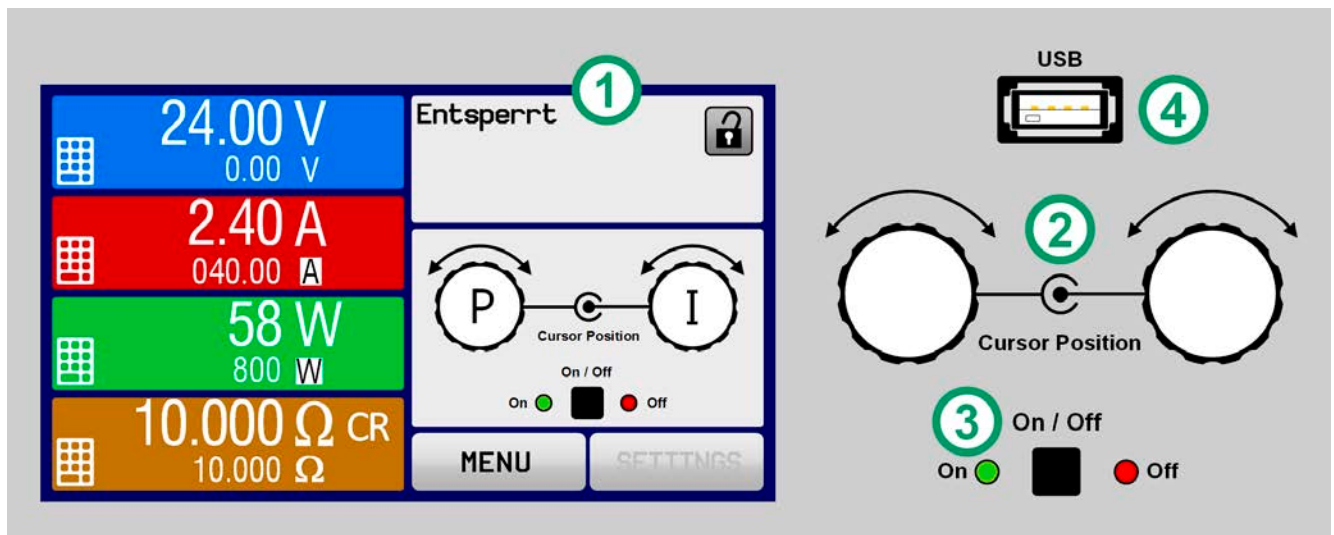


Bild 5- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

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

(1)	Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen) 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.
(2)	Drehknöpfe mit Tastfunktion Linker Drehknopf (Drehen): Einstellen des Spannungssollwertes oder Leistungssollwertes oder Widerstandssollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) wählen, die eingestellt werden soll Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Stromsollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) des Wertes wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist
(3)	Taster für das Ein- und Ausschalten des DC-Eingangs 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
(4)	USB Host-Steckplatz Typ A Dient zur Aufnahme handelsüblicher USB-Sticks. Siehe Abschnitt „1.9.5.5. USB-Port (Vorderseite)“ für weitere Informationen.

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die konventionellen, elektronischen DC-Lasten der Serie EL 9000 DT sind durch ihre recht robusten Tischgehäuse besonders für Testaufbauten in Forschungslaboren, Testapplikation oder Schul- und Ausbildungseinrichtungen geeignet.

Über die gängigen Funktionen von elektronischen Lasten hinaus können mit dem integrierten Funktionsgenerator sinus-, rechteck- oder dreieckförmige Sollwertkurven sowie weitere Kurvenformen erzeugt werden. Die sogenannten Arbiträrkurven (99 Stützpunkte) können auf USB-Stick gespeichert bzw. davon geladen werden.

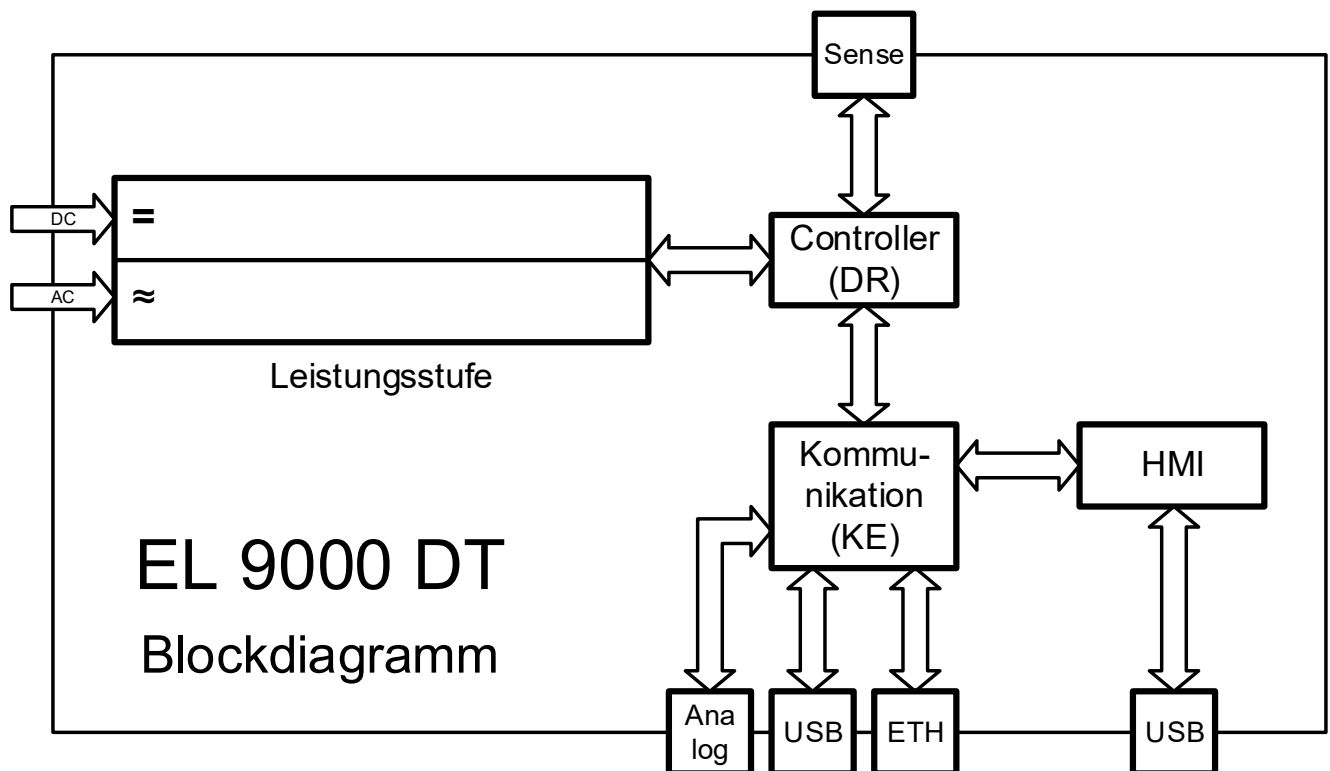
Für die Fernsteuerung per PC oder SPS verfügt das Gerät serienmäßig über eine rückwärtige USB-B-Schnittstelle, einen Ethernet/LAN-Anschluß, sowie eine schnelle, galvanisch getrennte Analogschnittstelle.

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

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 USB-Kabel 1,8 m
- 1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software
- 1 x Netzkabel (Schuko, IEC)

1.9.4 Optionales Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

19" PSI/EL 9000 DT Bestell-Nr. 10 400 111	Metallrahmen-Kit zum Einbau eines EL 9000 DT Gerätes in ein 19"-System (Schrank, Rack). Höhe: 2 HE.
---	---

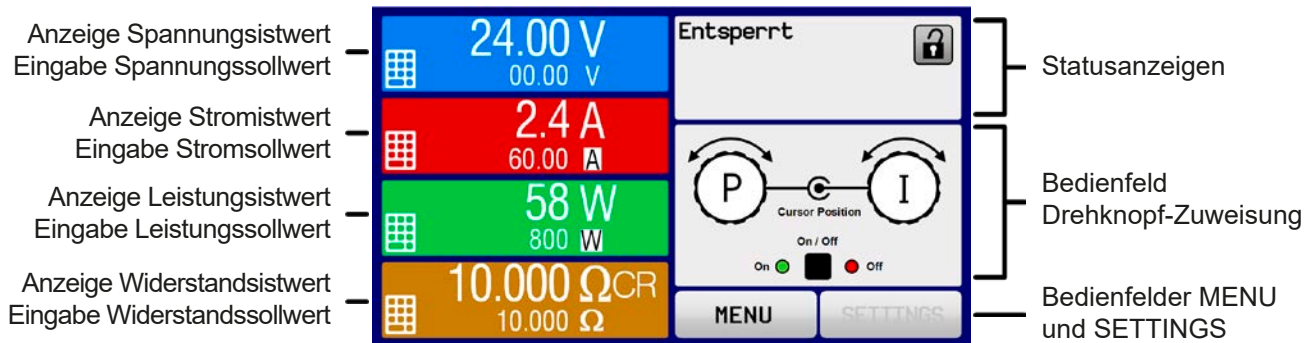
1.9.5 Die Bedieneinheit (HMI)

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

1.9.5.1 Anzeige mit Touchscreen

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

Im Normalbetrieb werden im linken Teil Ist- und Sollwerte angezeigt und im rechten Teil Statusinformationen:



Bedienfelder können gesperrt oder freigegeben sein:



MENU

Text o. Symbol schwarz =
Bedienfeld freigegeben

SETTINGS

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. Der Widerstandsollwert des variablen Innenwiderstandes wird jedoch nur im 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 nächste höherwertige Dezimalstelle wird um 1 erhöht, sofern nicht der Maximalwert oder eine vom Anwender definierte Einstellungsgrenze (siehe „3.4.4. Einstellungsgrenzen („Limits“)“) erreicht wurde. Linksdrehung umgekehrt genauso.

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:

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

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

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

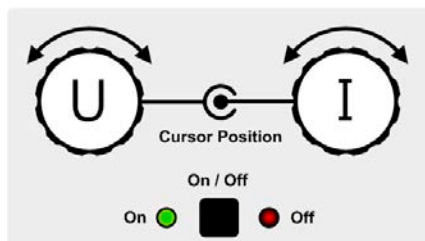
• Statusanzeigen (oben rechts)

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

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

• Feld für Zuordnung der Drehknöpfe

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



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

Das Feld zeigt die gewählte Zuordnung an:

U I

Linker Drehknopf: Spannung
Rechter Drehknopf: Strom

P I

Linker Drehknopf: Leistung
Rechter Drehknopf: Strom

R I

Linker Drehknopf: Widerstand
Rechter Drehknopf: Strom

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

1.9.5.2 Drehknöpfe



Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung aller Sollwerte, sowie zur Auswahl und Einstellung der Parameter in SETTINGS und MENU. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe „3.4 Manuelle Bedienung“ auf Seite 34.

1.9.5.3 Tastfunktion der Drehknöpfe

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



1.9.5.4 Auflösung der Anzeigewerte

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

Einstellauflösung und Anzeigebreite der Sollwerte in der Anzeige:

Spannung, OVP, UVD, OVD, U-min, U-max			Strom, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Leistung, OPP, OPD, P-max			Widerstand, R-max		
Nennwert	Stellen	Min. Schrittweite	Nennwert	Stellen	Min. Schrittweite	Nennwert	Stellen	Min. Schrittweite	Nennwert	Stellen	Min. Schrittweite
80 V	4	0,01 V	5 A / 8 A	4	0,001 A	<1000 W	4	0,1 W	30 Ω	5	0,001 Ω
200 V	5	0,01 V	10 A - 20 A	5	0,001 A	>= 1000 W	4	1 W	170 Ω / 540 Ω	5	0,01 Ω
360 V	4	0,1 V	36 A - 60 A	4	0,01 A				1000 Ω	5	0,1 Ω
500 V	4	0,1 V							2200 Ω	5	0,1 Ω
750 V	4	0,1 V									

1.9.5.5 USB-Port (Vorderseite)

Der frontseitige USB-Port, der sich rechts neben den beiden Drehknöpfen befindet, dient zur Aufnahme von handelsüblichen USB 2.0-Sticks (Modelle mit USB 3.0 funktionieren, hängt aber vom Chip-Hersteller ab). Mit diesem Stick man u. A. eigene Sequenzen für den arbiträren Funktionsgenerator laden oder speichern.

Akzeptiert werden USB-Sticks, die in **FAT32** formatiert sind und **max. 32 GB** Speichergröße haben sollten. 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 an einem PC angeschlossen wäre und den Laufwerksbuchstaben G: zugewiesen bekommen hätte.

Die Bedieneinheit des Gerätes kann vom 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 wave_u oder wave_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. Es können max. 10 Profile im Ordner HMI_FILES gespeichert werden.
mpp_curve_<beliebig>.csv	Benutzerdefinierte MPP-Kurvendaten (100 Spannungswerte) für den Modus MPP4 der MPPT-Funktion.

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

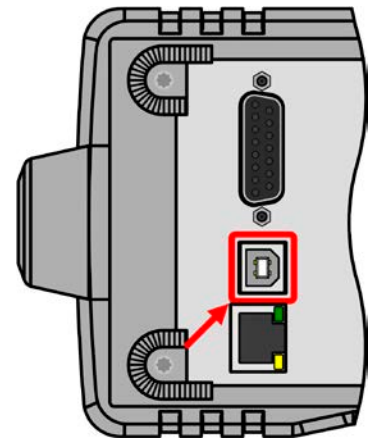
battery_test_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die Batterietest-Funktion. Beim Batterietest werden andere bzw. zusätzliche Werte aufgezeichnet als beim „normalen“ Logging. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
usb_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die normale USB-Datenaufzeichnung in allen Betriebsarten. Der Aufbau der Logdatei ist identisch mit dem der Logging-Funktion in der Software EA Power Control. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
wave_u<nr>.csv wave_i<nr>.csv	Daten der 99 Stützpunkte der Arbiträr-Funktion
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_result_<nr>.csv	Ergebnisdaten des MPP-Tracking-Modus 4 als Tabelle mit 100 Wertegruppen (Umpp, Impp, Pmpp)

1.9.6 USB-Port (Rückseite)

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

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

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



1.9.7 Ethernetport

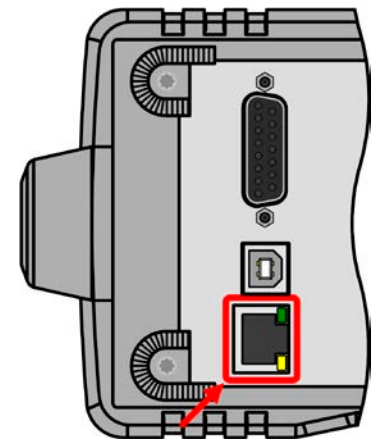
Der RJ45-Ethernet/LAN-Port auf der Rückseite des Gerätes dient zur ausschließlich zur Kommunikation mit dem Gerät im Sinne von Fernsteuerung oder Monitoring. Dabei hat der Anwender grundsätzlich zwei Möglichkeiten des Zugriffs:

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

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

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

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

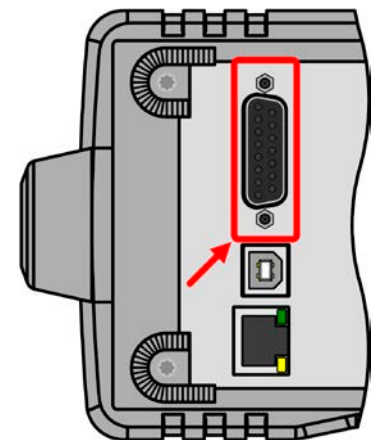


1.9.8 Analogschnittstelle

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

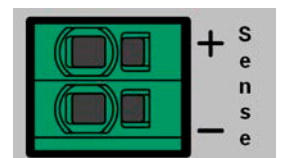
Wenn ferngesteuert werden soll, kann diese analoge Schnittstelle nur abwechselnd zu einer der digitalen benutzt werden. Überwachung (Monitoring) ist jedoch jederzeit möglich.

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.



1.9.9 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

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



2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Lagerung

2.1.1 Verpackung

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

2.1.2 Lagerung

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

2.2 Auspacken und Sichtkontrolle

Nach jedem Transport mit oder ohne Transportverpackung oder vor der 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



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

2.3.2 Vorbereitung

Für das netzseitige Anschließen der elektronischen Last der Serie EL 9000 DT ist ein 3-poliges Netzkabel von 1.5 m Länge im Lieferumfang enthalten.

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



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

2.3.3 Aufstellung des Gerätes



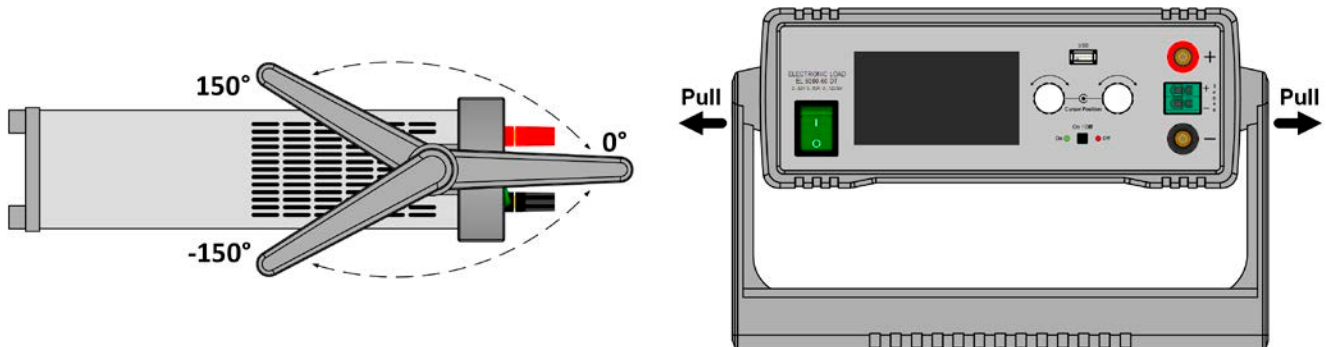
- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zum Gerät so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz für die hinten austretende, warme bis heiße Abluft, jedoch mindestens 30 cm
- Verdecken Sie niemals die seitlichen Lufteinlaß-Schlitze!
- Wenn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

2.3.3.1 Der Tragegriff

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

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

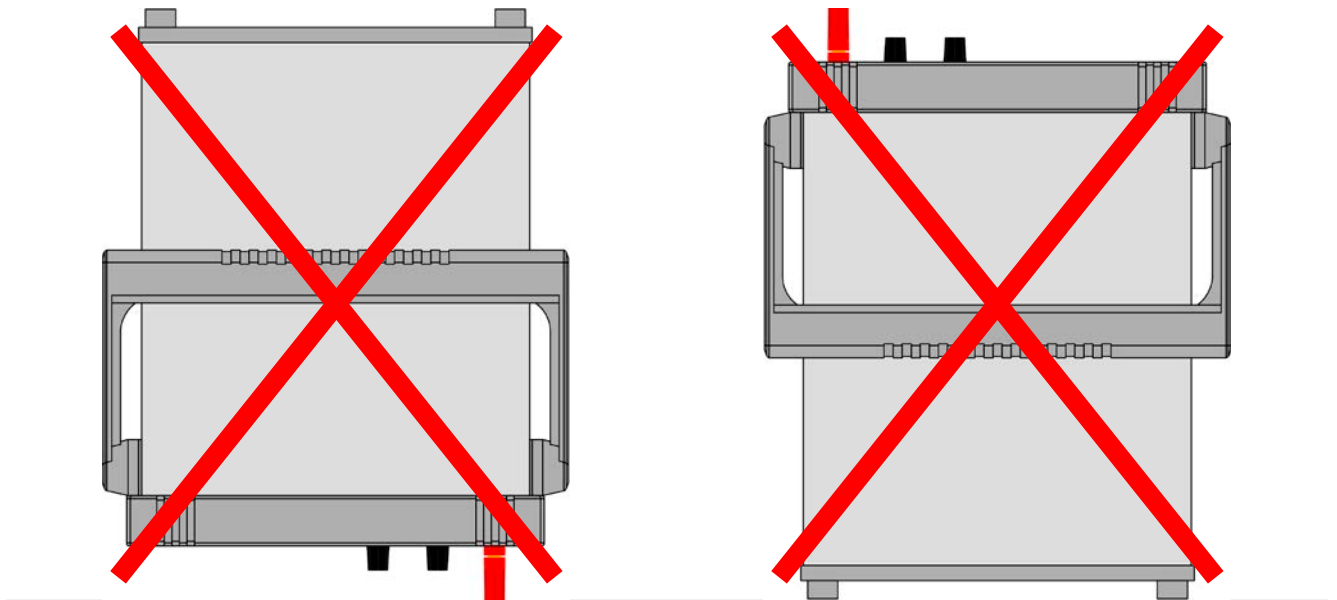
Die Verstellung erfolgt durch gleichzeitiges seitliches Ziehen am Griff, durch das sich die Raste lösen sollte, und anschließender Drehung um die Griffachse:



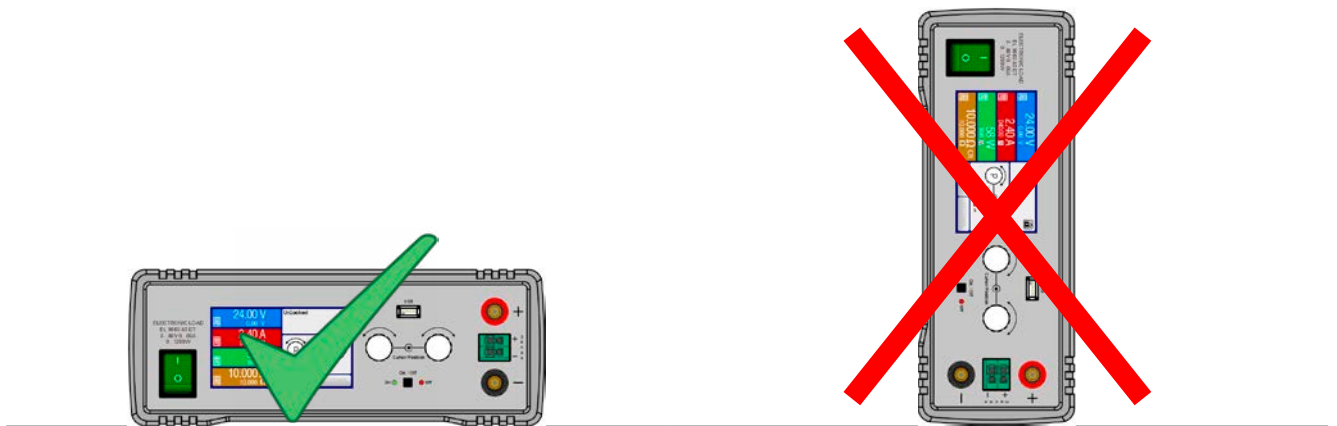
2.3.3.2 Aufstellung auf horizontale Oberflächen

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

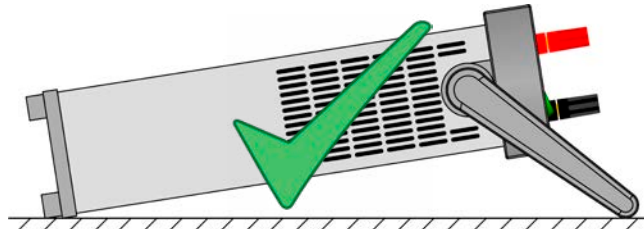
Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:



Aufstellfläche



Aufstellfläche



Aufstellfläche (Griff in -45° Position)

2.3.3.3 Einbau in einem 19“-System

Mittels eines optional erhältlichen 2HE-Einbaurahmens (siehe 1.9.4) kann das Gerät auch in einen 19“-Schrank oder ähnlich installiert werden, der mindestens 2 Höheneinheiten freien Platz bietet. Der Rahmen nimmt das Gerät dabei horizontal mittig auf, die gesamte Vorderseite mit DC-Anschluß und Bedieneinheit bleibt zugänglich. Durch die geringere Tiefe des Gerätes gegenüber der Tiefe des Schrankes oder Racks in dem es installiert wird, sind die Anschlüsse auf der Rückseite eventuell nur noch schlecht zugänglich. Diese sollten daher möglichst verbunden werden, so lange der Einbaurahmen noch nicht fixiert wurde.



Der Einbaurahmen erfordert die Installation und Verwendung von Halteschienen im 19“-System. Der hintere Teil ist 449 mm breit und kann daher auch auf schmalen Halteschienen aufliegen.

Empfohlene Vorgehensweise (siehe auch Verdeutlichung in *Bild 6* bis *Bild 9* unten):

1. Tragegriff vom Gerät entfernen. Dazu:
 - a. Tragegriff in -90°-Position bringen (*Bild 6*)
 - b. Links und rechts an den Seitenteilen des Griffs ziehen, bis die Achse aus dem Gehäuse herausrutschen kann (siehe auch 2.3.3.1).
2. Frontrahmen abnehmen (1). Rückseitigen Rahmen (1) durch Lösen der 4 Schrauben abnehmen
3. Die beiden Haltewinkel vorn (2) mit je 2x Schraube M4x10 und je 2x Kontaktscheibe M4 befestigen. Hier wird die Verwendung eines gewinkelten Torx-Schraubendrehers (Ratsche o. ä.) empfohlen.
4. Je 2x Sechskantbolzen (3) M3x10 in die Gewindebohrungen schrauben, an denen vorher der rückseitige Rahmen befestigt war (*Bild 9*).
5. Den Montagewinkel (4) für die Rückseite mit 4x Schraube M3x6 (5) und je 1x Sicherungsscheibe M3 auf die Sechskantbolzen schrauben. Dabei die Schablone wählen, die für ein EL 9000 DT paßt (4.2.2).
6. Sofern lang genug, alle rückseitig anzuschließenden Kabel verbinden. Ansonsten den Rahmen mit dem Gerät schon bis zum Anschlag in .
7. Rahmen komplett einschieben und fixieren (Befestigungsschrauben nicht im Lieferumfang enthalten).
8. Verbindung zur Quelle herstellen. Der DC-Eingang ist auf der Vorderseite des Gerätes.

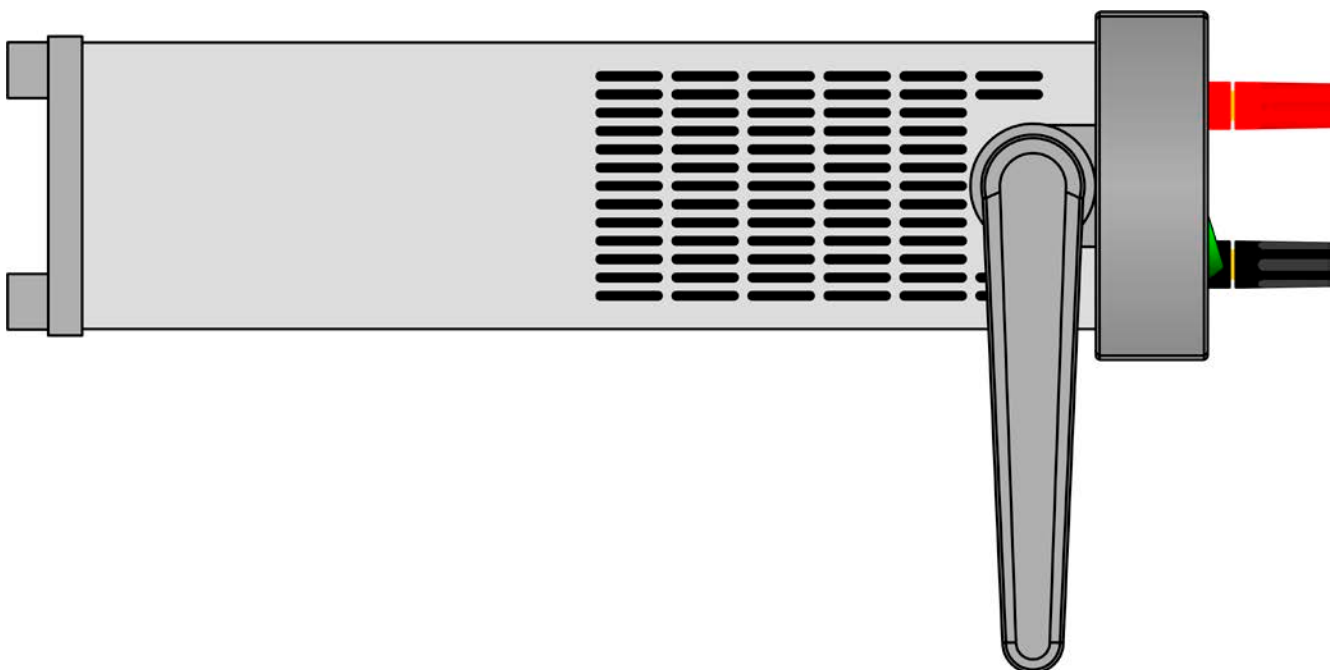


Bild 6 - Position (-90°) des Tragegriffs zwecks Demontage



Bild 7 - Abnehmen des Front- und Rückseitenrahmens

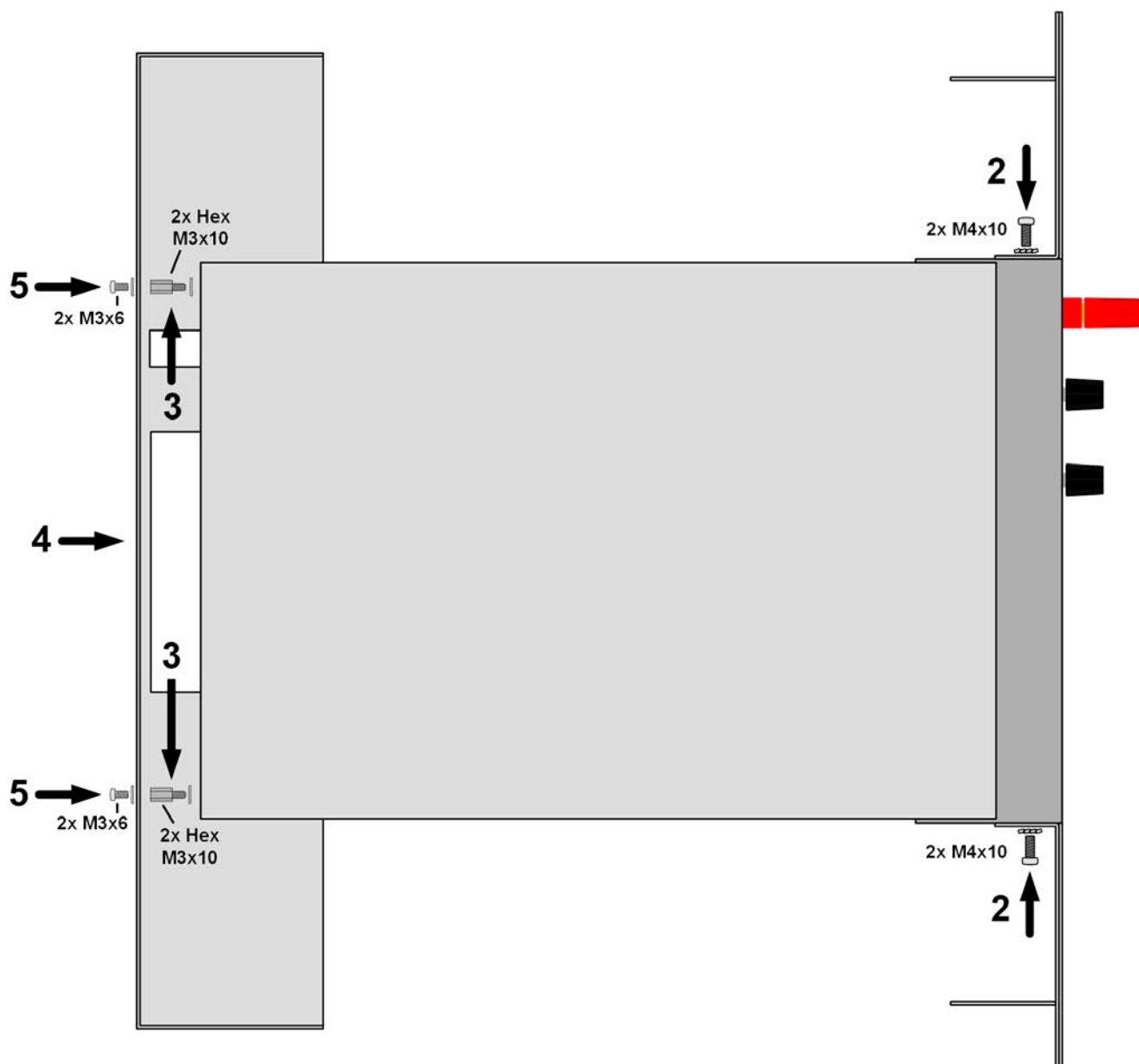


Bild 8 - Montageschritte für den Einbaurahmen

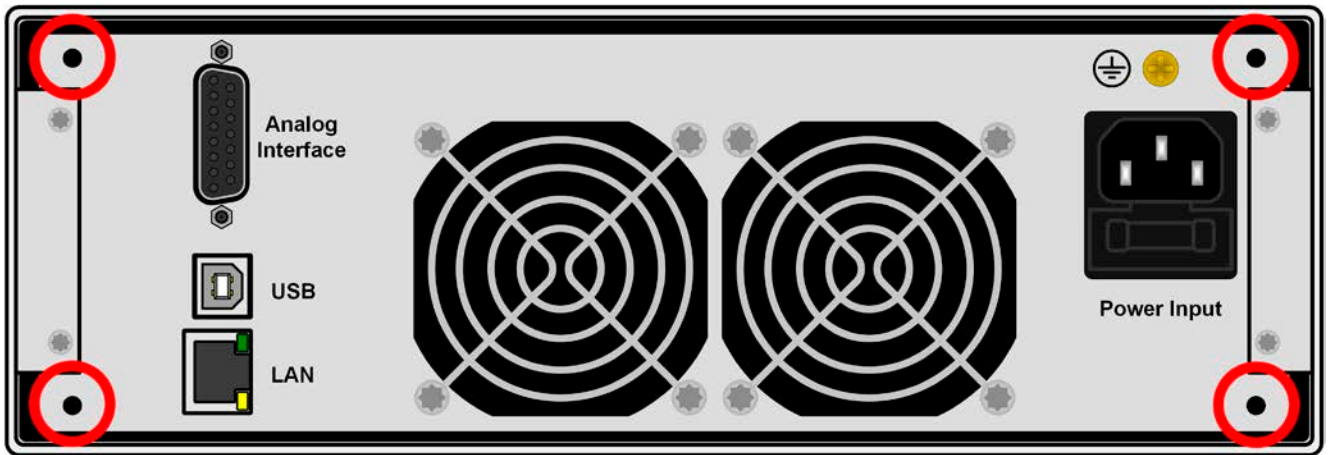


Bild 9 - Befestigungspositionen der Sechskantbolzen (3)

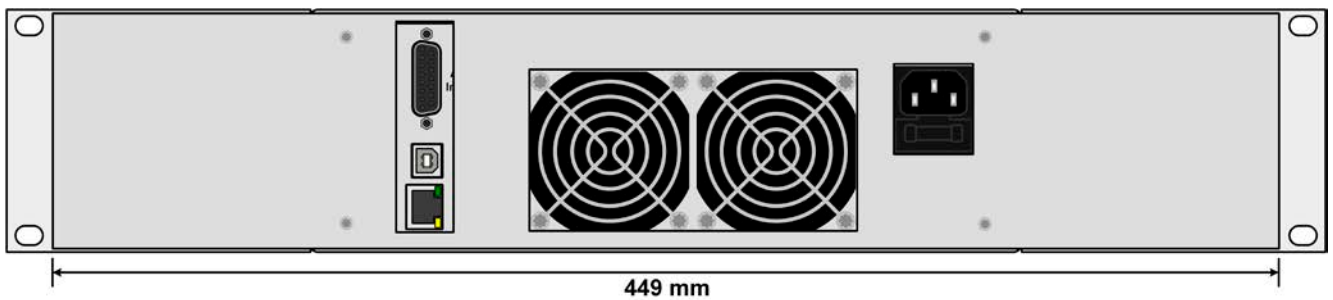


Bild 10 - Ansicht von hinten nach kompletter Montage des Einbaurahmens

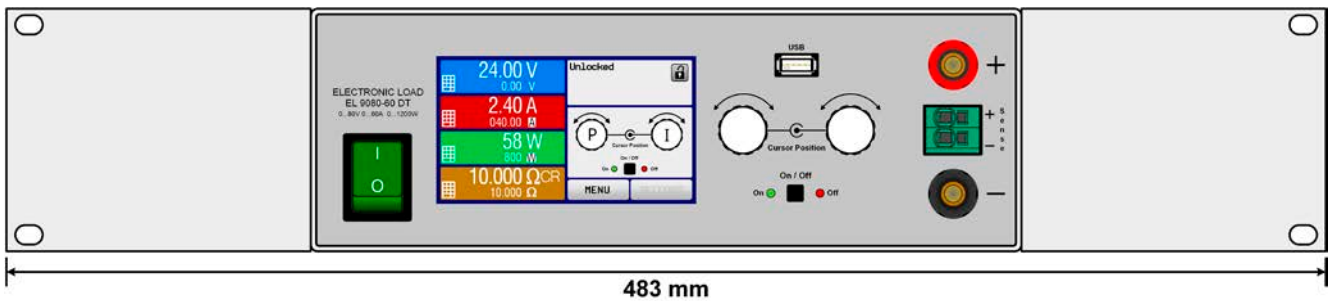


Bild 11 - Ansicht von vorn nach kompletter Montage des Einbaurahmens

2.3.4 Anschließen von DC-Quellen



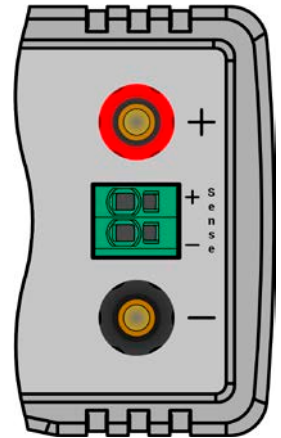
- Bei den Modellen ab 40 A Nennstrom muß darauf geachtet werden, wo die Quelle an den DC-Eingangsklemmen verbunden wird. Der vordere 4mm-Büschelstecker-Anschluß ist **nur bis 32 A** zugelassen!
- Anschließen von Spannungsquellen, die eine Spannung höher als 110% Nennspannung erzeugen können, ist nicht zulässig!
- Anschließen von Spannungsquellen mit umgekehrter Polarität ist nicht zulässig!

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

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

bis 10 A :	0,75 mm ²	bis 15 A :	1,5 mm ²
bis 20 A :	4 mm ²	bis 40 A :	10 mm ²
bis 60 A :	16 mm ²		

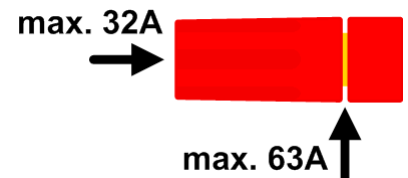
pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 16 mm², können durch 2x 6 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.



2.3.4.1 Anschlußmöglichkeiten am DC-Eingang

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

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



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

2.3.5 Erdung des DC-Eingangs

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

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



Keine Erdung des DC-Pluspols bei Modellen mit >400 V Nennspannung

2.3.6 Anschließen der Fernführung



- Die Fernführung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernführungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernführung generell erhöht wird.
- Der Querschnitt von Fühlerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm²
- Fühlerleitungen sollten verdreht sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Quelle anzubringen
- (+) Sense darf nur am (+) der Quelle und (–) Sense nur am (–) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten könnte das Gerät beschädigt werden. Siehe auch Bild 12.

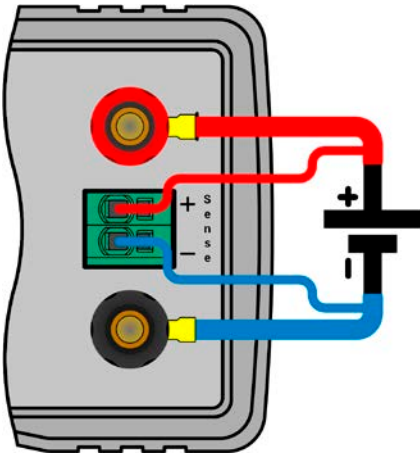


Bild 12 - Prinzip der Fernfühlungsverdrahtung

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

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

2.3.7 Anschließen der analogen Schnittstelle

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

2.3.8 Anschließen des USB-Ports (Rückseite)

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

2.3.8.1 Treiberinstallation (Windows)

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

2.3.8.2 Treiberinstallation (Linux, MacOS)

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

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

2.3.8.3 Treiberalternativen

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

2.3.9 Erstinbetriebnahme

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

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



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

2.3.10 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung

Bei der erneuten Inbetriebnahme nach einer Firmwareaktualisierung, Rückerhalt des Gerätes nach einer Reparatur oder nach Positions- bzw. Konfigurationsveränderungen der Umgebung des Gerätes sind ähnliche Maßnahmen zu ergreifen wie bei einer Erstinbetriebnahme. Siehe daher auch „2.3.9. *Erstinbetriebnahme*“.

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

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Personenschutz



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

3.2 Regelungsarten

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

3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Konstantspannungs-Betrieb (kurz: CV) oder Spannungsregelung ist eine untergeordnete Betriebsart. Am Eingang der elektronischen Last wird im Normalfall eine Spannungsquelle angeschlossen, die eine gewisse Eingangsspannung für die Last darstellt. Wird im Konstantspannungsbetrieb der Sollwert der Spannung höher eingestellt als die tatsächliche Spannung der Quelle, dann kann die Vorgabe nicht erreicht werden. Die Last entnimmt der Quelle dann keinen Strom. Wird der Spannungssollwert geringer als die Eingangsspannung eingestellt, wird die Last versuchen, die Spannungsquelle so sehr zu belasten (Spannungsabfall über den Innenwiderstand der Quelle), daß deren Spannung auf den gewünschten Wert gelangt. Übersteigt der dazu notwendige Strom den an der Last eingestellten Strom-Maximalwert oder die aufgenommene Leistung nach $P = U_{\text{EIN}} \cdot I_{\text{EIN}}$ den eingestellten Leistungs-Maximalwert, wechselt die Last automatisch in Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb, je nachdem was zuerst auftritt. Dabei kann die Eingangsspannung nicht mehr auf dem gewünschten Wert gehalten werden.

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

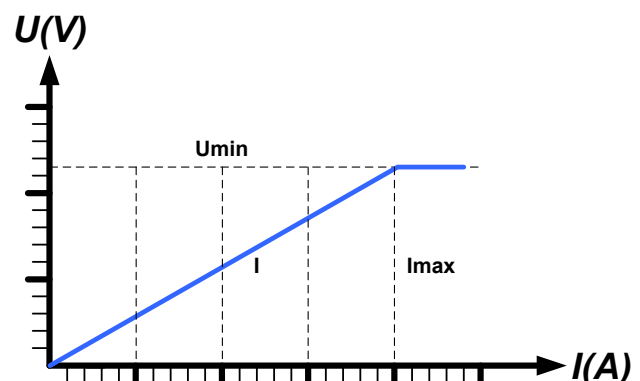
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

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

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

3.2.1.2 Mindesteingangs-Spannung für maximalen Strom

Aufgrund technischer Gegebenheiten hat jedes Modell der Serie einen anderen minimalen Innenwiderstand (R_{MIN}), der bedingt, daß man eine bestimmte Eingangsspannung (U_{MIN}) mindestens anlegen muß, damit die Last den für Sie definierten max. Strom (I_{MAX}) aufnehmen kann. Diese U_{MIN} ist in den technischen Daten für jedes Modell angegeben. Wird weniger Spannung an den Eingang angelegt, kann das Gerät entsprechend weniger Strom aufnehmen, dabei sogar weniger als einstellbar. Der Verlauf ist linear, der maximal aufnehmbare Strom bei einer Eingangsspannung unterhalb U_{MIN} kann daher einfach berechnet werden. Rechts ist eine Prinzipdarstellung zu sehen.



3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

Stromregelung wird auch Strombegrenzung oder Konstantstrom-Betrieb (kurz: CC) genannt und spielt eine wichtige Rolle im Normalbetrieb einer elektronischen Last. Der DC-Eingangsstrom wird durch das Gerät auf dem eingestellten Wert gehalten, indem die Last ihren Innenwiderstand so verändert, daß sich nach dem Ohmschen Gesetz $R = U / I$ aus der DC-Eingangsspannung und dem gewünschten Strom ein Innenwiderstand ergibt, der einen entsprechenden Strom aus der Spannungsquelle fließen läßt. Erreicht der Strom den eingestellten Wert, wechselt das Gerät automatisch in Konstantstrom-Betrieb. Wenn jedoch die aus der Spannungsquelle entnommene Leistung den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt den Eingangsstrom nach $I_{\text{MAX}} = P_{\text{SOLL}} / U_{\text{EIN}}$ ein, auch wenn der eingestellte Strommaximalwert höher ist. Der vom Anwender eingestellte und auf dem Display angezeigte Strommaximalwert ist stets nur eine obere Grenze.

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

3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand

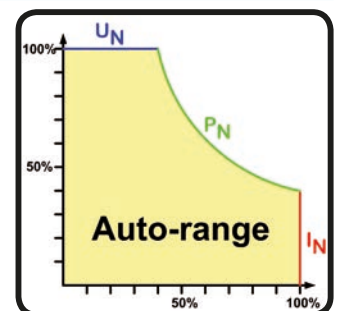
Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert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

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

3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

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

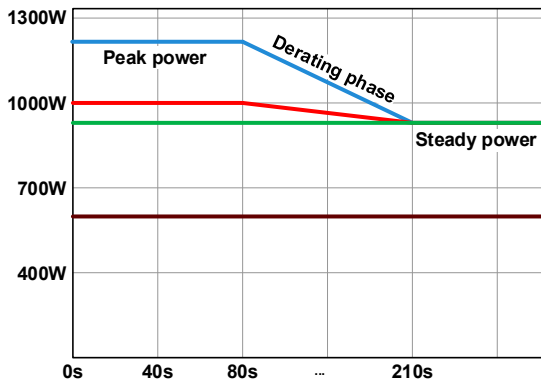
3.2.4.1 Temperaturabhängige Leistungsreduktion

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

Die Zeit, die das Gerät benötigt, um die typische Dauerleistung bei Derating zu erreichen, liegt zwischen 150 und 210 Sekunden. Diese Zeit beinhaltet die Zeit, für die das Gerät bei 25°C oder weniger Außentemperatur die Spitzenleistung aufnehmen kann.

Wenn das Gerät bei weniger Leistung als die genannte Dauerleistung betrieben wird, beeinflusst das Derating den Betrieb nicht merklich. Die interne Begrenzung ist trotzdem immer vorhanden. Würde man z. B. bei einem Modell mit 600 W Dauerleistung mit konstant 400 W Ist-Leistung arbeiten, bei 1200 W Soll-Leistung gesetzt, und würde einen Stromsprung oder Spannungssprung nach oben machen, könnte das Gerät trotzdem keine Ist-Leistung von 1200 W erreichen.

Verdeutlichungen:



Prinzipielle Darstellung des Derating-Verlaufs anhand der 1200 W Klasse

Die Spitzenleistung (Peak power) wird für eine Zeit x aufgenommen, bis das Derating startet. Nach dem eigentlichen Derating-Start pendelt sich die max. Eingangsleistung auf etwa den Wert der Dauerleistung ein (Steady power). Wie hoch diese tatsächlich ist, kann am Leistungs-Istwert des Gerätes erkannt werden. Bei weiterem Anstieg der Umgebungstemperatur wird die Dauerleistung noch etwas sinken.

blau / rot / grün: Modelle mit 80 V, 200 V und 360 V

braun: Modelle mit 500 V oder 750 V

3.2.5 Regelverhalten und Stabilitätskriterium

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

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

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

80 V-Modelle: 1000 µF...4700 µF

200 V-Modelle: 100 µF...470 µF

360 V-Modelle: 68 µF...220 µF

500 V-Modelle: 47 µF...150 µF

750 V-Modelle: 22 µF...100 µF

3.3 Alarmzustände



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

Grundsätzlich werden alle Alarmzustände optisch (Text + Meldung in der Anzeige), akustisch (wenn Alarmton aktiviert) und als auslesbarer Status, sowie Alarmzähler über digitale Schnittstelle signalisiert. Die Alarmzustände 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 Gerät kann nicht zwischen gewolltem Ausschalten und ungewollter Netzunterspannung unterscheiden. Daher kommt jedesmal ein „Alarm: PF“ auf, der in dem Fall des gewollten Trennung vom Netz 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. Nach dem Abkühlen startet das Gerät die Leistungsaufnahme automatisch wieder, der Alarm braucht nicht bestätigt zu werden.

Der Zustand des DC-Eingangs nach einem zeitweiligen OT-Alarm kann im MENU bestimmt werden. Siehe 3.4.3.

3.3.3 Überspannung (Overvoltage)

Ein Überspannungsalarm (kurz: OVP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- die angeschlossene Spannungsquelle eine höhere Spannung auf den DC-Eingang bringt, als mit der einstellbaren Überspannungsalarmschwelle (OVP, 0...103% U_{NENN}) festgelegt

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



Die elektronische Last ist nicht mit Schutzmaßnahmen gegen Überspannung von außen ausgestattet und könnte selbst im ausgeschalteten Zustand beschädigt werden!

3.3.4 Überstrom (Overcurrent)

Ein Überstromalarm (kurz: OCP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- der in den DC-Eingang fließende Eingangsstrom die eingestellte OCP-Schwelle überschreitet

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der speisenden Spannungs- bzw. Stromquelle, damit diese nicht mit zu 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 (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 Herstellerinformationen, Gerätetyp, Firmwareversion(en), Seriennummer, Artikelnummer sowie eine Sprachauswahl an und ist danach betriebsbereit. Im den Einstellmenü MENU (siehe Abschnitt „3.4.3. Konfiguration im MENU“) befindet sich im Untermenü **Allg. Einstellungen** eine Option **DC-Eingang nach Power ON**, mit welcher der Anwender bestimmen kann, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes ist. Werkseitig ist diese Option deaktiviert (=AUS). **AUS** bedeutet, der DC-Eingang wäre nach dem Einschalten des Gerätes immer aus und **Wiederhstl.** bedeutet, daß der letzte Zustand des DC-Eingangs wiederhergestellt wird, so wie er beim letzten Ausschalten war, also entweder ein oder aus. Außerdem werden sämtliche Sollwerte wiederhergestellt.



Für die Dauer der Startphase können die Meldesignale (ALARMS 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

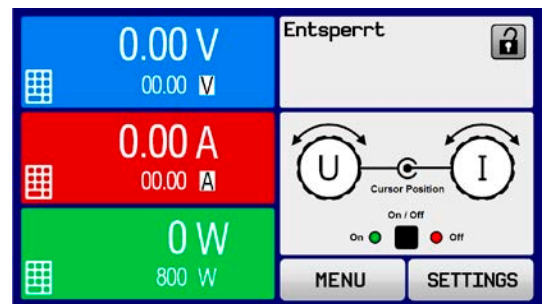
Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des DC-Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein „Alarm: PF“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Der DC-Eingang wird sofort ausgeschaltet und nach kurzer Zeit die Lüfter. Das Gerät ist nach ein paar weiteren Sekunden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

3.4.3 Konfiguration im MENU

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

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 hier nicht angezeigt, daher gilt folgende Regel: oberer Wert -> linker Drehknopf, unterer Wert -> rechter Drehknopf.



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



3.4.3.1 Menü „Allgemeine Einstellungen“

Einstellung	Beschreibung
Fernsteuerung erlauben	Bei Wahl Nein kann das Gerät weder über eine der digitalen, noch über die analoge Schnittstelle fernbedient werden. Der Status, daß die Fernsteuerung gesperrt ist, wird im Statusfeld der Hauptanzeige mit Lokal angezeigt. Siehe auch Abschnitt 1.9.5.1.
Analog-Schnittst.-Bereich	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungs-Ausgang. • 0...5 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 5 V • 0...10 V = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 10 V Siehe auch Abschnitt „3.5.4. Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“.
Analog-Schnittst. Rem-SB	Legt fest, wie der Eingangspin REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in „3.5.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“ angegebenen Pegel. Siehe auch „3.5.4.7. Anwendungsbeispiele“. • Normal = Pegel und Funktion wie in der Tabelle in 3.5.4.4 gelistet • Invertiert = Pegel und Funktion invertiert
Analog Rem-SB Verhalten	Legt fest, wie das Verhalten des Eingangspin REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle gegenüber dem DC-Eingang sein soll: • 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
Analogschnittstelle Pin 6	Pin 6 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig die Gerätealarme OT und PF. Dieser Parameter erlaubt es, nur einen von beiden auf dem Pin auszugeben (3 mögliche Kombinationen): • Alarm OT = Signalisierung des Alarms OT auf Pin 6 ein-/ausschalten • Alarm PF = Signalisierung des Alarms PF auf Pin 6 ein-/ausschalten
Analogschnittstelle Pin 14	Pin 14 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig nur den Gerätealarm OVP. Dieser Parameter erlaubt es, weitere Gerätealarme auf dem Pin auszugeben (7 mögliche Kombinationen): • Alarm OVP = Signalisierung des Alarms OVP auf Pin 14 ein-/ausschalten • Alarm OCP = Signalisierung des Alarms OCP auf Pin 14 ein-/ausschalten • Alarm OPP = Signalisierung des Alarms OPP auf Pin 14 ein-/ausschalten
Analogschnittstelle Pin 15	Pin 15 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt 3.5.4.4) signalisiert standardmäßig nur die Regelungsart CV. Dieser Parameter erlaubt es, einen anderen Gerätestatus auf dem Pin 15 auszugeben (2 Optionen): • Regelungsart = Signalisierung der Regelungsart CV • DC-Status = Signalisierung des Zustandes des DC-Eingangs
DC-Eingang nach OT Alarm	Legt fest, wie sich die DC-Leistungsstufen des Gerätes nach einem Übertemperatur-Alarm und erfolgter Abkühlung verhalten sollen: • AUS = DC-Anschluß bleibt aus • AUTO = DC-Anschluß schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
DC-Eingang nach Power ON	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. • AUS = DC-Eingang ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • Wiederhstl. = Zustand des DC-Eingangs wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war
Einst. Spannungsregler	Wählt die Regelungsgeschwindigkeit des internen Spannungsreglers zwischen Langsam und Schnell . Siehe „3.2.1.1. Geschwindigkeit des Spannungsreglers“
DC-Eingang nach PF-Alarm	Legt fest, wie sich der DC-Eingang des Gerätes nach einem Powerfail-Alarm (siehe), wie z. B. durch Unterspannung verursacht, verhalten soll: • AUS = DC-Eingang bleibt aus • AUTO = DC-Eingang schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war

Einstellung	Beschreibung
DC-Eingang nach Remote	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Verlassen, d. h. manuelles oder per Befehl veranlaßtem Beenden der Fernsteuerung sein soll. • AUS = DC-Eingang ist nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • AUTO = Zustand des DC-Eingangs wird beibehalten
R-Modus aktivieren	Aktiviert die Innenwiderstandsregelung mit Ja bzw. deaktiviert Nein . 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	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch 1.9.5.5 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)	Beim USB-Logging werden standardmäßig alle Werte in der CSV-Datei mit Einheit aufgezeichnet. Dies kann hier mit Nein deaktiviert werden.
Gerät abgleichen	Bedienfeld Start startet eine Kalibrierungsroutine, sofern das Gerät momentan im U/I- oder P/I-Modus ist.
Gerät zurücksetzen	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	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes

3.4.3.2 Menü „Nutzer-Events“

Siehe „3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)“ auf Seite 51.

3.4.3.3 Menü „Profile“

Siehe „3.9 Nutzerprofile laden und speichern“ auf Seite 53.

3.4.3.4 Menü „Übersicht“

Diese Menüseiten zeigen eine Übersicht der aktuellen Sollwerte (U, I, P bzw. U, I, P, R) und Gerätealarmeinstellungen, sowie die Eventeinstellungen und Einstellungsgrenzen an.

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 54.

3.4.3.7 Menü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zum auf der Rückseite des Gerätes befindlichen Ethernet/LAN-Port getroffen. Der USB-Port benötigt keine Einstellungen. Das Gerät hat bei Auslieferung oder nach einer Zurücksetzung des Gerätes folgende Standard-Netzwerkparameter:

- DHCP: aus
- IP: 192.168.0.2
- Subnetzmaske: 255.255.255.0
- Gateway: 192.168.0.1
- Port: 5025
- DNS: 0.0.0.0
- Hostname: leer, aber über HMI einstellbar
- Domäne: leer, aber über HMI einstellbar

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

Untermenü „Ethernet -> IP-Einstellungen“

Element	Beschreibung
DHCP	Bei Einstellung DHCP wird das Gerät nach dem Einschalten versuchen, von einem DHCP-Server die Netzwerkparameter (IP, Subnetzmaske, Gateway, DNS) zugewiesen zu bekommen. Ebenso, wenn man von Manual auf DHCP wechselt und mit Taste ENTER übernimmt. Sollte die DHCP-Konfiguration nicht erfolgreich sein, werden die für Manual eingestellten Parameter verwendet und im Übersichtsbildschirm Einstell. anzeigen würde dann DHCP (Fehler) angezeigt, statt DHCP (aktiv) .
Manuell	Manual (Standardeinstellung): setzt die Standard-Netzwerkparameter (nach Auslieferung oder Reset) bzw. die zuletzt eingestellten. Diese Parameter werden durch Einstellung DHCP nicht überschrieben und sind nach Wechsel zu Manual wieder verfügbar.
IP-Adresse	Nur verfügbar, wenn Manual gewählt wurde. Standardwert: 192.168.0.2 Dauerhafte Einstellung einer fixen IP-Adresse für das Gerät im üblichen IP-Adressformat
Subnetzmaske	Nur verfügbar, wenn Manual gewählt wurde. Standardwert: 255.255.255.0 Dauerhafte Einstellung einer fixen Subnetzmaske im üblichen IP-Adressformat
Gateway	Nur verfügbar, wenn Manual gewählt wurde. Standardwert: 192.168.0.1 Dauerhafte Einstellung einer fixen Gateway-Adresse im üblichen IP-Adressformat
Port	Standardwert: 5025 Hier wird der zur IP-Adresse gehörige Port eingestellt, über den TCP/IP-Zugriff bei Fernsteuerung über Ethernetschnittstelle stattfindet
DNS-Adresse	Standardwert: 0.0.0.0 Geben Sie hier die IP des Domain Name Servers (kurz: DNS) an, der im Netzwerk vorhanden sein sollte, um Domäne und Hostname als alternative Zugriffsvariante statt der IP verwenden zu können

Untermenü „Ethernet“

Element	Beschreibung
Hostname	Hier kann der Hostname des Gerätes für den lokalen DNS definiert werden
Domäne	Hier kann die Domäne des Gerätes für den lokalen DNS definiert werden
TCP Keep-Alive	Standardeinstellung: deaktiviert Aktiviert/deaktiviert die sogenannte "keep-alive" Funktionalität des TCP

Untermenü „Kom.-Protokolle“

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

Untermenü „Kom.-Timeout“

Element	Beschreibung
Timeout USB (ms)	Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 USB/RS232-Kommunikations-Timeout in Millisekunden. Stellt die Zeit ein, die max. zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes einer Nachricht ablaufen darf. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programming ModBus RTU & SCPI“.
Timeout ETH (s)	Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Findet während der eingestellten Zeit keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung von seitens des Gerätes. Das Timeout wird unwirksam, solange die Option TCP Keep-alive aktiviert ist.

3.4.3.8 Menü „HMI-Einstellung“

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

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch, Russisch oder Chinesisch. Diese Sprachauswahl erscheint auch für 3 Sekunden beim Start des Gerätes.
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.
HMI Sperre	Siehe „3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren“ auf Seite 52.
Limits Sperre	Siehe „3.8 Einstellgrenzen (Limits) sperren“ auf Seite 52
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 49.
Statusseite	Aktiviert/deaktiviert zwei auf die Hauptanzeige bezogene Optionen bezüglich der Istwertdarstellung. 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. Alternative Statusseite: schaltet die normale Hauptanzeige mit den Soll- und Istwerten von Spannung, Strom und Leistung bzw. Widerstand, wenn aktiviert, um auf eine simplere Darstellung mit nur Spannung und Strom, plus Status. Standardeinstellung: beide deaktiviert

3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)



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

Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P, R) von 0...102% 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 auf der jeweiligen Seite, also z. B. „3. Limits“, 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.

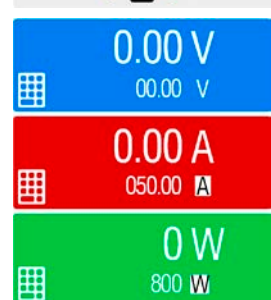
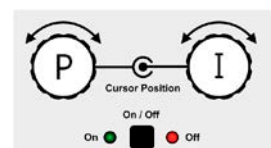
Beispiel: Wenn man die obere Einstellgrenze des Stromes (I-max) auf 35 A einstellen möchte und der Stromsollwert ist noch auf 40 A eingestellt, dann müßte man den Stromsollwert zuerst auf 35 A oder geringer einstellen, um I-max auf 35 A setzen zu können.

3.4.5 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung einer EL 9000 DT 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 keinem Drehknopf zugewiesen ist.

► So wechseln Sie die Bedienart (zwei Möglichkeiten)

1. Sofern das Gerät nicht in Fernsteuerung oder das Bedienfeld gesperrt ist, tippen Sie auf die Abbildung des rechten Drehknopfes (siehe Abbildung rechts), dann wechselt dessen Zuordnung zwischen I, 2x P und 2x R (wenn Widerstandsmodus aktiviert) und wird entsprechend angezeigt.
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 Eingang dann tatsächlich als aktuelle Regelungsart bzw. Betriebsart einstellt, hängt nur von den Sollwerten ab. Mehr Informationen dazu finden Sie in „3.2. Regelungsarten“.

3.4.6 Sollwerte manuell einstellen

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

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



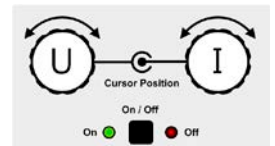
Die Eingabe von Sollwerten, egal ob per Knopf oder direkt, setzt den Sollwert immer sofort, egal ob der DC-Eingang ein- oder ausgeschaltet ist.



Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.4.4 Einstellgrenzen („Limits“)“ auf Seite 39. Bei Erreichen einer der Grenzen wird in der Anzeige, links neben dem Wert, für 1,5 Sekunden ein Hinweis „Limit: U-max“ usw. eingeblendet (manuelle Einstellung) bzw. der eingegebene Wert abgelehnt (Direkteingabe).

► So können Sie manuell Sollwerte mit den Drehknöpfen einstellen

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



1000W → 1000W → 10000W

► 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.



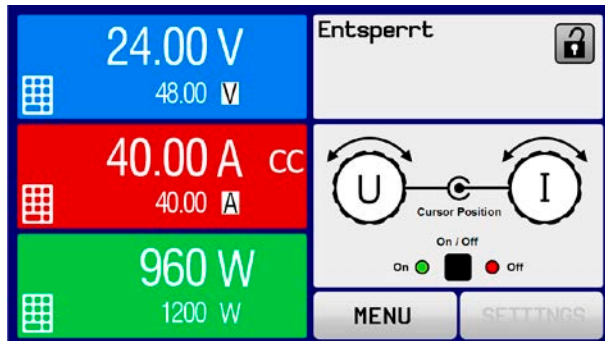
Wird ein Wert eingegeben, der höher als die jeweilige Einstellgrenze ist, erscheint ein Hinweis und der eingegebene Wert wird auf 0 zurückgesetzt und nicht übernommen.

3.4.7 Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln

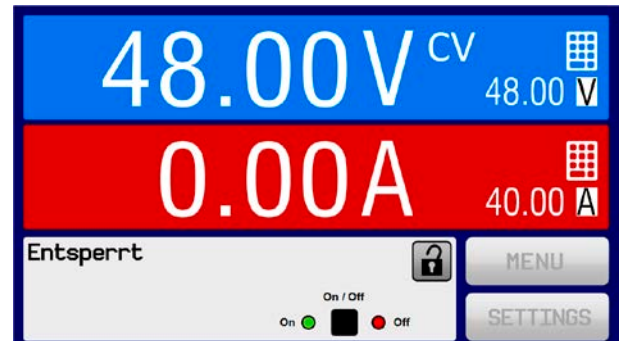
Die Hauptanzeige, auch genannt Statusseite, mit ihren Soll- und Istwerten sowie den Gerätestatus, kann auf eine einfachere Darstellung umgeschaltet werden, die nur Werte von Spannung und Strom, sowie den Status anzeigt.

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-Einstellung““ zu finden. Vergleich der Anzeige-Modi:

Normale Statusseite



Alternative Statusseite



Einschränkungen der alternativen Statusseite:

- Die Soll- und Istwerte von Leistung und Widerstand werden nicht angezeigt und die Sollwerte sind 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 Eingang = aus und nur in SETTINGS eingestellt werden.

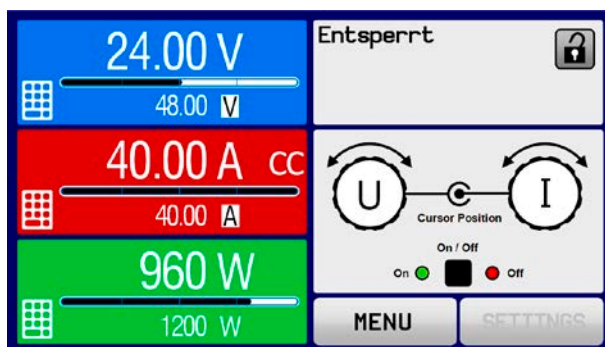
Für die manuelle Bedienung am HMI im Modus „alternative Statusseite“ gilt:

- 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-Einstellung““ 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 bzw. die PIN einzugeben, sofern diese im Menü „HMI-Sperre“ aktiviert wurde.
2. Jenachdem, ob der Eingang vor der Betätigung der Taste ein- oder ausgeschaltet war, wird der entgegengesetzte Zustand aktiviert, sofern nicht durch einen Alarm oder den Zustand „Fern“ verhindert. Der aktuelle Zustand wird in der Anzeige (Statusfeld) gemeldet.

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

1. Siehe Abschnitt „3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“ auf Seite 45.

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

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

3.4.10 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 „1.9.5.5. USB-Port (Vorderseite)“.

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

3.4.10.1 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/Stopp)

Bei Einstellung **Start/Stopp 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/Stopp** 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, die USB-Schnittstelle oder die Ethernet-Schnittstelle möglich. Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine digitale im Eingriff sein kann.

Das bedeutet, wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktiver analoger Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW) auf Fernsteuerung per digitaler Schnittstelle umzuschalten, würde das Gerät auf der digitalen Schnittstelle einen Fehler zurückmelden. Im umgekehrten Fall würde die Umschaltung per Pin REMOTE einfach ignoriert. In beiden Fällen ist jedoch Monitoring, also das Überwachen des Status' bzw. das Auslesen von Werten, immer möglich.

3.5.2 Bedienorte

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

Bedienort laut Anzeige	Erläuterung
-	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 (Anzeige **Fern**:), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muß später auf der PC-Seite, sobald „**Lokal**“ nicht mehr aktiv ist, erneut übernommen werden, sofern nötig
- Falls Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiv ist (Anzeige **Fern**:), wird die Fernsteuerung nur solange unterbrochen bis **Lokal** wieder beendet, sprich die Fernsteuerung wieder erlaubt wird, weil der Pin REMOTE an der Analogschnittstelle weiterhin das Signal „Fernsteuerung = ein“ vorgibt, es sei denn dies wird während der Phase mit **Lokal** geändert

3.5.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle

3.5.3.1 Schnittstellenwahl

Das Gerät unterstützt nur die eingebauten Schnittstellen USB und Ethernet.

Für die USB-Schnittstelle wird ein Standardkabel mitgeliefert, sowie ein Windows-Treiber auf USB-Stick. Diese Schnittstelle benötigt keine Einstellungen im Setup-Menü.

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

3.5.3.2 Allgemeines

Zur Installation des Netzwerkanschlusses siehe „1.9.7. Ethernetport“.

Die Schnittstellen benötigen nur wenige oder keine Einstellungen für den Betrieb bzw. können bereits mit den Standardeinstellungen direkt verwendet werden. Die zuletzt getroffenen Einstellungen werden dauerhaft gespeichert, können aber auch über den Menüpunkt **Gerät zurücksetzen** auf die Standardwerte zurückgebracht werden.

Über die digitalen Schnittstellen können in erster Linie Sollwerte (Strom, Spannung, Leistung), sowie Gerätezustände gesetzt oder ausgelesen werden. In zweiter Linie sind fast alle über das HMI einstellbaren Werte (Schutz, Limits), sowie einige Betriebsparameter über Fernsteuerung einstellbar.

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

3.5.3.3 Programmierung

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

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.5.4.1 Allgemeines

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

- Fernsteuerung von Strom, Spannung, Leistung und Widerstand
- Fernüberwachung Status (CV, Zustand DC-Eingang)
- Fernüberwachung Alarmer (OT, OVP, OPP, OCP, PF)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Einganges

Das Stellen der **drei** Sollwerte Spannung, Strom und Leistung über analoge Schnittstelle geschieht **immer zusammen**. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben und Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellen oder umgekehrt. Steuerung des Widerstandssollwertes ist zusätzlich möglich.

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

Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V für jeweils 0...100% Nennwert betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches findet im Geräte-Setup statt, siehe Abschnitt „3.4.3. Konfiguration im MENU“. Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird dabei angepaßt. Es gilt dann folgendes:

0-5 V: Referenzspannung = 5 V, 0...5 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert, 0...100% Istwert entsprechen 0...5 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON).

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

Vorgabe von Sollwerten, auch solche die den definierten Bereich übersteigen, wie z. B. >5 V im gewählten 5 V-Bereich oder >10 V im gewählten 10 V-Bereich, wird abgefangen, indem der jeweilige Sollwert durch die Einstellungsgrenzen (Limits) begrenzt wird.

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!

- Fernsteuerung des Gerätes erfordert die Umschaltung auf Fernsteuerbetrieb mit Pin REMOTE (5). Einzige Ausnahme ist der Pin REM-SB, der auch davon unabhängig funktioniert
- Bevor die Steuerung verbunden wird, welche die analoge Schnittstelle bedienen soll, ist zu prüfen, daß die Steuerung keine höheren Spannungen als spezifiziert auf die Pins geben kann
- Die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL bzw. RSEL (falls R-Modus aktiviert) dürfen bei Fernsteuerung über die analoge Schnittstelle nicht unbeschaltet bleiben, da sonst schwebend (floating). Sollwerte die nicht gestellt werden sollen können auf einen festen Wert oder auf 100% gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)

3.5.4.2 Auflösung

Intern wird die analoge Schnittstelle digital verarbeitet. Das bedingt zum Einen eine bestimmte, maximal stellbare Auflösung. Diese ist für alle Sollwerte (VSEL usw.) und Istwerte (VMON/CMON) gleich und beträgt 26214, bei Verwendung des 10 V-Bereiches. Bei gewähltem 5 V-Bereich halbiert sich die Auflösung. Durch Toleranzen am analogen Eingang kann sich die tatsächliche Auflösung leicht verringern.

3.5.4.3 Quittieren von Alarmmeldungen

Alarmmeldungen des Gerätes (siehe 3.6.2) erscheinen immer in der Anzeige, einige davon auch als Signal auf der analogen Schnittstelle (siehe Tabelle unten).

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

Die Alarmer OV, OC und OP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch „3.6.2. Gerätealarmer und Events handhaben“). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Eingangs per Pin REM-SB quittiert werden, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50 ms für LOW).

3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle

Pin	Name	Typ*	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** Eingangsimpedanz $R_i > 40 \text{ k}\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von I_{Nenn}	
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% ***** , bei $I_{max} = +5 \text{ mA}$ Kurzschlußfest gegen AGND
4	DGND	POT	Bezugspotential für alle digitalen Signale		Für Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung interne / externe Steuerung	Extern = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Intern = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Intern, wenn unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1 \text{ mA}$ bei 5 V U_{LOW} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
6	ALARMS 1	DO	Übertemperatur Power fail	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{Max} = -10 \text{ mA}$ bei $U_{CE} = 0,3 \text{ V}$ $U_{Max} = 30 \text{ V}$ Kurzschlußfest gegen DGND
7	RSEL	AI	Sollwert Widerstand	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von R_{Max}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** Eingangsimpedanz $R_i > 40 \text{ k}\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von P_{Nenn}	
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit < 0,2% bei $I_{Max} = +2 \text{ mA}$ Kurzschlußfest gegen AGND
10	CMON	AO	Istwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von I_{Nenn}	
11	AGND	POT	Bezugspotential für alle analogen Signale		Für -SEL, -MON, VREF Signale
12	R-ACTIVE	DI	Widerstandsregelung ein / aus	Aus = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Ein, wenn unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1 \text{ mA}$ bei 5 V U_{LOW} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
13	REM-SB	DI	DC-Eingang AUS (DC-Eingang EIN) (Alarme quittieren ****)	Aus = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Ein, wenn unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = +1 \text{ mA}$ bei 5 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
14	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 Vcc ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{max} = -10 \text{ mA}$ bei $U_{ce} = 0,3 \text{ V}$, $U_{max} = 0 \dots 30 \text{ V}$ Kurzschlußfest gegen DGND
15	STATUS***	DO	Spannungsregelung aktiv DC-Eingang	CV = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$ Aus = LOW, $U_{Low} < 1 \text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4 \text{ V}$	

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

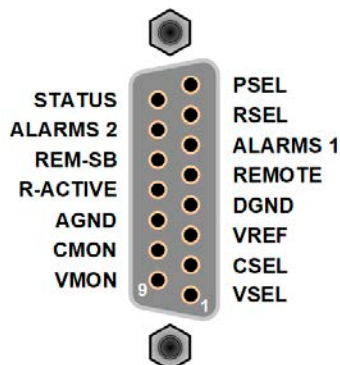
** Interne Vcc ca. 10 V

*** 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

	Digitaler Eingang (DI) Es ist ein möglichst niederohmiger Schalter zu verwenden ist (Relaiskontakt, Schalter, Schütz o.ä.), um das Signal sauber nach DGND zu schalten.		Analoger Eingang (AI) Hochohmiger Eingang (Impedanz: >40 k...100 kΩ) einer OP-Schaltung.
	Digitaler Ausgang (DO) Ein Quasi-Open-Collector, weil hochohmiger Pullup-Widerstand gegen interne Versorgung. Ist im geschalteten Zustand LOW und kann keine Lasten treiben, sondern nur schalten, wie im Bild links am Beispiel eines Relais' gezeigt.		Analoger Ausgang (AO) Ausgang einer OP-Schaltung, nicht oder nur sehr gering belastbar. Siehe Tabelle oben.

3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

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



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

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

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

Folgende Situationen können auftreten:

- Fernsteuerung wurde aktiviert**

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

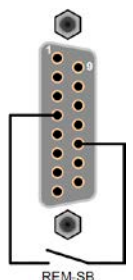


Wird der Pin nicht beschaltet bzw. der angeschlossene Kontakt ist offen, ist der Pin HIGH. Bei Einstellung „Anlogschnittstelle Rem-SB = Normal“ entspricht das der Vorgabe „DC-Eingang einschalten“. Das heißt, sobald mit Pin REMOTE auf Fernsteuerung umgeschaltet wird, schaltet der DC-Eingang ein!

- Fernsteuerung wurde nicht aktiviert**

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

DC-Eingang	+	Pegel an Pin REM-SB	+	Parameter „Anlogschnittstelle REM-SB“	→	Verhalten
ist aus	+	HIGH	+	Normal	→	DC-Eingang nicht gesperrt. Er kann mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden.
		LOW	+	Invertiert		
	+	HIGH	+	invertiert	→	DC-Eingang gesperrt. Er kann nicht mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden. Bei Versuch wird eine Anzeige im Display bzw. eine Fehlermeldung erzeugt.
		LOW	+	normal		



Ist der DC-Eingang bereits eingeschaltet, bewirkt der Pin die Abschaltung dessen bzw. später erneutes Einschalten, ähnlich wie bei aktivierter Fernsteuerung:

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

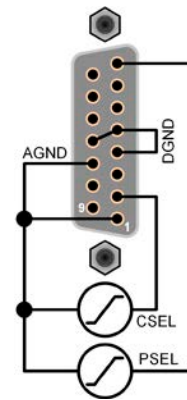
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW).

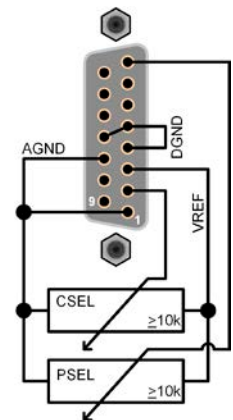
Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL von beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Die E-Last kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA Belastung für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens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

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

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



Beispiel mit ext. Spannungsquelle



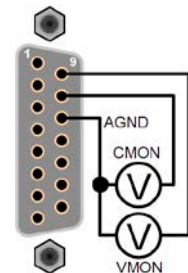
Beispiel mit Potis



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

c) Istwerte erfassen

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



3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Gerätealarmen (siehe „3.3. Alarmzustände“), wie Überspannung, und benutzerdefinierten Ereignissen wie z. B. **OVD** (Überspannungsüberwachung). Während Gerätealarme, bei denen der DC-Eingang zunächst ausgeschaltet wird, in erster Linie zum Schutz der angeschlossenen Quelle dienen, können benutzerdefinierte Ereignisse den DC-Eingang abschalten (bei **Aktion = ALARM**), aber auch nur als akustisches 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.	Event: OPD
WARNUNG	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion WARNUNG auslöst, werden in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich eingeblendete Meldung ausgegeben, sowie ein akustisches Signal ausgegeben (falls der Alarmton aktiviert ist).	
ALARM	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion ALARM oder einen Alarm auslöst, werden nur in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich eingeblendete Meldung, sowie ein akustisches Signal ausgegeben (falls der Alarmton aktiviert ist). Weiterhin wird der DC-Eingang ausgeschaltet. Bestimmte Gerätealarme werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert und können über digitalen Schnittstellen abgefragt werden.	

3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben

Wichtig zu wissen:



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

Bei Auftreten eines Gerätealarms wird üblicherweise zunächst der DC-Eingang ausgeschaltet, eine Meldung in der Mitte der Anzeige 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. Falls in der Anzeige ein Alarm als überlagernde Meldung angezeigt wird, mit **OK**.
2. Falls 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 RTU & SCPI“.

Manche Gerätealarme können konfiguriert werden:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OVP	OverVoltage Protection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Der DC-Eingang wird ausgeschaltet.	0 V...1,03*U _{Nenn}	Anzeige, Analogschnittst., digitale Schnittstellen
OCP	OverCurrent Protection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Der DC-Eingang wird ausgeschaltet.	0 A...1,1*I _{Nenn}	
OPP	OverPower Protection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Der DC-Eingang wird ausgeschaltet.	0 W...1,1*P _{Nenn}	

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Meldeorte
PF	Power Fail	Netzunter- oder überspannung. Löst einen Alarm aus, wenn die AC-Versorgung außerhalb der Spezifikationen des Gerätes arbeiten sollte (Spannung/Frequenz) oder wenn das Gerät von der AC-Versorgung getrennt wird, z. B. durch Ausschalten am Netzschalter. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet. Der Zustand des DC-Eingangs nach einer temporäre Unterspannung kann über eine Einstellung gewählt werden. Siehe 3.4.3.1.	Anzeige, Analogschnittst., digitale Schnittstellen
OT	OverTemperature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle überschreitet. Der DC-Eingang wird ausgeschaltet. Der Zustand des DC-Eingangs nach Abkühlung kann über eine Einstellung gewählt werden. Siehe 3.4.3.1.	

► 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 103% bzw. 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 34)

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 dann entweder **Ton an** oder **Ton aus** wählen und mit  bestätigen.

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.

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. Tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld **SETTINGS**.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen 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.



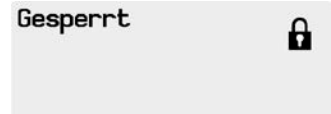
Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man auf der jeweiligen Seite unten auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.

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 (Einstellung: **Alles sperren**) oder mit Ausnahme der Taste **On/Off** (Einstellung: **EIN/AUS zulassen**) sperren möchten bzw. ob die Sperre zusätzlich mit einer PIN belegt werden soll (Einstellung: **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 Bildschirmoberfläche des gesperrten HMI oder betätigen Sie einen der Drehknöpfe oder betätigen Sie den Taster **On/Off** (nur bei kompletter Sperre).
2. Es erscheint eine Abfrage: .
3. Entsperrern Sie das HMI mittels des Bedienfeldes **Entsperrern**. 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 Einstellgrenzen (Limits) sperren

Um zu verhindern, daß die mit dem Gerät arbeitende, jedoch unprivilegierte Person durch versehentliches oder absichtliches Verstellen falsche Sollwerte setzt, können Einstellgrenzen definiert (siehe auch „3.4.4. Einstellgrenzen („Limits“)“) und mittels einer PIN gegen Veränderung gesperrt werden. Dadurch werden die Menüpunkte **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 **HMI Einstellungen**, danach 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 **Entsperrern** und werden dann aufgefordert, die vierstellige PIN einzugeben.
4. Deaktivieren Sie die Sperre nach der Eingabe der korrekten PIN mit ENTER.

3.9 Nutzerprofile laden und speichern

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

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

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

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

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



3.10 Der Funktionsgenerator

3.10.1 Einleitung

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

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.

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 (Sequenzpunkte) mit jeweils Startspannung, Endspannung und Zeit
Arbiträr	Generierung eines Ablaufs von bis zu 99 konfigurierbaren Kurvenpunkten mit jeweils Startwert (AC/DC), Endwert (AC/DC), Startfrequenz, Endfrequenz, Phasenwinkel und Dauer
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe
Batterietest	Batterie-Entladung mit konstantem oder gepulstem Strom, sowie Zeit-, Ah- und Wh-Messung
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 oder Dreieck muß eine minimale Steigung eingehalten werden, die sich aus dem jeweiligen Nennwert von U oder I berechnen läßt. Dadurch läßt sich schon vorher bewerten, ob eine gewisse Rampe über eine gewisse Zeit überhaupt machbar ist. Beispiel: es wird eine EL 9080-60 DT verwendet, mit Nennwert U von 80 V und Nennwert I von 60 A. **Formel: min. Steigung = $0,000725 \cdot \text{Nennwert} / \text{s}$** . 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 43 mA/s. Die max. erreichbare Zeit für einen Anstieg/Abfall errechnet sich dann als **$t_{\text{Max}} = \text{Nennwert} / \text{min. Steigung}$** , das sind ca. 1379 Sekunden.

3.10.3 Arbeitsweise

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

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

Auf einen der Sollwerte U und I kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen Sollwerte sind dann konstant und wirken begrenzend. Das bedeutet, wenn man beispielsweise 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 gewünschten 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 keine 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. Das ist nur bei ausgeschaltetem DC-Eingang möglich.



► So wählen Sie eine Funktion aus und stellen Parameter ein

1. Tippen Sie bei ausgeschaltetem DC-Eingang auf das Bedienfeld



2. Im Menü tippen Sie auf  und danach auf die gewünschte Funktion.
3. Je nach gewählter Funktion kommt noch eine Abfrage, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte:  oder .
4. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein, z. B. für eine Sinuskurve den Offset und die Amplitude, sowie Frequenz.



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

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



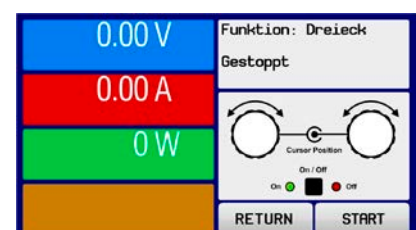
Diese Grenzwerte sind bei Eintritt in den Funktionsgenerator-Modus zunächst auf unproblematische generelle Werte zurückgesetzt, die verhindern können, daß das Gerät Strom aufnimmt, wenn sie nicht entsprechend angepaßt werden.

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

► So laden Sie eine Funktion

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

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





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

► So starten und stoppen Sie eine Funktion

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



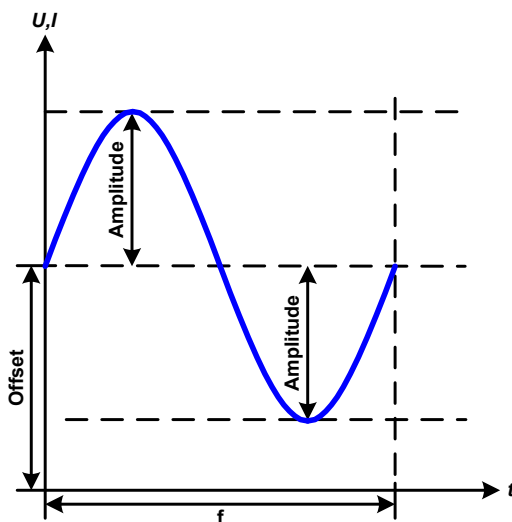
Bei Gerätealarmen (Überspannung, Übertemperatur usw.) oder Schutzfunktionen (OPP, OCP) oder Events mit Aktion= Alarm stoppt der Funktionsablauf automatisch, der DC-Eingang wird ausgeschaltet und der Alarm gemeldet.

3.10.5 Sinus-Funktion

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

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

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

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

Beispiel: Sie stellen bei einer Eingangsspannung von 15 V und sin(I) die Amplitude auf 25 A ein, bei einem Offset von 30 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann $(30 \text{ A} + 25 \text{ A}) \cdot 15 \text{ V} = 825 \text{ W}$.

3.10.6 Dreieck-Funktion

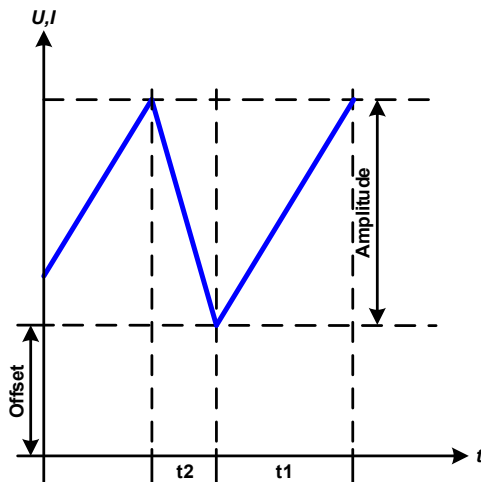
Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

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



Bei sehr kurzen Zeiten für t1 und t2 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein dreieckförmiges Signal für den Eingangsstrom (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

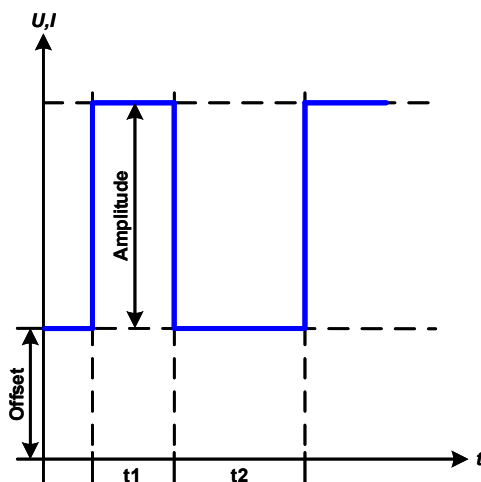
Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit (Puls) des oberen Wertes (Amplitude) des Rechtecksignals
t2	0,01 ms...36000 s	Zeit (Pause) des unteren Wertes (Offset) des Rechtecksignals



Bei sehr kurzen Zeiten für t1 und t2 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein rechteckförmiges Signal 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.

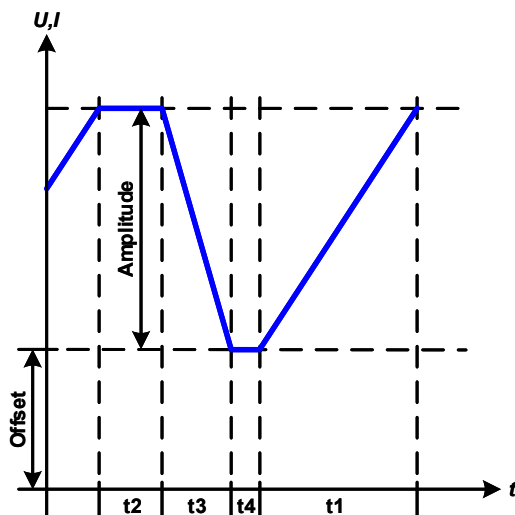
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müßte die Summe von t1 und t2, also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t1 = 40 \text{ ms} \cdot 0,8 = 32 \text{ ms}$. 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 - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Trapezes
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals
t2	0,01 ms...36000 s	Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals
t3	0,01 ms...36000 s	Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals
t4	0,01 ms...36000 s	Zeit des Low-Wertes (Offset) des Trapezsignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

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



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

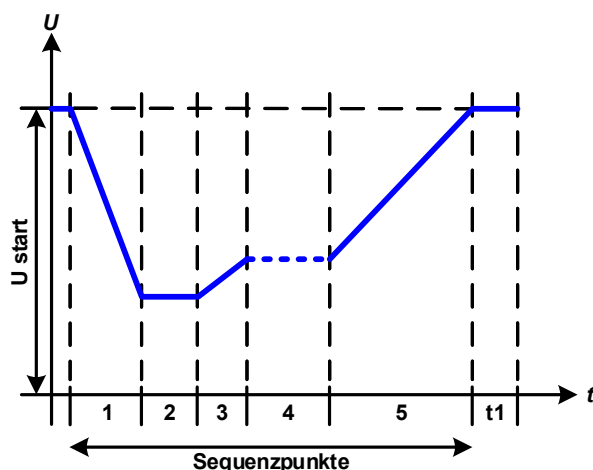
3.10.9 DIN 40839-Funktion

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

Folgende Parameter können für die DIN 40839 Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Seq.	Erläuterung
Ustart	0...Nennwert von U	1-5	Anfangsspannungswert einer Rampe
Uend	0...Nennwert von U	1-5	Endspannungswert einer Rampe
Seq.Zeit	0,01 ms...36000 s	1-5	Zeit für die abfallende oder ansteigende Rampe
Seq.Zyklen	∞ oder 1...999	-	Anzahl der Abläufe der Kurve
Zeit t1	0,01 ms...36000 s	-	Zeit nach Ablauf der Kurve, bevor wiederholt wird (Zyklen $\neq$ 1)

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Die Funktion eignet sich nicht für den alleinigen Betrieb der elektronischen Last, sondern nur für den Verbund der elektronischen Last mit einem kompatiblen Netzgerät. Dabei sorgt die Last als Senke für den schnellen Abfall der Ausgangsspannung des Netzgerätes, damit der Ausgangsspannungsverlauf der DIN-Kurve entspricht.

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

3.10.10 Arbiträr-Funktion

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

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

Folgende Parameter können für jeden Sequenzpunkt der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
$I_s(AC) / U_s(AC)$	0...50% Nennwert I oder U	Anfangsamplitude des sinusförmigen Anteils
$I_e(AC) / U_e(AC)$	0...50% Nennwert I oder U	Endamplitude des sinusförmigen Anteils
$f_s(1/T)$	0 Hz...10000 Hz	Anfangsfrequenz des sinusförmigen Anteils
$f_e(1/T)$	0 Hz...10000 Hz	Endfrequenz des sinusförmigen Anteils
Winkel	0°...359 °	Anfangswinkel des sinusförmigen Anteils
$I_s(DC) / U_s(DC)$	$I_s(AC) \dots (\text{Nennwert von I} - I_s(AC))$ oder $U_s(AC) \dots (\text{Nennwert von U} - U_s(AC))$	Startwert des DC-Anteils
$I_e(DC) / U_e(DC)$	$I_e(AC) \dots (\text{Nennwert von I} - I_e(AC))$ oder $U_e(AC) \dots (\text{Nennwert von U} - U_e(AC))$	Endwert des DC-Anteils
Seq. Zeit	0,01 ms...36000 s	Zeit für den gewählten Sequenzpunkt



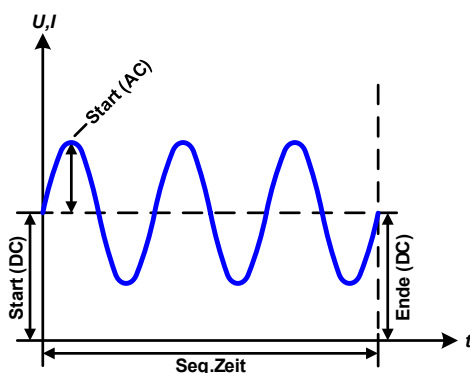
Die Sequenzpunktzeit (Seq.zeit) und die Startfrequenz/Endfrequenz stehen in Zusammenhang. Es besteht ein minimum $\Delta f/s$ von 9,3. Also würde z. B. eine Einstellung mit $f_s = 1$ Hz, $f_e = 11$ Hz und Seq.zeit = 5 s nicht akzeptiert, weil das $\Delta f/s$ dann nur 2 wäre. Bei Seq.zeit = 1 s paßt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

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

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

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

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

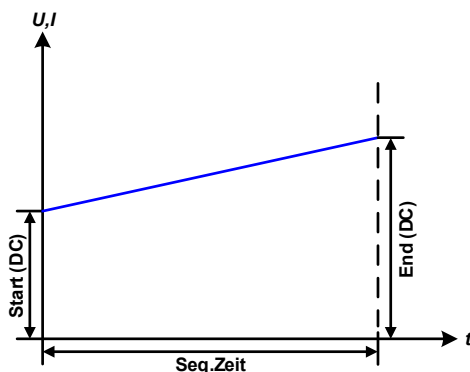
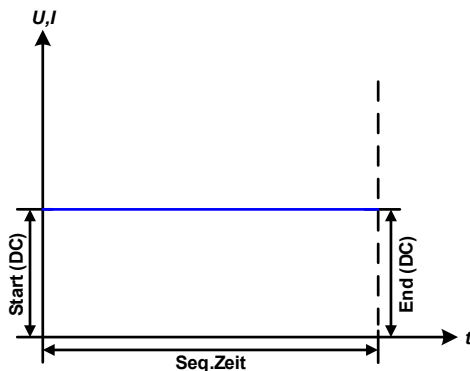
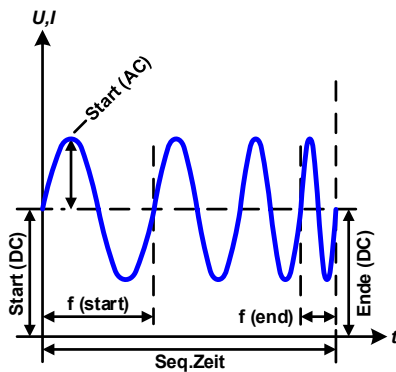
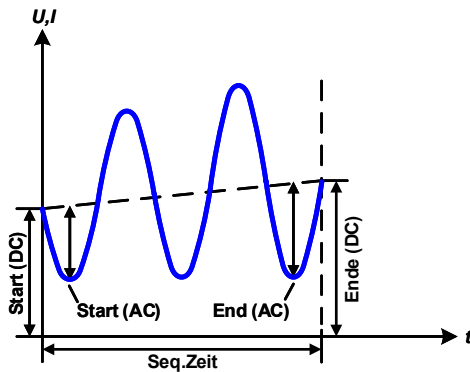
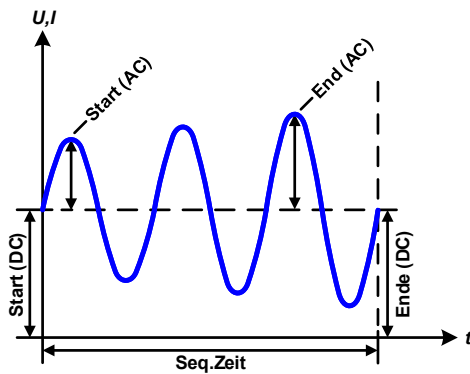
Beispiel 1

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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 Sequenzpunktzeit und der Frequenz ab. Wäre die Zeit beispielsweise 1 s und die Frequenz 1 Hz, entstünde genau 1 Sinuswelle. Wäre bei gleicher Frequenz die Zeit nur 0,5 s, entstünde nur eine Sinushalbwellen.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 2

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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

Beispiel 3

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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

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

Beispiel 4

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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

Beispiel 5

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

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

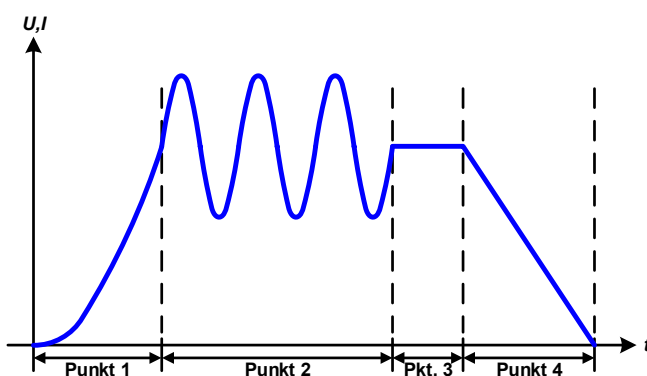
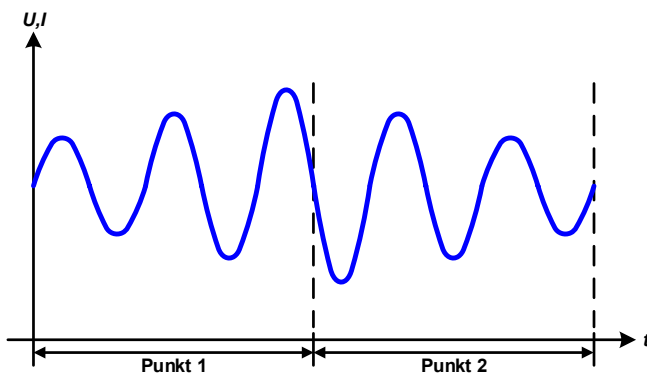
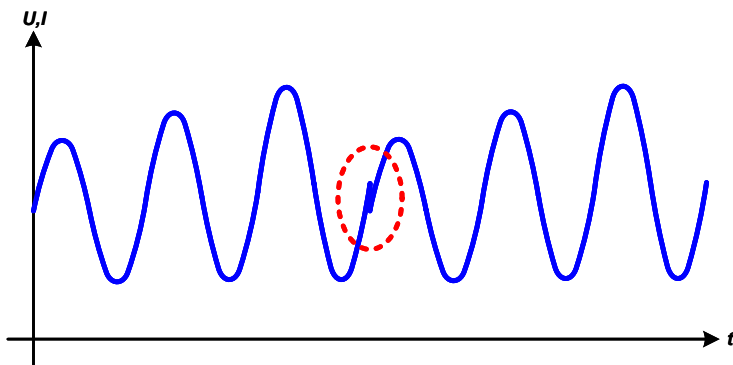
Beispiel 6

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:

Ähnlich Beispiel 3, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Diese sind hier bei Start (DC) und Ende (DC) 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 Abfolge aus Rechteck-Funktionen mit unterschiedlichen Amplituden bzw. Duty Cycles erzeugen.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 7

Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes:

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

Beispiel 8

Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten:

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

Beispiel 9

Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten:

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

Punkt 2: 3 Sinuswellen (Verhältnis von 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 (nur FAT32-formatiert) gespeichert oder von diesem geladen werden. Dabei gilt, daß beim Speichern immer alle 99 Punkte in eine Textdatei vom Typ CSV gespeichert werden, beim Laden umgekehrt genauso.

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

- Die Tabelle muß genau 99 Zeilen (100 werden zwecks Kompatibilität auch akzeptiert) mit jeweils 8 aufeinanderfolgenden Spalten enthalten und darf keine Lücken aufweisen
- Das zu verwendende Spaltentrennzeichen (Semikolon, Komma) wird über die Einstellung „USB-Trennzeichenformat“ festgelegt und bestimmt auch das Dezimaltrennzeichen (Komma, Punkt)
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß
- Der Dateiname muß immer mit WAVE_U oder WAVE_I beginnen (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Alle Werte in jeder Spalte und Zeile müssen den Vorgaben entsprechen (siehe unten)
- Die Spalten der Tabelle haben eine bestimmte Reihenfolge, die nicht geändert werden darf

Für die Tabelle 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	10...36.000.000.000 (36 Mrd. µs)

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

Beispiel-CSV:

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

In dem Beispiel sind nur die ersten zwei Sequenzpunkte konfiguriert, die anderen stehen alle auf Standardwerten. Die Tabelle könnte für das Modell EL 9080-60 DT über eine WAVE_U für die Spannung oder eine WAVE_I für den Strom geladen werden, weil sie für beide paßt. Die Benennung ist jedoch durch einen Filter eindeutig gemacht, das heißt man kann nicht Arbiträr --> U wählen im Funktionsgeneratormenü und dann eine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

► So laden Sie eine Sequenzpunkt-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 -> Arbiträr -> U / I, um zur Hauptseite der „Sequenzauswahl“ zu gelangen, wie rechts gezeigt.



3. Tippen Sie auf  „Daten Import/Export“, dann  „Von USB laden“ und folgen Sie den Anweisungen. Sofern für den aktuellen Vorgang mindestens eine gültige Datei (siehe Pfad und Dateibenennung oben) gefunden wurde, wird eine Liste zur Auswahl angezeigt, aus der die zu ladende Datei mit ☒ ausgewählt werden muß.

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

► So speichern Sie die 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-**.



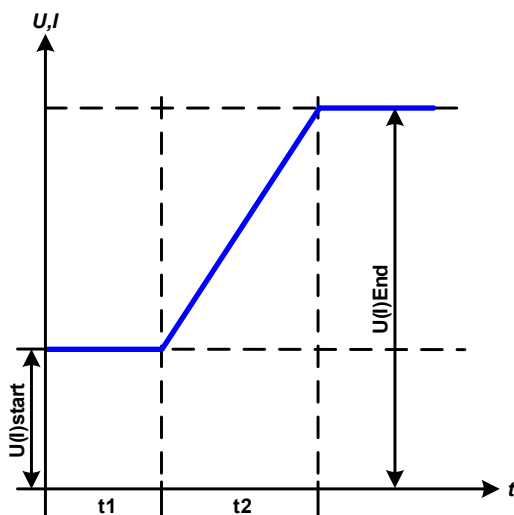
4. Speichern dann mit **Auf USB sichern**.

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	0,01 ms...36000 s	Zeit vor der ansteigenden / abfallenden Flanke des Rampensignals
t2	0,01 ms...36000 s	Anstiegszeit des Rampensignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

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

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



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

3.10.12 Batterietest-Funktion

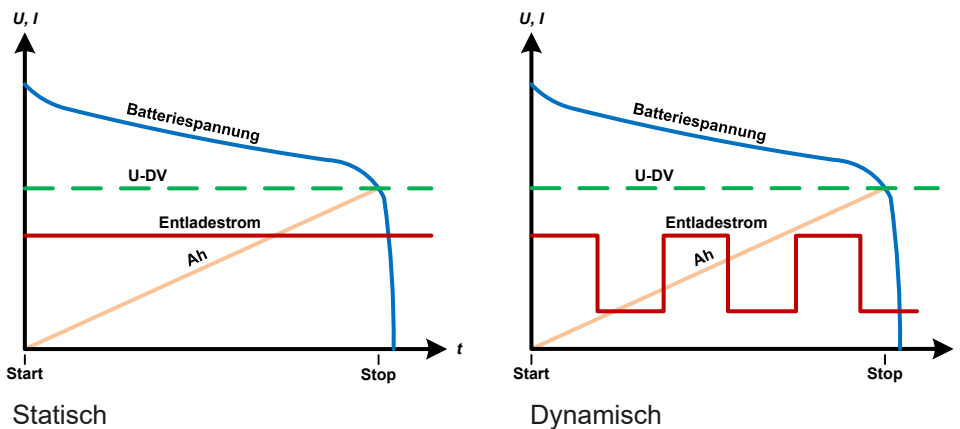
Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen. Diese Funktion ist so wie unten beschrieben nur über manuelle Bedienung am HMI verfügbar, kann aber wie die anderen Funktionen über den Arbiträrgenerator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

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

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

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

Grafische Verdeutlichung beider Modi:



3.10.12.1 Parameter für den statischen Batterietest

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

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

3.10.12.2 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 = Zeit für den unteren Stromwert (Pause)
t ₂	1 s ... 36000 s	

3.10.12.3 Andere Parameter

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

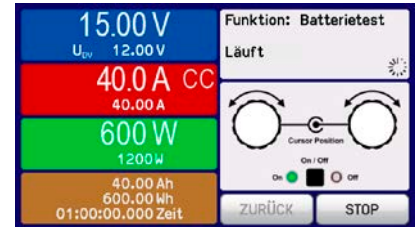
Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Entlade-Spannung	0...Nennwert von U	Variable Entladeschlußspannung, eine Schwelle, bei deren Unterschreiten der Test automatisch stoppt (ist verknüpft mit der Batteriespannung am DC-Eingang der Last)
Entladezeit	0...10 h	Maximale Testzeit, nach welcher der Test automatisch 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

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
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

3.10.12.4 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)



3.10.12.5 Datenaufzeichnung

Für beide Modi „Statisch“ und „Dynamisch“ kann am Ende der Konfiguration für den Test das „USB-Logging“ aktiviert werden, welches standardmäßig ausgeschaltet ist. Ist es aktiviert und ein USB-Stick mit entsprechender Formatierung (siehe 1.9.5.5) im USB-Port am Bedienteil gesteckt, zeichnet das Gerät für die Testdauer Meßwerte im festgelegten Intervall auf. Dies wird in der Anzeige durch ein kleines Diskettensymbol 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/I/Pactual = Istwerte
 Ah = Entnommene Kapazität
 Wh = Entnommene Energie



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

3.10.12.6 Abbruchbedingungen

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

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



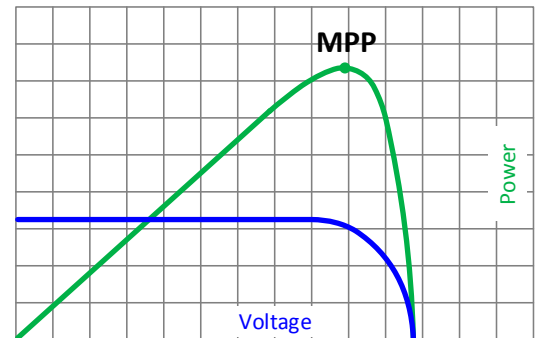
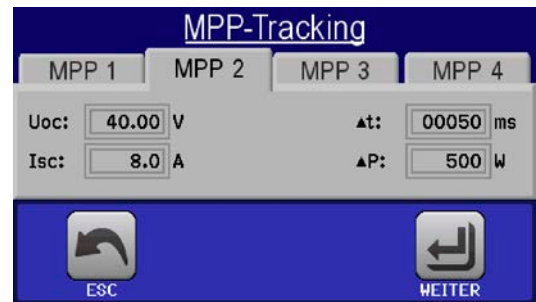
Nach einem automatischen Stopp, bedingt durch einen der genannten Gründe, kann der Test nicht sofort erneut gestartet oder fortgeführt werden, sondern nur nach erneutem Durchlauf der Konfiguration.

3.10.13 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.



3.10.13.1 Modus MPP1

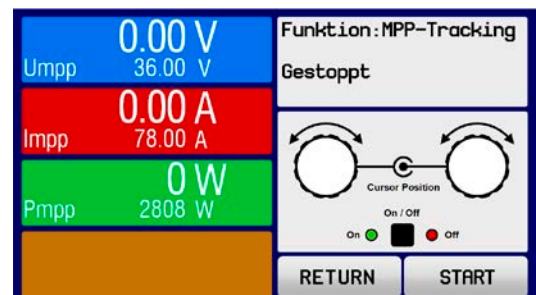
Dieser Modus wird auch „MPP finden“ genannt. Er ist die einfachste Möglichkeit, ein MPP-Tracking durchzuführen. Benötigt werden dazu nur drei Parameter. Der Werte U_{OC} ist erforderlich, damit das Tracking den MPP schneller finden kann als wenn die Last bei 0 V oder Nennspannung starten würde. Trotzdem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

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

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

Anwendung und Resultat:

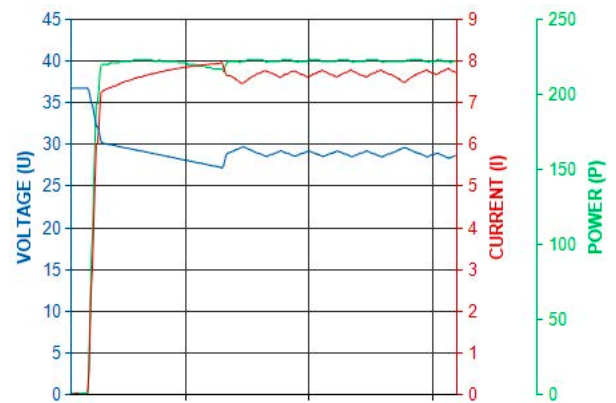
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines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



3.10.13.2 Modus MPP2

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

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



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

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

3.10.13.3 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}	$0 \dots U_{Nenn}$	Spannung im MPP
I_{SC}	$0 \dots I_{Nenn}$	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
P_{MPP}	$0 \dots P_{Nenn}$	Leistung im MPP
Δt	5 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W...0,5 P_{Nenn}	Regeltoleranz unterhalb des MPP

3.10.13.4 Modus MPP4

Dieser Modus bietet kein Tracking im Sinne der anderen Modi, dient aber durch eine benutzerdefinierbare Kurve zur gezielten Auswertung. Der Anwender kann bis zu 100 Punkte auf einer beliebigen Spannungskurve vorgeben und alle oder Teile der 100 Punkte abfahren lassen. Die Punkte lassen sich auch von USB-Stick laden bzw. auf einen speichern. Zwischen zwei Punkten vergeht die einstellbare Zeit Δt , der Durchlauf der definierten Punkte kann 0-65535 mal wiederholt werden. Nach Ende der Funktion stoppt sie automatisch mit ausgeschaltetem DC-Eingang und stellt dann pro benutzerdefiniertem Kurvenpunkt einen Meßwertsatz (Istwerte U, I, P) zur Verfügung. Außerdem werden die Werte des Datensatzes mit der höchsten Ist-Leistung auf der Anzeige ausgegeben. Geht man dann auf dem Bildschirm ZURÜCK, können die erfaßten Daten als Datei auf einen USB-Stick gespeichert werden. Alternativ ist nach dem Stopp der Funktion das Auslesen über digitale Schnittstelle möglich.

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

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

3.10.14 Fernsteuerung des Funktionsgenerators

Der Funktionsgenerator ist fernsteuerbar, allerdings geschehen Fernkonfiguration und -steuerung von Funktionen mittels einzelner Befehle prinzipiell anders als bei manueller Bedienung. Die auf USB-Stick mitgelieferte, externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus RTU & SCPI“ erläutert die Vorgehensweise.

Folgendes gilt generell:

- Der Funktionsgenerator ist nicht über die analoge Schnittstelle fernbedienbar
- Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, wenn der sog. Widerstands-Betrieb (R-Modus) aktiviert wurde
- Die Funktion „Batterietest“ ist nicht für Fernsteuerung verfügbar

3.11 Weitere Anwendungen

3.11.1 Reihenschaltung



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

3.11.2 Parallelschaltung

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

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

4. Instandhaltung & Wartung

4.1 Wartung / Reinigung

Die Geräte erfordern keine Wartung. Reinigung kann, je nachdem in welcher Umgebung sie betrieben werden, früher oder später für die internen Lüfter nötig sein. Diese dienen zur Kühlung der internen Komponenten, die durch die zwangsweise entstehende, hohe Verlustleistung erhitzt werden. Stark verdeckte Lüfter können zu unzureichender Luftzufuhr führen und damit zu vorzeitiger Abschaltung des DC-Eingangs wegen Überhitzung bzw. zu vorzeitigen Defekten.

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

4.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur

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

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

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

4.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen

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

4.2.2 Firmware-Aktualisierungen



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

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

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

- damit ein am Gerät bestehendes Problem direkt behoben werden kann, insbesondere wenn das von uns im Rahmen der Unterstützung zur Problembehebung 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 EL 9000 DT verfügen über eine Nachjustierungsfunktion, die im Rahmen einer Kalibrierung dazu dient, Abweichungen zwischen den Stellwerten und tatsächlichen Werten bis zu einem gewissen Grad zu kompensieren. Gründe, die eine Nachjustierung der Gerätestellwerte nötig machen, gibt es einige: Bauteilalterung, Bauteilverschleiß, extreme Umgebungsbedingungen, häufige Benutzung.

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

Wenn Sie z. B. den Strom des Modells EL 9080-60 DT bei den max. 60 A kalibrieren wollten, wobei der Strom in den technischen Daten mit einem max. Fehler von 0,2% angegeben ist, dürfte der zu verwendende Meßshunt max. 0,1% Fehler haben, sollte jedoch möglichst noch besser sein. Auch und gerade bei hohen Strömen darf der Meßvorgang nicht zu lange dauern bzw. der Meßshunt nicht zu 100% belastet werden, weil er dann seinen max. Fehler voraussichtlich überschreiten wird. Bei z. B. 60 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 Kalibrierung und ggf. Nachabgleich werden bestimmte Meßmittel und Umgebungsbedingungen benötigt:

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

Vor Beginn des Kalibriervorgangs sind noch einige Maßnahmen zu treffen:

- Das EL-Gerät mit der Spannungs- / Stromquelle verbinden und mindestens 10 Minuten lang mit 50% Leistung warmlaufen lassen
- Für den Anschluß des Fernfühlungseingangs (SENSE) ein Verbindungskabel zum DC-Eingang vorbereiten, aber nicht stecken
- Jegliche Fernsteuerung beenden und das Gerät auf **U/I**-Modus stellen
- Shunt zwischen Quelle und elektronischer Last installieren und so platzieren, 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, je nachdem ob zuerst Spannung oder Strom kalibriert werden soll

4.3.3 Abgleichvorgang

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



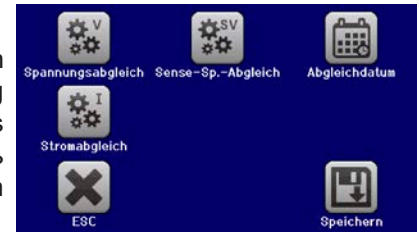
*Der Eingangsstrom sollte immer zuerst abgeglichen werden, weil dessen Sollwert im Spannungsabgleich eine Rolle spielt.
Während die Eingangsspannung abgeglichen wird, darf der Fernfühlungseingang nicht verbunden sein.*

Die Erläuterung des Abgleichvorgangs erfolgt anhand des Beispiel-Modells EL 9080-60 DT. 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 Spannung ab

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



► So gleichen Sie den Strom ab

1. Die Stromquelle auf etwa 102% Nennstrom des EL-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 61,2 A bzw. aufgerundet 62 A, einstellen. Die Spannung der Quelle auf etwa 10% der Nennspannung der EL, in diesem Beispiel also 8 V einstellen und den Ausgang der Quelle einschalten.
2. In der Anzeige in das MENU wechseln, dann **Allg. Einstellungen**, dann mit  bis zu **Gerät abgleichen:** und dort auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht **Stromabgleich** wählen, 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 Fernführung abgleichen

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

► So gleichen Sie die Sense-Spannung ab

1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung des EL-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf >5% des Nennstromes der Last, hier mindestens 3 A, einstellen.
2. In der Anzeige in das MENU wechseln, dann **Allg. Einstellungen**, dann mit  bis zu **Gerät abgleichen:** und dort 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 Fernführungsspannung bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein (vorher auf den Wert tippen) und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

4.3.3.3 Anzeigewerte 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-

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.

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



Elektro-Automatik

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

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen

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